

**UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
“OSCAR LUCERO MOYA”
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CONCEPCIÓN DEL MÓDULO DE COSTO EN LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE
ABASTECIMIENTO CON SOFTWARE LIBRE**

Tesis presentada en opción al título de Master en CAD/CAM

NORGE DANIEL PUPO ALMAGUER

Holguín

2010



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
“OSCAR LUCERO MOYA”
FACULTAD DE INGENIERÍA



Tesis en opción del título de Master en CADCAM

**CONCEPCIÓN DEL MÓDULO DE COSTO EN LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE
ABASTECIMIENTO CON SOFTWARE LIBRE**

Autor: Ing. NORGE DANIEL PUPO ALMAGUER

Tutor: Dr.C. Ing. Jesús Rafael Hechavarría Hernández, Prof. Tit.

Msc. Lic. Maritza Díaz Martell.

Holguín

2010

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a mi familia por los valores que formaron en mí como persona y revolucionario, al apoyo incondicional y estímulo recibido en todo momento de todos ellos.

A mis tutores Jesús Rafael Hechavarría Hernández y Maritza Díaz Martell por sus aportes, regaños necesarios y oportunos y por sus recomendaciones; por su experiencia y por la constante motivación para el triunfo.

A los profesores del Centro de Estudios CAD/CAM de la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya” por los conocimientos ofrecidos.

A los compañeros de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos del INRH, “Raudal” en Holguín por la ayuda brindada.

A mis compañeros de la maestría por su amistad.

A todas las personas que han contribuido al mejoramiento y culminación de esta tesis.

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico especialmente a mis padres, por todo el sacrificio e inagotable fuente de amor que me han brindado a lo largo de toda mi vida.

A mi esposa, por su inagotable amor y cariño.

A mi hermana, por su alegría.

A mi familia y a mis amigos.

SINTESIS

La elevada demanda de proyectos de redes de abastecimiento de agua, así como la necesidad de disminuir el tiempo de elaboración de los mismos, con el incremento siempre en ascenso de la calidad de estos, ameritan el desarrollo de procedimientos para el diseño optimizado de estas redes, y de soluciones informáticas que integren las etapas que conforman el proceso de diseño de modo que se obtengan soluciones racionales, teniendo en cuenta factores técnicos y económicos que, junto a consideraciones de carácter subjetivo, conformen los criterios generales de eficiencia para la evaluación de dichos proyectos.

En la presente tesis se diseñan los módulos informáticos para la determinación de los costos en la optimización del diseño de redes de abastecimiento y durante la producción de estos proyectos, como una herramienta de apoyo al proceso de Toma de Decisiones en la Gestión de Proyectos en las empresas de investigaciones y proyectos hidráulicos (EIPH) de Cuba.

La investigación toma como base el procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, que considera al costo como una de las variables de decisión en la optimización multiobjetivo que propone.

La investigación desarrollada es fruto de la colaboración del Centro de Estudios CAD/CAM de la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, y la Empresa de Investigaciones y Proyectos de Recursos Hidráulicos de Holguín, “Raudal”.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO.....	9
1.1 La Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento.....	9
1.1.1 El Ciclo de Vida del proyecto.....	10
1.1.2 Factores fundamentales para el éxito o fracaso del proyecto.....	12
1.1.3 El Costo entre las restricciones del proyecto.....	12
1.1.4 La Gestión de Proyectos. Surgimiento y evolución histórica.....	13
1.1.5 El Proceso Inversionista. Marco de trabajo para la Gestión de Proyectos.....	15
1.2 La Toma de Decisiones en la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento....	17
1.2.1 Los Tipos de decisiones y las Situaciones o contextos de decisión	18
1.2.2 El Proceso de Toma de Decisiones.....	20
1.3 Los Costos en los proyectos de Redes de Abastecimiento de Agua.....	23
1.3.1 Objetivos y clasificaciones de los costos.....	25
1.3.2 Gestión de los costos en la producción de los proyectos de redes de abastecimiento en Cuba.....	26
1.4 El PRECONS II.....	28
1.5 Procedimiento para la Optimización del Diseño Redes de Distribución de Agua bajo criterios Técnico-Económicos.....	29
1.5.1 Necesidad de informatizar el cálculo de los costos de inversión en el procedimiento de optimización.....	34
CONCLUSIONES del Capítulo.....	35

2. APORTES AL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN LA GESTION DE PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO	36
2.1 Despliegue de la Función Calidad (QFD) en la concepción de los módulos informáticos a desarrollar.....	36
2.1.1 Requerimientos del cliente	37
2.1.2 Características de control del producto	38
2.1.3 Desarrollo de la matriz de relaciones	39
2.1.4 Evaluación competitiva	40
2.1.5 Evaluación de las características de control del producto	43
2.1.6 Objetivos de las características de control del producto final	46
2.1.7 Selección de las características de control a ser desplegadas	49
2.1.8 Análisis del resultado del QFD.....	50
2.2 Metodologías para la Ingeniería de Software.	51
2.2.1 ICONIX	52
2.3 Tecnologías Informáticas para el desarrollo de los módulos propuestos.....	52
2.3.1 Arquitectura Cliente / Servidor	53
2.3.2 Aplicaciones distribuidas.....	54
2.3.3 Sistema gestor de base de datos Postgresql.....	55
2.3.4 Modelo MVC.....	56
2.3.5 Framework Hibernate.....	57
2.3.6 OpenProj.....	58
2.3.7 Plataforma de trabajo para el desarrollo de los módulos propuestos.....	59
CONCLUSIONES del Capítulo.....	60

3. INGENIERIA DE SOFTWARE DE LOS MÓDULOS PROPUESTOS PARA LA GESTION DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO.....	61
3.1 Modelo del Dominio	61
3.1.1 Requerimientos Funcionales del cliente.....	62
3.1.2 Definición de los principales objetos del Modelo del Dominio.....	64
3.1.3 Diagrama del Modelo del Dominio.....	65
3.2 Análisis y Diseño preliminar	65
3.2.1 Modelo de los Casos de Uso del Sistema.....	66
3.2.2 Descripción de los Casos de Uso del Sistema	66
3.2.3 Análisis de Robustez	70
3.3 Arquitectura Técnica	73
3.3.1 Requerimientos No Funcionales.....	73
3.3.2 Modelo de Despliegue.....	75
3.4 Diseño detallado.....	76
3.4.1 Diagrama de Secuencia.....	77
3.4.2 Modelo de Datos.....	77
CONCLUSIONES del Capítulo.....	78
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS	

INTRODUCCION

Los criterios para la optimización del diseño de redes de abastecimiento de agua, son tratados de forma diversa en la bibliografía existente sobre el tema. La tesis doctoral “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, de la línea de investigación de fluidos del Centro de Estudios CAD/CAM de la Universidad de Holguín, año 2009, sintetiza en la investigación, algunos de esos análisis:

La optimización de las redes de distribución de agua tradicionalmente considera como indicador de eficiencia la variable *Costo* (Watanatada, 1973; Alperovits and Shamir, 1977; Quindry et al., 1981; Gessler, 1982; Rowell and Barnes, 1982; Templeman, 1982; Goulter and Bouchart, 1990; Loganathan et al., 1995; Khomsi et al., 1996; Cuhna and Sousa, 1999; Xu and Goulter, 1999; Tanyimboh and Templeman, 2000; Martínez, 2001; Babayan et al., 2005; Montalvo et al., 2007; Martínez, 2007b; Olsson et al., 2009). (...) Sin importar la diversidad de estos costos, se pueden clasificar en dos grandes grupos: los costos fijos y los costos variables. Los primeros son los más tratados en la optimización del diseño de redes de distribución de agua, mientras que los segundos, no siempre se tienen en cuenta. (Hechavarría, 2009).

Enfoques más novedosos, consideran a la par de los costos fijos, que se asocian a los costos iniciales o de inversión; también a los costos variables, relacionados con la eficiencia energética en la explotación de estos sistemas:

A pesar de que muchos autores no consideran importante incorporar el aspecto energético en la formulación matemática para el diseño de redes de distribución de agua (Quindry et al., 1981; Gessler, 1982; Goulter y Bouchart, 1990; Loganathan et al., 1995; Xu and Goulter, 1999; Tanyimboh and Templeman, 2000), otras investigaciones dedican esfuerzos para minimizar los costos energéticos (Chiong, 1985; Martínez, 2001;

Martínez, 2007b; Martínez et al., 2007; García et al., 2008; Pimentel, 2008; Hechavarría, 2009).

