

MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
“OSCAR LUCERO MOYA”

FACULTAD DE INFORMÁTICA-MATEMÁTICA



Edición de perfiles de tubería en el diseño de redes hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín “Raudal”: Módulo de un Sistema CAD distribuido

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Informática

Autor: Roberto Castro Brea

Tutores: Dr.C. Ing. Jesús Rafael Hechavarría Hernández

Ing. Angel Zaldívar Pino

Ing. Oscar Reyes Pupo

Consultante: Ing. Edwin Estévez Parra

Holguín

Junio 2010

Resumen

La Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín “Raudal” se dedica a la realización de proyectos como es el diseño de redes hidráulicas de abasto. Donde una de las etapas fundamentales para el terminado del proyecto es la edición de perfiles de tubería en sistema de tubería soterrada. Para la ejecución de estos proyectos la empresa ha utilizado varios software, algunos propietarios y otros que a pesar de ser gratuitos no cumplen con los requerimientos específicos de la entidad. Actualmente la empresa utiliza una aplicación CAD desarrollada por el centro de estudio CAD/CAM de la universidad de Holguín Oscar Lucero Moya, pero la misma utiliza como plataforma gráfica el AutoCAD, el cual no cuenta con licencias de uso en esta empresa y presentan poca integración con las rutinas que conforman un proyecto de este tipo. La presente investigación propone una solución a estas dificultades a través de la creación de una aplicación CAD que favorezca la edición de perfiles de tubería en sistemas de tuberías soterradas, mediante el diseño e implementación de un producto informático. En este documento se presenta un resumen del estudio bibliográfico realizado, así como todo el proceso ingenieril, a través de la metodología de desarrollo Iconix, que permitió obtener un producto sostenible y que satisface las necesidades que lo originaron.

Abstract

The Company of Investigations and Hydraulic Projects of Holguín "Raudal" is devoted to the realization of projects like it is the design of hydraulic nets of supply. Where one of the fundamental stages for the one finished of the project it is the edition of pipe profiles in system of buried pipe. For the execution of these projects the company has used software several, some proprietors and others that don't fulfill the specific requirements of the entity in spite of being gratuitous. At the moment the company uses an application CAD developed by the study center CAD/CAM of the university of Holguín Oscar Lucero Moya, but the same one uses as graphic platform the AutoCAD, which doesn't have use licenses in this company and they present little integration with the routines that conform a project of this type. The present investigation proposes a solution to these difficulties through the creation of an application CAD that favors the edition of pipe profiles in systems of buried pipes, by means of the design and implementation of a computer product. In this document a summary of the carried out bibliographical study is presented, as well as the whole process devise, through the development methodology Iconix that allowed to obtain a sustainable product and that it satisfies the necessities that originated it.

Índice de contenido

INTRODUCCIÓN	1
Capitulo 1. Fundamentos Teóricos	6
1.1 Objeto de estudio	6
1.1.1 Proceso de edición de perfiles de tubería	7
1.1.2 Estudio de software para la edición de perfiles de tubería	9
1.2 Descripción de las tendencias y tecnologías para la construcción de la solución propuesta.....	10
1.2.1 Arquitectura Cliente Servidor.....	11
1.2.2 Framework Spring.....	13
1.2.3 Aplicaciones Gráfica en Java	14
1.2.4 Lenguaje de programación.....	16
1.2.5 Sistema de Gestor de Base de Datos (SGBD).....	19
1.2.6 Fundamentación de la metodología de desarrollo utilizada	21
1.3 Conclusiones	24
Capitulo 2. Descripción de la solución propuesta	25
2.1 Modelo del Dominio	25
2.2 Modelo de casos de uso del sistema.....	28
2.2.1 Descripción textual de casos de uso	30
2.2.2 Análisis de Robustez.....	31
2.3 Arquitectura Técnica.....	36
2.3.1 Requerimientos no funcionales	36
2.3.2 Modelo de despliegue	38
2.4 Diseño Detallado	39
2.4.1 Diagrama de Secuencia	39
2.4.2 Diagrama de clases.....	44
2.4.3 Diagrama de clases persistentes	45

2.4.4 Modelo de Datos	46
2.5 Implementación	46
2.5.1 Estándar de codificación	47
2.5.2 Prueba.....	49
2.6 Conclusiones.....	49
Capitulo 3. Estudio de factibilidad y sostenibilidad	51
3.1 Valoración de sostenibilidad.....	51
3.1.1 Dimensión Administrativa.....	51
3.1.2 Dimensión Socio-Humanista.....	55
3.1.3 Dimensión Ambiental	56
3.1.4 Dimensión Tecnológica.....	56
3.2 Valoración de los resultados obtenidos en la encuesta a los posibles usuarios del módulo.....	57
3.3 Conclusiones.....	58
Conclusiones generales.....	59
Recomendaciones	60
Bibliografía.....	61
Anexos.....	I

Índice de figuras

Figura. 1.1 Ciclo de la actividad de proyecto de redes hidráulicas en la “EIPH Holguín Raudal”	7
Figura 1.2 Arquitectura Cliente/Servidor	11
Figura 2.1 Modelo del Dominio	27
Figura 2.2 Diagrama de casos de uso del sistema.	29
Figura 2.3 Diagrama de robustez del caso de uso modificar pendiente.	32
Figura 2.4 Diagrama de robustez del caso de uso cargar perfil.....	33
Figura 2.5 Diagrama de robustez del caso de uso eliminar pendiente.	34
Figura 2.6 Diagrama de robustez del caso de uso cargar red	35
Figura 2.7 Diagrama de despliegue	39
Figura 2.8 Diagrama de secuencia del caso de uso modificar pendiente.	40
Figura 2.9 Diagrama de secuencia del caso de uso cargar perfil.	41
Figura 2.10 Diagrama de secuencia del caso de uso cargar perfil.	42
Figura 2.11 Diagrama de secuencia del caso de uso cargar red.....	43
Figura 2.12 Diagrama de clases	44
Figura 2.13 Diagrama de clases persistente.....	45
Figura 2.14 Modelo de datos	46

INTRODUCCIÓN

El agua es el componente más abundante e importante de nuestro planeta, el hecho de que todos los seres vivos dependan del agua nos da una muestra para percibir su valor. El agua promueve o desincentiva el crecimiento económico y el desarrollo social de una región. También afecta los patrones de vida y cultura regionales, por lo que se le reconoce como un agente decisivo en el desarrollo de las comunidades.

La contaminación del agua y su mala distribución en la sociedad es uno de los problemas más graves con los que se enfrenta la civilización en estos momentos. Contribuir al menos con el aprovechamiento de la misma le daría a la humanidad un plazo mayor de su existencia. Para favorecer esta tarea el hombre ha dedicado parte de su vida al estudio en este aspecto, llamándoseles en la actualidad ingenieros hidráulicos. Capaces de crear acueductos en poblados, ciudades y países completos. Siendo el acueducto un *“sistema o conjunto de sistemas acoplados, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que esta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante”*(Luis E. Pérez, 2005).

Para la asistencia de esta labor se han creado en el mundo organizaciones, institutos, empresas, donde su objetivo principal es organizar, perfeccionar y potenciar la actividad hidráulica. Así como Cuba no está excluida de los problemas de contaminación del agua ni de su imperfecta distribución en la población tampoco lo está del desarrollo hidráulico, siendo este un punto clave en estos momentos para el desarrollo del país. Precisamente se funda en el país el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), encargado de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política del Estado y el Gobierno, relativa a la actividad de los recursos hidráulicos.

Específicamente en la provincia de Holguín radica desde el 1990 la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos (EIPH) “Raudal” (en lo adelante, EIPH “Raudal”) la cual es una entidad cuyos antecedentes se remontan a principios de la década de los años 60 constituyendo una organización líder, con tradición y prestigio en el desarrollo hidráulico del país, con participación activa en la ejecución del mismo en las cinco provincias orientales. Está caracterizada por la ejecución de Investigaciones Aplicadas, Proyectos, Servicios Técnicos y Asesorías, destinadas a la construcción y explotación de las obras hidráulicas que se lleva a cabo en el territorio oriental para satisfacer el

abastecimiento de agua, el drenaje y el tratamiento de residuales de la población, la industria, el turismo y la agricultura.

Para la realización de estas actividades, la EIPH Holguín “Raudal”, se apoya en el uso de aplicaciones informáticas que automatizan algunas de las etapas de la actividad de diseño de redes hidráulicas. El uso de tecnologías avanzadas para incrementar la productividad del trabajo, la eficacia, eficiencia y la disminución del tiempo empleado define para estas empresas una labor simplemente buena de una brillante.

La empresa Raudal ha tenido experiencia laboral con otros softwares pero en la actualidad cuenta con un pequeño sistema en AutoCAD llamado DP-TRT, pero el insuficiente grado de automatización y lentitud del proceso de generación de variantes de diseño, así como la falta de interacción entre las etapas que conforman el proyecto, son las principales deficiencias y limitaciones generales que presenta este software para el diseño de redes hidráulicas.

Una de las etapas que conforman a cualquier proyecto hidráulico es sin duda alguna la edición de perfiles de tubería, donde se gestiona información de vital importancia para el terminado del proyecto. Se manejan datos como el recubrimiento de las tuberías en los estacionados, pendiente de la tubería, distancia entre estacionados y altura. Este sistema contiene un módulo en específico para la realización de esta tarea o etapa del proyecto, el cual presenta deficiencias particulares pues carece de facilidad de uso, integración con las demás fases del proyecto, licencia operativa, esto sin contar que el sistema no presenta una interfaz especializada para la visualización de los perfiles de tubería en sistemas de tubería soterrada.

Por todos los aspectos antes mencionado, que aglomeran las deficiencias generales del sistema implantado en la empresa, y las deficiencias específicas del módulo que se encarga de la edición de perfiles de tubería surge un **problema científico**: ¿Cómo favorecer el proceso de edición de perfiles de tubería en un Sistema CAD distribuido para el diseño de redes hidráulicas de abasto para el EIPH Holguín “Raudal”?

A partir del problema se define el **objeto de investigación**: el proceso de edición de perfiles de tubería para el diseño de redes hidráulicas de abasto en el EIPH Holguín “Raudal”, delimitando como **campo de acción**: el proceso de informatización de las

rutinas para la edición de perfiles de tubería en el diseño de redes hidráulicas de abasto durante la actividad de proyecto de la EIPH Holguín “Raudal”.

Siendo el **objetivo de la investigación**: desarrollar un módulo para un Sistema CAD distribuido, que permita la edición de perfiles de tubería en sistemas de tuberías soterradas.

En el presente trabajo se plantea como **Hipótesis** de la investigación: el desarrollo de un módulo para un Sistema CAD, en un ambiente distribuido y concurrente beneficiará la edición de perfiles de tubería en sistemas de tuberías soterradas en el EIPH Holguín “Raudal”.

Para el desarrollo de la investigación y cumplir con el objetivo trazado se plantean las siguientes **tareas**:

1. Estudiar la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto.
2. Realizar la captura de los requerimientos del cliente.
3. Analizar los diferentes softwares que se utilizan en el mundo para la edición de perfiles de tubería en el diseño de redes hidráulicas.
4. Estudiar las principales tendencias y tecnologías para el desarrollo del módulo para la edición de perfiles de tubería.
5. Valorar la sostenibilidad del sistema informático, según las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica.
6. Realizar el análisis, diseño e implementación del módulo para la edición de perfiles de tubería.
7. Valorar la efectividad y grado de aceptación del cliente con la propuesta de solución.

Para darles solución a las tareas planteadas se usaron una combinación de métodos teóricos, empíricos y estadísticos.

Los **métodos teóricos** utilizados con el objetivo de la interpretación de la información empírica obtenida y el análisis de las fuentes impresas para el establecimiento de generalizaciones y las regularidades fueron los siguientes:

Método histórico - lógico: Para la comprensión y el estudio de las redes hidráulicas de abasto y el profundo entendimiento de las tendencias que apoyan la hipótesis.

Método de inducción - deducción: Se utilizó en diferentes etapas de la investigación, para llegar a conclusiones generales a partir de algunas particulares y viceversa, partiendo así de situaciones concretas se recopila información para analizarla en un marco teórico general, que permita la valoración de la actividad del diseño de redes hidráulicas en el ámbito nacional y en particular deducir regularidades en el procedimiento para esta actividad.

Método de análisis y síntesis: para el análisis del objeto de estudio y así comprender las relaciones esenciales y características generales de los procesos y de esta forma elaborar los fundamentos teóricos, en la descomposición de cada uno de los requerimientos del sistema, a través de este método se realizó la valoración de sostenibilidad del sistema.

Método de observación: se acude al conocimiento del problema para mantener el vínculo con el personal en relación con el objeto, a través de encuestas, entrevistas, estudios de casos, investigaciones precedentes, análisis de la experiencia acumulada, por lo que se adquiere conocimiento en la investigación.

Modelación: durante toda la etapa del diseño del sistema se utiliza la metodología de ingeniería de software Iconix, la cual emplea UML como lenguaje de modelado, lográndose con esto que el conjunto de modelos de la metodología, describa todas las perspectivas posibles del proceso de desarrollo en sentido general, y que el sistema se pueda modelar de una forma menos abstracta.

Método Empíricos

Entrevista: para la obtención de información, la búsqueda de opiniones y conocimientos de expertos, además de facilitar la recopilación de elementos para el análisis del sistema. Se tuvieron en cuenta las sugerencias, criterios y necesidades que pudieron influir en la correcta concepción del sistema.

Revisión de documentos: para entender y recopilar los requerimientos funcionales del sistema.

Encuestas: para evaluar la satisfacción de los usuarios con respecto al diseño del nuevo sistema y además para elegir los expertos y obtener valoraciones concluyentes de éstos

sobre el sistema. Durante la puesta en práctica del mismo será empleada la técnica estadística Delphi.

Método estadístico

Método Delphi: para el tratamiento estadístico de las encuestas realizadas a los usuarios del sistema con el objetivo de buscar el consenso en las opiniones de los encuestados.

El presente trabajo está fraccionado en tres capítulos. Los aspectos más relevantes abordados en cada uno de ellos y de mayor interés se exponen brevemente a continuación:

Capítulo 1. Fundamentación del tema: Se realiza un estudio bibliográfico actualizado que conducen a una descripción del objeto de estudio de la investigación, incluyendo el análisis de diferentes softwares que tratan la tarea de la edición de perfiles de tubería en el diseño de redes hidráulicas. Además se evalúan las principales tendencias y tecnologías para la construcción de la solución propuesta así como la metodología de desarrollo de software empleada.

Capítulo 2. Descripción y construcción de la solución propuesta: Siguiendo el proceso que plantea la metodología de desarrollo de software seleccionada para el módulo propuesto, se capturan los requerimientos funcionales del sistema, a partir de los cuales se elabora el modelo del dominio y se modelan los casos de uso que componen el sistema. A través de las fases de análisis y diseño se refinan los requerimientos capturados, lo que da lugar a la implementación. Este capítulo incluye, además, el diagrama de despliegue, diseño de la base de datos, estándares de interfaz y de codificación.

Capítulo 3. Estudio de factibilidad y sostenibilidad. Se esboza la planificación del proyecto y un estudio de la sostenibilidad del sistema informático según las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica.

Capítulo 1. Fundamentos Teóricos

La idea de comunicar e intercambiar dinámicamente servicios e información dio origen a los sistemas distribuidos. Esta noción indica que en las necesidades de un mundo real los servicios deben adherirse o quitarse según sean requeridos. Los sistemas distribuidos permiten la existencia de una multiplicidad de estaciones de trabajo, las cuales ofrecen los recursos a los usuarios mediante un modelo de red, esta es una de las razones por la cual se han convertido en una de las mejores opciones para el trabajo empresarial.

En este capítulo se aborda sobre una aplicación de un Sistema CAD Distribuido. También en este capítulo se realiza una exposición de conceptos de importancia que rodean el objeto de estudio de la investigación así como el análisis y estudio de las herramientas que se van a utilizar en el desarrollo del sistema informático como son, el lenguaje de programación, sistemas gestores de bases de datos y la metodología de desarrollo de software.

1.1 Objeto de estudio

La Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín “Raudal”, se caracteriza por la ejecución de investigaciones ingenieras aplicadas, y la realización de proyectos hidráulicos destinados a la construcción y explotación de las obras hidráulicas para satisfacer el abastecimiento de agua, el drenaje y el tratamiento de residuales de la población, la industria, el turismo y la agricultura. En la ejecución de proyectos de diseño de redes hidráulicas de abasto que es uno de los servicios que brinda dicha empresa intervienen varias fases o etapas como son algunas de ellas:

- El análisis hidráulico.
- La definición espacial de la red.
- Determinación de la demanda.
- La edición de los perfiles de la tubería.
- La gestión de la información geológica.
- La generación de planos técnicos.
- La gerencia CAD.

En la Fig. 1.1 se ilustra un esquema que resume las rutinas que implica un proyecto de redes hidráulicas de abasto.

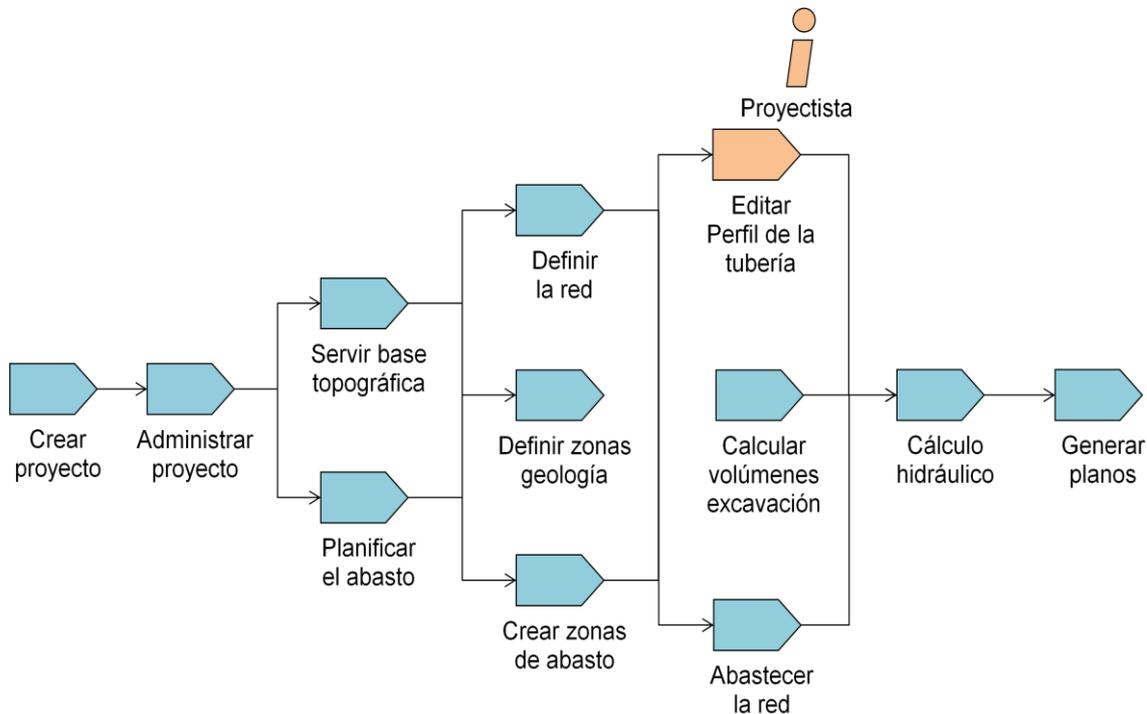


Figura. 1.1 Ciclo de la actividad de proyecto de redes hidráulicas en la “EIPH Holguín Raudal”

Cada una de estas tareas representa una labor específica dentro de la actividad de proyecto, y existe una dependencia de los resultados de una tarea para la realización de la siguiente. Actualmente se desarrolla un Sistema CAD distribuido con el objetivo de integrar cada una de las etapas antes mencionadas. Este sistema estará conformado por varios módulos que identificarán cada una de estas tareas.

La edición de perfiles de tubería es una de las tareas señaladas anteriormente, que como todas, es elemental para la realización de cualquier proyecto de diseño de redes hidráulica de abasto. Esta tarea o etapa del proyecto se identificará con un módulo que se ocupará de hacer cambios sustanciales en la trayectoria de la tubería pero a la vez esta aplicación CAD será parte de un gran Sistema CAD Distribuido.

1.1.1 Proceso de edición de perfiles de tubería

El proceso de edición de perfiles de tubería en el diseño de redes hidráulicas de abasto está estrechamente relacionado con términos, conceptos y factores de importancia a tener en cuenta a la hora de editar una tubería.

Como su nombre lo indica la edición de perfiles de tubería no es más que la acción y efecto de editar, en este caso se editará los perfiles de tubería. Este proceso persigue revisar, corregir, y modificar de ser necesaria la trayectoria de la tubería que se propone inicialmente al diseñar la red hidráulica. El objetivo que se persigue con la edición de los perfiles es acertar con la o las variantes más óptimas para transportar el fluido líquido desde los puntos de suministro hasta los puntos de consumo, pues esta primera variante de la que se habla inicialmente puede asumir ciertas imprecisiones que dificulten el terminado de un proyecto en práctica.

Se puede decir que los principales factores a considerar para la edición de tuberías son: el carácter del fluido a transportar, que en este caso será agua, la topografía del terreno y la estructura geológica del o de los tipos de suelos donde ha de alojarse la tubería, diámetros de la tubería (diámetro interior, diámetro exterior), posicionamientos de los estacionados y nodos, recubrimiento de la tubería en los estacionados.

Para la edición de perfiles de tubería lo primero que se debe tener es el diseño de la red, después se elige un tramo de tubería que puede ser que esté compuesto por dos o más nodos. Sobre este perfil de tubería podremos hacer cambios importantes como modificar el recubrimiento mínimo en los estacionados en dependencia de la necesidad que halla y por supuesto respetando las normas establecidas por la gerencia CAD. Otras modificaciones importantes serán la creación de estacionados según convenga, la eliminación de la pendiente de algún tramo de tubería, en fin todos los cambios necesarios para el buen funcionamiento de la red hidráulica de abasto.

Los principales parámetros y elementos de un perfil de tubería son (Rossman, 2000).

Tuberías: Son líneas que transportan el agua de un nodo a otro. La dirección del flujo es del extremo de mayor altura piezométrica (energía de presión más energía potencial por unidad de peso) al extremo de menor altura (Rossman, 2000).

Nodos: Los nodos son los puntos de la red donde confluyen las tuberías, y a través de los cuales el agua entra o sale de la misma (también pueden ser sólo puntos de paso) (Rossman, 2000).

Recubrimiento mínimo: La distancia desde la corona de la tubería hasta la superficie (Hernández, 2009).

1.1.2 Estudio de software para la edición de perfiles de tubería

Para la realización del proceso de edición de perfiles de tubería para el diseño de redes hidráulicas de abasto existe en el mundo determinados softwares. Por supuesto que no todos tratan o gestionan la información de igual forma. En fin, para la realización del presente trabajo se plantea como tarea de gran peso un estudio de estos. Después de una búsqueda en internet aparecen como candidatos para sus análisis algunos softwares como son, el WaterCAD, EPANET, EPARED y el DP-EPT.

A continuación se muestran las principales características de algunos de estos sistemas y su principal deficiencia que impiden su utilización en la empresa de Raudal.

WaterCAD

WaterCAD es un software que permite el diseño y análisis de redes de agua potable, mediante simulaciones en condiciones estacionarias y períodos extendidos de tiempo, es quizás el producto como marca registrada, más popular del software Bentley de Modelación Hidráulica de Sistemas o Redes a Presión. Los cómputos de WaterCAD de Haestad Methods genera resultados que son consistentes con las versiones del EPANET(Hernández, 2009). No obstante tiene como desventaja principal que es un software propietario, incumpliendo con los lineamientos de la empresa “Raudal”.