Para minimizar los costos en los sistemas de bombeo no basta el costo inicial. Hay que evaluar todo el sistema, incluso los requisitos de gasto (caudal), de capacidad variable y de materiales. (...) la reducción del caudal en la proyección de una estación de bombeo trae aparejado un ahorro energético considerable, debido a la reducción de la potencia interna que requiere el fluido. (Idroelettrica, 2007; Hechavarría, 2009).

En los sistemas de distribución de agua que indispensablemente tengan que ser suministrados por inyección, se deberá tener sumo cuidado en proyectar las estaciones de bombeo para garantizar la eficiencia energética requerida, (...) (Cherkasski, 1986; McNaughton, 1994; Martínez et al., 2007; Hechavarría, 2009).

Esa tesis expone un principio clave que contribuye a garantizar el funcionamiento eficiente de las redes de distribución de agua:

La disminución de las pérdidas de energía en un sistema, es proporcional a la garantía de altura de presión en los nodos; por lo tanto, la minimización de este indicador está encaminada a maximizar el beneficio de exceso de presión en el punto crítico. (Hechavarría, 2009).

Y concluye en la necesidad de considerar ambos criterios: costos fijos o de inversión y costos variables o de explotación en la optimización del diseño de las redes de distribución de agua, y la vía para evaluar la eficiencia energética desde la etapa de diseño:

En aras de evaluar la eficiencia energética en los sistemas de distribución de agua, independientemente del sistema de abasto a la red, se propone considerar la suma de las pérdidas energéticas para las condiciones en que se realiza el proceso de optimización. (Hechavarría, 2009).

Como resultado de esa investigación, se desarrolló el procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, que implementa

en una aplicación CAD, la distribución de los elementos de la red, los cálculos hidráulicos y de costos para la optimización del diseño de la red de distribución. Sin embargo, la informatización de la determinación de los costos considerando los costos unitarios representados por los renglones variantes almacenados en la base de datos del PRECONS II, es una tarea pendiente en la mencionada investigación.

Este hecho dificulta la evaluación de las soluciones de diseño durante el proceso de Toma de Decisiones en la Gestión de Proyectos desde las etapas iniciales del proyecto ingenieril y repercute negativamente en el Proceso de Negociación de los proyectos, en el cálculo de los primeros valores de precio y presupuestos tratados entre el proyectista y el inversionista. Frecuentemente ocurre, que estos precios y presupuestos se determinan empíricamente a través de la búsqueda en proyectos ya realizados de similar envergadura; cuando diferencias geológicas, hidrogeológicas, topográficas, entre otras, pueden alejar los valores estimados de los cálculos finales del diseño.

De modo que se plantea como **problema científico** de esta investigación: ¿Cómo favorecer el proceso de Toma de Decisiones bajo criterios técnico-económicos en la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento de Agua?

Surge por la **necesidad** de mejorar el procedimiento para determinar los costos de inversión de estos proyectos desde etapas tempranas del Proceso Inversionista.

Se considera como **objeto** de la investigación la Gestión de Proyectos de Abastecimiento y su **campo de acción** el Proceso de Toma de Decisiones en el desarrollo de los Proyectos de Redes de Abastecimiento.

Se plantea como **hipótesis** del trabajo, que si en el procedimiento de “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, se integra la determinación de los costos asociados a cada variante de diseño, de modo que influya en las etapas de planificación y control de la producción de los proyectos, se podrá favorecer el proceso de Toma de Decisiones en la Gestión de Proyectos.

El **objetivo general** de la investigación es diseñar el módulo para informatizar la determinación de los costos de inversión de las variantes de diseño dentro del procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, y de los costos de producción de estos proyectos; mediante el empleo de software libre.

Los **objetivos específicos** de esta investigación son:

- Estudiar la documentación que rige el proceso inversionista en las empresas de ingeniería de proyectos hidráulicos.
- Estudiar la teoría desarrollada sobre los costos, específicamente en la actividad de proyectos de redes de abastecimiento de agua.
- Estudiar los métodos existentes para determinar los costos de inversión de proyectos de redes de abastecimiento de agua y para presupuestar los mismos.
- Estudiar la teoría desarrollada sobre la Gestión de Proyectos.
- Estudiar el Procedimiento de “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”.
- Investigar sobre software desarrollados para determinar los costos de inversión de proyectos de redes de abastecimiento de agua y calcular sus presupuestos.
- Investigar sobre software ya existentes para la planificación y el control de la producción de proyectos de redes de abastecimiento de agua.
- Hacer el Despliegue de la Función Calidad (QFD), para analizar los requerimientos del cliente vinculados al problema planteado y evaluar la capacidad de satisfacer esas demandas por soluciones desarrolladas con anterioridad, junto con la solución propuesta.
- Hacer la ingeniería de software para el diseño de los módulos necesarios en la solución del problema.

Se plantean las **Tareas** siguientes:

- Revisión de las normas, procedimientos y regulaciones acerca del proceso inversionista en las empresas pertenecientes al Grupo de Empresas de Investigación, Proyectos e Ingeniería: GEIPI.
- Consulta de bibliografía sobre costos: conocer los objetivos de los costos, sus clasificaciones, formulaciones.
- Estudio del PRECONS: sistema de precios oficial en Cuba para calcular los costos de ejecución de los proyectos de la construcción y para elaborar sus presupuestos.
- Realización de entrevistas en la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos (EIPH) de Holguín, “Raudal”, para conocer los procedimientos para determinar los costos de inversión de los proyectos de redes de abastecimiento y para planificar su Presupuesto; para la planificación del desarrollo de estos proyectos; y para el control de su producción y de sus costos de producción.
- Consulta de bibliografía sobre la Gestión de Proyectos.
- Investigación sobre aplicaciones informáticas ya desarrolladas para el PRECONS.
- Búsqueda de información sobre la existencia de software para la planificación y el control del desarrollo de los proyectos en la gestión de los proyectos de redes de abastecimiento de agua.
- Investigación sobre las metodologías actuales para desarrollar ingeniería de software.
- Estudio de las tecnologías informáticas actuales para el desarrollo de aplicaciones distribuidas basadas en software libre.
- Realización de la Ingeniería de Software para el desarrollo de los módulos propuestos, acorde a la metodología seleccionada.

Se consideran **aportes** prácticos los siguientes:

1. El diseño de la informatización de los costos de inversión de las variantes de diseño en el procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”.
2. La concepción integrada de los módulos informáticos para la planificación de los órdenes de trabajo y del cronograma de diseño, de registro diario del tiempo productivo: *modelo PR4*, la determinación de los costos de producción y la certificación de la producción terminada; en la gestión de estos proyectos.

Entre los **beneficios** obtenidos resalta la contribución a los procesos de Toma de Decisión en la Gestión de Proyectos y de Negociación, al ofrecer costos calculados con la mayor aproximación posible a los costos reales, desde etapas tempranas del proceso inversionista. También, la contribución a la gestión y control de los recursos y de los costos durante la etapa de producción de los proyectos en las empresas de proyectos hidráulicos.

Los **métodos científicos** 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:

- Análisis y Síntesis: Facilitó comprender los conceptos: costos, gestión de proyectos, planificación de recursos, toma de decisiones, proceso inversionista; contenidos en nuestro objeto de estudio; descomponiéndolos en sus partes y cualidades, y estableciendo las relaciones entre ellos. Nos permitió sistematizar el conocimiento adquirido sobre los mismos.
- Inducción y Deducción: Permitió definir el problema a resolver y plantear la hipótesis para solucionar el mismo, al poder hacer generalizaciones sobre necesidades no resueltas por anteriores intentos de solución. Nos orientó en la confección del QFD.