EPANET

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos (nodos), los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el envejecimiento del agua en la red (o tiempo de permanencia) y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro. Ha sido desarrollado por la Agencia de protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés), está diseñado para Windows 95/98/NT/2000 y es software libre(Rossmann, 2000). Este software maneja la edición de perfiles de tubería, gestionando parámetros como el diámetro, coeficiente de rugosidad, longitud de la tubería, el nodo inicial y final de un tramo y su estado. Sin

embargo no presenta una interfaz especializada para este proceso donde muestre un perfil de tubería en un plano topográfico con elementos como la excavación máxima y la zona geológica en este tramo lo cual sería de gran ayuda para la edición.

EPARED

El programa EPARED es un híbrido entre el EPANET y el RED que combina las potencialidades de ambos, aprovechando la experiencia adquirida en la programación de *DYSCAD* y *RED* por una parte, y del hecho de que EPANET es un programa de código abierto, o sea que proporciona las herramientas (toolkit) que permiten identificar las Dinamic Link Library (DLL por sus siglas) que vienen a ser los motores de cálculo del sistema. Ha sido desarrollado por la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana, EIPH Habana(Alfonso, 2002). Este software se utiliza específicamente para la ciudad de la habana.

DP-EPT

DP-EPT es un sistema automatizado de aplicación sobre AutoCAD concebido para la edición de perfiles de tuberías en la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto. Ha sido desarrollado por el Centro de Estudios CAD/CAM de la Universidad de Holguín a pedido de empresas extranjeras y en la actualidad se emplea en las empresas de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos(Jesús Rafael Hechavarría Hernández). Este software presenta algunas deficiencias las cuales se mencionan en la introducción y han dado paso a esta investigación.

1.2 Descripción de las tendencias y tecnologías para la construcción de la solución propuesta

En los últimos años se han producidos grandes cambios en el ambiente de las empresas de proyectos como consecuencia de los avances producidos por las nuevas tecnologías de la producción, de la información y de las comunicaciones. Optar por la creación de sistemas distribuidos es una de las expectativas y tendencias en el marco empresarial donde la interacción en todo momento y desde cualquier lugar concibe mayor productividad.

Otra cuestión es el empleo de software libre objetivo de interés y de primacía para las empresas de proyecto de Cuba debido a las limitaciones que representan para los países

en vías de desarrollo las patentes y licencias que rigen actualmente al software de tipo privativo, o de código cerrado. Hacer uso de software libre tiene ventajas como el poder ser usado, copiado, estudiado, modificado y redistribuido libremente una vez obtenido, está el hecho de la existencia de software propietario y las desventajas que éste acarrea a nivel mundial, por las limitaciones de acceso legal por cuestiones políticas.

Es por ello que en la presente investigación se eligieron las mejores tecnologías que favorezcan el desarrollo de la solución propuesta teniendo en cuenta principalmente si es software libre o no.

1.2.1 Arquitectura Cliente Servidor

Cuando se usa o se habla de términos como sistemas distribuidos no se puede dejar de mencionar una de las características fundamentales que lo identifican que es por supuesto la utilización de una arquitectura cliente – servidor. Precisamente uno de los aportes de la realización de este módulo de edición de perfiles de tubería es la integración con los demás módulos que a su vez conformarán un gran sistema CAD distribuido. A continuación se ilustra en la figura 1.2 un ejemplo de esta arquitectura.

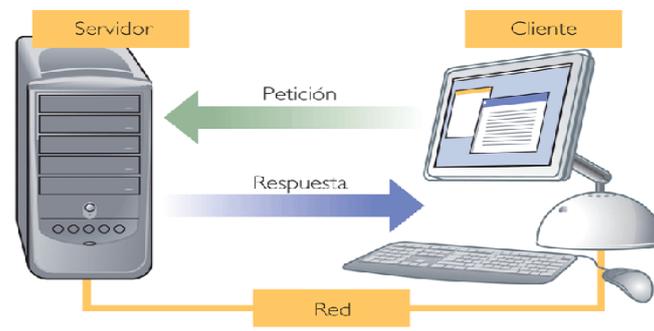


Figura 1.2 Arquitectura Cliente/Servidor

La modalidad o arquitectura Cliente/Servidor es aquella en la que confluyen una serie de aplicaciones basadas en dos categorías que cumplen funciones diferentes (una requiere servicios y la otra los brinda) pero que a la vez, pueden realizar tanto actividades en forma conjunta como independientemente. Esas dos categorías son justamente cliente y servidor.

En el caso del cliente, es aquel que requiere un servicio del servidor. En esta categoría se realizan funciones de software basándose en el hardware pero en caso de no tener la capacidad de procesar los datos necesarios, recurre al servidor y espera a que este le

brinde los servicios solicitados. El cliente es una estación de trabajo o computadora que está conectada a una red a través de la cual puede acceder al servidor.

Por el contrario, el servidor es la máquina desde la que se suministran servicios y que está a la espera del requerimiento del cliente. Una vez hecho, busca la información solicitada y le envía la respuesta al cliente; incluso puede enviar varios servicios a la vez, lo que es posible porque entre ellos están conectados mediante redes LAN o WAN.

La Arquitectura Cliente/Servidor es la más manipulada en el mundo empresarial por las ventajas que tiene esta como son:

La centralización de los recursos, dado que el servidor es el centro de la red se pueden administrar los recursos comunes a todos los usuarios y evita tener información duplicada o no sincronizada en todos los clientes.

La escalabilidad, que permite eliminar o agregar clientes sin afectar el funcionamiento de la red y sin necesidad de realizar grandes modificaciones.

Posibilita la utilización tanto de hardware como de software de diversos fabricantes, contribuyendo así a la reducción de costos y favoreciendo la flexibilidad en la implantación y actualización de soluciones.

El esquema Cliente/Servidor favorece la construcción de interfaces gráficas interactivas y consistentes, que tienen una interacción más intuitiva con el usuario, por lo que contribuye a la disminución de los costos de entrenamiento de personal.

La centralización del control, es decir que los accesos, recursos y la integridad de los datos son controlados por el servidor de forma tal que un programa cliente defectuoso o no autorizado no pueda dañar el sistema.

Sin embargo no todo es ventajas, este modelo cliente servidor también tiene algunos inconvenientes que se deben tener presentes a la hora de emplearla. El mantenimiento de los sistemas resulta difícil pues implica la interacción de diferentes partes de hardware y de software, distribuidas por distintos proveedores, lo cual dificulta el diagnóstico de fallas.

Existe una alta complejidad tecnológica al tener que integrar una gran variedad de productos.

Requiere un fuerte rediseño de todos los elementos involucrados en los sistemas de información (modelos de datos, procesos, interfaces, comunicaciones, almacenamiento de datos, etc.). Además, en la actualidad existen pocas herramientas que ayuden a determinar la mejor forma de dividir las aplicaciones entre la parte cliente y la parte servidor.

Tiene como punto débil al servidor siendo este el único eslabón débil en la red de cliente/servidor, debido a que toda la red está construida en torno a él.

1.2.2 Framework Spring

En el módulo a desarrollar se hace necesario el empleo de herramientas como los frameworks, en este caso se hará uso del framework Spring, un framework¹ de código abierto de desarrollo de aplicaciones para la plataforma Java. Brinda bondades particulares que se hacen imprescindibles para la realización del proyecto. Por ejemplo, se decide utilizar para acceder remotamente a los datos, los servicios HTTP de Spring por ofrecer una solución Java-Java. Para el diseño de la lógica del negocio se utiliza el framework Spring, que ofrece servicios de seguridad, integración genérica con motores (como Hibernate) con características Mapeo Relacional de Objetos, además de permitir modular la aplicación mediante la característica de Spring de Inversión de Control.

Algunas características que hacen atractivo el framework Spring son (Lago, 2008),

Promueve buenas prácticas de diseño y programación que facilitan el desarrollo de aplicaciones J2EE, para ello Spring maneja patrones de diseño como Factory, Abstract Factory, Builder, Decorator, Service Locator, que son ampliamente reconocidos dentro de la industria del desarrollo de software.

Es ligero tanto en términos de tamaño como en costos operativos, el framework completo puede ser distribuido en un único archivo JAR de aproximadamente 1 MB (Walls y Breidenbach, 2005). Esta es una de las ventajas de importancia en el desarrollo del módulo para la edición de perfiles de tubería, pues el mismo es un applet que necesita ser lo más ligero posible.

¹ Un **framework** es un conjunto de clases y otros elementos relacionados que facilitan el desarrollo de aplicaciones, incorporando funcionalidades prefabricadas y permitiendo su reutilización y extensión.

Otra peculiaridad de Spring es su modularidad, consta de siete módulos bien definidos pudiendo usar algunos de ellos sin comprometerse con la utilización del resto (Winterfeldt, 2009),

El Core Container o Contenedor de Inversión de Control: es el núcleo del sistema, responsable de la creación y configuración de los objetos (Harrop y Machacek, 2005).
Data Access Framework: favorece el trabajo de usar un API con JDBC, Hibernate, etc.

Remote Access Framework: Facilita la existencia de objetos en el servidor que son exportados para ser usados como servicios remotos (Hayes, 2005). En este caso se decidió utilizar para acceder remotamente a los datos, los servicios http de Spring por ofrecer una solución java-java, y no los servicios Web de Spring, pues como el applet está escrito en un mismo lenguaje (Java), es innecesario el uso de servicios web que son más universales en el sentido de que las aplicaciones que acceden a estos pueden estar escritas en cualquier lenguaje de programación.

1.2.3 Aplicaciones Gráfica en Java

Java se distingue de otros lenguajes, en que es una plataforma completa de desarrollo, consta de un gran conjunto de componentes que se pueden reutilizar y mecanismos para extenderlos, facilitando la vida a los desarrolladores. Aunque al mismo tiempo obliga a tener buenas prácticas, buenos patrones de diseño en diversos problemas recurrentes de desarrollo es así como las tecnologías Java y sus bondades abren un nuevo universo a los programadores gráficos ofreciéndoles potentes opciones como el Java 3D y el JOGL.

El Java 3D es un API de alto nivel para programación gráfica en 3D, basado en Java y orientado a aplicaciones gráficas de propósito general (Brackeen, Barker y Vanhelsuwé, 2003). La principal ventaja que presenta este API 3D frente a otros entornos de programación 3D es que posibilita la creación de aplicaciones gráficas 3D independientes del tipo de sistema, y provee funcionalidad de simulación 3D en tiempo real (Jiménez, Pérez, Sanz, Santamaría y Martínez, 2004).

Por su parte el JOGL (Java OpenGL) es una biblioteca que posibilita acceder a OpenGL mediante programación en Java, siendo el más reciente de los Java bindings² para OpenGL, se utiliza para programar aplicaciones y *applets* con gráficos en 3D y

² Es una adaptación de una biblioteca para ser usada en un lenguaje de programación distinto de aquél en el que ha sido escrita. Ejemplos de Java bindings para OpenGL son GL4Java y LWJGL.

proporciona acceso completo a la especificación del API de OpenGL 2.0, integrado con el API para manejos de interfaces visuales AWT y Swing(Davison, 2005).

Esta librería utiliza el Java Native Interface (JNI³, por sus siglas) para enlazar las clases Java con las interfaces de OpenGL nativas de la plataforma. Una de las principales ventajas que posee JOGL es que con ligeras modificaciones el desarrollador accede a la totalidad de la funcionalidad estándar de la biblioteca OpenGL, la cual goza de gran prestigio y tradición histórica entre los programadores(Belmonte, 2006).

Cuando se habla de aplicaciones graficas en java hay que mencionar los sistemas CAD que no son mas que aplicaciones informáticas que asisten la labor del diseñador en cualquiera de las múltiples fases del diseño ingenieril. La estructura de datos interna de los sistemas CAD entre los elementos más importantes que contiene es el modelo geométrico que se representa en el dispositivo gráfico, y la forma de estos datos depende del esquema de representación empleado para contener el modelo. Además tanto estructura de datos como esquema de representación deben estar en función de la finalidad de la misma según la funcionalidad requerida en el sistema CAD.

Básicamente el esquema de representación del modelo geométrico debe permitir:

- Visualizarlo
- Editarlo
- Calcular parámetros
- Simular procesos
- Exportarlo a formatos neutros o estandar
- Fabricarlo

La Interfaz gráfica conjuntamente con el dispositivo grafico del sistema CAD debe ser capaz de interactuar con la visualización del modelo geométrico que se representa según las necesidades del usuario, entre las funcionalidades de interacción más importantes esta gestionar la vista del modelo, que no tiene nada que ver con variar el

³ Es un framework de programación que permite que un programa escrito en Java ejecutado en la máquina virtual pueda interactuar con programas escritos en otros lenguajes como C, C++ y ensamblador.

modelo (Modelo vista controlador). Si es un modelo tridimensional (hacer zoom, pan, orbitar), Seleccionar entidades, insertar entidades.

El API 2D de Java introducido en el JDK 1.2 proporciona gráficos avanzados en dos dimensiones, texto, y capacidades de manejo de imágenes para los programas Java a través de la extensión del AWT. Este paquete de rendering soporta líneas artísticas, texto e imágenes en un marco de trabajo flexible y lleno de potencia para desarrollar interfaces de usuario, programas de dibujo sofisticados y editores de imágenes(Palos).

El API 2D de Java proporciona:

- Un modelo de renderizado uniforme para pantallas e impresoras.
- Un amplio conjunto de gráficos primitivos geométricos, como curvas, rectángulos, y elipses y un mecanismo para renderizar virtualmente cualquier forma geométrica.
- Mecanismos para detectar esquinas de formas, texto e imágenes.
- Un modelo de composición que proporciona control sobre cómo se renderizan los objetos solapados.
- Soporte de color mejorado que facilita su manejo.
- Soporte para imprimir documentos complejos.

1.2.4 Lenguaje de programación

Java es un lenguaje de desarrollo de propósito general orientado a objetos, para realizar todo tipo de aplicaciones, fue introducido por Sun Microsystems en 1995. Uno de los principales elementos que hacen diferente a Java es que usa una máquina virtual para la ejecución de programas lo que permite que las aplicaciones escritas en java se puedan ejecutar en cualquier máquina, independientemente del sistema operativo y de la configuración de hardware.

Java se distingue de otros lenguajes, en que es una plataforma completa de desarrollo, consta de un gran conjunto de componentes que se pueden reutilizar y mecanismos para extenderlos, facilitando la vida a los desarrolladores. Aunque al mismo tiempo obliga a tener buenas prácticas, buenos patrones de diseño a diversos problemas recurrentes de desarrollo.

Para el desarrollo de este módulo se ha elegido el lenguaje de programación Java, pues permite el desarrollo de aplicaciones bajo el esquema de Cliente - Servidor, como de aplicaciones distribuidas, lo que lo hace capaz de conectar dos o más computadoras u ordenadores, ejecutando tareas simultáneamente, y de esta forma logra distribuir el trabajo a realizar.

Algunas de las características de Java son:(Álvarez, 1999).

Simple: Elimina la complejidad de los lenguajes como "C" y da paso al contexto de los lenguajes modernos orientados a objetos(Flanagan, 1997)

Robusto. Java verifica su código al mismo tiempo que lo escribe, y una vez más antes de ejecutarse, de manera que se consigue un alto margen de codificación sin errores.

Seguro. El sistema de Java tiene ciertas políticas que evitan se puedan codificar virus con este lenguaje. La máquina virtual, al ejecutar el código java, realiza comprobaciones de seguridad, además el propio lenguaje carece de características inseguras, como por ejemplo, los punteros(Knudsen y Niemeyer, 2005)

Portable. La indiferencia a la arquitectura representa sólo una parte de su portabilidad. Además, Java especifica los tamaños de sus tipos de datos básicos y el comportamiento de sus operadores aritméticos, de manera que los programas son iguales en todas las plataformas.

Independiente a la arquitectura. Al compilar un programa en Java, el código resultante, un tipo de código binario conocido como byte code. Este código es interpretado por diferentes computadoras de igual manera, solamente hay que implementar un intérprete para cada plataforma.

Multithreaded. Java soporta sincronización de múltiples hilos de ejecución (*multithreading*) a nivel de lenguaje, especialmente útiles en la creación de aplicaciones de red distribuidas(Grand, 1997).

Dinámico. Java no requiere que se compilen todas las clases de un programa para que este funcione.

Java aporta a la Web una interactividad que se había buscado durante mucho tiempo entre usuario y aplicación, evidenciado en el hecho de que el primer lugar y el más

frecuente, donde se puede encontrar al lenguaje Java, son en los exploradores o navegadores de Internet.

Precisamente esta presencia de Java en la Web está condicionada por una de sus características más relevante: la de desarrollar programas que aparecen embebidos en otras aplicaciones, normalmente una página Web que se muestra en un navegador, estos son los llamados applets. (Knudsen y Niemeyer, 2005)

La herramienta de la cual se habla son los **applets**, pequeños programas insertados en páginas Web, escritos en lenguaje Java. Su principal ventaja es la capacidad de poder ser ejecutado en cualquier computadora que disponga de este sistema sin que sea necesario cualquier tipo de modificación o instalación, siendo por esto, ideal para el ambiente variado de la Web(Knudsen y Niemeyer, 2005). Los principales navegadores ya tienen este recurso incorporado, dispensando cualquier providencia por parte del usuario para ejecutar los applets.

Presentan un comportamiento inteligente, pudiendo reaccionar a la entrada de un usuario y cambiar de forma dinámica. Sin embargo, la verdadera novedad es el gran potencial que Java proporciona en este aspecto, haciendo posible que los programadores ejerzan un control sobre los programas ejecutables de Java que no es posible encontrar en otros lenguajes.(Knudsen y Niemeyer, 2005)

Algunas de las principales características de las applets son:

1. Los ficheros de Java compilados (*.class) se descargan a través de la red desde un servidor de Web o servidor HTTP hasta el browser en cuya Java Virtual Machine se ejecutan. Pueden incluir también ficheros de imágenes y sonido.
2. Los applets no tienen ventana propia: se ejecutan en la ventana del browser (en un "panel").
3. Por la propia naturaleza abierta de Internet, los applets tienen importantes restricciones de seguridad, que se comprueban al llegar al browser: sólo pueden leer y escribir ficheros en el servidor del que han venido, sólo pueden acceder a una limitada información sobre el ordenador en el que se están ejecutando, etc. Con ciertas condiciones, los applets "de confianza" (trusted applets) pueden pasar por encima de estas restricciones(Flanagan, 1997).

Para el desarrollo de la solución propuesta no solo es necesaria la elección de un buen lenguaje de programación sino que se hace inevitable seleccionar un entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés).

Como el lenguaje escogido es java tenemos varias opciones de IDE para utilizar como son:

- BlueJ: desarrollado como un proyecto de investigación universitaria, es libre.
- Eclipse: desarrollado por la Fundación Eclipse, es libre y de código abierto.
- IntelliJ IDEA: desarrollado por JetBrains, es comercial.
- JBuilder: desarrollado por Borland, es comercial, pero existe la versión gratuita.
- JCreator: desarrollado por Xinox, es comercial, pero existe la versión gratuita.
- JDeveloper: desarrollado por Oracle Corporation, es gratuito.
- NetBeans – gratuito y de código abierto.
- Sun Java Studio Enterprise: desarrollado por Sun, es comercial.

Para el desarrollo de la aplicación propuesta se utilizó el IDE NetBeans, el cual es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

Entre sus principales características se encuentran que está escrito completamente en Java usando la plataforma NetBeans y soporta el desarrollo de todos los tipos de aplicación Java (J2SE, Web, EJB y aplicaciones móviles).

1.2.5 Sistema de Gestor de Base de Datos (SGBD)

Para el desarrollo de la solución propuesta se hizo imprescindible la utilización de un gestor de base de datos, ya que el módulo que se encarga de la tarea de edición de perfiles de tubería integrará en un sistema mayor responsable de la realización de proyectos hidráulicos donde intervendrán otras tareas o rutinas por lo que se requiere de la compartición de datos. La aplicación que se desea desarrollar tomará datos generados y almacenados por otros usuarios responsables de las demás tareas o proceso que integran un proyecto de diseño de redes hidráulicas. Es decir, en los sistemas de bases de datos, la base de datos pertenece a la empresa y puede ser compartida por todos los usuarios que estén autorizados. Además se necesita de la consistencia de los datos, mejora de la productividad y concurrencia de los datos en el cual en algunos sistemas de ficheros, si hay varios usuarios que pueden acceder simultáneamente a un mismo fichero, es posible que el acceso interfiera entre ellos de modo que se pierda información o se

pierda la integridad. La mayoría de los SGBD gestionan el acceso concurrente a la base de datos y garantizan que no ocurran problemas de este tipo.

Los Sistemas de Gestión de Base de Datos (SGBD) surgen como un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan.

Los SGBD brindan una serie de servicios a los programadores, los administradores de las bases de datos y los usuarios finales, destacándose la definición y el control centralizado de los datos, los mecanismos de seguridad e integridad de los datos, además proporcionan una forma eficiente de realizar copias de respaldo de la información para restaurar éstas ante una pérdida, suministran múltiples interfaces de trabajo al usuario y minimizan el tiempo de respuesta a peticiones solicitadas y el almacenamiento de los cambios(Burbano, 2006).

Entre los SGBD más utilizados mundialmente, con licencia libre se encuentran: PostgreSQL, MySQL y Apache Derby, entre los que poseen licencia comercial están: Interbase, Microsoft Access, Microsoft SQL Server y Oracle.

Para seleccionar el SGBD más adecuado para el desarrollo de la solución propuesta se realizó un estudio de aquellos que cumplieran la condición de ser de licencia libre dado el pedido del cliente y finalmente se decidió el empleo del gestor PostgreSQL por las características y ventajas que posee, las cuales se muestran a continuación.

PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos Objeto-Relacionales (ORDBMS), publicados bajo la licencia Berkeley Software Distribution (BSD por sus siglas). A sus espaldas, este proyecto lleva más de una década de desarrollo, siendo hoy en día considerado como el sistema de bases de datos de código abierto más avanzado del mundo(A., 2005).

PostgreSQL posee una serie de características que hacen de él uno de los SGBD más populares y justifican ampliamente su elección para el módulo de edición de perfiles de tubería, entre ellas se destacan las siguientes:

- Incorpora la llamada Multi-Version Concurrency Control (MVCC, por sus siglas) se usa para evitar bloqueos innecesarios, es decir que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos.
- Es altamente extensible, soporta operadores, funciones, métodos de acceso y tipos de datos definidos por el usuario.
- Soporta integridad referencial, la cual es utilizada para garantizar la validez de los datos de la base de datos.
- Tiene soporte para lenguajes procesuales internos, incluyendo un lenguaje nativo denominado PL/pgSQL, para la creación de los procedimientos almacenados y disparadores (triggers)(Andrade, 2002).
- Utiliza una arquitectura proceso por usuario cliente/servidor. Hay un proceso maestro que se ramifica para proporcionar conexiones adicionales para cada cliente que intente conectar a PostgreSQL.

La característica de PostgreSQL conocida como Write Ahead Logging (WAL, por sus siglas) garantiza que en el hipotético caso de que la base de datos se caiga, existirá un registro de las transacciones a partir del cual podremos restaurar la base de datos.

1.2.6 Fundamentación de la metodología de desarrollo utilizada

Las metodologías imponen un proceso disciplinado sobre el desarrollo de software con el fin de hacerlo más predecible y eficiente. Lo hacen desarrollando un proceso detallado con un fuerte énfasis en planificar, inspirado por otras disciplinas de la ingeniería. El uso de una metodología para la elaboración de un producto informático, garantiza determinadas características en el mismo, dentro de ellas la calidad, factor clave tanto para el cliente como para el productor. Como una reacción a estas metodologías, un nuevo grupo de metodologías ha surgido en los últimos años. Durante algún tiempo se conocían como metodologías ligeras, pero el término aceptado ahora es metodologías ágiles. El encanto de estas es su reacción ante la burocracia de las metodologías monumentales. Las metodologías ágiles cambian significativamente algunos de los énfasis de las metodologías tradicionales como Rational Unified Processes (RUP, por sus siglas). La diferencia inmediata es que son menos orientados al documento, exigiendo una cantidad más pequeña de documentación para una tarea dada. De muchas maneras son más bien orientados al código: siguiendo un camino que dice que la parte importante

de la documentación es el código fuente. De forma general las metodologías ágiles son adaptables en lugar de predictivas. Las metodologías tradicionales tienden a intentar planear una parte grande del proceso del software en gran detalle para un plazo largo de tiempo, esto funciona bien hasta que las cosas cambian. Así que su naturaleza es resistirse al cambio, no obstante, el cambio es bienvenido. Intentan ser procesos que se adaptan.

La realidad de la industria del software de gestión impone la adopción de procesos ágiles de desarrollo para lograr competitividad. El objetivo principal de un método ágil es minimizar la documentación de desarrollo empleándola fundamentalmente como vehículo de comprensión de problemas dentro del grupo de trabajo y de comunicación con los usuarios(Solís, Figueroa y Cabrera, 2001).

ICONIX consiste en un lenguaje de modelado y un proceso. El lenguaje de modelado es la notación gráfica (incluye diferentes tipos de diagramas) El proceso define quien debe hacer qué, cuando y como alcanzar un objetivo. Consiste en obtener aplicaciones en menor tiempo, más vistosas y de menor costo. Es un proceso simplificado en comparación con otros procesos más tradicionales, que unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto. Presenta claramente las actividades de cada etapa y exhibe una secuencia de pasos que deben ser seguidos. Está entre la complejidad del RUP y la simplicidad de Extreme Programming (XP, por sus siglas).

El Método ICONIX es dirigido por casos de uso, como RUP. Es un proceso pequeño y ligero, como XP, pero no descarta las fases del análisis y el diseño como lo hace XP. Este proceso usa la notación UML y un seguimiento a los requisitos. El proceso se queda igual a la visión original de Jacobson “dirigido por casos de uso”, esto produce un resultado concreto, específico y casos de uso fácilmente entendible, que un equipo de un proyecto puede usar para conducir el esfuerzo hacia un desarrollo real.

Esencialmente, el proceso de ICONIX describe el análisis y el diseño “lógicos” de la base que modelan proceso. Sin embargo, el proceso puede ser utilizado sin mucho la adaptación en los proyectos que siguen diversa gerencia de proyecto o metodologías ágiles. Algunas de sus características son:(Rosenberg, Stephens y Cope, 2005)

Iterativo e incremental: varias iteraciones ocurren entre el desarrollo del modelo del dominio y la identificación de los casos de uso. El modelo estático es incrementalmente refinado por los modelos dinámicos.

Trazabilidad: cada paso está referenciado por algún requisito. Se define trazabilidad como la capacidad de seguir una relación entre los diferentes “artefactos de software” producidos.

Dinámica de UML: La metodología ofrece un uso “dinámico” del UML porque utiliza algunos diagramas del UML, sin exigir la utilización de todos, como en el caso de RUP.

Las fases que establece ICONIX para el desarrollo de un software son (Rosenberg y Stephens, 2007):

1. Requerimientos

- Requerimientos funcionales.
- Modelado del dominio.
- Requerimientos de comportamiento.
- Revisión de requerimientos.

2. Análisis y diseño preliminar

- Análisis de robustez.
- Actualización del modelo del dominio mientras se escriben los casos de uso y se dibuja el diagrama de robustez.
- Nombrar todas las funciones lógicas de software (controladores) necesarias para que los casos de uso funcionen.
- Reescribir el borrador de los casos de uso.

3. Revisión del Diseño Preliminar (PDR)

4. Diseño detallado.

- Diagrama de secuencia.
- Actualización del modelo del dominio mientras se dibuja el diagrama de secuencia.
- Limpiar el Modelo estático.

5. Revisión crítica del diseño (CDR)

6. Implementación

- Código y unidad de prueba.
- Integración y escenario de prueba.
- Realizar una revisión de código y actualización del modelo para prepararse para la próxima ronda (iteración) de trabajo de desarrollo.

En el desarrollo de la modelación del módulo para la edición de perfiles de tubería para el diseño de redes hidráulica de abasto se empleó la herramienta Enterprise Architect v7.1 de la compañía Sparx Systems. EA es una herramienta propietaria de modelación basada en UML 2.1 que cubre todos los aspectos del ciclo de desarrollo de software, desde la captura de requerimientos, pasando por el análisis, diseño hasta la implementación.

1.3 Conclusiones

1. Es evidente la necesidad de desarrollar una aplicación CAD para la edición de perfiles de tubería que responda a las necesidades de la EIPH Holguín “Raudal”.
2. El desarrollo de un Sistema CAD Distribuido es una solución para la integración de cada una de las tareas que se realizan en un proyecto de diseño de redes hidráulicas.
3. El empleo de softwares libre para la ejecución en práctica del módulo es una alternativa efectiva que responde a las posibilidades y necesidades del país.
4. Las tendencias y tecnologías apuntan al uso de java como lenguaje de programación por las bondades que brinda y PostgreSQL como gestor de base de datos ya que cumple con las necesidades concretas de almacenaje, flujo y gestión de la información de la aplicación.
5. El empleo de una metodología ágil como ICONIX para el desarrollo de la solución propuesta hará menos tedioso su desarrollo y acortará el tiempo del proceso para adquirir el producto informático.

Capitulo 2. Descripción de la solución propuesta

En este capítulo se pretende hacer una descripción de la solución propuesta. Siguiendo los pasos y fases que plantea Iconix, lo primero que se hace es la captura de los requerimientos funcionales para después construir el modelo del dominio, se modelan los casos de uso y sus correspondientes diagramas de robustez. Se crea además, la arquitectura que tendrá la aplicación y se construyen los diagramas de secuencia que dan paso posteriormente a la implementación y prueba del módulo propuesto.

2.1 Modelo del Dominio

El modelo del dominio es una parte esencial del proceso de Iconix. Constituye la porción estática inicial de un modelo que es esencial al manejar su plan de la aplicación, antes de los casos de uso. El modelo del dominio es un artefacto vivo, colaborativo. Es refinado y actualizado a lo largo y ancho del proyecto, así que siempre refleja la comprensión actual del espacio del problema (Rosenberg y Stephens, 2007).

El modelo del dominio es esencialmente un glosario o diccionario de términos empleados en el proyecto, incluso más, pues muestra gráficamente cómo se relacionan estos términos entre sí. Para elaborar este modelo, Iconix propone una serie de actividades, como son:

1. Listar los requerimientos funcionales
2. Elaborar modelo del dominio
3. Definición de los conceptos principales del modelo del dominio

1. Requerimientos funcionales

1. El módulo estará basado inicialmente en una aplicación Desktop, pero lo suficientemente flexible para incorporarle nuevos componentes.
 2. El sistema dará la opción de seleccionar un tramo de tuberías o una secuencia de nodos que describan una trayectoria formada por varios tramos de tuberías posibilitando mostrar en vista perfil (en 2D donde se destaca la z-altura de los puntos que describen la trayectoria) la línea del terreno, y la tubería, además destacar con una línea tenue el mínimo recubrimiento y la máxima excavación.
- 2.1 La representación de los puntos se realizará por estacionados los cuales podrán ser modificados por el proyectista.

3. El módulo será capaz de gestionar todo tipo de información relacionado con la pendiente de la tubería, los nodos, recubrimiento de cada estacionado y su distancia, (que tales parámetros estarán compuestos por líneas y puntos.)

3.1. El módulo dará la posibilidad de modificar los recubrimientos en los estacionados (a través de el valor propio de los recubrimientos o a través de pendientes [agrupan un conjunto de estacionados que describen una determinada pendiente a partir de recubrimientos]).

3.2. El módulo dará la posibilidad de crear un estacionado nuevo o eliminarlo.

3.3. El módulo será capaz de modificar el recubrimiento de la tubería. Al hacer algún cambio en las pendientes el recubrimiento variará.

3.4. El módulo mostrará de cada perfil de tubería la excavación máxima y el recubrimiento mínimo.

4. El sistema permitirá actualizar todo lo modificado en la base de datos – cuando se esté de acuerdo con los cambios.

5. El sistema llevará el control de que proyectista trabajó en algún perfil de tubería [permitiendo el trabajo colaborativo], donde se podrán dejar un informe sobre lo que se este haciendo, tanto por el proyectista principal u otros colegas que tengan el mismo rol, sin alterar el trabajo de cada cual.

6. Debe existir una opción que nos permita conocer cuales perfiles están listo.

6.1 Permitirá auditar el desempeño del rol por parte del proyectista principal.

7. El editor topográfico debe proporcionar (mostrar) información sobre la longitud de la tubería, longitud del terreno, longitud horizontal, cota máxima y cota mínima del perfil de tubería con que se este trabajando. Todo esto debe aparecer en el propio editor.

8. El sistema deberá tener una opción de restablecer cada modificación que se haga.

2. Elaborar modelo del dominio

Después de hacer la lista de requerimientos funcionales en forma de párrafo para una mejor explicación se tomaron todos los términos subrayados (sustantivos y frases sustantivas) y se realiza una inspección gramatical en la que se eliminan términos duplicados para de esta manera determinar los principales objetos que componen el modelo del dominio. Ver figura 2.1

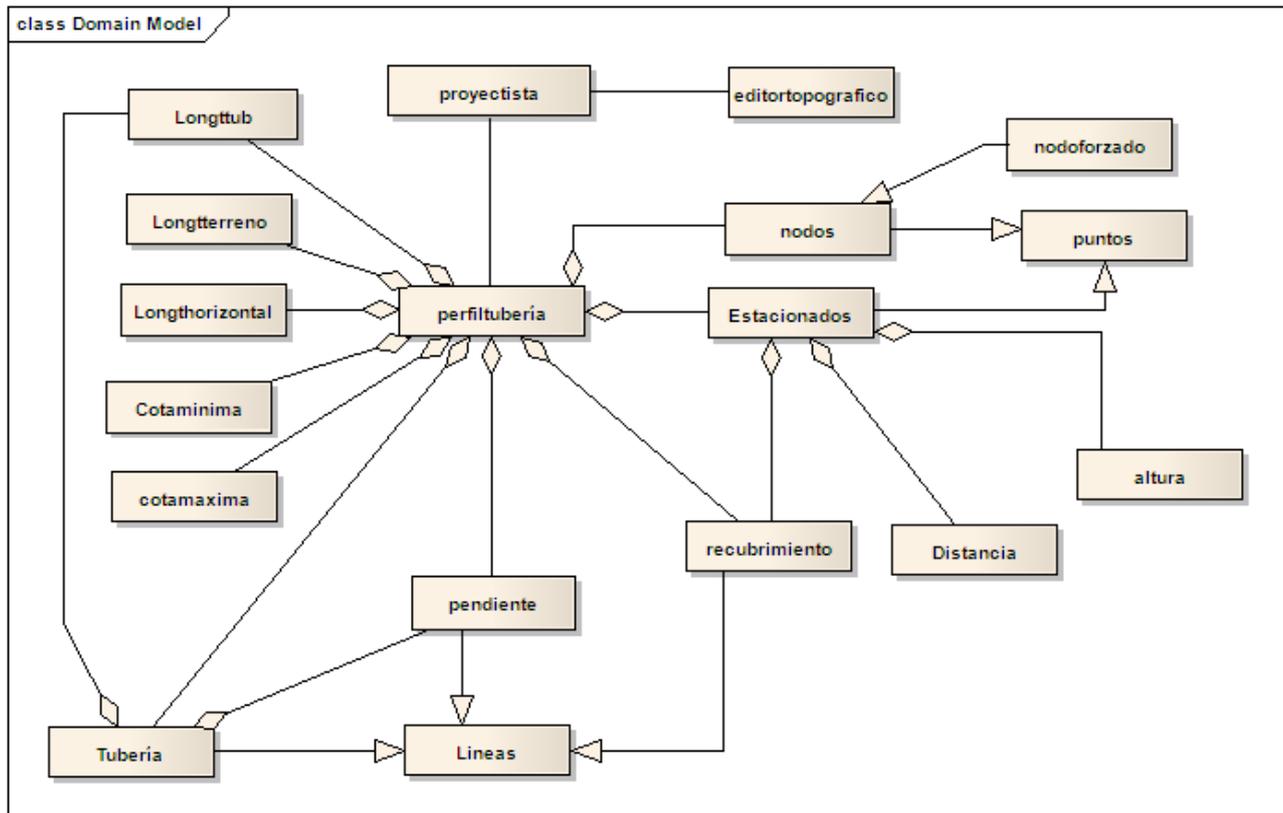


Figura 2.1 Modelo del Dominio

3. Definición de los conceptos principales del modelo del dominio

Proyectista: es el encargado de editar el perfil de tubería.

Perfiles: Es una representación de tipo lineal, que permite establecer las diferencias latitudinales que se presentan a lo largo de un recorrido, de acuerdo con la regularidad que guarde la dirección de su recorrido, se les clasifica como longitudinales y transversales. Una de las aplicaciones más importantes de los perfiles o secciones verticales, es en la construcción de obras de gran longitud y poca anchura, por ejemplo caminos o carreteras, alcantarillados, acueductos, etc.

Longitud de la tubería: esta será la longitud de la tubería del tramo escogido y visualizado en el editor.

Longitud del terreno: será la longitud horizontal del terreno excluyendo los accidentes del mismo.

Otros de los conceptos fueron explicados en el capítulo anterior.

2.2 Modelo de casos de uso del sistema

Después de la captura de los requerimientos funcionales, y tener expresado en un diagrama el modelo del dominio el cual refleja toda la naturaleza del problema, prosigue uno de los pasos más importante dentro del proceso de desarrollo de un software que es la modelación de los casos de usos del sistema. Estos casos de usos del sistema se determinan reconociendo las necesidades del actor y su interacción con el módulo a realizar.

La representación de cada caso de uso facilita especificar la secuencia de acciones que el sistema puede llevar a cabo interactuando con sus actores, incluyendo alternativas dentro de la secuencia(Rodríguez y Torres, 2008).

A continuación se ilustra en la figura 2.2 el diagrama de casos de uso del sistema.

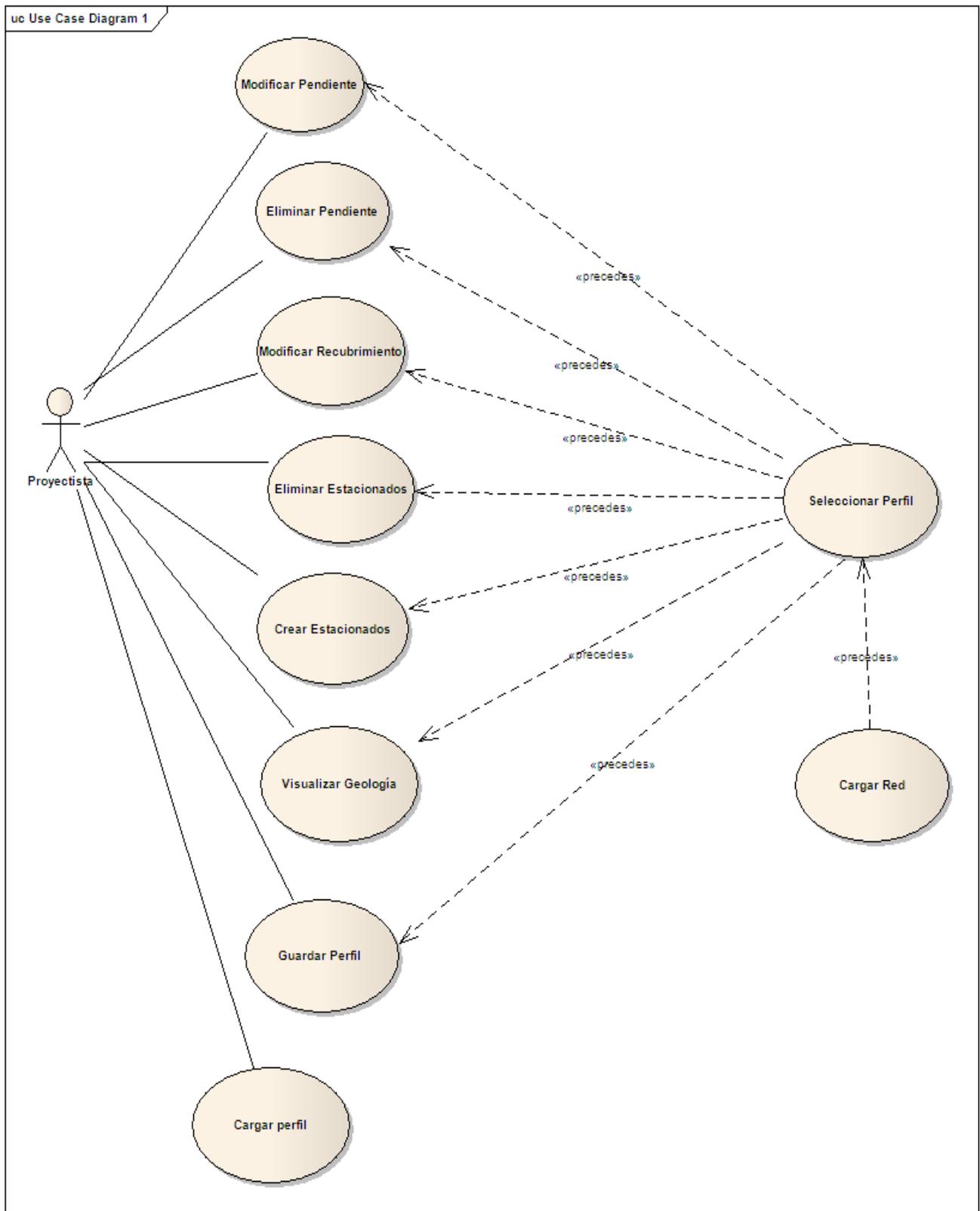


Figura 2.2 Diagrama de casos de uso del sistema.

2.2.1 Descripción textual de casos de uso

Posterior a la obtención de los casos de uso del sistema se procede a la descripción textual de los mismos para definir las relaciones entre cada caso de uso y los actores del sistema. Los casos de uso deben estar escritos siguiendo la regla de los dos párrafos, en voz activa, usando un flujo respuesta/evento entre el usuario y el sistema, y utilizando una estructura de oración sustantivo-verbo-sustantivo(Rosenberg y Stephens, 2007).

A continuación se muestra la descripción textual de algunos casos de uso, el resto aparece en el Anexo 1 y en la documentación digital adjunta.

Caso de uso modificar pendiente:

Curso básico: el proyectista da click en el botón *pendiente* de la interfaz “Editar Perfil”, el sistema activa el “panel pendiente”, el proyectista da click en el tramo de tubería y el sistema destaca el tramo de tubería y muestra el valor de su pendiente, el proyectista introduce el nuevo valor de la pendiente y presiona el botón *OK*, el sistema verifica que el valor sea valido. Si es valido dibuja el perfil con el nuevo valor introducido de la pendiente.

Curso alterno: valor no valido, el sistema mostrará un dialogo diciendo (el valor introducido no es valido). El Proyectista da click en *aceptar* y el sistema oculta el dialogo y le muestra la interfaz “Editar Perfil”.

Caso de uso cargar perfil:

Curso básico: el proyectista da click en el menú *Opción* y elige la opción *Cargar Perfil* y el sistema verifica que hallan perfiles de tubería trabajados, si hay muestra los perfiles de tubería que se han trabajado. El proyectista da click sobre el perfil de tubería y el sistema resalta el perfil de tubería elegido. El proyectista da click en el menú *Opción* y elige la opción *Editar Perfil* y el sistema muestra el perfil de tubería en la interfaz “Editar Perfil”.

Curso alterno: ausencia de perfiles de tubería trabajados: el sistema mostrará el dialogo “No Hay Perfil” con un mensaje (no existe perfil de tubería trabajado).El proyectista da click en el botón *Aceptar* y el sistema oculta el dialogo y le muestra la interfaz “Editor Topográfico”.

Caso de uso eliminar pendiente:

Curso básico: el proyectista da click en el botón *pendiente* y el sistema activa el panel pendiente. El proyectista da click en el tramo de tubería y el sistema destaca el tramo de tubería y el valor de su pendiente. El proyectista da click en el botón *eliminar* y el sistema muestra una ventana de confirmación. El proyectista da click en *aceptar* y el sistema dibuja el perfil sin la pendiente que fue eliminada.

Curso alternativo: no confirmación, el proyectista da click en *Cancelar* en la ventana de confirmación "Eliminar Pendiente", el sistema oculta la ventana y no elimina la pendiente del tramo seleccionado.

Caso de uso cargar red:

Curso básico: el proyectista elige dando click en un proyecto en la interfaz "APPLET" y el sistema verifica la asignación de proyecto, si el proyectista tiene asignado el proyecto entonces el sistema muestra el módulo "Editor Topográfico" con la red hidráulica de ese proyecto.

Curso alternativo: no asignación de proyecto: el sistema muestra el diálogo "Asignación" con el mensaje "*este proyecto no está asignado a este usuario*". El proyectista da click en *Aceptar* y desaparece el diálogo quedando nuevamente la interfaz "APPLET".

2.2.2 Análisis de Robustez

Según la metodología ICONIX, para llegar desde los casos de uso a un diseño detallado y luego al código, los mismos se necesitan vincular a los objetos. Aquí es donde entra el análisis de robustez, que está representado visualmente por el diagrama de robustez.

Los estereotipos del diagrama de robustez son: objeto interfaz, objeto entidad y controlador. A cada caso de uso le corresponde un diagrama de robustez (Rosenberg y Stephens, 2007).

A continuación se muestran los diagramas de robustez de algunos de los casos de uso de relevancia para el proyecto. Los restantes diagramas de robustez de los demás casos de usos se encuentran en el anexo 2 y en la documentación digital adjunta.

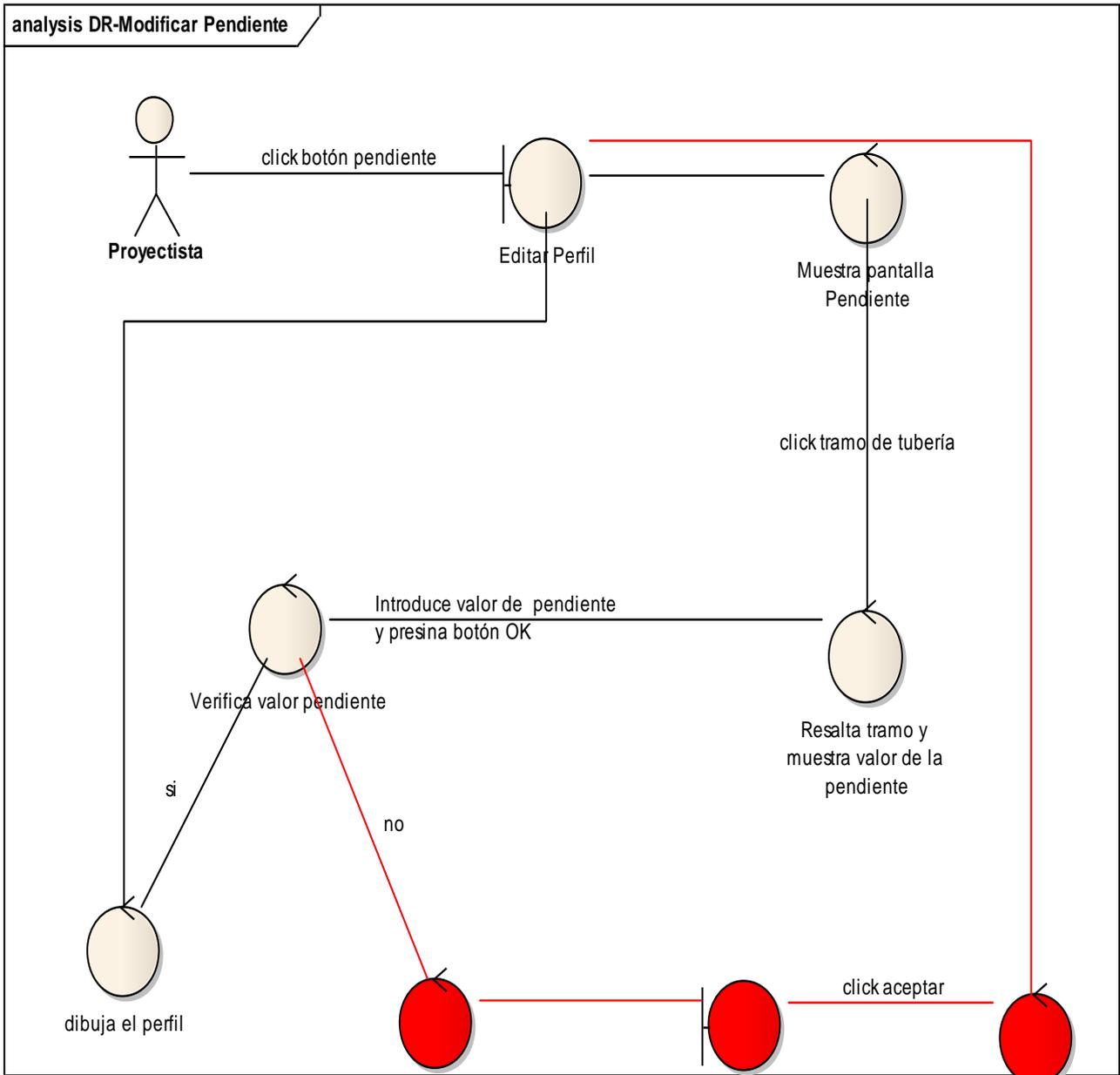


Figura 2.3 Diagrama de robustez del caso de uso modificar pendiente.