- Hipotético-Deductivo: Nos permitirá comprobar la hipótesis planteada para dar solución al problema descrito al facilitarnos identificar los atributos y cualidades a verificar en los resultados obtenidos.
- Sistémico: Nos ha permitido analizar los componentes del objeto de estudio como un sistema, las relaciones entre ellos. Por ejemplo analizar la influencia que tiene la estimación de los costos de inversión de las variantes de diseño en la gestión del proyecto; o la contribución en el control de los costos de producción, de módulos informáticos integrados para planificar, organizar y controlar los recursos destinados para la producción de un proyecto.
- Entrevistas: Nos permitió conocer en la práctica, en la EIPH de Holguín, cómo se desarrollan los procesos de cálculo de los costos de inversión de un proyecto hidráulico y de elaboración del presupuesto para su ejecución; también de planificación, organización y control de la producción de un proyecto. Nos ayudó a identificar los aciertos y debilidades de los procedimientos que se aplican en la actualidad.

La tesis consta de tres capítulos. Los aspectos más relevantes abordados en cada uno de ellos se tratan brevemente a continuación:

En el capítulo 1 se describen los antecedentes y estado actual del proceso de Toma de Decisiones en el desarrollo de los proyectos de Redes de Abastecimiento de Agua. Se presenta el procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos” como proveedor de soluciones de diseño, y la necesidad de informatizar la determinación de los costos de inversión de las variantes de diseño analizadas por dicho procedimiento; así como la planificación y el control de los costos durante la producción de los proyectos.

En el capítulo 2, se exponen los aportes al proceso de Toma de Decisiones en la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento de Agua, tomando como base los resultados del Despliegue de la Función Calidad (QFD) en el análisis de los requerimientos de la EIPH de Holguín para el diseño de los módulos informáticos a desarrollar. También se presentan las

metodologías y tecnologías actuales para el desarrollo de ingeniería de software y de aplicaciones informáticas distribuidas. Se argumenta la selección de la metodología y plataforma de trabajo.

El capítulo 3 presenta la Ingeniería de Software desarrollada para el análisis y diseño de los módulos informáticos propuestos en el capítulo 2, mediante el empleo de los procedimientos, diagramas y artefactos exigidos por la metodología seleccionada.

Con el objetivo de enriquecer la fundamentación de los diversos temas tratados en cada uno de los capítulos, fue necesario profundizar el estudio en algunos de ellos y resumir los resultados en los anexos de este trabajo.

Finalmente, se presentan las conclusiones a las que se arribó con el desarrollo de esta investigación, se recomiendan un conjunto de acciones cuyo cumplimiento deberá asegurar su continuidad e incluso mejorar los resultados obtenidos, se recoge la bibliografía investigada para alcanzar los conocimientos básicos necesarios sobre los diversos temas estudiados y que han sido referenciados en el documento de tesis.

1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO.

En el presente capítulo se exponen los fundamentos del proceso de Toma de Decisiones en los proyectos de Redes de Abastecimiento de Agua y la Gestión de Proyectos como marco de trabajo para ese proceso. Se define el concepto de proyecto, sus características, sus restricciones y se presenta el Costo como una de ellas.

Se definen los costos a considerar dentro del ciclo de vida de estos proyectos, y la importancia de los mismos en la optimización del diseño de estas redes, y en los procesos de Toma de Decisiones y de Negociación.

Se introduce el procedimiento para la “Optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos” y la importancia de informatizar el cálculo de los costos de inversión dentro de este procedimiento.

1.1 La Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento.

Para comprender a la Gestión de Proyectos, sus objetivos y alcance, es conveniente ante todo definir un proyecto, sus características y las restricciones que enmarcan su desarrollo.

El Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española en una de sus acepciones define a un proyecto como “conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería”. O sea, un proyecto debe plantear el cómo se debe alcanzar un objetivo propuesto y que para alcanzar esa meta, se debe de incurrir en determinados costos.

Un proyecto consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas. La razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites

que imponen un presupuesto, calidades establecidas y un lapso de tiempo previamente definidos. Es un emprendimiento que tiene lugar durante un tiempo limitado, y que apunta a lograr un resultado único. Surge como respuesta a una necesidad, (...). El proyecto finaliza cuando se obtiene el resultado deseado, desaparece la necesidad inicial, o se agotan los recursos disponibles. (wikipedia3, 2010).

Un proyecto se caracteriza por ser: temporal; productos, servicios o resultados únicos; y que su elaboración es gradual, o sea que se desarrolla en pasos y avanza mediante incrementos. El alcance de un proyecto se define de forma general al comienzo del mismo, y se hace más explícito y detallado a medida que el equipo del proyecto desarrolla un mejor y más completo entendimiento de los objetivos y de los productos entregables. (PMI, 2004).

1.1.1 El Ciclo de Vida del proyecto.

Todo proyecto sigue un ciclo de vida que va desde el planteamiento de una necesidad, la concepción de las primeras ideas, la especificación más detallada de esas ideas en un proyecto bien definido, la planificación de los recursos necesarios, la ejecución y monitoreo del mismo, hasta el cierre del proyecto.

El “Project Management”, en su novena edición, ofrece un esquema simplificado sobre este ciclo de vida, en el que hemos señalado las etapas del ciclo de vida de un proyecto en las que enmarca esta investigación: Ver figura 1 (Ciclo de vida de un proyecto) del anexo 1.

1. Definición del Proyecto: negociación y acuerdos sobre las especificaciones del proyecto.
2. Preparación y Planificación: Planificación del trabajo y los recursos necesarios.
3. Diseño: Elaboración del diseño detallado.

Para un proyecto de redes de abastecimiento de agua, este diagrama podría representar el ciclo de vida completo hasta la ejecución del proyecto por una empresa constructora y la entrega del mismo al cliente final.

Harold Kerzner, en “Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling”, décima edición; presenta el ciclo de vida de un proyecto, de forma más detallada a través de la definición de cinco procesos junto a la relación de actividades a ejecutar en cada uno de ellos. Esta definición se aproxima más al ciclo de vida en la actividad de diseño de los proyectos de redes de abastecimiento de agua y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: Ciclo de Vida de un Proyecto. (Kerzner, 2009)

Proceso	Actividades
Inicio del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Selección de la mejor variante de proyecto, considerando la limitación de recursos. ✓ Identificación de los beneficios del proyecto. ✓ Preparación de la documentación para aprobar el proyecto. ✓ Asignación del jefe del proyecto.
Planificación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición de los requerimientos de trabajo. ✓ Definición de la cantidad y calidad de los trabajos a acometer: las actividades. ✓ Definición de las cantidades de recursos. ✓ Planificación de las actividades. ✓ Evaluación de los riesgos.
Ejecución de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Negociación para definir los miembros del equipo del proyecto. ✓ Trabajo de dirección y administración. ✓ Trabajo con los miembros del equipo para ayudarlos a mejorar.
Monitoreo y control del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguimiento del avance del proyecto. ✓ Comparación de los resultados reales con los resultados esperados. ✓ Análisis de las desviaciones y sus impactos. ✓ Realización de ajustes.
Cierre del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar que todas las actividades y tareas fueron realizados. ✓ Finalización del contrato. ✓ Cierre financiero de los gastos. ✓ Cierre administrativo de la documentación de trabajo.

1.1.2 Factores fundamentales para el éxito o fracaso del proyecto.

El gerente de un proyecto típico consideraría la tarea bien hecha si el proyecto es terminado en tiempo, de acuerdo a su rendimiento especificado y dentro de su costo presupuestado. Estos tres objetivos: *tiempo, rendimiento y costo*; son tradicionalmente los parámetros fundamentales para medir el proyecto, su éxito o su fracaso. (Lock, 2007).

Como se vio anteriormente, estos objetivos están presentes en la definición de proyecto y conforman el “triángulo de compromiso entre: tiempo, rendimiento y costo”, que establece la búsqueda del equilibrio entre esas tres metas o provoca el deterioro de alguna en virtud de priorizar las dos restantes. Ver figura 2 (Triángulo de compromiso entre: tiempo, rendimiento y costo) del anexo 1.

1.1.3 El Costo entre las restricciones del proyecto.

Podemos definir al costo como el conjunto de esfuerzos y recursos que se invierten para obtener un bien. Al decir esfuerzos se quiere indicar la intervención del hombre, o sea su trabajo; y al decir recursos se indica las inversiones necesarias que combinadas con la intervención del hombre y en cierto tiempo, hace posible la producción de algo. (Díaz y Cruz, 2004).