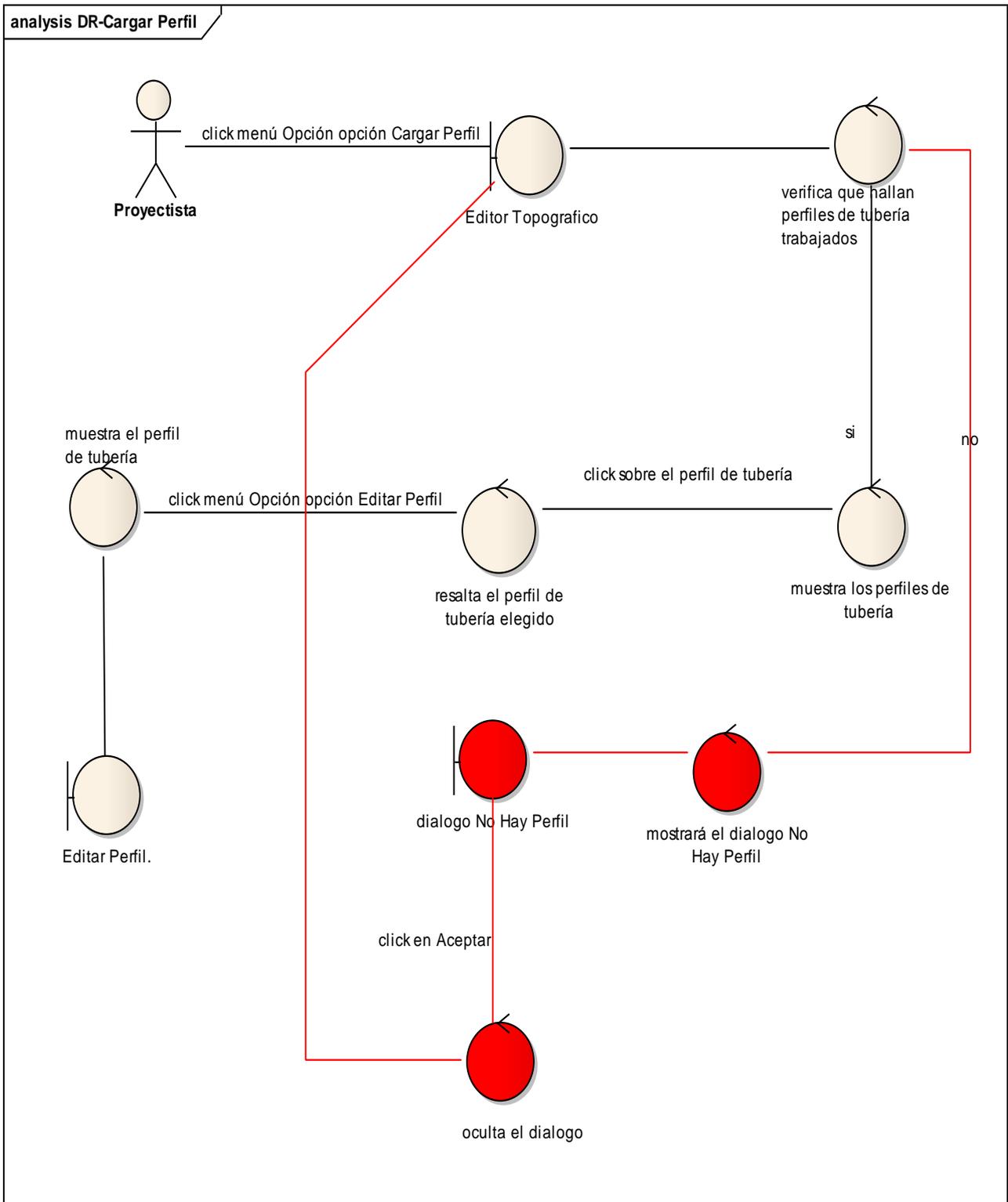


Figura 2.4 Diagrama de robustez del caso de uso cargar perfil.

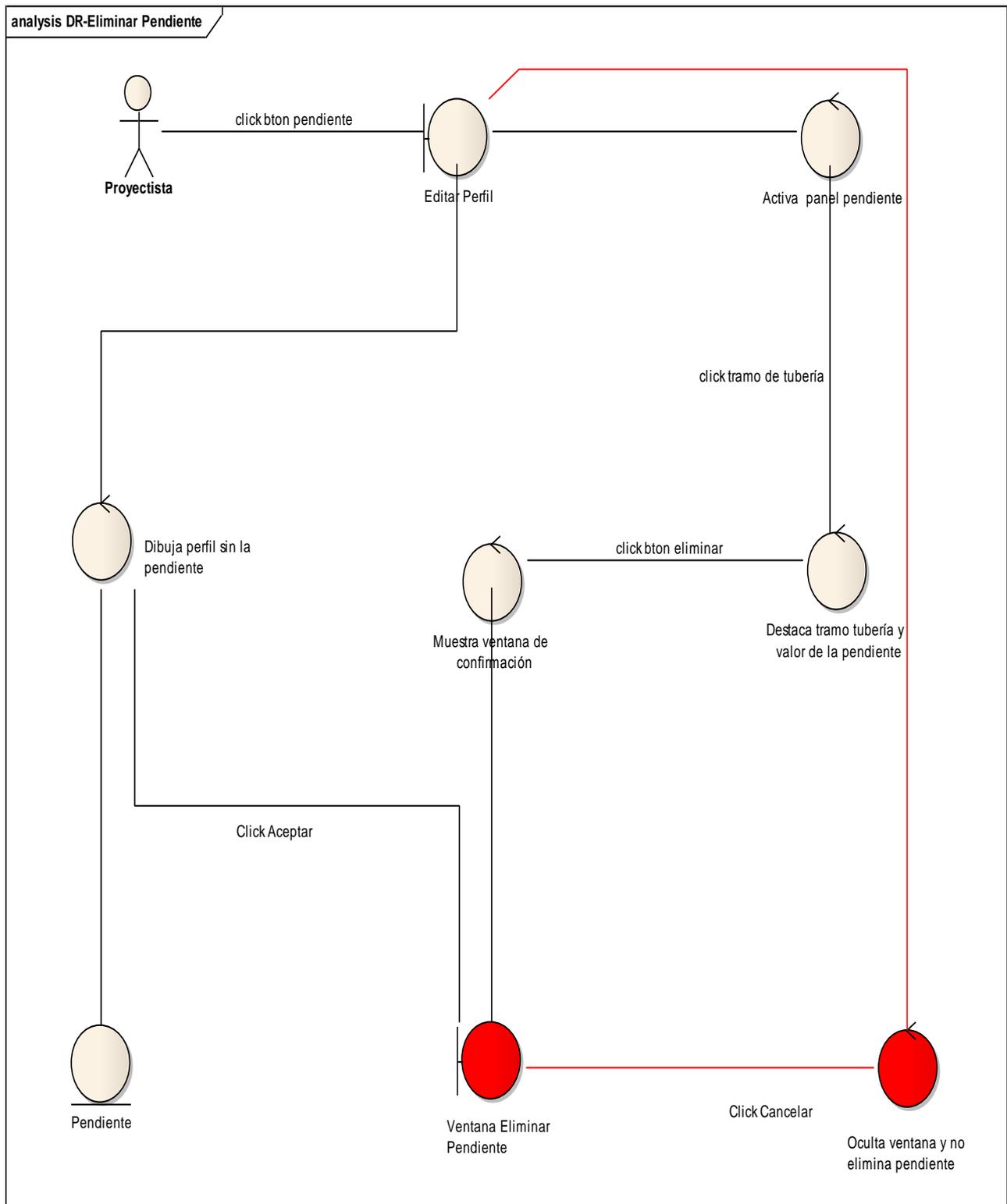


Figura 2.5 Diagrama de robustez del caso de uso eliminar pendiente.

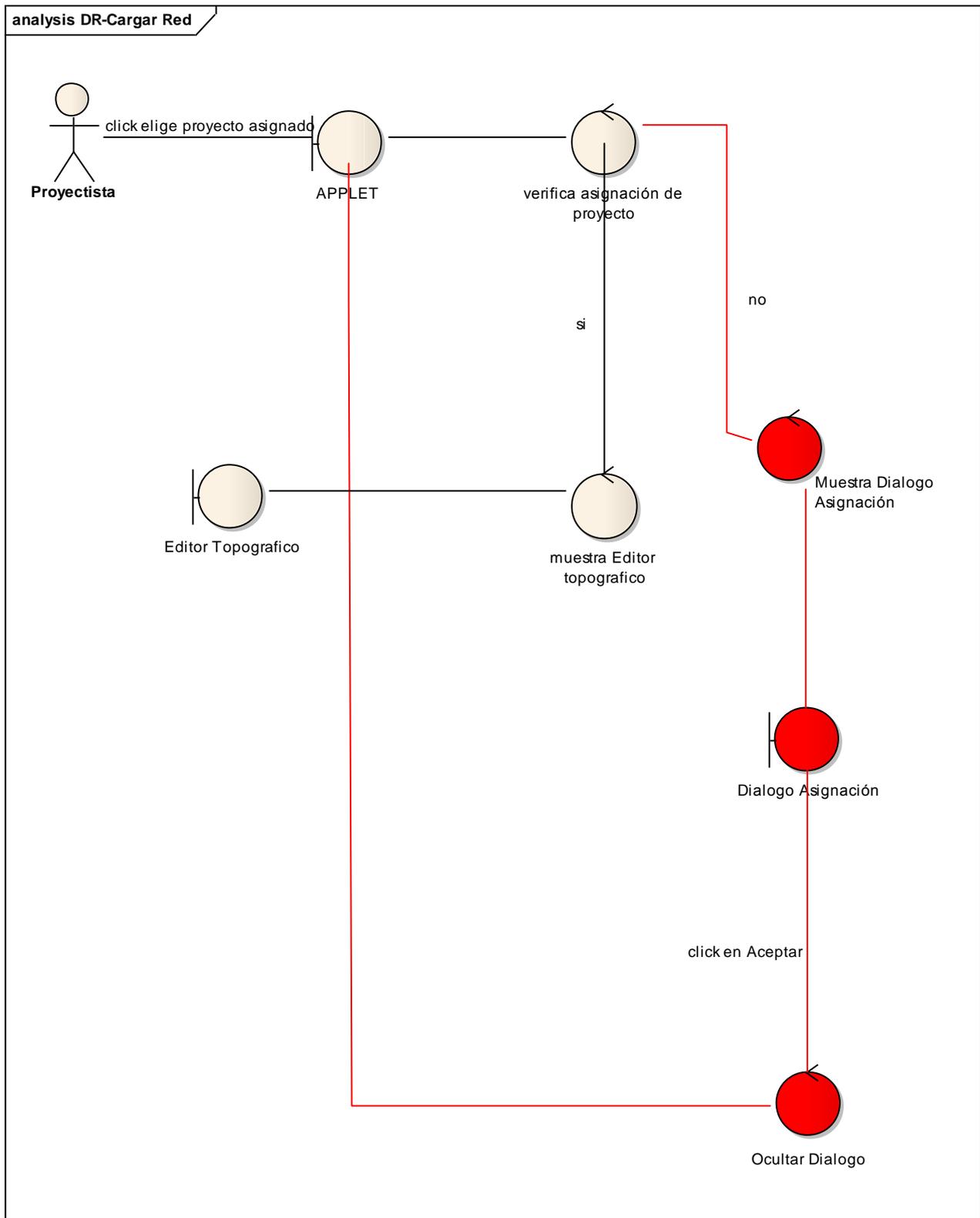


Figura 2.6 Diagrama de robustez del caso de uso cargar red

2.3 Arquitectura Técnica

La arquitectura técnica define un conjunto de decisiones básicas que se necesitan tomar, en cuanto a las tecnologías utilizadas en el desarrollo del módulo para la edición de perfiles de tubería para el diseño de redes hidráulica. (Rosenberg y Scott, 2001).

La arquitectura técnica es conocida como arquitectura del sistema y arquitectura del software, generalmente describe el sistema que se está intentando construir en términos de estructura. Se construye para satisfacer los requerimientos del negocio y del nivel de servicio del sistema que se va a desarrollar. Incluye la topología del sistema, localización física en la red, la elección del servidor de aplicación, etc. (Rosenberg y Stephens, 2007)

2.3.1 Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales juegan un papel fundamental en esta fase del proceso Iconix pues se deben ajustar a la arquitectura técnica que adopta el módulo.

Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe poseer, pues describen atributos del sistema o del ambiente del mismo, además explican las características que de una u otra forma puedan limitar el sistema. Se precisan teniendo en cuenta la aceptación de los usuarios finales, así como el buen funcionamiento, la flexibilidad y escalabilidad que proporciona el mismo (Rodríguez y Torres, 2008).

Los requerimientos no funcionales determinados para el módulo propuesto en la presente investigación son:

Requerimientos No Funcionales:

- Apariencia o Interfaz externa:

Ambiente gráfico basado en el diseño profesional, orientado a simular el ambiente de trabajo del cliente, con el objetivo de que se sienta cómodo e identificado con la aplicación a través de simbologías acorde a la actividad además de la personalización de las acciones a desempeñar por los proyectistas.

- Usabilidad:

Por ser un Applet que forma parte de una aplicación Web, el proyectista podrá desempeñar su trabajo en el proyecto a través de cualquier computadora conectada a la

red de la EIPH Holguín “Raudal”. El módulo debe ser lo más ligero posible para acelerar el tiempo de conexión al mismo.

- Rendimiento:

El módulo debe tener una alta velocidad de procesamiento para mostrar la información gráfica de manera inmediata y debe garantizar la precisión requerida para los cambios efectuados ya que va ser un editor.

- Portabilidad:

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del módulo son multiplataforma, lo cual implica que este también lo sea.

- Seguridad

El módulo debe poseer un alto grado de confiabilidad, pues este gestiona información importante y terminal para la ejecución de cualquier proyecto de diseño de redes hidráulicas de abasto.

Para su uso se tendrá en cuenta los permisos de acceso para el usuario.

- Facilidad de Mantenimiento

Debe procurar facilidad de mantenimiento una vez implantado para posibilitar una mejoría continua del sistema.

- Ayuda y documentación en línea

Debe contar con un manual de usuario y un sistema de ayuda que le ofrezca al usuario la suficiente orientación sobre cómo interactuar con el módulo.

- Software

Se debe contar por parte de las computadoras clientes con:

-Navegador Internet Explorer v7 o superior, Mozilla FireFox v3.0 u Opera.

-Máquina Virtual de Java (JRE v1.6 o superior).

-JOGL

Por parte de los servidores se debe contar con:

-Máquina Virtual de Java (JRE v1.6 o superior).

-Aplicación Web: Sistema CAD distribuido para el diseño de redes hidráulicas de abasto.

-Servicios http implementados con el Framework Spring.

-SGBD PostgreSQL 8.3

- Hardware

-Para ejecutar el software en las máquinas clientes se necesita que estas tengan:

Microprocesador Intel Pentium IV a 2 GHz de velocidad de procesamiento, con 256 MB de memoria RAM, memoria de video on board de 128 MB y un adaptador de red.

-Para ejecutar el software en los servidores se necesita que los mismos cuenten con:

2 GB de RAM o superior, y debe ser un "X" con un microprocesador de 3.0 GHz de velocidad, y capacidad de almacenamiento de 100 GB.

2.3.2 Modelo de despliegue

En el modelo de despliegue se especifica la distribución que tendrá la implantación del sistema, ver figura 2.5. Este diagrama se utiliza para ilustrar el flujo de la información entre los computadores y dispositivos que participan en la ejecución y de los componentes que residen en ellos.

La arquitectura de la aplicación web es típica de una aplicación Cliente-Servidor; esta aplicación contiene la páginas web, e implementaciones de aplicaciones java (Applets) que se despliegan en el cliente de acuerdo a las solicitudes del mismo.

La aplicación desplegada del lado del servidor se encuentra dividida en "back end" (modelo de datos) y "front end" (vista de los datos). En el "back end" se encuentran los servicios de aplicación que realizan operaciones de fondo como interacción con base de datos, flujo de trabajo, servicios http, etc. En el "front end", se encuentran las páginas web de la aplicación, y operaciones propias de la interfaz visual que interactúa con el usuario.

Por ejemplo, se decide utilizar para acceder remotamente a los datos, los servicios http de Spring por ofrecer una solución java-java, y no los servicios Web de Spring, pues como los applets están escrito en un mismo lenguaje (Java), era innecesario el uso de servicios web que son más universales en el sentido de que las aplicaciones que acceden a estos pueden estar escritas en cualquier lenguaje de programación.

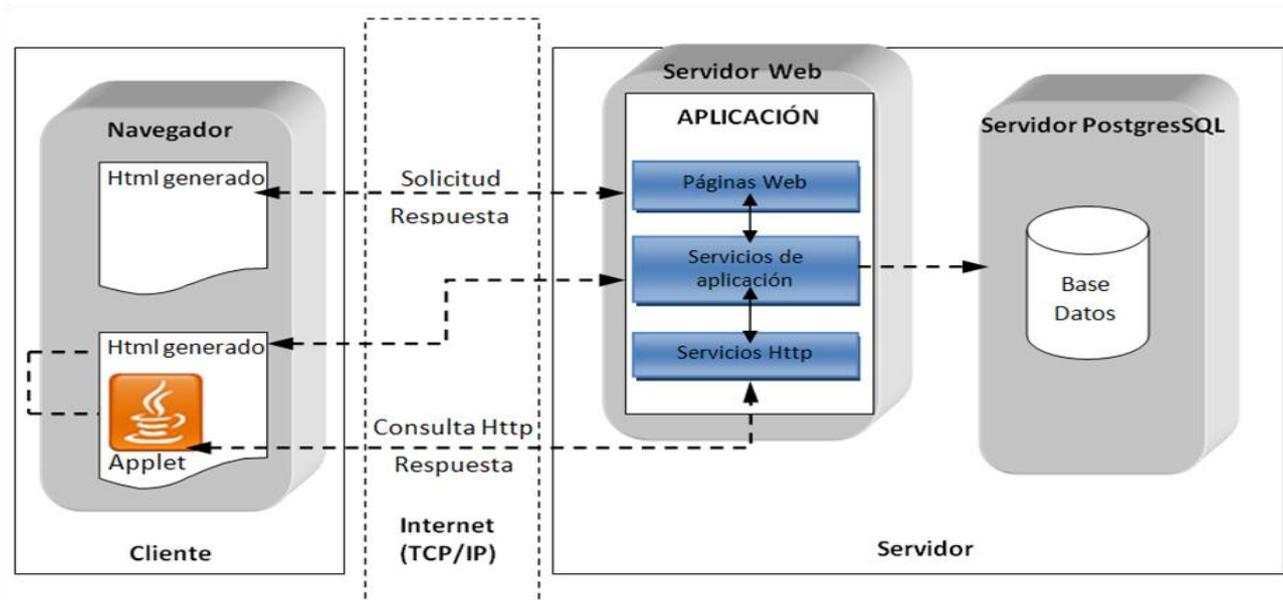


Figura 2.7 Diagrama de despliegue

2.4 Diseño Detallado

Con el diseño preliminar se hacían suposiciones sobre como interactuarían las clases entre ellas, ahora en el diseño detallado se precisan estas afirmaciones teniendo en cuenta la arquitectura técnica definida (Rosenberg y Stephens, 2007).

2.4.1 Diagrama de Secuencia

Dentro de la visión de Iconix, los diagramas de secuencia representan el producto de trabajo de un mayor modelo. Se dibuja un diagrama de secuencia que abarque el camino básico y todos los caminos alternativos dentro de cada uno de los casos de uso. Los resultados forman el centro de su modelo dinámico que se define en gran detalle.

Hay cuatro tipos de elementos en un diagrama de secuencia: el texto para el camino de acción de los casos de uso, objetos, mensajes y métodos (funcionamientos) (Rosenberg y Stephens, 2007).

Capítulo 2. Descripción de la solución propuesta

A continuación se muestran los principales diagramas de secuencia para los casos de uso del módulo para la edición de perfiles de tubería, los restantes se encuentran en el anexo 3 y en la documentación digital.

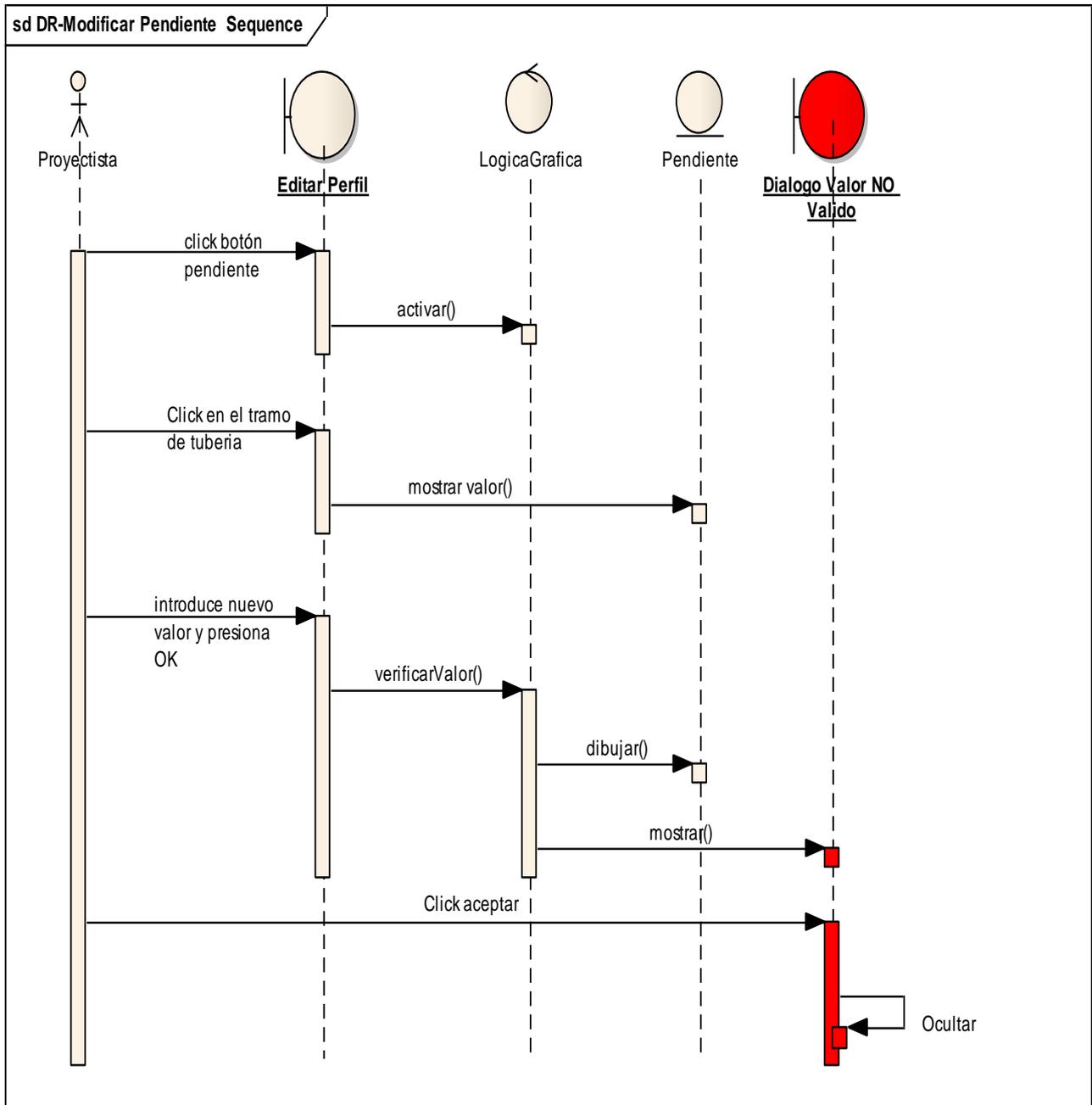


Figura 2.8 Diagrama de secuencia del caso de uso modificar pendiente.

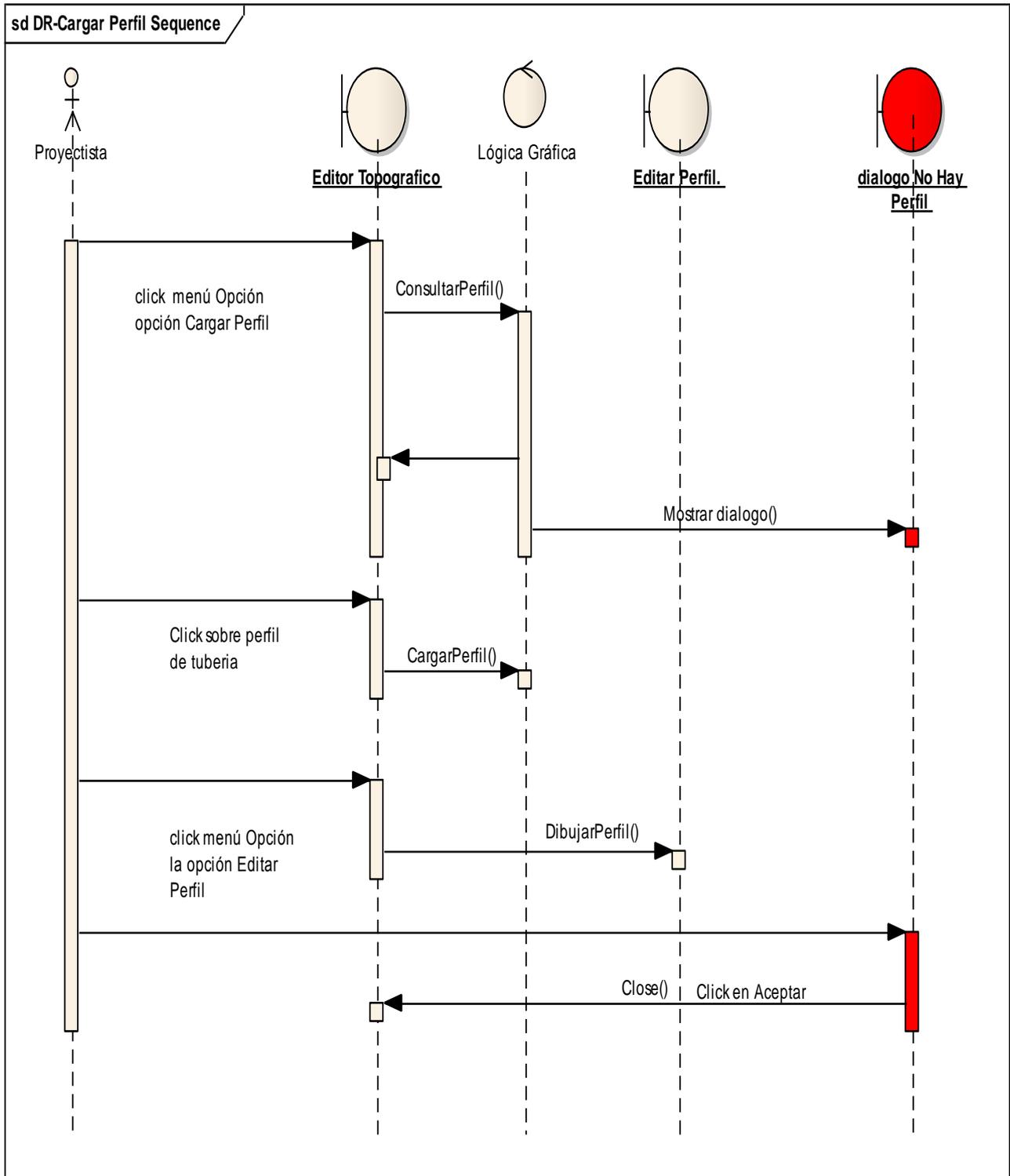


Figura 2.9 Diagrama de secuencia del caso de uso cargar) perfil.

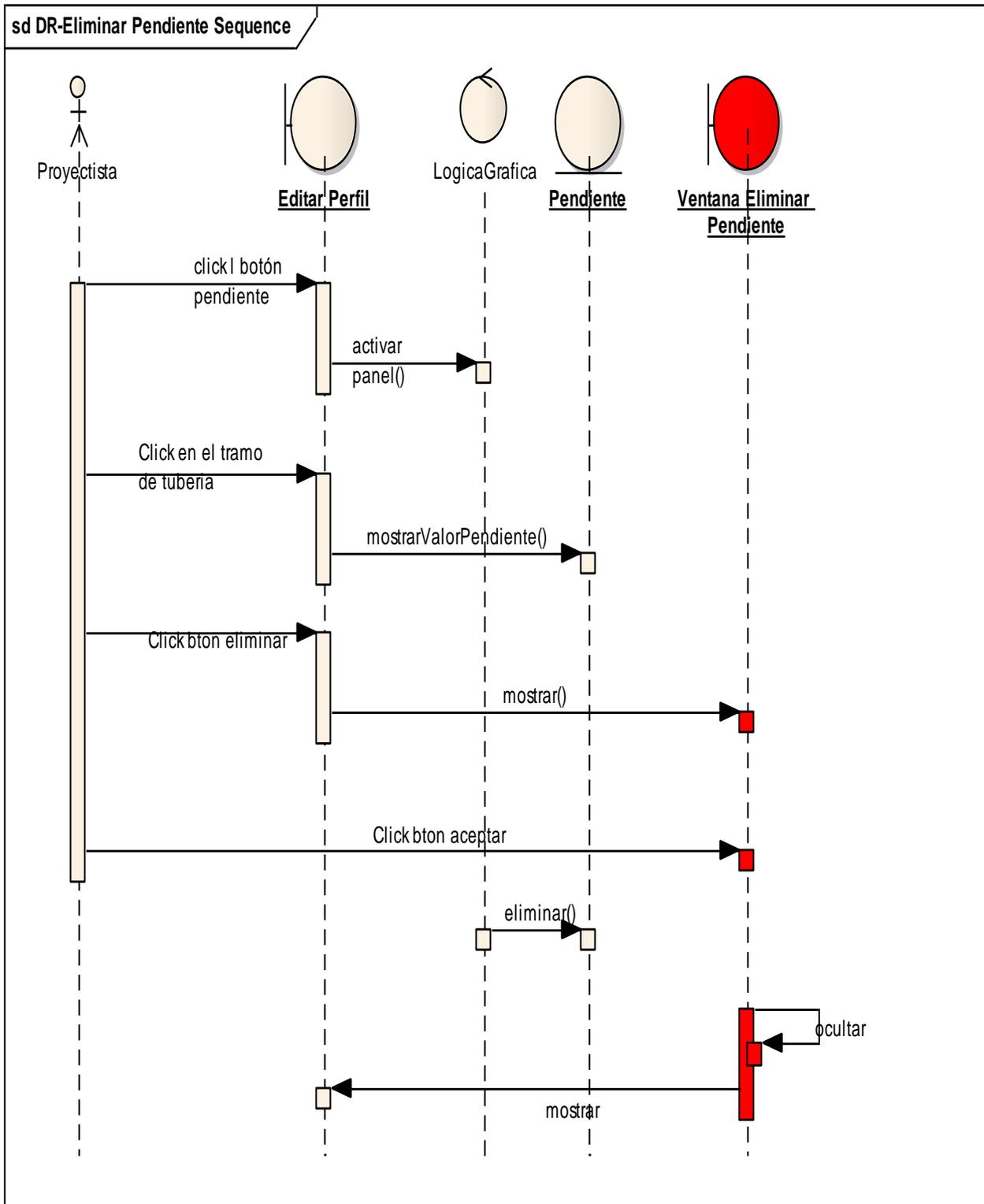


Figura 2.10 Diagrama de secuencia del caso de uso cargar perfil.

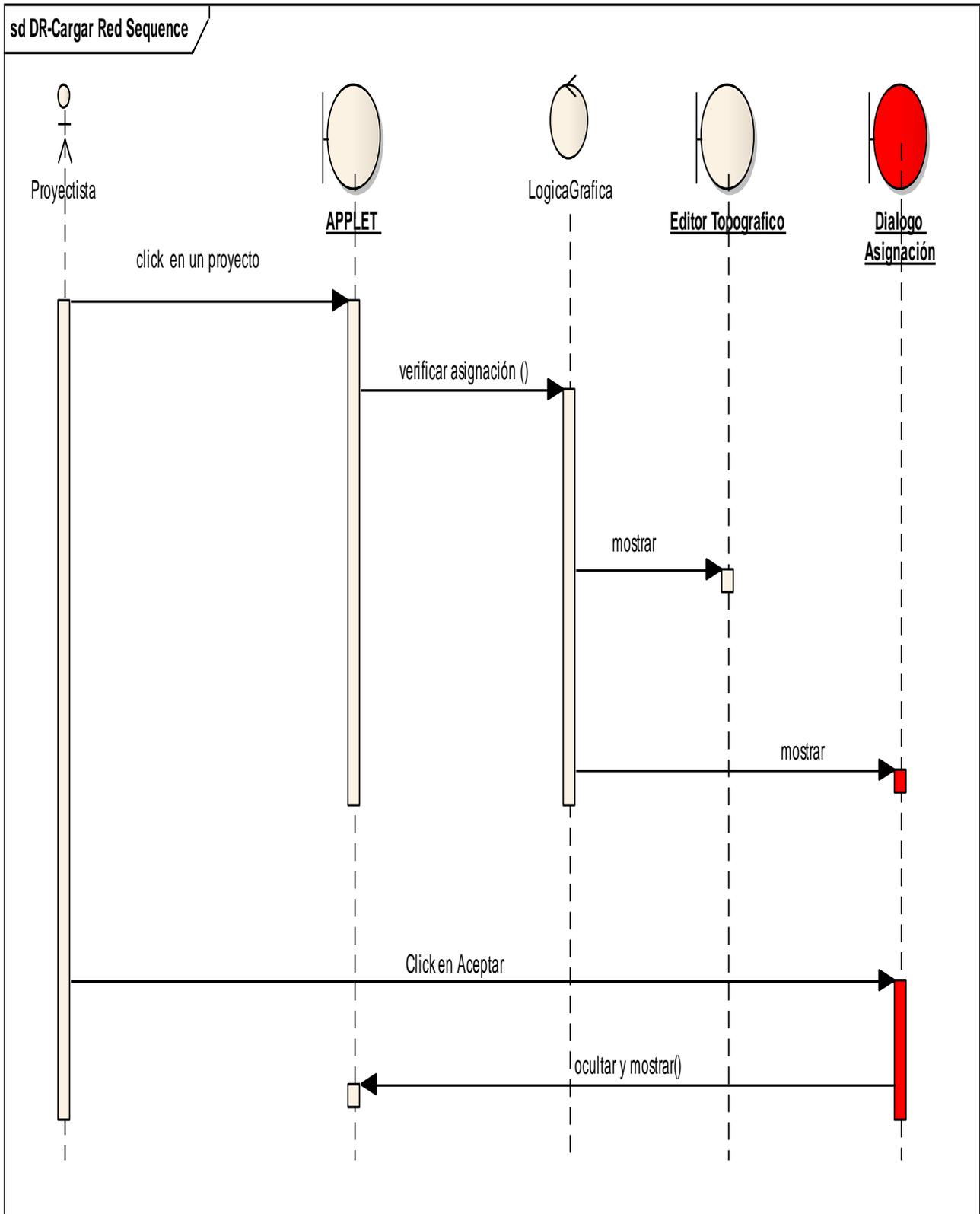


Figura 2.11 Diagrama de secuencia del caso de uso cargar red.

2.4.2 Diagrama de clases

A continuación se ilustra en la figura 2.12 el diagrama de clases, afín con el modulo que se desarrolla, con las relaciones entre ellas permitiendo una apreciación de lo errores que se pudieron haber cometido en el momento que se realizó el diagrama de secuencia. Este es el momento de rectificar toda incoherencia que se halla encontrado aunque no define que sean estas las terminales.



Figura 2.12 Diagrama de clases

2.4.3 Diagrama de clases persistentes

En la figura 2.13 se muestra el diagrama de clases persistentes, que se construye tomando como referencia el diagrama de clases expuesto en el epígrafe anterior.

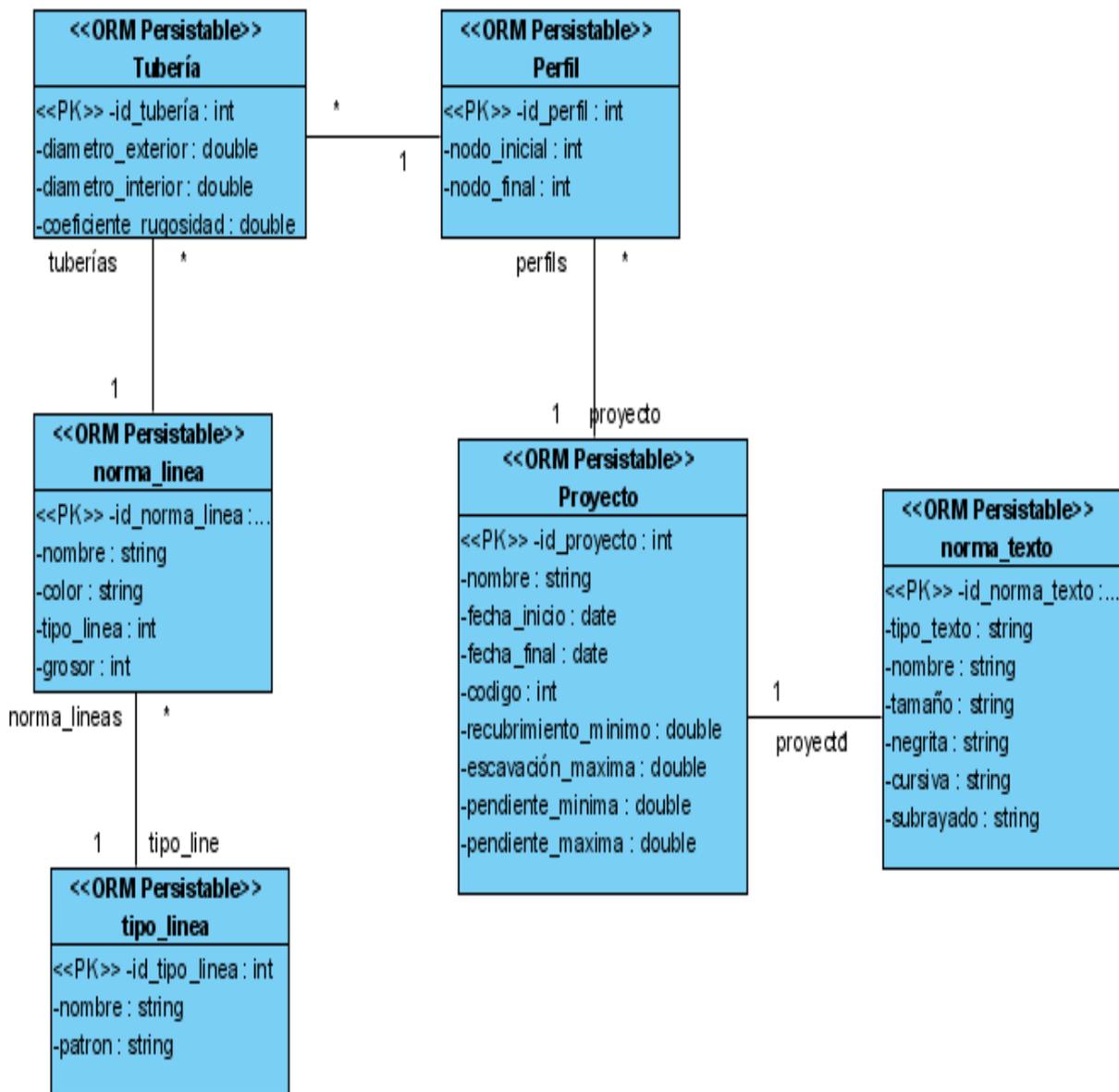


Figura 2.13 Diagrama de clases persistente

2.4.4 Modelo de Datos

Es importante mencionar que el proceso de desarrollo Iconix, no define un modelo de datos en ninguna de sus fases. A pesar de ello surge la necesidad de mostrar un modelo de datos (ver figura 2.14) que es utilizado para la implementación del módulo de edición de perfiles de tubería(Torres, 2009).

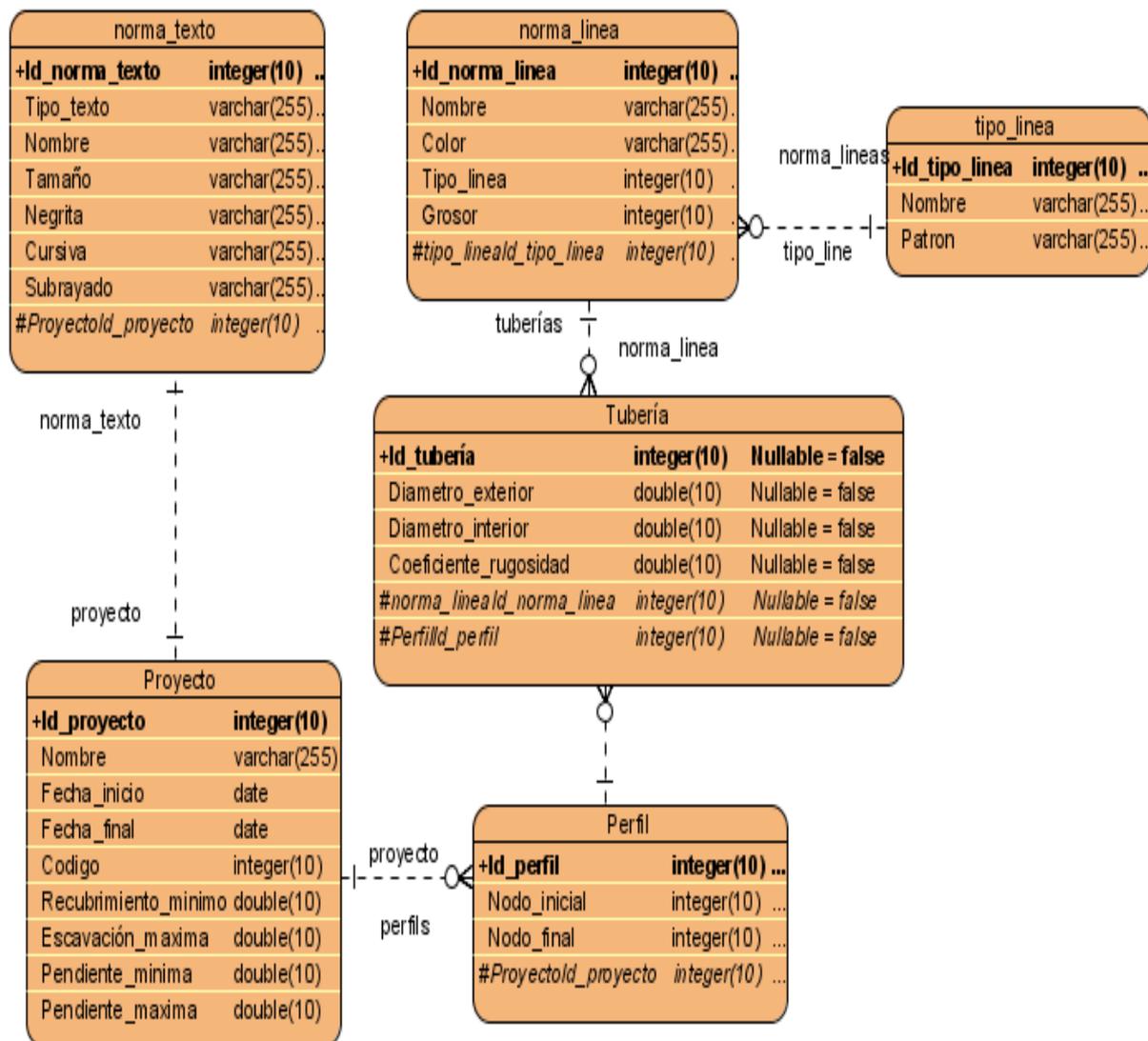


Figura 2.14 Modelo de datos

2.5 Implementación

El objetivo de la fase de implementación es generar todo el código fuente para construir el sistema, para lo cual se procede a integrar los requerimientos solicitados en el análisis y

plasmado en el diseño, para validar que el producto obtenido satisface los requerimientos definidos previamente (Torres, 2009).

2.5.1 Estándar de codificación

La comprensión del código constituye un aspecto esencial para el correcto mantenimiento del sistema, pues si dicho código está poco documentado y se desarrolló sin seguir un estándar entonces esto implica un aumento de la complejidad y tiempo del mantenimiento (Solórzano, 2007). Por lo que en el desarrollo del módulo para la edición de perfiles de tubería se tuvo en cuenta este factor fundamental que le proporciona calidad a un software que es la facilidad de mantenimiento.

Por tal razón se establece un estándar de código que asegura la legibilidad del código, tanto para los programadores como para los futuros responsables del mantenimiento del módulo propuesto.

Ficheros

- Cada fichero fuente debe contener sólo una clase o interfaz.
- Todos los ficheros fuentes deben comenzar con un comentario que recoja el nombre de la clase, la versión, el día de modificación, y quien lo programó. Seguido se debe poner el paquete al que pertenece y los "import" necesarios.
- El nombre de los ficheros debe expresar un significado, evitar nombrar ficheros como a.zul.
- Para nombrar los ficheros se pondrá la primer letra en Mayúscula y se pondrá en mayúscula el comienzo de las palabras internas.

Ejemplo: SecUserList.zul // el nombre expresa lista de usuarios

Indentación

- Evitar líneas que tengan más de 80 caracteres.
- Cuando una expresión no termina con una letra
- Romper después de la coma
- Romper antes de un operador

-Las líneas que contengan una estructura de control if deberá generalmente usar 8 espacios de Identación.

- Se debe tratar de seguir la siguiente norma en las estructuras de control if

Comentarios

Cada clase debe estar bien documentada, tanto las funcionalidades como los atributos. Antes de declarar la clase se debe poner un comentario describiendo la clase.

Clases y Variables

- Se debe declarar una sola variable por línea.
- Tratar de inicializar las variables siempre que sea posible al comienzo de los bloques.
- Se debe nombrar las variables, objetos y clases siempre con nombres lógicos (relacionado con los que se esté programando).
- Los nombres de las clases o interfaces se deben nombrar empezando con mayúscula y poniendo en mayúscula el comienzo de palabras internas.
- Los nombres de los objetos y variables de tipos de datos primitivos deben empezar con minúscula y el comienzo de cada palabra interna con mayúscula.
- Las constantes se deben declarar en mayúscula todas sus letras separando siempre las palabras por _.
- Los nombres de los componentes visuales deberán cumplir la siguiente norma:

Componente	Prefijo	Ejemplo
Button	btn	Button btnEliminar;
Panel	panel	JPanel panelDer;
Menu	menu	JMenu menuEditar;
Tree	tree	Tree treeEntidades;
BorderLayout	bl	BorderLayout blMain;

- Los componentes Page y Windows deben tener un nombre que cumpla con lo anteriormente expuesto seguido del nombre del fichero al que pertenece.