Su objetivo principal, es la determinación correcta del costo unitario, que es donde se desprende la gran gama de toma de decisiones, como pueden ser la reducción del costo. (Díaz y Cruz, 2004).

El costo también es el equivalente monetario de los bienes aplicados o consumidos en el proceso de producción. (Schneider, 1939).

Uno de los riesgos que pueden llevar al fracaso un proyecto, desde las primeras fases de su ciclo de vida, son las estimaciones demasiado optimistas de costes, plazos o beneficios (...). Cada proyecto debe ser controlado contra presupuestos de costos detallados para garantizar que no se superen los gastos autorizados en su contrato. La incapacidad para completar el

trabajo dentro del presupuesto autorizado reducirá las ganancias y el retorno sobre el capital invertido, con el riesgo de un resultado financiero más grave (incluso terminal) en casos extremos. (Lock, 2007).

Aún cuando existen proyectos donde no existe afán de lucro, por ejemplo: programas de investigación puramente científica, proyectos ejecutados por organizaciones benéficas, proyectos del gobierno que se pagan con fondos públicos; en todos los casos, la estricta atención a los presupuestos de costos y a la gestión financiera suele ser vital. Un proyecto puede ser abandonado por completo si se agotan los fondos antes de completarse, en cuyo caso el dinero y esfuerzo invertidos se convierten en pérdidas económicas. En circunstancias extremas, un sobre giro de los costos podría causar el fin de la empresa responsable. (Lock, 2007).

Abundan los ejemplos de proyectos que han superado sus costos planificados por cantidades enormes, terminando tarde o abandonados antes de su finalización. Estos fallos son demasiado comunes, vistos en todo tipo de proyectos en la industria, el comercio y el sector público. (Lock, 2007).

Más adelante se abundará sobre algunas formas de clasificar los costos, la definición de los costos unitarios y su importancia.

1.1.4 La Gestión de Proyectos. Surgimiento y evolución histórica.

La propia naturaleza de un proyecto, su característica de que es la planificación de esfuerzos y recursos para alcanzar objetivos o metas a futuro, revela la presencia constante de incertidumbre y elementos de riesgos, y que los eventos y tareas encaminados a su completamiento nunca pueden ser pronosticados y programados con absoluta precisión.

Del mismo modo, la no planificación y organización de los recursos y el descontrol en el consumo de los mismos, junto a la inadecuada estimación de los costos como vimos anteriormente, pueden dar al traste con el éxito del proyecto.

Todo esto demuestra la necesidad de técnicas, métodos y herramientas eficientes que contribuyan a planificar y controlar los recursos disponibles y a enfrentar esos riesgos de manera organizada, de forma que se pueda conducir el proyecto a feliz término.

La Gestión de Proyectos es una de estas técnicas o herramientas de administración. Su nombre proviene de la traducción del Inglés de *Project Management*. Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un Proyecto para satisfacer los requisitos del mismo; el arte de dirigir y coordinar recursos humanos y materiales, a lo largo del ciclo de vida de un Proyecto, mediante el uso de las actuales técnicas del “Management”, para conseguir los objetivos prefijados de alcance, costo, plazo, calidad y la satisfacción de los partícipes o partes interesadas en el Proyecto. (PMI, 2004).

El propósito de la gestión de proyectos es de prever o predecir tanto como sea posible los peligros y problemas que puede enfrentar un proyecto; así como planificar, organizar y controlar las actividades para completarlo satisfactoriamente a pesar de todos los riesgos. (Lock, 2007).

Este proceso debe comenzar mucho antes que cualquier recurso sea comprometido, y debe continuar hasta que todo el trabajo esté terminado.

El objetivo principal del jefe del proyecto es alcanzar el resultado deseado y satisfacer al patrocinador del proyecto o al comprador y a todos los otros principales interesados, dentro del margen de tiempo prometido, y sin necesidad de usar más dinero y otros recursos que los que fueron originalmente presupuestados. (Lock, 2007).

En estas definiciones se pone de manifiesto al igual que en la definición de Proyecto, la importancia de la planificación y control de los costos para alcanzar satisfactoriamente los objetivos propuestos en un proyecto, junto a las otras dos restricciones: tiempo y rendimiento.

Surgimiento y evolución histórica.

Es evidente que los proyectos hechos por el hombre no son nuevos: monumentos sobrevivientes de las primeras civilizaciones son testimonio de los increíbles logros de

nuestros antepasados y todavía evocan nuestro asombro y admiración. Los modernos proyectos, con toda su sofisticación tecnológica, no son necesariamente mayor en escala de lo que algunos de esas primeras obras gigantescas. Pero las presiones económicas del mundo industrializado, la competencia entre empresas rivales, y una mayor consideración por el valor, el bienestar y por lo tanto el empleo de los costos por la fuerza de trabajo han contribuido al desarrollo de nuevas ideas y técnicas en la gestión de proyectos. (Lock, 2007).

El surgimiento de la ciencia de la administración, y con ella la Gestión de Proyectos se registra en los comienzos del siglo XX, con los primeros análisis sobre el trabajo y sobre las personas en el trabajo. Década tras década, el desarrollo de las industrias de la manufactura, las computadoras y las tecnologías de la información; han condicionado el progreso de esta rama de la administración. En el anexo 2 se resumen los hitos más importantes en la evolución histórica de la Gestión de Proyecto.

En la actualidad hay que señalar que existen proyectos complejos en la ingeniería civil, en la construcción, petroquímicos, (...); que incurren en riesgos especiales y problemas de organización, por lo que merecen una gestión rigurosa de los progresos, las finanzas y la calidad; gestión que no siempre se consigue. (Lock, 2007).

1.1.5 El Proceso Inversionista. Marco de trabajo para la Gestión de Proyectos.

A continuación se describe, aunque de forma breve, el *Proceso Inversionista*; pues es el marco de trabajo donde se desarrolla la gestión de un proyecto de redes de abastecimiento de agua.

El Proceso Inversionista tiene como finalidad, garantizar la integralidad de las actividades de preparación, planificación, contratación, ejecución y control de las inversiones como un sistema, desde su concepción hasta la asimilación y puesta en marcha de la inversión. También se deben establecer las funciones de los diferentes sujetos del proceso, asegurar la necesaria flexibilidad, racionalidad y eficiencia del proceso, especialmente en lo referente a la reducción de los plazos de ejecución. (Martínez y Baños, 2007).

Este proceso define los sujetos que intervienen en la inversión, así como sus responsabilidades: inversionista, proyectista, suministrador, constructor.

Y establece las etapas por la que transita un proyecto de la construcción desde sus ideas iniciales hasta la entrega al inversionista de toda la documentación necesaria para acometer el proyecto, definiendo la documentación a entregar en cada etapa. Estas etapas se corresponden con el ciclo de vida de los proyectos expuestos anteriormente y se muestran en la figura siguiente.



Figura 1.1: Etapas del Proceso Inversionista.

En la etapa de Ideas Conceptuales se alcanza una evaluación técnica preliminar de las soluciones fundamentales de la inversión y constituye un primer nivel de aproximación a la solución y a la precisión del presupuesto; en la Ingeniería Básica se definen y aprueban las características y soluciones técnicas, tecnológicas, estéticas y económicas principales de la inversión; y finalmente, en la Ingeniería de Detalle se determinan las especificaciones finales de todos los materiales, elementos, equipamiento, sistemas constructivos y de montaje, es la etapa de proyección con la cual se ejecuta la inversión y la documentación se suministra al inversionista en forma íntegra o por etapa según acuerdo. Cada una de estas etapas exige la elaboración de la documentación, con un nivel de detalles acorde a los requerimientos de la etapa. Los documentos que están relacionados con el tema de esta investigación son los siguientes: Presupuesto, Organización de la construcción, Índices técnico-económicos, Conclusiones y Recomendaciones. En el anexo 3 se describen las etapas y la documentación requerida de una manera más amplia y se hace un resumen de la implementación del Proceso Inversionista en las E.I.P.H.