Paquetes

Los paquetes siempre se nombrarán en minúscula.

Métodos

Los nombres de métodos siempre empezarán por un verbo en minúscula y lo que le sigue irá en mayúscula sólo la primera letra de las palabras internas.

2.5.2 Prueba

La metodología ICONIX plantea que el proceso de prueba se debería comenzar mucho antes que el de codificación, incluso recomienda que se tenga en cuenta en la etapa de análisis identificando los casos de prueba a partir de los diagramas de robustez, de esta forma es posible eliminar una gran cantidad de errores (inclusive antes de que existan) . Es por ello que probar un sistema debe verse como una parte importante dentro del ciclo iterativo e incremental de desarrollo, que verifica que el producto cumple con el propósito específico para el que fue creado (Rosenberg y Stephens, 2007).

Teniendo en cuenta lo antes expresado se desarrollaran comprobaciones que permiten probar de manera sistémica que el comportamiento del módulo descrito en cada caso de uso está implementado correctamente, básicamente las funciones identificadas durante el análisis de robustez. Estas pruebas se realizaron considerando en todo momento que los requerimientos estuvieran íntimamente relacionados con las mismas, se trató que al menos hubiera dos casos prueba para verificar cada requerimiento.

Los problemas detectados como resultado de las pruebas realizadas se tomaron en cuenta y a la vez fueron corregidos en iteraciones posteriores.

2.6 Conclusiones

1. El proceso Iconix es considerado como una metodología ágil para el desarrollo de un producto de software, está dirigido especialmente para grupos pequeños y medianos de trabajo. Además utiliza UML que es un lenguaje muy conocido y de fácil manejo.
2. La característica que posee Iconix de descifrar los requerimientos, su proceso de regreso entre fases lo realiza rápidamente permitiendo adaptar futuros cambios así como

verificar y refinar los artefactos de software producidos a lo largo de todo el proceso de desarrollo.

3. La estructura detallada que propone Iconix para la descripción de los casos, resultó fundamental para las siguientes fases de desarrollo, y constituye la base para la elaboración del manual de usuario del módulo.

4. Considerando que el módulo emplea una arquitectura cliente servidor, el diagrama de despliegue elaborado se ajusta a sus necesidades específicas.

5. A pesar que fue escogida esta metodología por sus ventajas se hace necesario adaptaciones para el desarrollo de la aplicación.

Capítulo 3. Estudio de factibilidad y sostenibilidad

En el presente capítulo se hace un estudio de la factibilidad del desarrollo del software teniendo una idea lo suficientemente acertada del producto final. También se analiza el impacto que este podría tener en las dimensiones administrativa, socio - humanista, tecnológicas y ambiental. Además de una evaluación de la aplicación a partir del procesamiento de encuesta a experto, para la cual se hace uso del método Delphi.

3.1 Valoración de sostenibilidad

Cada causa tiene un efecto, talar un árbol, dictar una sentencia, imponer una ley, toda acción, creación de algo o fenómeno natural o artificial repercute en la sociedad, en el medio ambiente, en el desarrollo económico y tecnológico de una empresa, un país y en el bienestar de las personas. El desarrollo de un software no está excluido de tener una consecuencia favorable o perjudicial sobre estos aspectos.

A continuación se hace un proceso de valoración de sostenibilidad del producto informático que se desarrolla en la presente investigación en cuanto a las cuatro dimensiones antes mencionadas.

3.1.1 Dimensión Administrativa

En la dimensión administrativa se tienen en cuenta el costo de elaboración del producto informático, si ahorra recursos, la generación de ingresos directos o indirectos a la entidad, así como la calidad de la producción y los servicios.

Para la determinación de los costos se utilizará el modelo el Modelo Constructivo de Costos (COCOMO II, por sus siglas en inglés), el cual permite estimar el costo asociado al desarrollo de un software. Además mediante él se pudo obtener también el tiempo y la cantidad de personas que se requieren para el desarrollo del módulo propuesto.

Para realizar la estimación de los costos, tiempo y esfuerzo asociados a la construcción del Módulo para la edición de perfiles de tubería mediante el COCOMO II se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1. Obtener los puntos de función.

Los elementos que se tienen en cuenta para calcular el total de puntos de función desajustados se encuentra en la Tabla 3.1

Para ello a partir de los requerimientos funcionales, se identificaron las características (entradas externas, salidas externas, etc.), se clasificaron y se realizó la ponderación aplicando pesos para de esta forma obtener los puntos de función desajustados. Las tablas que contiene esta información pueden ser consultadas en el anexo 4.

Elementos	Bajos		Medios		Altos		Subtotal de puntos de función
	No.	Peso	No.	Peso	No.	Peso	
Entradas externas (EI)	4	3	1	4	1	6	22
Salidas externas (EO)	8	4	1	5	0	7	37
Ficheros lógicos internos(ILF)	5	7	0	10	0	15	35
Total							94

Tabla 3.1 Puntos de función desajustados

Paso 2. Estimar la cantidad de instrucciones fuente. (SLOC).

El cálculo de las instrucciones fuentes, según COCOMO II, se basa en la cantidad de instrucciones fuentes por punto de función que genera el lenguaje de programación empleado. El lenguaje utilizado para desarrollar el módulo propuesto fue Java y los valores de las instrucciones fuentes por punto de función y la cantidad total de instrucciones fuentes se muestran en la Tabla 3.2

Características	Valor
Puntos de función desajustados	94
Lenguaje java	100 %
Ratio del lenguaje	Java 55
Instrucciones * lenguaje	Java 5170
Instrucciones fuentes (SLOC, en miles líneas de código)	5,17
Reducción de un 40 % (Reutilización de código)	3,102

Tabla 3.2 Cantidad de instrucciones fuentes

Paso 3. Aplicar las formulas de Bohem para obtener esfuerzo, tiempo y costo.

En el cálculo de esfuerzo, tiempo de desarrollo, cantidad de hombres y costo, se utilizaron los multiplicadores de esfuerzo, los factores de escala, así como los valores constantes A, B, C, D.

Los multiplicadores de esfuerzo representan las características del proyecto y expresan su impacto en el desarrollo total del producto de software. Cada multiplicador tiene un valor asociado a cada nivel de la escala (ver figura 3.3).

Factores de escala	Valor
PREC	6,2
FLEX	4,05
RESL	4,24
TEAM	0
PMAT	4,68
Total SF	19.17

Multiplic	Valor
RELY	5
DATA	3
CPLX	5
DOCU	5
RUSE	2
TIME	5
STOR	4
PVOL	5
ACAP	3
PCAP	5
PCON	2
APEX	2
PLEX	3
LTEX	3
ITool	3
SITE	2
SCED	4

Constantes	valor
A	2,94
B	0,91
C	3,67
D	0,28

Tabla 3.3 Factores de escala, multiplicadores de esfuerzo y valores calibrados

Cálculo de esfuerzo de desarrollo

Cálculo de:	Justificación
Esfuerzo de desarrollo (PM).	<p>El esfuerzo se representa mediante la fórmula siguiente y se expresa en hombres mes:</p> $PM = A * (\text{Size})^E \prod_{i=1}^n EM_i \quad \text{donde } E = B + 0.01 * \sum_{j=1}^5 SF_j = 1.1017$ <p>$PM = 33.3622459 \approx 33$ Hombres/ Mes</p>

Tabla 3.4 Cálculo de esfuerzo

Cálculo de tiempo de desarrollo

Cálculo de:	Justificación
Tiempo de desarrollo (TDEV)	<p>El tiempo de desarrollo en meses viene dado por la fórmula:</p> $TDEV = C * PM^F \quad \text{donde } F = D + 0.2 * (E - B)$ <p>$F = 0.31834$</p> $TDEV = 11.209317 \approx 11$ <p>El tiempo de desarrollo (TDEV): tiempo de duración del proyecto desde sus</p>

Tabla 3.5 Cálculo de tiempo de desarrollo

Cálculo de la cantidad de hombres necesarios

Cálculo de:	Justificación
Cantidad de hombres (CH)	<p>La cantidad de hombres es el resultado de la división del esfuerzo entre el Tiempo de Desarrollo.</p> $CH = \frac{PM}{TDEV} \quad CH = \frac{PM}{TDEV} = 2.97629606 \approx 3$ <p>Los valores obtenidos indican que el proyecto necesitaría 3 hombres para su realización en aproximadamente 11 meses.</p>

Tabla 3.6 Cálculo de la cantidad de hombres necesarios

Debido a que la confección del sistema se realiza en función del equipamiento técnico con el que se cuenta no se incurren en gastos de aplicación (evita gastos por concepto de renovación o mejoramiento del equipamiento existente), además no se requiere de la contratación de un personal especializado, ya que los usuarios del sistema tienen experiencia previa en el trabajo con sistemas similares al que se realiza.

Los beneficios que generará a la organización en cuanto a ingresos serán indirectos pues este sistema permitirá aumentar la calidad y la productividad de los proyectos que se llevan a cabo en dicha empresa, podrá dar respuesta a la elevada demanda de proyectos de redes hidráulicas en un menor tiempo.

Este sistema no se realiza con fines de comercialización y las herramientas a utilizar para el desarrollo del mismo en su totalidad son libres, de modo que no es necesario pagar licencia por su uso.

A partir de lo antes analizado y los beneficios que proporciona el sistema, se arribó a la conclusión que éste es sostenible desde la dimensión administrativa.

3.1.2 Dimensión Socio-Humanista

La satisfacción de los trabajadores es un factor esencial para lograr la calidad de sus servicios, por lo que actualmente las entidades hacen énfasis en lograr su bienestar.

Se puede valorar que el producto no afecta al personal de la entidad, pues el mismo no implica reducción de la plantilla ya que aunque se logre un nivel de informatización superior y se mejoren los tiempos de respuesta, siguen siendo necesarios los especialistas para la edición de perfiles de tubería.

El sistema podrá ser generalizado, pues la necesidad que hace que surja no es sólo de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de la provincia de Holguín, sino en cualquier institución análoga del país. Por tales razones, dentro de las concepciones iniciales del sistema se pensó en su flexibilidad y versatilidad, para capturar las generalidades, pero también las posibles particularidades que pueden tener las organizaciones de este ámbito o dominio.

A partir de lo analizado y plasmado anteriormente, se arribó a la conclusión de que el sistema es sostenible desde la dimensión socio-humanista.

3.1.3 Dimensión Ambiental

La realización de este producto informático más que no actuar desfavorablemente sobre el medio ambiente acarrea consigo un efecto favorable sobre el mismo. Minimizar el tiempo en la actividad de edición de perfiles de tubería, minimiza el tiempo de terminado de un proyecto de diseño de redes hidráulicas de abasto y con ello se logra un mayor aprovechamiento del agua, recurso natural que influye directamente sobre la valoración del estado del medio ambiente.

También es importante tener en cuenta que deben existir algunas condiciones de trabajo para la correcta explotación del sistema, como son: una buena iluminación, protectores de pantalla, ubicación correcta de la PC, asientos cómodos y con medidas adecuadas para evitar daños a la salud que serían mayoritariamente daños en la vista y en la postura de los implicados, efectos provocados por el tiempo en que deben estar intercambiando información.

En este aspecto también se tiene en cuenta el uso de colores e imágenes que resulten agradables y eviten el estrés; las correctas alineaciones de textos y otros elementos en las interfaces como: iluminación, tamaño de letra, espaciamiento entre caracteres, tipografía, logran una mayor y adecuada comunicación entre el producto y el cliente.

A partir de lo analizado y plasmado anteriormente se arribó a la conclusión de que el sistema es sostenible desde la dimensión ambiental.

3.1.4 Dimensión Tecnológica

Para el empleo del sistema los usuarios se encuentran capacitados y no necesitan de preparación informática, debido a que hacen uso de computadoras para su labor diaria; además el sistema poseerá un manual de usuario y una Ayuda que facilitará la manipulación del sistema.

En cuanto a la infraestructura electrónica, la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de la provincia de Holguín cuenta con los recursos precisos para la implantación y aplicación del sistema.

Las características que poseen las computadoras utilizadas por los trabajadores cumplen con los requerimientos necesarios para hacer uso del sistema.

Por otra parte, el sistema perdurará en el tiempo, debido a que es lo suficientemente configurable y flexible como para adaptarse a nuevos cambios de forma tal que le permitan evolucionar en el futuro. También, permitirá cambios ya sea de mejoras de hardware, red e incluso de plataforma.

A partir de lo analizado y plasmado anteriormente se arribó a la conclusión de que el sistema es sostenible desde la dimensión tecnológica.

Luego de realizado el análisis de sostenibilidad del producto según las dimensiones administrativa, socio – humanista, ambiental y la tecnológica se arriba a la conclusión de que la herramienta propuesta cumple con todos los requerimientos antes señalados, respondiendo a la necesidad social que lo generó en consonancia con los recursos empleados, por lo que se podrá decir que constituirá un producto informático sostenible.

3.2 Valoración de los resultados obtenidos en la encuesta a los posibles usuarios del módulo.

Una vez concluida la implementación del módulo propuesto así como las pruebas correspondientes, se aplicaron encuestas con el objetivo de evaluar la satisfacción de los usuarios respecto al sistema, mediante el método Delphi.

Para la aplicación de este método se realizó una primera encuesta (anexo 5), que tuvo como finalidad seleccionar los expertos, y obtener a partir de su procesamiento, el coeficiente de competencia.

Teniendo en cuenta una serie de aspectos propuestos por el método para la selección de los expertos, se escogieron 9 de los 13 expertos por ser los que tenían un coeficiente de competencia alto o medio.

Una vez seleccionados los expertos, se sometió el módulo a evaluación a través de una encuesta (anexo 6), la pregunta número dos de dicha encuesta se procesó por el método Delphi (anexo 7) con el objetivo de buscar el consenso de los encuestados en los aspectos:

- 1-¿Cómo evalúa la calidad de la representación gráfica de los elementos que componen el perfil de tubería?
- 2-¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?
- 3-¿Cómo valora la forma de representar la tubería?
- 4-¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a los elementos que conforman el perfil de tubería?
- 5-¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?
- 6-¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad de uso?
- 7-¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?
- 8-¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?

A partir del procesamiento estadístico de los aspectos anteriormente mencionados y tratados en la encuesta, se determinó, como resultado final de la evaluación, que los encuestados coinciden en que todos los aspectos son “muy adecuados”, lo cual influye positivamente en la calidad del sistema. Estos resultados son un argumento más a favor de la calidad del producto informático propuesto por este trabajo.

3.3 Conclusiones

El análisis de factibilidad hecho previamente antes del desarrollo del software confirma la realización del mismo, al igual que su valoración de sostenibilidad tomando en cuenta las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica concluyen demostrando que este será un producto informático sostenible y persistirá en el tiempo.

Conclusiones generales

Con el desarrollo del sistema propuesto, dedicado a favorecer la edición de perfiles de tubería para el diseño de redes hidráulica de abasto para el EIPH Raudal Holguín se ha dado cumplimiento al objetivo de esta investigación, pues como resultado se obtuvo un producto informático de alta calidad que proporciona una interfaz especializada para el proceso de edición, quedando de esta forma demostrada la hipótesis enunciada en esta investigación. A continuación se relacionan las principales conclusiones a las que se arribaron:

- A través del estudio realizado se detectan deficiencias en el software utilizado actualmente por la empresa Raudal para la edición de perfiles de tubería en el diseño de redes hidráulica de abasto, por lo que se propuso como solución el desarrollo de una aplicación CAD especializada en dicha tarea.
- La elección de las tecnologías y la arquitectura de despliegue empleada resulta una propuesta efectiva para el problema que se aborda.
- El uso de una metodología ágil como Iconix para el análisis, diseño y desarrollo de la aplicación resultó eficiente.
- Después de un estudio de valoración se concluye que el desarrollo del software es factible y que según su impacto social, económico, tecnológico y ambiental este producto informático es sostenible.
- El módulo desarrollado presenta un nivel muy apropiado de aceptación por los usuarios, lo cual garantizará un elevado grado de impacto con su implantación en la EIPH Holguín “Raudal”.

Recomendaciones

Una vez concluida esta investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

- Continuar el desarrollo del módulo incorporando nuevas funcionalidades como pudieran ser: el cálculo automático de la mejor variante de las pendientes de las tuberías, visualización y edición de nodos forzados y visualización de todos elementos de la red pero en un plano de perfil.
- Implantar la aplicación en la EIPH Raudal.
- Generalizar el uso de la aplicación al resto de las Empresas de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos del país.
- Lograr el intercambio de ficheros con otras aplicaciones encargadas de la edición de perfiles de tubería.

Bibliografía

- [1] A., E. Q. "INTRODUCCION A POSTGRESQL". 2005.
- [2] ALFONSO, M. E. "EPARED. Programa para el diseño y simulación de redes hidráulicas". 2002.
- [3] ÁLVAREZ, G. "Características del lenguaje Java." 1999. URL: <http://www.iec.csic.es/CRIPTONOMICON/java/quesjava.html#top>.
- [4] ANDRADE, R. "Programación de funciones en PL/pgSQL para PostgreSQL". 2002.
- [5] BELMONTE, Ó. "Programación de Aplicaciones Gráficas con OpenGL y Java". Revista Novática. España; 2006.
- [6] BRACKEEN, D.; BARKER, B. y VANHEL SUWÉ, L. "Developing Games in Java". New Riders Publishing; 2003.
- [7] BURBANO, D. J. "Análisis comparativo de bases de datos de código abierto vs. código cerrado (determinación de índices de comparación)". 2006. URL: <http://www.mysql-hispano.org/articulos/num43/analisis-comparativo.pdf>.
- [8] DAVISON, A. "Killer Game Programming in Java ". O'Reilly. 2005.
- [9] ECONÓMICO, M. D. D. "REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO". In: Económico MdD, editor.; 2000.
- [10] FLANAGAN, D. "Java in a Nutshell". O'Reilly. 628. 1997.
- [11] GRAND, M. "Java Language Reference". O'Reilly. 1997.
- [12] HARROP, R. y MACHACEK, J. "Pro Spring". Apress. 2005.
- [13] HAYES, D. "The Spring Framework for J2EE". Chariot Solutions. 2005.
- [14] HERNÁNDEZ, J. R. H. "Optimización del diseño de redes hidráulicas bajo criterios técnico-económicos" [Tesis Doctoral]: Oscar Lucero Moya; 2009.
- [15] JESÚS RAFAEL HECHAVARRÍA HERNÁNDEZ, A. C. G. "Sistema automatizado para la edición de perfiles de tuberías en la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto".
- [16] JIMÉNEZ, E.; PÉREZ, M.; SANZ, F.; SANTAMARÍA, J. y MARTÍNEZ, E. "Web3d. Análisis comparativo de VRML, Java3d y X3d". 2004.
- [17] KNUDSEN, J. y NIEMEYER, P. "Learning Java". O'Reilly. 2005.
- [18] Autor. "Título". Publicación; [Fecha de Acceso]; url: <http://www.proactiva-calidad.com/java/spring/introduccionSpring.html>.
- [19] LUIS E. PÉREZ, A. G., SANDRA M. PÉREZ. "Acueductos a presión. Nociones Básicas de Diseño". 2005.
- [20] PALOS, J. A. "Gráficos con java 2D". URL: <http://java.sun.com>.
- [21] RODRÍGUEZ, M. D. C. y TORRES, M. Sistema de gestión de información editorial. Semanario ¡ahora! [Trabajo de Diploma]: Universidad "Oscar Lucero Moya"; 2008.
- [22] ROSENBERG, D. y SCOTT, K. "Applying Use Case Driven Object Modeling with UML: An Annotated e-Commerce Example". Addison Wesley 2001.
- [23] ROSENBERG, D. y STEPHENS, M. "Use Case Driven Object Modeling with UML. Theory and Practice". Apress. 2007.
- [24] ROSENBERG, D.; STEPHENS, M. y COPE, M. C. "Agile Development with ICONIX Process—People, Process, and Pragmatism". 2005.
- [25] ROSSMAN, L. A. "EPANET 2. Manual de Usuario". 2000.
- [26] SOLÍS, C.; FIGUEROA, R. y CABRERA, A. "Metodologías Tradicionales vs. Metodologías Ágiles". 2001.
- [27] SOLÓRZANO, R. Metodología para medir la calidad de software [Trabajo de diploma]: Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya" 2007.
- [28] TORRES, E. P. B. Desarrollo de un Sistema para la Gestión de Versiones de la Infraestructura TI. Aplicado a un caso de estudio [Proyecto previo a la obtención el título de Ingeniero en Sistemas Informáticos y de Computación]; 2009.
- [29] WALLS, C. y BREIDENBACH, R. "Spring in Action". Manning Publications Co. 2005.
- [30] WINTERFELDT, D. "Spring by Example". 2009.

Anexos

Anexo 1 Descripción Casos de Uso

Seleccionar Perfil

Curso Básico: El *proyectista* da click en el menú *Opción* y elige la opción *seleccionar perfil* de la interfaz “Editor Topográfico” y el sistema activa el modo de selección de perfil. El *proyectista* da click sobre nodos que conforman un tramo de la red o en tramos de tubería, el sistema verifica que se seleccionó un perfil. Si fue seleccionado un perfil, el sistema resalta el tramo definido en la red en el Espacio Modelo. El *proyectista* da click en el menú *Opción* y elige la opción *Editar Perfil* y el sistema muestra el perfil de tubería del tramo seleccionado en la red en la ventana “Editar Perfil”.

Curso alternativo: Selección de perfil errónea: El sistema muestra el dialogo *Corrección* con un mensaje diciendo *debe seleccionar un perfil correctamente*. El *proyectista* da click en el botón *Ok* y el sistema oculta el dialogo *Corrección* y le muestra la interfaz “Editor Topográfico”.

Eliminar estacionado

Curso básico: el *proyectista* da click en el botón *estacionado* de la interfaz “Editar Perfil” y el sistema activa el panel *estacionado*. El *proyectista* da click en el estacionado y el sistema muestra los datos del estacionado. El *proyectista* da click en el botón *eliminar* y el sistema muestra una ventana de confirmación. El *proyectista* da click en *Aceptar* en la ventana “Eliminar Estacionado” y el sistema dibuja el perfil sin el estacionado que fue eliminado.

Curso alternativo: no confirmación: el *proyectista* da click en *cancelar* y el sistema oculta la ventana “Eliminar Estacionado” y no elimina el estacionado seleccionado.

Crear estacionado nuevo

Curso básico: el *proyectista* da click en el botón *estacionado* de la interfaz “Editar Perfil” y el sistema activa el panel *estacionado*. El *proyectista* da click en el botón *crear nuevo* y el sistema activa la casilla *distancia* en blanco. El *proyectista* introduce el valor de la distancia y presiona el botón *OK* y el sistema verifica que el valor de la distancia sea válida, de serlo dibuja el estacionado en el perfil.

Anexo 1(continuación)

Curso alterno: valor de la distancia no valida: el sistema muestra el dialogo “Distancia No Valida” con un mensaje diciendo (valor no válido).El Proyectista da click en *Aceptar* y el sistema oculta el dialogo.

Guardar perfil de tubería

Curso básico: el proyectista da click en el menú *Opción* y elige la opción *Guardar Perfil* y el sistema muestra un dialogo de confirmación. El proyectista da click en el botón *aceptar* y el sistema guarda el perfil de tubería.

Curso alterno: no confirmación: el sistema no guarda el perfil de tubería.