Con la introducción de las tecnologías de la información, el desarrollo de software orientados a apoyar la actividad de diseño de estos proyectos y el surgimiento de la ingeniería concurrente, las tareas de estas etapas en ocasiones se entremezclan aumentando la

productividad del proceso y posibilitando la reducción de los tiempos de entrega del proyecto final. Ver figura 3 (Ciclo de Vida de un Producto bajo el enfoque Concurrente y Tradicional) del anexo 3.

1.2 La Toma de Decisiones en la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento.

La Toma de Decisiones es uno de los procesos más importantes en la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento.

En sentido general, es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las alternativas o formas para resolver diferentes situaciones que se pueden presentar en diferentes contextos: a nivel laboral, familiar, empresarial (utilizando metodologías cuantitativas que brinda la administración), etc., es decir, en todo momento se toman decisiones, la diferencia entre cada una de estas es el proceso o la forma en la cual se llega a ellas. La toma de decisiones consiste, básicamente, en elegir una alternativa entre las disponibles, a los efectos de resolver un problema actual o potencial, (aún cuando no se evidencie un conflicto latente). (wikipedia4, 2010).

En la toma de decisiones importa la elección de un camino a seguir, por lo que en un estadio anterior deben evaluarse alternativas de acción. Si estas últimas no están presentes, no existirá decisión.

Para tomar una decisión, no importa su naturaleza, es necesario conocer, comprender, analizar un problema, para así poder darle solución; en algunos casos por ser tan simples y cotidianos, este proceso se realiza de forma implícita y se soluciona muy rápidamente, pero existen otros casos en los cuales las consecuencias de una mala o buena elección puede tener repercusiones en la vida y si es en un contexto laboral en el éxito o fracaso de la organización, para los cuales es necesario realizar un proceso más estructurado que puede dar más seguridad e información para resolver el problema.

Por este motivo es necesario clasificar los tipos de decisiones para su estudio y las situaciones o contextos en que se presentan los problemas a resolver.

1.2.1 Los Tipos de decisiones y las Situaciones o contextos de decisión.

Las decisiones se pueden clasificar teniendo en cuenta diferentes aspectos, como lo es la frecuencia con la que se presentan. Se clasifican en cuanto a las circunstancias que afrontan estas decisiones sea cual sea la situación para decidir y como decidir (wikipedia4, 2010).

Decisiones programadas.

Son aquellas que se toman frecuentemente, es decir son repetitivas y se convierte en una rutina tomarlas; como el tipo de problemas que resuelve. Como se presentan con cierta regularidad, ya se tiene un método bien establecido de solución y por lo tanto ya se conocen los pasos para abordar ese tipo de problemas; también se las llama *decisiones estructuradas*. La persona que toma este tipo de decisión no tiene la necesidad de diseñar ninguna solución, sino que simplemente se rige por la que se ha seguido anteriormente.

Las decisiones programadas se toman de acuerdo con políticas, procedimientos o reglas, escritas o no escritas, que facilitan la toma de decisiones en situaciones recurrentes porque limitan o excluyen alternativas, ahorrándonos tiempo y permitiéndonos con ello dedicar atención a otras actividades más importantes.

Decisiones no programadas.

También denominadas *no estructuradas*, son decisiones que se toman en problemas o situaciones que se presentan con poca frecuencia, o aquellas que necesitan de un modelo o proceso específico de solución.

Las decisiones no programadas abordan problemas poco frecuentes o excepcionales. Si un problema no se ha presentado con la frecuencia suficiente como para que lo cubra una política o si resulta tan importante que merece trato especial, deberá ser manejado como una decisión no programada. Problemas como asignar los recursos de una organización, qué hacer con una línea de producción que fracasó, normalmente, requerirán decisiones no programadas.

Las decisiones en el Contexto empresarial.

En las organizaciones en general y en las empresas en particular suele existir una jerarquía que determina el tipo de acciones que se realizan dentro de ella y, en consecuencia, el tipo de

decisiones que se deben tomar, la Ciencia administrativa divide a la empresa en 3 niveles jerárquicos: Ver figura 1.2 (Organización jerárquica y departamental de una empresa).

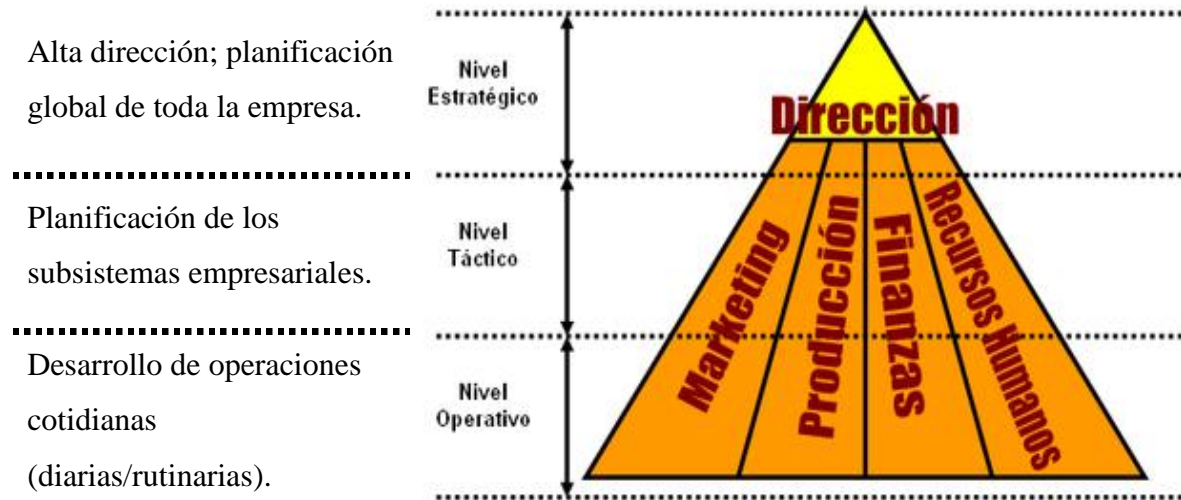


Figura 1.2. Organización jerárquica y departamental de una empresa.

Conforme se sube en la jerarquía de una organización, la capacidad para tomar decisiones no programadas o no estructuradas adquiere más importancia, ya que son este tipo de decisiones las que atañen a esos niveles; donde también se requiere analizar los problemas en forma sistemática para tomar decisiones lógicas.

A medida que se baja en esta jerarquía, las tareas que se desempeñan son cada vez más rutinarias, por lo que las decisiones en estos niveles serán más estructuradas (programadas).

Las situaciones o contextos de decisión.

Las situaciones, ambientes o contextos en los cuales se toman las decisiones, se pueden clasificar según el conocimiento y control que se tenga sobre las variables que intervienen o influyen en el problema, ya que la decisión final o la solución que se tome va a estar condicionada por dichas variables. Esta clasificación se desplaza desde los ambientes de certidumbre total, donde se dispone de toda la información del problema y de las alternativas de solución, pero no se conoce con certeza los resultados que puedan arrojar; pasando por los ambientes de riesgos, donde se dispone de información, se conoce las consecuencias de cada

uno de los escenarios, pero no se sabe con certeza cuál de ellos va a suceder; hasta los ambientes de incertidumbre, donde la información deficiente para tomar la decisión y no se tiene ningún control sobre la situación. Ver anexo 4 sobre las situaciones o contextos de decisión.

1.2.2 El Proceso de Toma de Decisiones.

La separación del proceso en etapas, contribuye a una mejor comprensión del mismo, y puede ser tan resumida o tan extensa como se desee, pero podemos identificar principalmente las siguientes etapas:

Identificar y analizar el problema.

Esta etapa consiste en comprender la condición del momento, de visualizar la condición deseada; es decir encontrar el problema y reconocer que se debe tomar una decisión para llegar a la solución de este.

Identificar los criterios de decisión y ponderarlos.

Consiste en identificar aquellos aspectos que son relevantes al momento de tomar la decisión, es decir aquellas pautas de las cuales depende la decisión que se tome.

La ponderación, es asignar un valor relativo a la importancia que tiene cada criterio en la decisión que se tome, ya que todos son importantes pero no de igual forma.

En la práctica, cuando se deben tomar decisiones muy complejas y en particular en grupo, puede resultar útil explicitar esos criterios, para evitar que al momento de analizar las alternativas se manipulen los criterios para favorecer a una u otra alternativa de solución.