Modificar recubrimiento

Curso básico: el proyectista da click en el botón *estacionado* de la interfaz “Editar Perfil” y el sistema activa el panel *estacionado*. El *proyectista* da click en un *estacionado* y el sistema muestra los datos del estacionado. El proyectista introduce un nuevo valor del recubrimiento en la casilla *recubrimiento* y presiona el botón *OK*, el sistema verifica el valor introducido. Si es correcto el sistema dibuja el perfil con el nuevo valor de recubrimiento introducido.

Curso alterno: valor no valido: el sistema mostrará una ventana que dirá (el valor introducido no es valido).El proyectista da click en *Aceptar* y el sistema oculta la ventana y no realiza modificaciones.

Visualizar geología

Curso básico: el proyectista da click en el botón *Geología* y el sistema muestra la geología del perfil de tubería.

Anexo 2. Diagramas de robustez

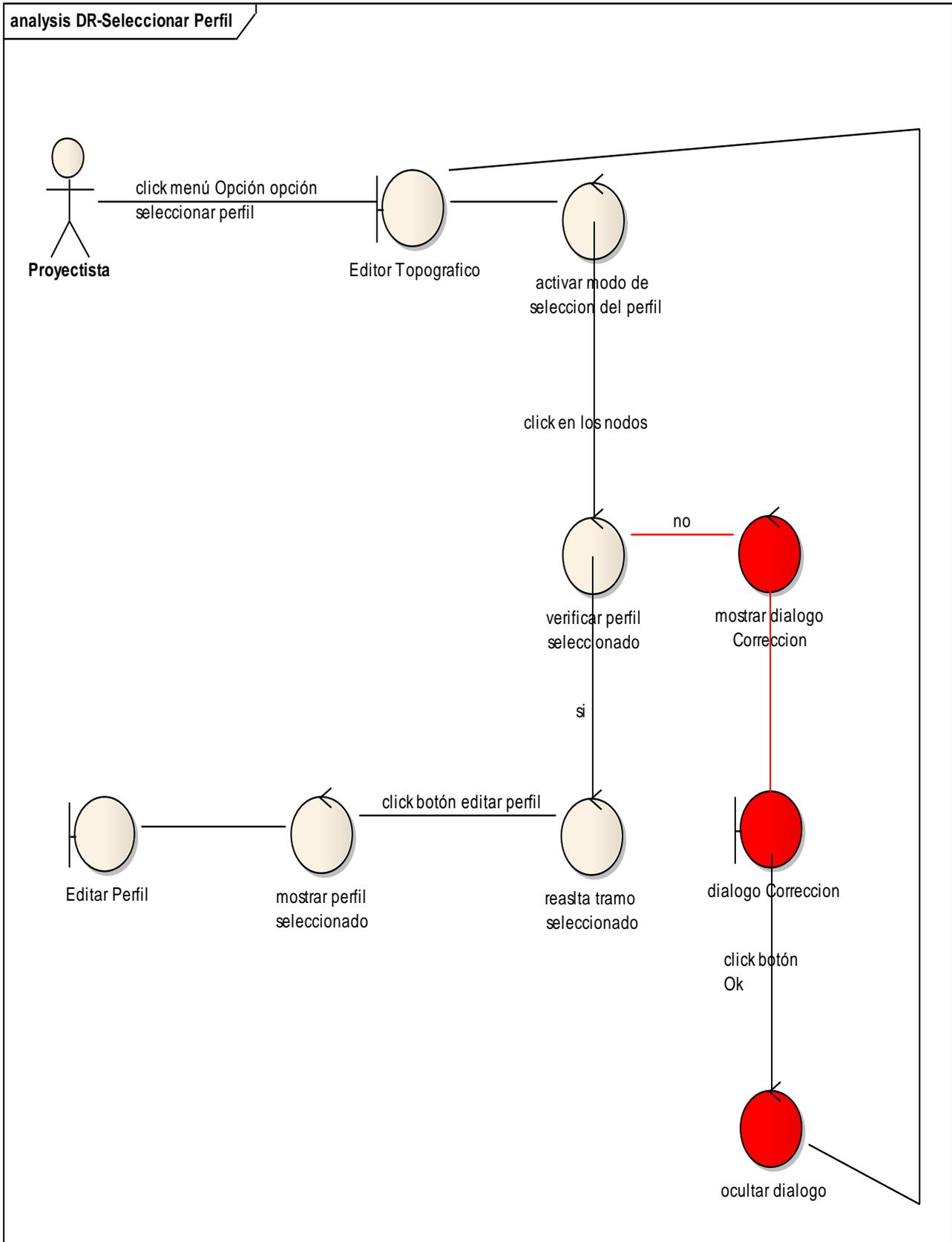


Diagrama de robustez del caso de uso seleccionar perfil.

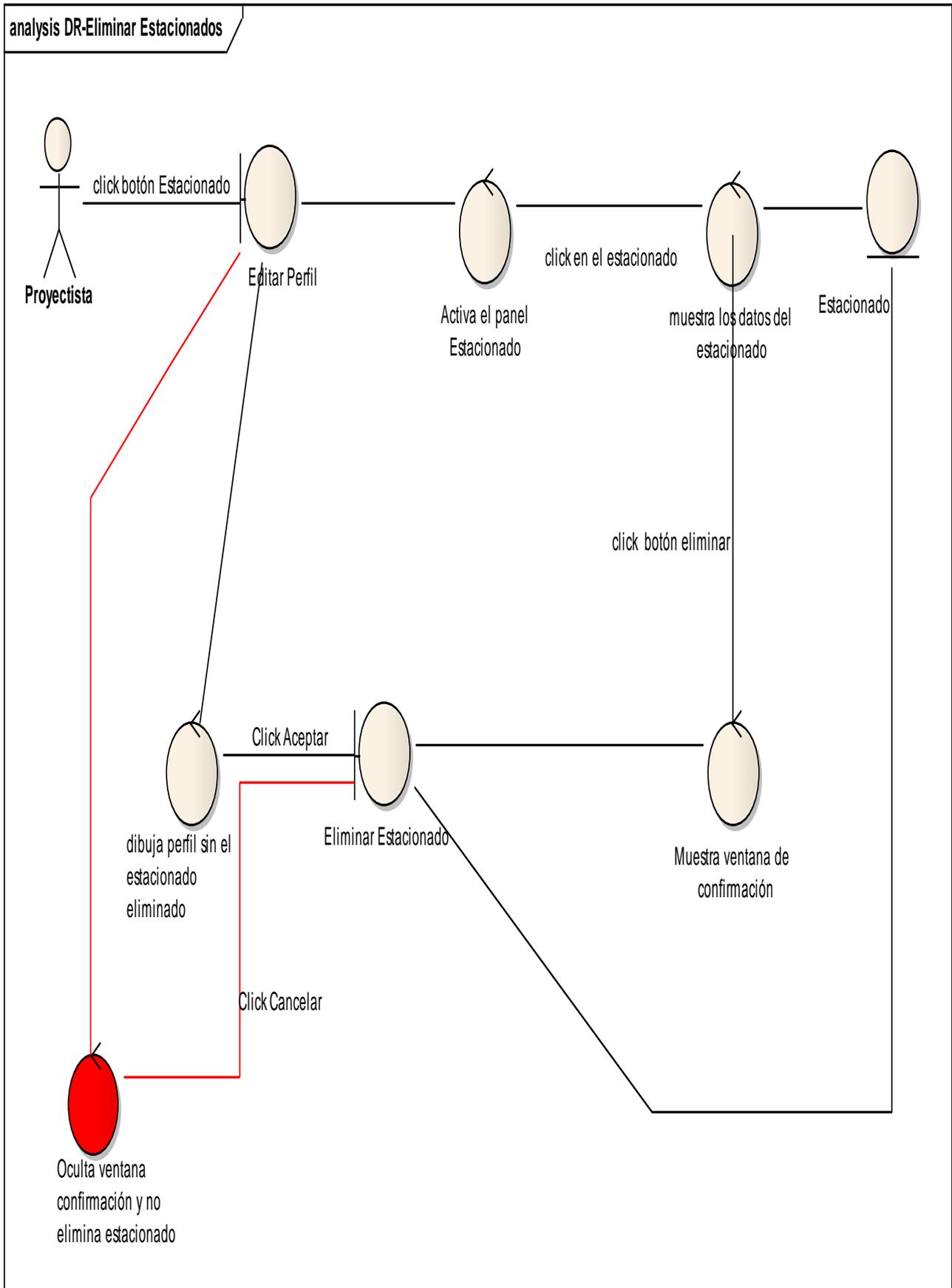


Diagrama de robustez del caso de uso eliminar estacionado.

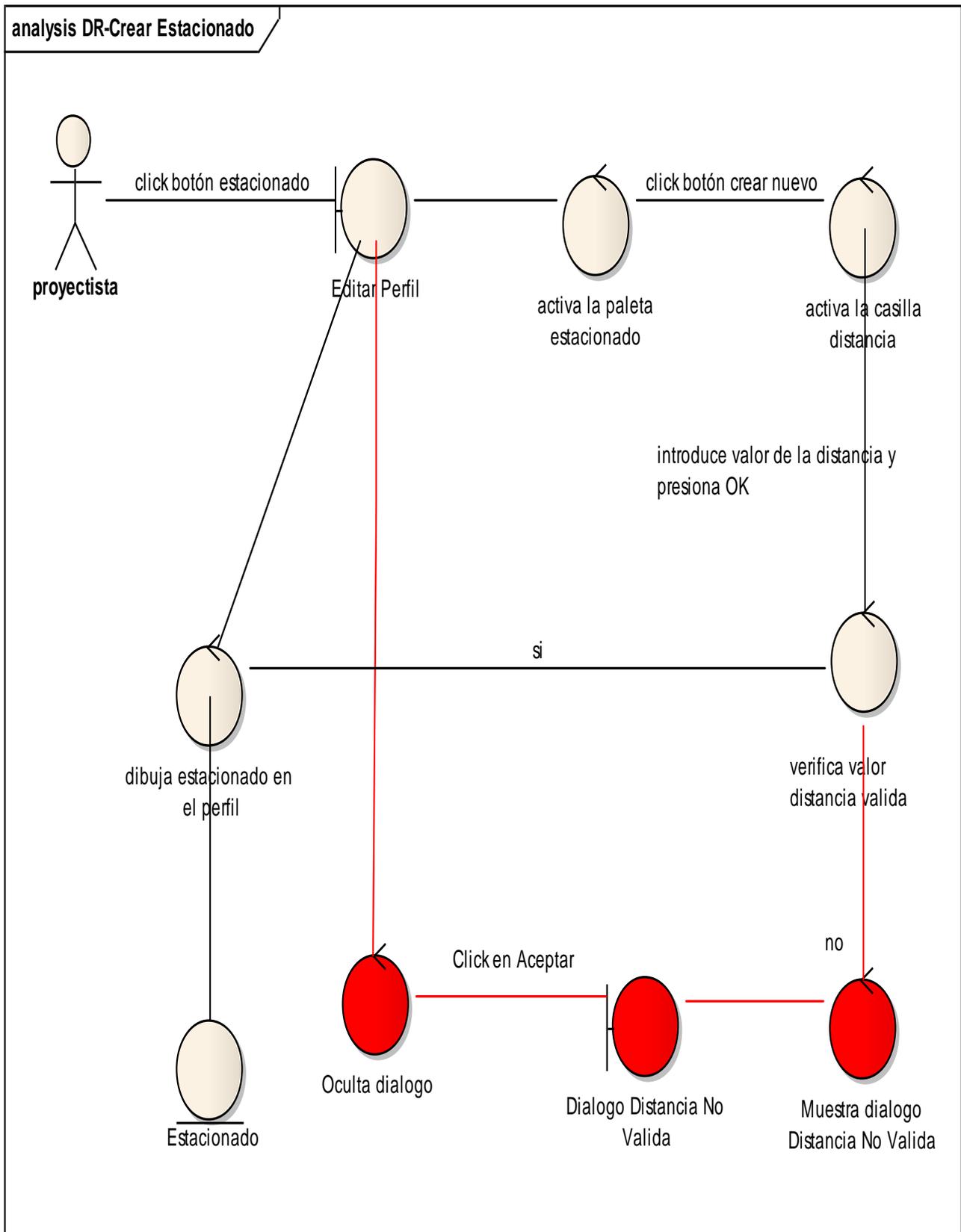


Diagrama de robustez del caso de uso crear estacionado.

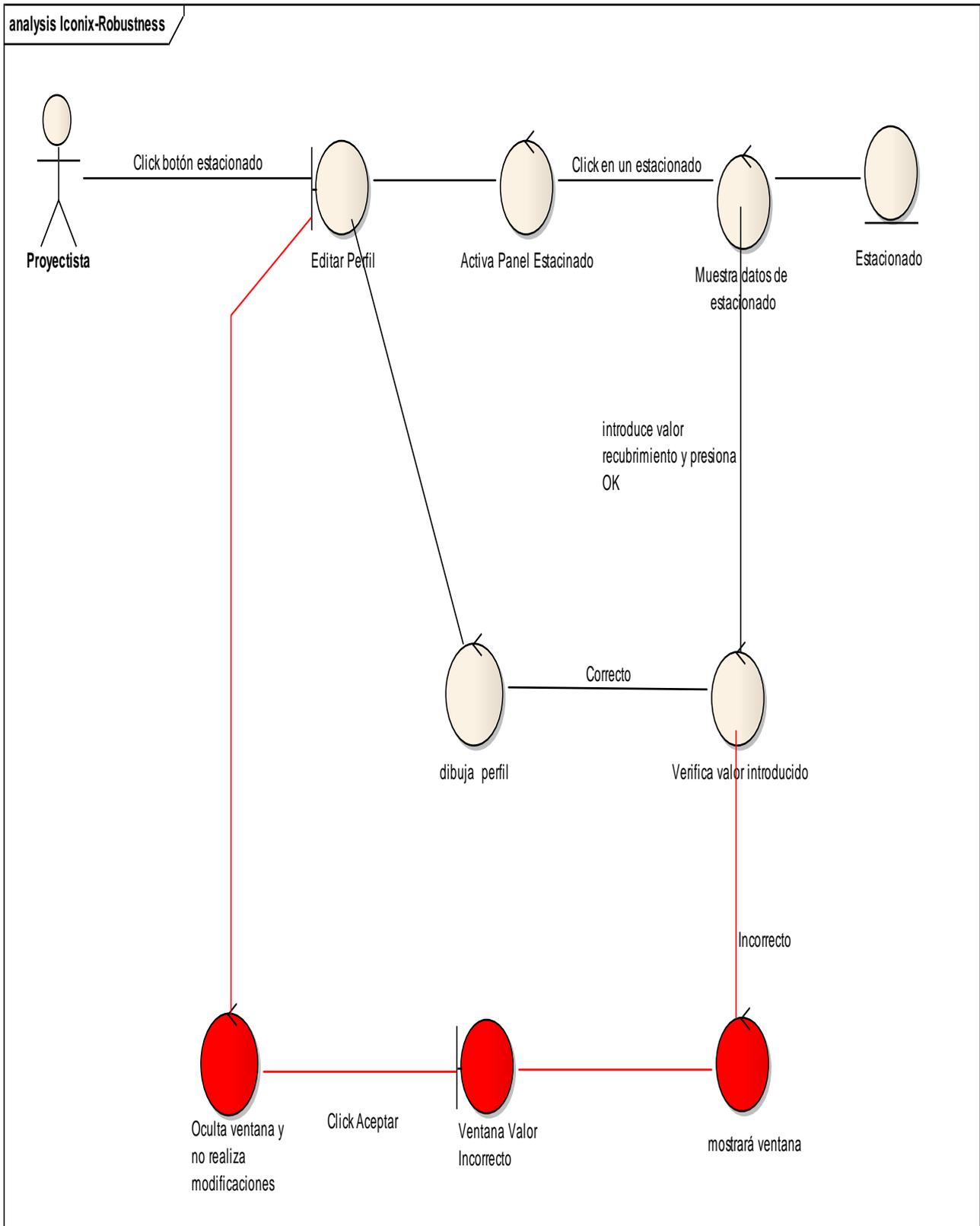


Diagrama de robustez del caso de uso modificar recubrimiento.

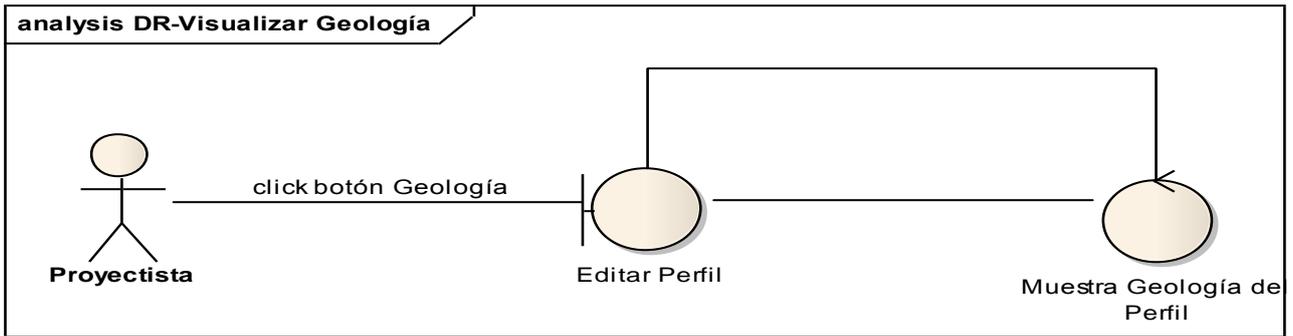


Diagrama de robustez del caso de uso visualizar geología.

Anexo 3 Diagramas de Secuencia.

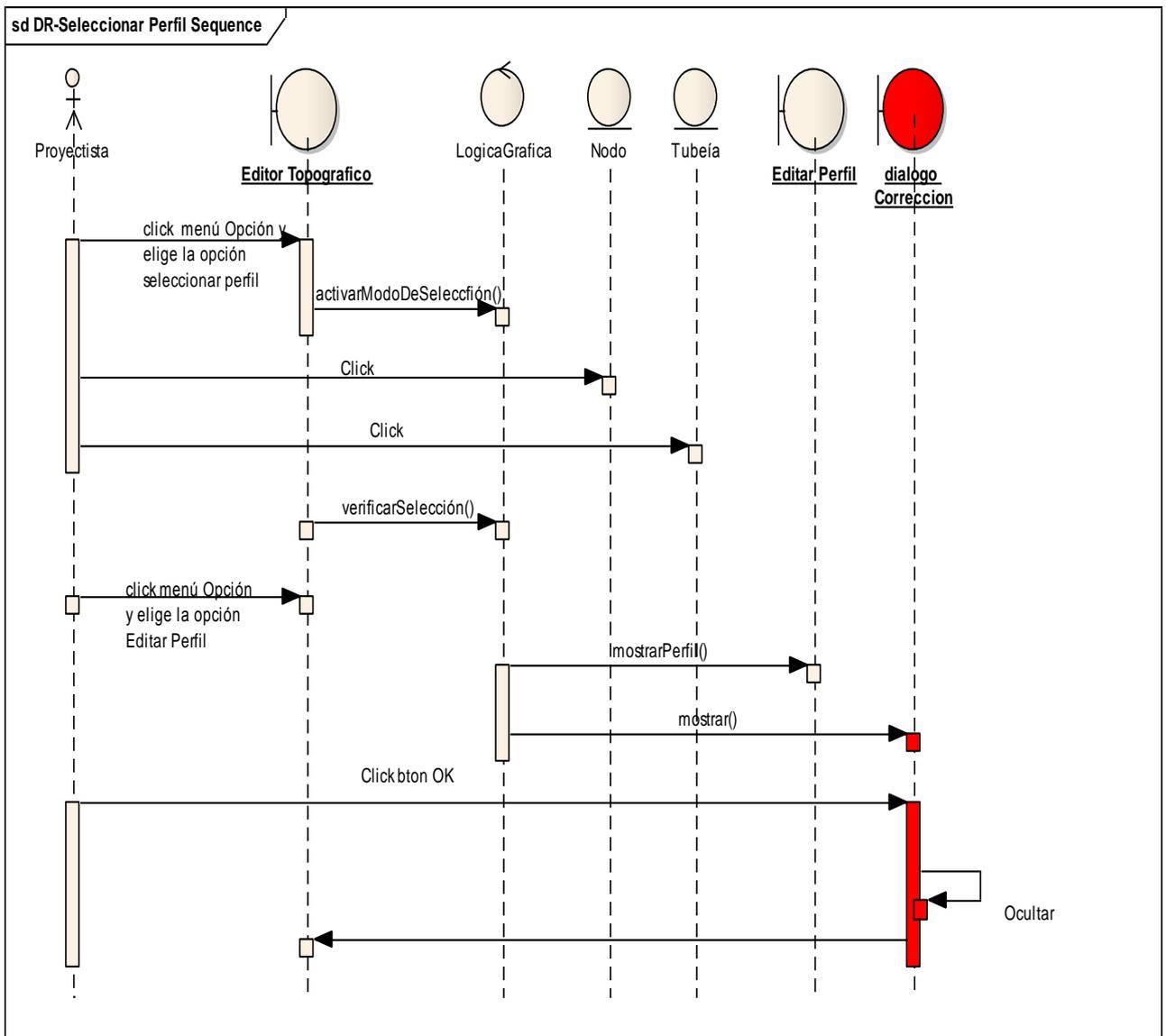


Diagrama de secuencia del caso de uso seleccionar perfil.

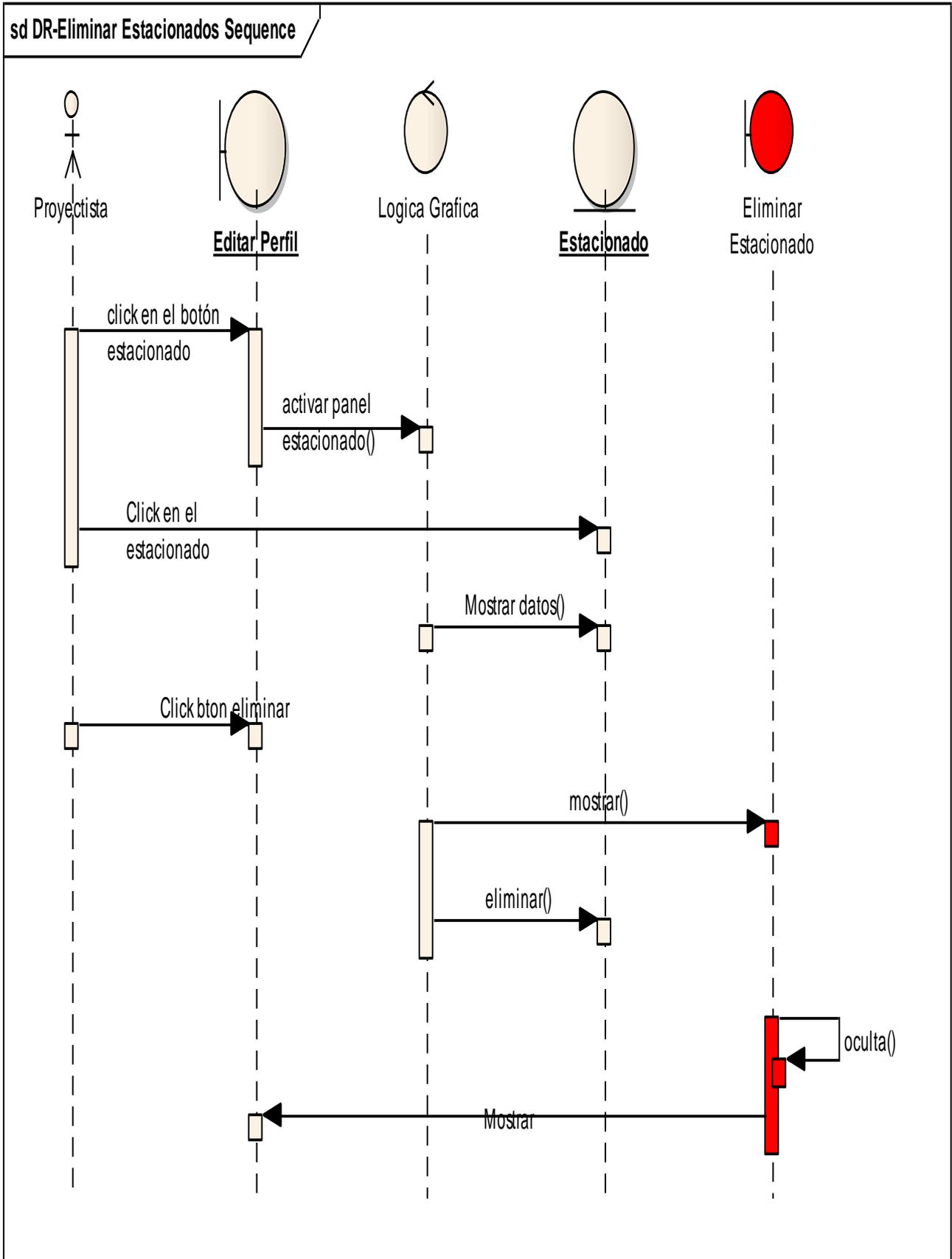


Diagrama de secuencia del caso de uso eliminar estacionado.