Definir la prioridad para atender el problema.

La definición de la prioridad se basa en el impacto y en la urgencia que se tiene para atender y resolver el problema. Esto es, el impacto describe el potencial al cual se encuentra vulnerable, y la urgencia muestra el tiempo disponible que se cuenta para evitar o al menos reducir este impacto.

Generar las alternativas de solución.

Consiste en desarrollar distintas posibles soluciones al problema. Si bien no resulta posible en la mayoría de los casos conocer todos los posibles caminos que se pueden tomar para solucionar el problema, cuantas más alternativas se tengan va ser mucho más probable encontrar una que resulte satisfactoria.

De todos modos, el desarrollo de un número exagerado de alternativas puede tornar la elección sumamente dificultosa, y por ello tampoco es necesariamente favorable continuar desarrollando alternativas en forma indefinida.

Evaluar las alternativas.

Consiste en hacer un estudio detallado de cada una de las posibles soluciones que se generaron para el problema, es decir mirar sus ventajas y desventajas, de forma individual con respecto a los criterios de decisión, y una con respecto a la otra, asignándoles un valor ponderado.

Como se explicó antes según los contextos en los cuales se tome la decisión, esta evaluación va a ser más o menos exacta.

Existen herramientas, en particular para la administración de empresas para evaluar diferentes alternativas, que se conocen como métodos cuantitativos.

En esta etapa del proceso es importante el análisis crítico como cualidad del tomador de decisiones.

Elección de la mejor alternativa.

En este paso se escoge la alternativa que según la evaluación va a obtener mejores resultados para el problema.

Existen técnicas (por ejemplo, análisis jerárquico de la decisión) que nos ayudan a valorar múltiples criterios.

Los siguientes términos pueden ayudar a tomar la decisión según el resultado que se busque:

- Maximizar: Tomar la mejor decisión posible.
- Satisfacer: Elegir la primera opción que sea mínimamente aceptable satisfaciendo de esta forma una meta u objetivo buscado.
- Optimizar: La que genere el mejor equilibrio posible entre distintas metas.

Aplicación de la decisión

Poner en marcha la decisión tomada para así poder evaluar si la decisión fue o no acertada. La implementación probablemente derive en la toma de nuevas decisiones, de menor importancia.

Evaluación de los resultados.

Después de poner en marcha la decisión es necesario evaluar si se solucionó o no el problema, es decir si la decisión está teniendo el resultado esperado o no.

Si el resultado no es el que se esperaba se debe mirar si es porque debe darse un poco más de tiempo para obtener los resultados o si definitivamente la decisión no fue la acertada, en este caso se debe iniciar el proceso de nuevo para hallar una nueva decisión.

El nuevo proceso que se inicie en caso de que la solución haya sido errónea, contará con más información y se tendrá conocimiento de los errores cometidos en el primer intento.

Además se debe tener conciencia de que estos procesos de decisión están en continuo cambio, es decir, las decisiones que se tomen continuamente van a tener que ser modificadas, por la evolución que tenga el sistema o por la aparición de nuevas variables que lo afecten.

La información como materia prima.

El proceso de toma de decisiones utiliza como materia prima *la información*. Ésta es fundamental, ya que sin ella no resultaría posible evaluar las alternativas existentes o desarrollar alternativas nuevas.

En las organizaciones, que se encuentran sometidas constantemente a la toma de decisiones, la información adquiere un rol fundamental, y por ello un valor inigualable.

Para procesar los datos de la organización y transformarlos en información, son fundamentales los *sistemas de información*.

Además de los sistemas de información, existen sistemas diseñados especialmente para ayudar a transitar el proceso de toma de decisiones, que se conocen como sistemas de soporte a decisiones o sistemas de apoyo a la decisión.

Para finalizar este epígrafe sobre la Toma de Decisiones, podemos concluir que los proyectos de redes de abastecimiento de agua, por su envergadura, el nivel de recursos humanos y materiales que deben ser movilizados, de organizaciones empresariales a involucrar, por los riesgos e imprevistos a los que se enfrentan; están sometidos constantemente a procesos de toma de decisión. Del mismo modo, la selección de la variante de diseño a ejecutar, es una decisión que debe ser tomada en los niveles estratégicos de las empresas involucradas y que tiene repercusiones importantes para esas empresas, para el medio ambiente, e incluso para la sociedad; por lo que debe ser tratada como una decisión no programada que exige de un procedimiento para la toma de decisión basado en criterios identificados y ponderados, que ofrezca información objetiva suficiente a las personas responsables de la decisión.

1.3 Los Costos en los proyectos de Redes de Abastecimiento de Agua.

En este epígrafe se aborda el tema de los costos en los proyectos de Redes de Abastecimiento de Agua, en tanto objetivo a alcanzar y restricción a considerar en el desarrollo exitoso de los mismos.

La determinación y el análisis de los costos está presente en todo el ciclo de vida de los proyectos de redes de abastecimiento de agua; desde las etapas de su diseño con la estimación inicial de precios y la elaboración final del presupuesto de ejecución; pasando por la planificación y producción del proyecto en la empresa de proyectos, donde se registran todos

los gastos que se incurren en la producción de los mismos; hasta la puesta en funcionamiento de estas redes, tomando en cuenta los costos de explotación, mantenimiento y supervisión.

En el diseño de estos proyectos, la clasificación de los costos que intervienen puede estar enmarcada en costos de construcción o costos fijos, los que ineludiblemente son necesarios para establecer la red de distribución de agua; y costos de explotación o costos variables, que son los que se derivan del uso del sistema. (Hechavarría, 2009). Ver figura 1 (Esquema que muestra la estructura de los costos fijos y variables) del anexo 8.

Las investigaciones realizadas sobre la optimización del diseño de redes de abastecimiento de agua, aunque se basan en contemplar los costos fijos y variables, generalmente contabilizan los costos de las tuberías sin tener en cuenta los costos asociados a la excavación en tuberías soterradas. Estos últimos están en función de las longitudes y diámetros exteriores de las tuberías, pero no dependen del funcionamiento hidráulico de la red, sino de su entorno. (Hechavarría, 2009).

La figura 1.4 muestra los parámetros de una zanja cuyas actividades correspondientes: extracción de material, prepiso, rehincho fino, rehincho grueso, pavimentación; están incluidas dentro de los costos fijos y de inversión en los proyectos de redes de abastecimiento de agua.

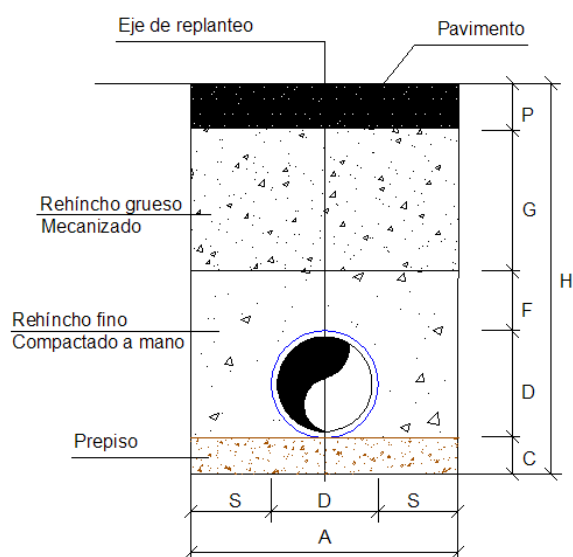


Figura 1.4 Esquema que muestra los parámetros de la zanja. (Hechavarría, 2009).

Por otro lado, durante el desarrollo de los proyectos de redes de abastecimiento de agua, se incurren en gastos que luego se convierten en costos de producción una vez certificada la producción terminada y facturada al cliente. Estos costos, en su mayoría se corresponden con el salario de los proyectistas que intervienen en la producción de los proyectos, considerados costos directos; junto a otro grupo de costos considerados indirectos.

Esta clasificación y otros aspectos importantes sobre los costos se exponen en los siguientes sub-epígrafes.

1.3.1 Objetivos y clasificaciones de los costos.

El objetivo básico de los costos es la determinación correcta del costo unitario, que es donde se desprende la gran gama de toma de decisiones, como pueden ser la reducción del costo. (Díaz y Cruz, 2004).

Para llegar a determinar los costos unitarios en cualquier proceso productivo es necesario clasificar los cargos (gastos) imputables a la producción en Cargos Directos y en Cargos Indirectos, pues esa identificación ayuda a organizar el proceso del cálculo y control de los costos durante la producción, en este caso, de los proyectos de redes de abastecimiento en las empresas de proyectos hidráulicos.

Díaz y Cruz en “Costo básico, Material de apoyo a la docencia”, año 2004, los definen de la siguiente manera:

- Cargos directos: son aquellos que se pueden identificar plenamente ya sea en su aspecto físico o de valor en cada unidad producida, y como tales tenemos: las materias primas básicas y la mano de obra directa en la fabricación.
- Cargos indirectos: son aquellos que no se pueden localizar en forma precisa en una unidad producida, absorbiéndose en la producción a base de prorrateo. Son todos los costos que no están clasificados como mano de obra directa ni como materiales directos: materiales indirectos, mano de obra indirecta y otros gastos de fabricación indirectos.

Por lo tanto, los cargos directos tributan “directamente” a los costos unitarios de fabricación, mientras los cargos indirectos deben ser repartidos de alguna manera entre los productos producidos.

Esta distribución de los cargos indirectos y la manera en que se realiza, puede definirse como un segundo objetivo sobre la determinación y contabilización de los costos, puesto que es sobre los cargos indirectos, sobre los que se pueden implementar acciones más rápidas y menos costosas para disminuir los costos de producción. Para disminuir los cargos directos muchas veces hay que incurrir en inversiones, modernización de tecnologías, que son acciones más costosas.

Importancia de los costos unitarios.

La frase “cada unidad producida” en la definición de cargos directos es fundamental: cuanto menor sea posible definir las unidades de costo, acorde con la identificación de los recursos cuyos consumos se consideren costos directos; junto a un adecuado método de distribución de los costos indirectos, más confiable será la información suministrada para el análisis de los costos y mayor será la ayuda ofrecida para la toma de decisiones.

1.3.2 Gestión de los costos en la producción de los proyectos de redes de abastecimiento en Cuba.

Como se expuso anteriormente, el proceso de producción de un proyecto de redes de abastecimiento de agua transita por las etapas del Proceso Inversionista hasta la entrega de toda la documentación final del proyecto al inversionista. La producción del proyecto se organiza y planifica mediante la creación de *órdenes de trabajo*, donde se definen objetivos o metas específicas a alcanzar y para los que presupuestan recursos humanos y materiales. Estas órdenes de trabajo se ordenan en una secuencia que garantizan el avance progresivo del proyecto; para lo que se cuenta con herramientas de la Gestión de Proyectos como los diagramas de Gantt, de PERT, las rutas críticas.

La conclusión del proyecto se logra mediante un proceso progresivo de *certificación* de estas órdenes de trabajo, proceso en el cual el proyectista y el inversionista chequean y validan la

terminación exitosa de los objetivos propuestos en cada orden de trabajo. Este procedimiento posibilita a la empresa de proyectos facturar cada certificación realizada e ir realizando (*cobrando*) la producción del proyecto.

Durante la producción de un proyecto de redes de abastecimiento de agua en una empresa de proyectos, se incurren en un conjunto de gastos relacionado con el proyecto, que se van convirtiendo en costos de esa producción en la medida que la misma se va certificando y facturando al cliente.

Estos costos se identifican con la clasificación de *costos directos* e *indirectos* ya mencionada. Como componente principal de los costos directos está el salario de los proyectistas que intervienen en la ejecución de cada orden de trabajo, el cual se toma como base para la distribución de otros costos directos no identificados en cada orden de trabajo y de los costos indirectos, llegándose al final a conocer el costo unitario de cada orden de trabajo, posibilitando su certificación, su facturación y la determinación de su utilidad y del indicador costo por peso.

En las empresas de proyectos hidráulicos en Cuba, se lleva el control del tiempo productivo de los proyectistas en cada orden de trabajo mediante el *formulario PR4*, que sirve de base para determinar el costo de salario de cada orden de trabajo, y este como base para determinar todos los demás costos.

En la EIPH de Holguín, existe una solución informática, a través de tablas Excel, que implementa todo el procedimiento de consolidación del tiempo productivo y la determinación de los costos por cada orden de trabajo y del proyecto en general; pero con el inconveniente de que sólo es aplicable durante los cierres contables de cada mes. Este hecho restringe el control diario del tiempo productivo planificado para cada orden de trabajo, de los gastos directos no identificados por orden de trabajo, de los gastos indirectos; y por ende de los costos de producción; restando eficiencia al proceso de toma de decisiones durante la producción del proyecto.

1.4 EL PRECONS II.

En Cuba, el PRECONS II constituye el Sistema de Precios de la Construcción que regula el método de formación de precios de la Construcción, establece el contenido, formas de elaboración y presentación de los presupuestos de los servicios de construcción, montaje y otros de la Construcción, que intervienen en la ejecución de la obra, y que sean convenidos en las etapas de conceptualización y de ejecución. (PRECONS II, 2005).

PRECONS II establece la correspondencia entre los costos y precios en los servicios de construcción. En su Capítulo Tercero se definen los costos unitarios de construcción y estos como base para el cálculo de los costos de los objetos de obras. Son costos unitarios de la construcción los Indicadores Técnico – Económicos, las Unidades de Obra y los Renglones Variantes.

Los renglones variantes se corresponden con las actividades planificadas por el proyectista durante la elaboración del proyecto y que son ejecutadas durante su construcción. Cada renglón variante se expresa en una unidad de medida (mts^2 , mts^3 , etc.) y presenta costos unitarios calculados por cada UM a ejecutar. Estos costos unitarios se determinan a partir de normas presupuestarias comprobadas que consideran los costos directos de materiales, mano de obra y de uso de equipos.

Su Capítulo Cuarto presenta los dos tipos de costos unitarios definidos en los renglones variantes: Costo Total y Costo sin Material; argumentando las situaciones en que debe emplearse cada uno.

Más adelante establece cómo se calculan los costos totales de la construcción como la suma de los costos unitarios, los gastos directos e indirectos y los presupuestos independientes no comprendidos en éstos, así como los importes que resulten de la aplicación de los procedimientos que complementan al PRECONS II.

PRECONS II define el concepto de presupuesto de los servicios de construcción como el resultado de la valoración de todas las acciones que se prevén realizar para llevar a cabo los trabajos de construcción y montaje de las partes que componen una obra, objetos de obra,

agrupaciones productivas y otras partes, en sus distintos alcances, y la necesidad de enmarcar su ejecución en un período de tiempo.

Regula los subsistemas o listas de precio a considerar en cada etapa establecidas para los proyectos ingenieriles, así como la documentación presupuestaria a presentar en cada etapa.

Finalmente, define el Presupuesto General de la Obra, su contenido y su forma de presentación. Una descripción más amplia de los artículos del PRECONS II pueden ser consultados en los anexos 5, 6 y 7.

1.5 Procedimiento para la Optimización del Diseño Redes de Distribución de Agua bajo criterios Técnico-Económicos.

El procedimiento obtenido en la tesis doctoral “Optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos” fue desarrollado ante la elevada demanda de proyectos de redes de distribución de agua en Cuba y el interés en el mejoramiento de la eficiencia energética, teniendo en cuenta factores técnicos y económicos que, junto a consideraciones de carácter subjetivo, conforman los criterios generales de eficiencia.

Partiendo del principio de que el diseño ha de basarse tanto en los requerimientos técnicos como en los económicos, teniendo en cuenta que la solución no debe ser tan exquisita que requiera una inversión excesiva y, por otro lado, el abaratamiento de las obras no debe hacerse a cambio de soluciones técnicas pobres (Martínez, 2000); se hace necesario lograr la optimización de ambos criterios, en correspondencia con la tarea en estudio, según las condiciones que prevalezcan en el presente y se puedan prever en el futuro. (Hechavarría, 2009).