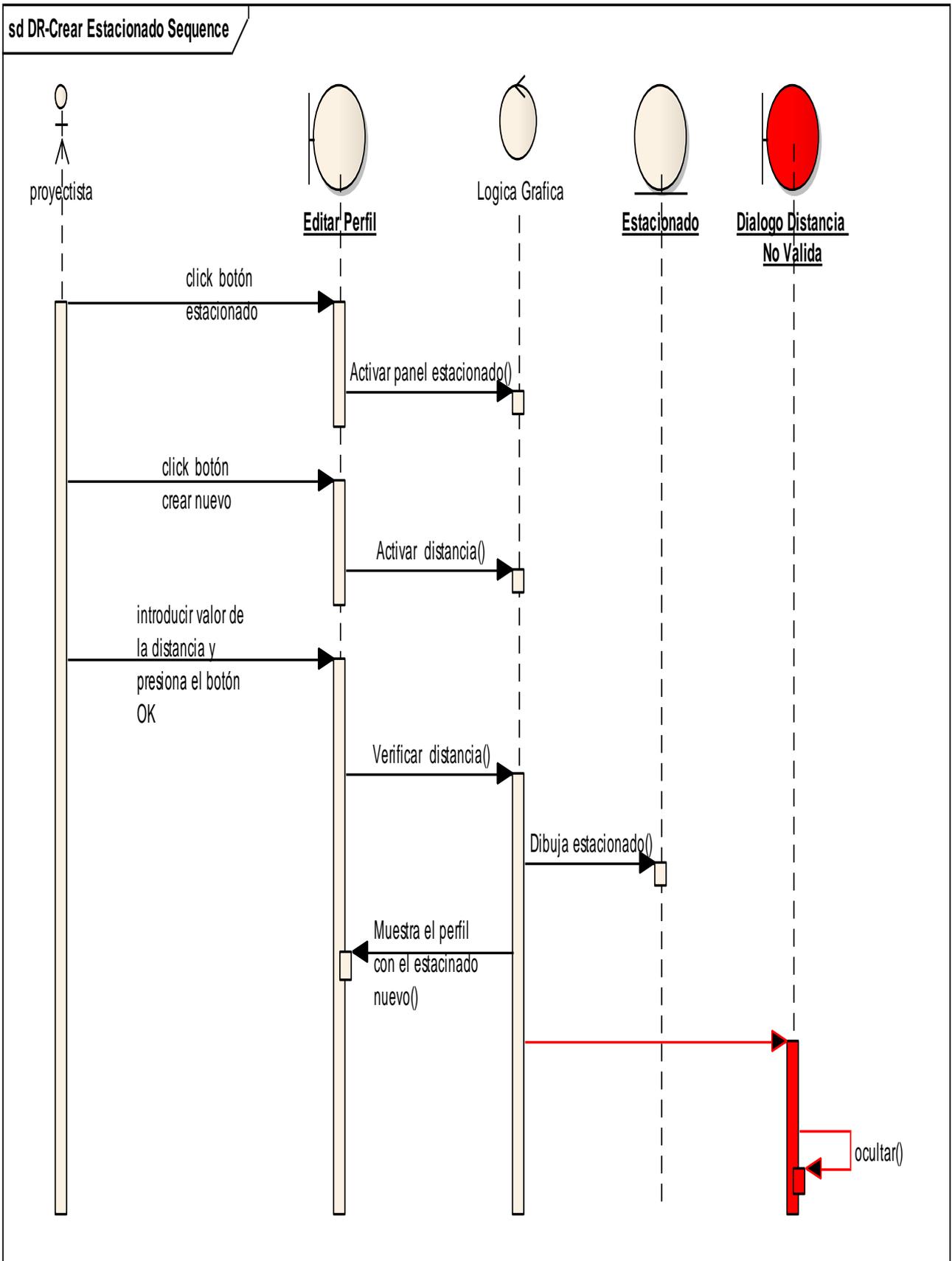


Diagrama de secuencia del caso de uso crear estacionado.

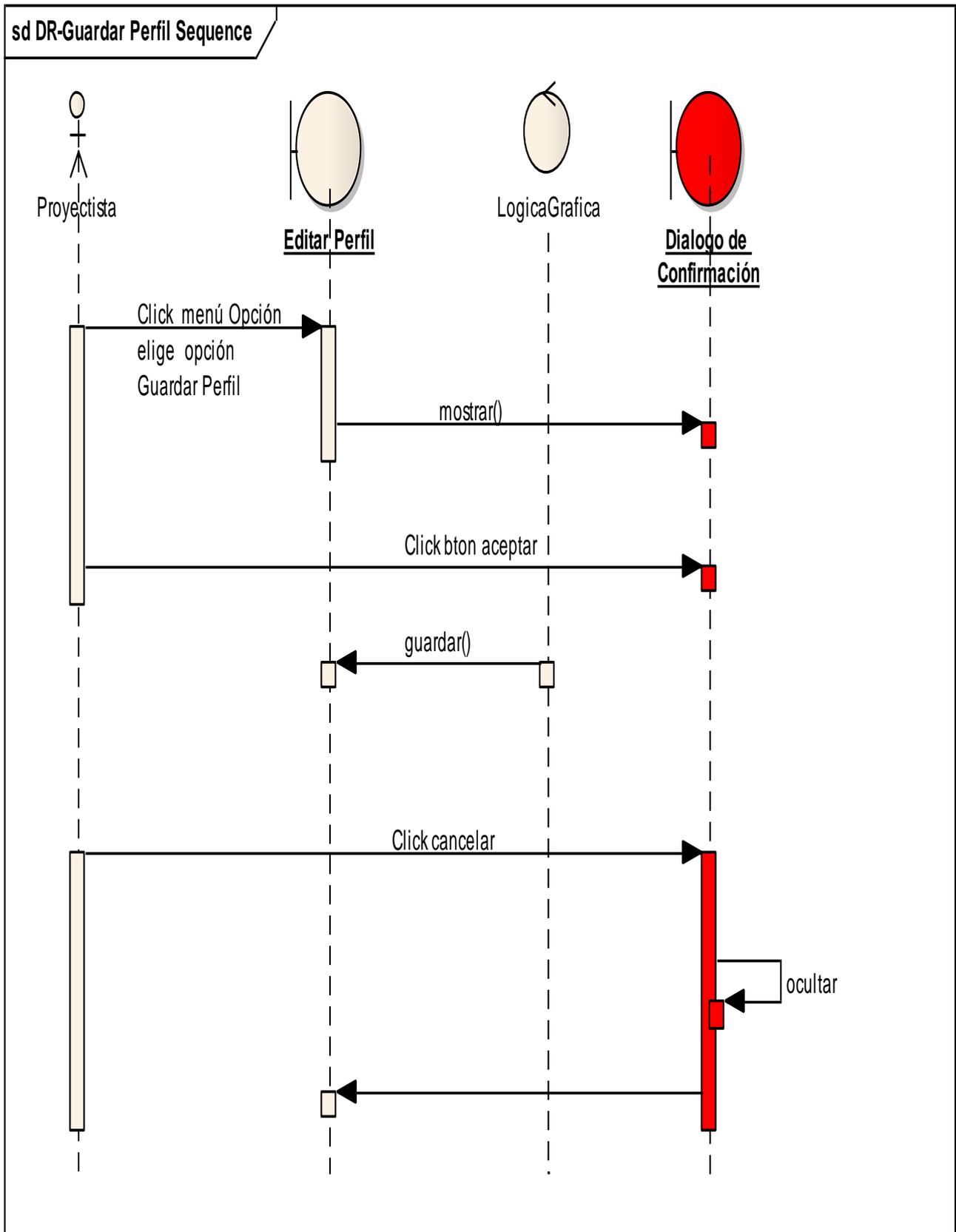


Diagrama de secuencia del caso de uso guardar perfil.

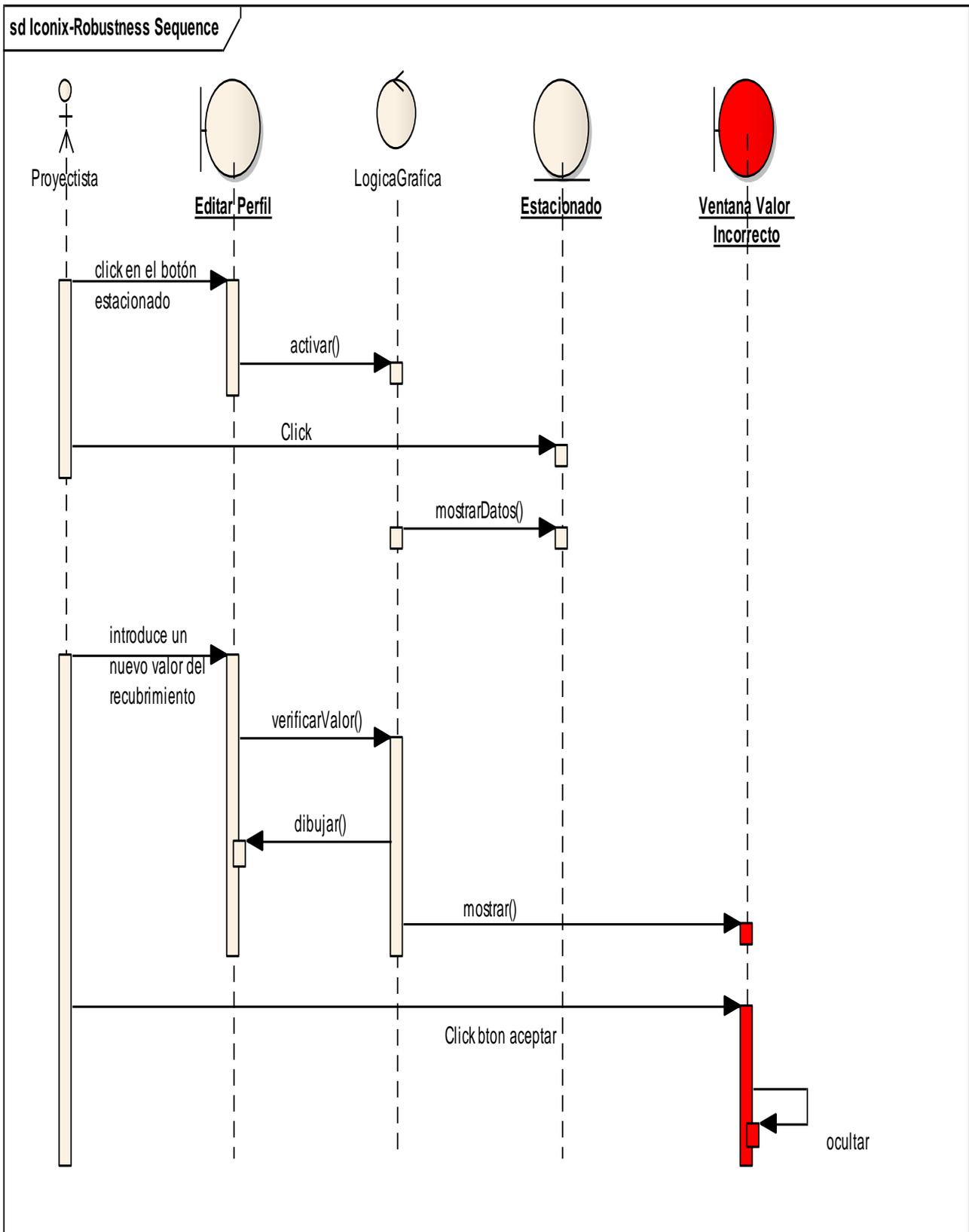


Diagrama de secuencia del caso de uso modificar recubrimiento.

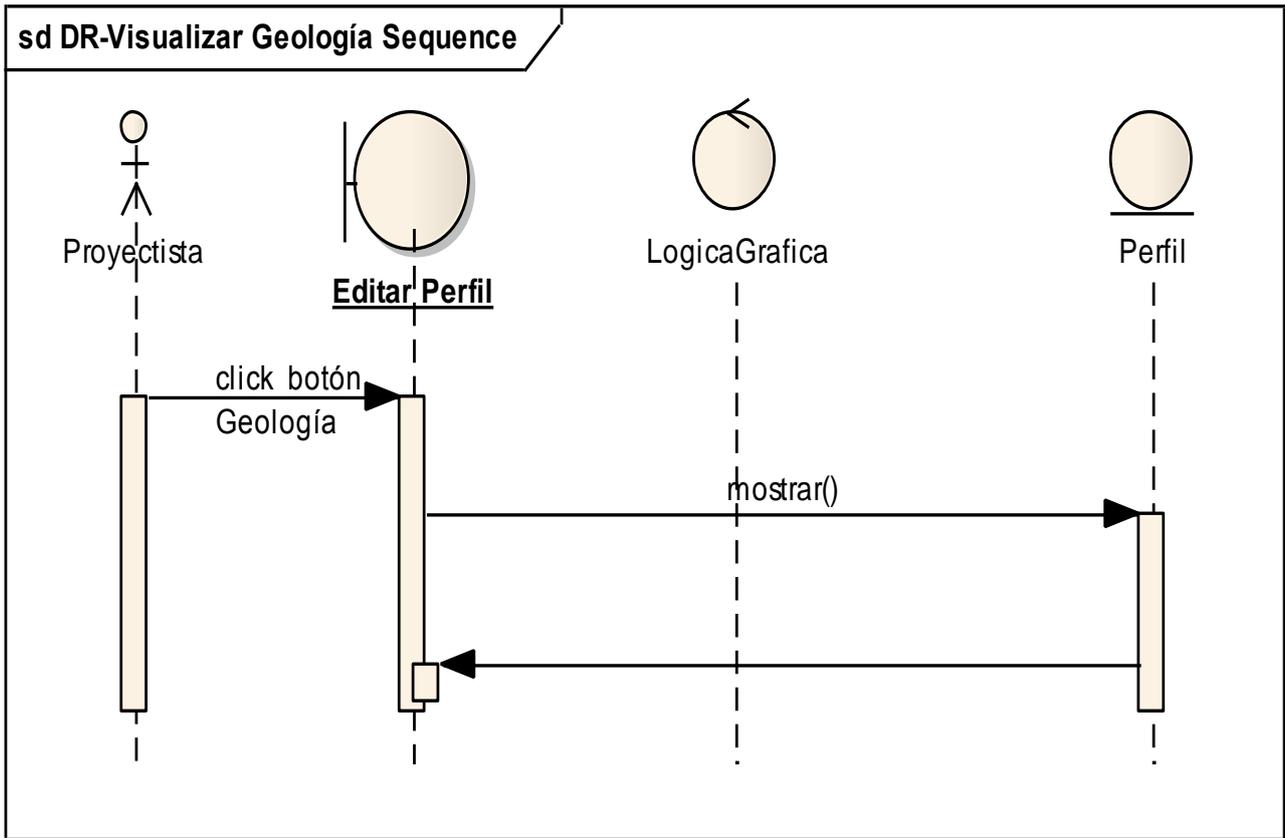


Diagrama de secuencia del caso de uso visualizar geología.

Anexo 4 Identificación de las características para realizar la estimación del costo, tiempo y esfuerzo asociados a la construcción del sistema.

Entradas externas.

Nombre	Cantidad de ficheros	Cantidad de elementos de	Clasificación
Modificar Pendiente de Tubería	2	3	Bajo
Modificar Estacionado	3	14	Medio
Modificar Recubrimiento en	3	18	Alto
Insertar Estacionado nuevo	2	5	Bajo
Eliminar Estacionado	2	5	Bajo
Eliminar Pendiente	2	3	Bajo

Salidas externas (EO). Salidas asociadas al sistema que tiene elementos de filtraje de información.

Nombre	Cantidad de Ficheros	Cantidad de elementos de datos	Clasificación
Mostrar tramo de tubería	3	8	Medio
Mostrar recubrimiento	2	2	Bajo
Mostrar excavación máxima	2	4	Bajo
Mostrar línea del terreno	2	5	Bajo
Mostrar cota máxima	1	1	Bajo
Mostrar cota mínima	1	1	Bajo
Mostrar longitud de la tubería	1	1	Bajo
Mostrar longitud del terreno	1	1	Bajo
Mostrar longitud horizontal	1	1	Bajo

Ficheros lógicos internos (ILF): son los grupos de datos relacionados lógicamente que permiten el almacenamiento de la información perteneciente al sistema.

Nombre	Cantidad de ficheros	Cantidad de elementos de datos	Clasificación
Tb_ Tubería	1	2	Bajo
Tb_ proyecto	1	5	Bajo
Tb_ zongeologica	1	3	Bajo
Tb_ estándar	1	3	Bajo
Tb_ Red	1	8	Bajo

Anexo 5 Encuesta para la determinación del coeficiente de competencias de expertos.

Nombre y apellidos: _____.

Cargo que desempeña: _____.

Usted ha sido seleccionado como posible experto para ser consultado respecto al Módulo para la edición de perfiles de tubería en el diseño de redes hidráulicas de abasto.

Necesitamos, antes de realizarle la consulta correspondiente, como parte del método empírico de investigación “consulta a expertos”, determinar su coeficiente de competencia en este tema, a los efectos de reforzar la validez del resultado de la consulta que realizaremos. Por esta razón, se le solicita que responda las siguientes preguntas de la forma más objetiva que le sea posible.

1. Marque con una cruz (X), en la tabla que se muestra a continuación, el valor que se corresponde con el grado de conocimientos que usted posee sobre el tema. Considere que la escala que le presentamos es ascendente, es decir, el conocimiento sobre el tema referido va creciendo desde 0 hasta 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una autovaloración del grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación, ha tenido en su conocimiento y criterio sobre el tema tratado. Para ello marque con una X, según corresponda:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted.			
Su experiencia obtenida.			
Trabajo de autores nacionales.			
Trabajo de autores extranjeros.			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero.			
Su intuición.			

Anexo 6 Encuesta aplicada a expertos.

Estimado compañero(a), la Oficina de Cooperación Tecnológica de la Universidad de Holguín, con motivo de recoger ideas, opiniones y sugerencias respecto al grado de relevancia de las posibilidades que brinda el Módulo CAD para editar perfiles de tubería en el proceso de diseño de redes hidráulicas de abasto desarrollado recientemente, se aplica esta encuesta. Por lo que la información que brinde será crucial para estos objetivos; rogamos que al responder estas preguntas lo haga de la manera más explícita posible. De antemano gracias.

1. Actualmente usted es: Directivo Trabajador

2. A continuación sometemos a su valoración una serie de elementos que se consideran importantes en la evaluación del Módulo CAD para editar perfiles de tubería en el proceso de diseño de redes hidráulicas de abasto.

Para esta evaluación se le propone las siguientes categorías:

Muy Adecuado (MA) Bastante Adecuado (BA) Adecuado (A)

Poco Adecuado (PA) No Adecuado (NA)

Marque con una X la categoría que considera adecuada para cada criterio:

Criterios	MA	BA	A	PA	NA
¿Cómo evalúa la calidad de la representación gráfica de los elementos que componen el perfil de tubería?					
¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?					
¿Cómo valora la forma de representar la tubería?					
¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a los elementos que conforman el perfil de tubería?					
¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?					
¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad de uso?					
¿Cómo valora la conciliación del módulo a las normas exigentes en la empresa?					

¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?



3. ¿Qué otros elementos novedosos encuentra en la aplicación?

4. Si quisiera opinar alguna u otra idea que no se haya abordado en esta encuesta, por favor, exprésela a continuación.

Gracias por su amable opinión.

Anexo 7 Procesamiento de la encuesta de opinión de los expertos aplicando el método Delphi.

Tabla de frecuencia absoluta						
Criterios	MA	BA	A	PA	NA	TOTAL
¿Cómo evalúa la calidad de la representación gráfica de los elementos que componen el perfil de tubería?	9	4	0	0	0	13
¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?	8	4	1	0	0	13
¿Cómo valora la forma de representar la tubería?	8	3	2	0	0	13
¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a los elementos que conforman el perfil de tubería?	10	3	0	0	0	13
¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?	9	3	1	0	0	13
¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad de uso?	11	2	0	0	0	13
¿Cómo valora la conciliación del módulo a las normas exigentes en la empresa?	10	3	0	0	0	13
¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?	9	4	0	0	0	13

Anexo 7 (Continuación)

Tabla de frecuencia absoluta acumulada					
Criterios	MA	BA	A	PA	NA
¿Cómo evalúa la calidad de la representación gráfica de los elementos que componen el perfil de tubería?	9	13	13	13	13
¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?	8	12	13	13	13
¿Cómo valora la forma de representar la tubería?	8	11	13	13	13
¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a los elementos que conforman el perfil de tubería?	10	13	13	13	13
¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?	9	12	13	13	13
¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?	11	13	13	13	13
¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?	10	13	13	13	13
¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?	9	13	13	13	13

Tabla del inverso de la frecuencia absoluta acumulada				
Criterios	MA	BA	A	PA
¿Cómo evalúa la calidad de la representación gráfica de los elementos que componen el perfil de tubería?	0,6923	1	1	1
¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?	0,6154	0,9231	1	1
¿Cómo valora la forma de representar la tubería?	0,6154	0,8462	1	1
¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a los elementos que conforman el perfil de tubería?	0,7692	1	1	1
¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?	0,6923	0,9231	1	1
¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad de uso?	0,8462	1	1	1
¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?	0,7692	1	1	1
¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?	0,6923	1	1	1

Anexo 7 (Continuación)

Tabla de determinación de los puntos de cortes							
Criterios	MA	BA	A	PA	Suma	Promedio	N - Prom.
¿Cómo evalúa la calidad de la representación gráfica de los elementos que componen el perfil de tubería?	0,5	3,49	3,49	3,49	10,97	2,74	-0,19
¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?	0,29	1,43	3,49	3,49	8,7	2,18	0,37
¿Cómo valora la forma de representar la tubería?	0,29	1,02	3,49	3,49	8,29	2,07	0,48
¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a los elementos que conforman el perfil de tubería?	0,74	3,49	3,49	3,49	11,21	2,8	-0,25
¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?	0,5	1,43	3,49	3,49	8,91	2,23	0,32
¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad de uso?	1,02	3,49	3,49	3,49	11,49	2,87	-0,32
¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?	0,74	3,49	3,49	3,49	11,21	2,8	-0,25
¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?	0,5	3,49	3,49	3,49	10,97	2,74	-0,19
Suma	4,58	21,33	27,92	27,92	81,75		
Punto de corte	0,57	2,67	3,49	3,49	10,22	2,55	=N(Pro.G e)

Anexo 7 (Continuación)

Criterios	MA	BA	A	PA	NA
¿Cómo evalúa la calidad de la representación gráfica de los elementos que componen el perfil de tubería?	Si	-	-	-	-
¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?	Si	-	-	-	-
¿Cómo valora la forma de representar la tubería?	Si	-	-	-	-
¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a los elementos que conforman el perfil de tubería?	Si	-	-	-	-
¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?	Si	-	-	-	-
¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad de uso?	Si	-	-	-	-
¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?	Si	-	-	-	-
¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?	Si	-	-	-	-