La investigación desarrollada para la elaboración de este Procedimiento de Optimización, establece su campo de acción como “la reducción del consumo energético y los costos asociados a la solución del diseño”, y propone la optimización del diseño de redes de distribución de agua considerando múltiples criterios: los costos fijos o de inversión y los costos variables o de explotación, en un enfoque novedoso de tratar estos problemas.

Los costos variables o de explotación están relacionados con la eficiencia energética en los sistemas de distribución de agua y la investigación precisa una vía para evaluar dicha eficiencia energética desde la etapa de diseño:

En aras de evaluar la eficiencia energética en los sistemas de distribución de agua, independientemente del sistema de abasto a la red, se propone considerar la suma de las pérdidas energéticas para las condiciones en que se realiza el proceso de optimización. (Hechavarría, 2009).

Al mismo tiempo, se establece un principio que relaciona la disminución de las pérdidas de energía en estas redes, con el aumento del nivel de presión en el punto crítico; o sea, una vía para mejorar el servicio, una contribución a garantizar el destino de servicio:

La disminución de las pérdidas de energía en un sistema, es proporcional a la garantía de altura de presión en los nodos; por lo tanto, la minimización de este indicador está encaminada a maximizar el beneficio de exceso de presión en el punto crítico. (Hechavarría, 2009).

El objetivo de la función para la optimización del diseño de redes de distribución de agua es minimizar los costos anuales de capital y los costos energéticos anuales, donde los costos fijos están restringidos a los costos de inversión de las tuberías (Martínez, 2007b; Hechavarría, 2009).

Para dar solución a este problema, el Procedimiento de Optimización implementa el algoritmo de “Búsqueda aleatoria del extremo de una función de un código variable” del método meta heurístico de “Integración de Variables”, a través de una función de Calidad que considera el Costo total mínimo (C) de la red de distribución de agua y Valor mínimo de pérdida de energía (E) como los Indicadores de Eficiencia de carácter formalizable:

$$Z = \max \left\{ w_1 \frac{E - E^{id}}{E^{id}}, w_2 \frac{C - C^{id}}{C^{id}} \right\}$$

En esta función de calidad la distancia ponderada y normalizada de Tchebueff con respecto a una solución ideal garantiza evaluar magnitudes diferentes como lo son las pérdidas de energía y los costos.

Como variable de decisión en el cálculo de los indicadores de eficiencia se toma el diámetro de las tuberías por su influencia directa en los valores de caudal y velocidad del líquido en los tramos, de presión en los nodos y de pérdida de energía determinados en el Modelo Hidráulico; y en los volúmenes de excavación, de rehinchos, de materiales a transportar, de áreas de pavimento a reponer y de costos, determinados en el Modelo de Costos del Procedimiento.

El Modelo Hidráulico resuelve el sistema de ecuaciones necesario para obtener el equilibrio hidráulico de la red, cumpliendo con la ley de continuidad en cada nodo y la ley de conservación de la energía en cada circuito de la malla.

Finalmente, el Procedimiento penaliza las soluciones encontradas para cada variante de diseño analizada a través de los valores de altura de presión en los nodos y velocidad del caudal en los tramos, lo que permite desechar las soluciones cuyos valores calculados para estas variables se consideran inadecuados. Para ello establece el Indicador de Eficiencia Generalizado (IEG) que toma en cuenta el resultado de la función de calidad y las penalizaciones calculadas:

$$Z' = Z + Pen$$

Mediante la minimización del IEG, se construye la población de soluciones optimizadas que suministra el método de Integración de Variables.

Antes de ser implementado el Procedimiento, la actividad de proyecto de redes de distribución de agua en el sector empresarial no estaba concebida según un enfoque sistémico. En las diferentes etapas del proceso se empleaba la automatización de manera independiente lo que dificultaba el intercambio y actualización de la información, además de no asegurar el adecuado compromiso entre los diferentes indicadores de eficiencia del diseño, incluidos factores del tipo subjetivo. De este modo, las modificaciones en las etapas tempranas de la concepción del diseño retrasaban considerablemente su conclusión. Esta realidad no favorecía

el análisis y evaluación de diferentes variantes de diseño con su repercusión directa en la calidad de las soluciones obtenidas y en los plazos de entrega del producto. (Hechavarría, 2009).

Las figuras 1.5 y 1.6 presentan la implementación del algoritmo de “Búsqueda aleatoria del extremo de una función de un código variable” del método meta heurístico de “Integración de Variables” y el algoritmo del Procedimiento para la “Optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”.

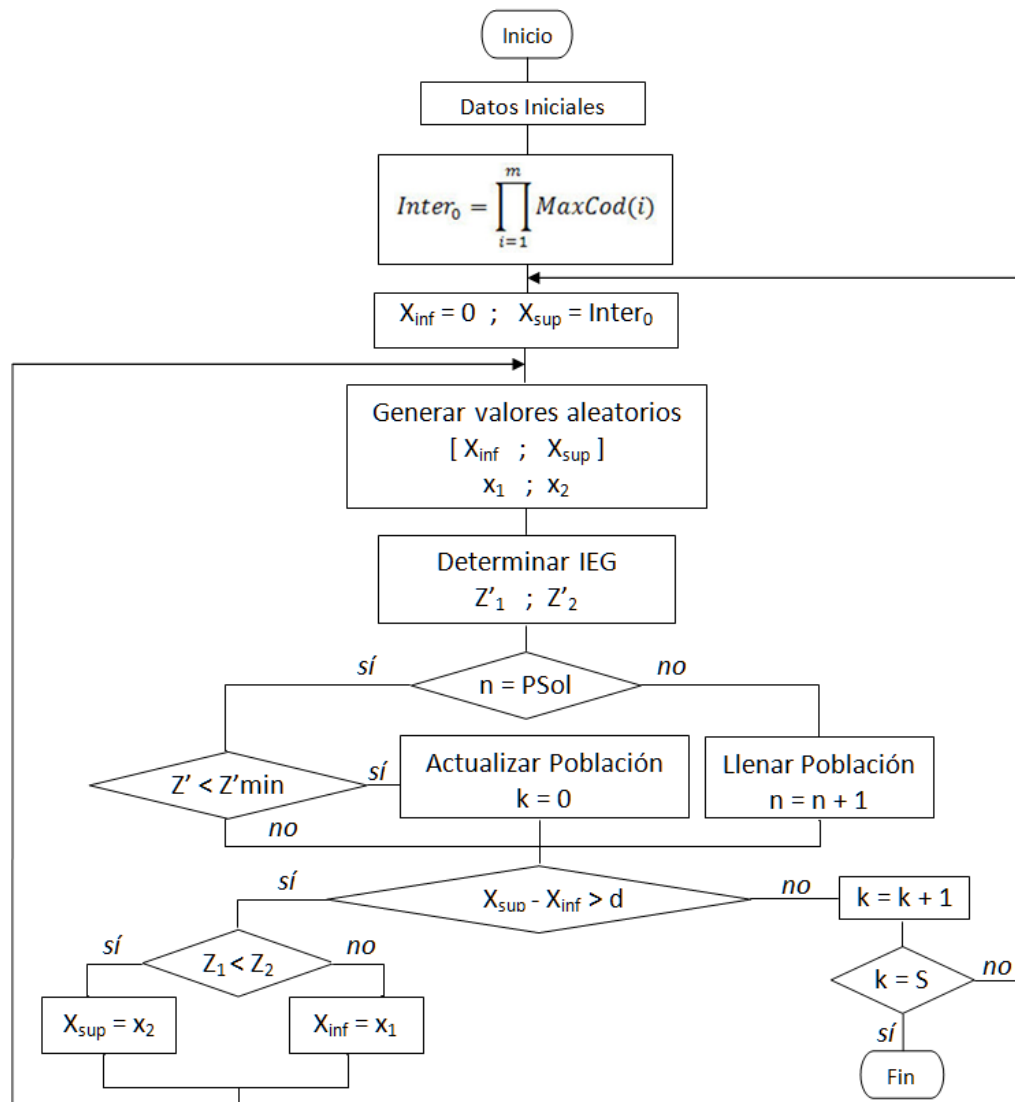


Figura 1.5. Implementación del algoritmo de “Búsqueda aleatoria del extremo de una función de un código variable” del método meta heurístico de “Integración de Variables”.

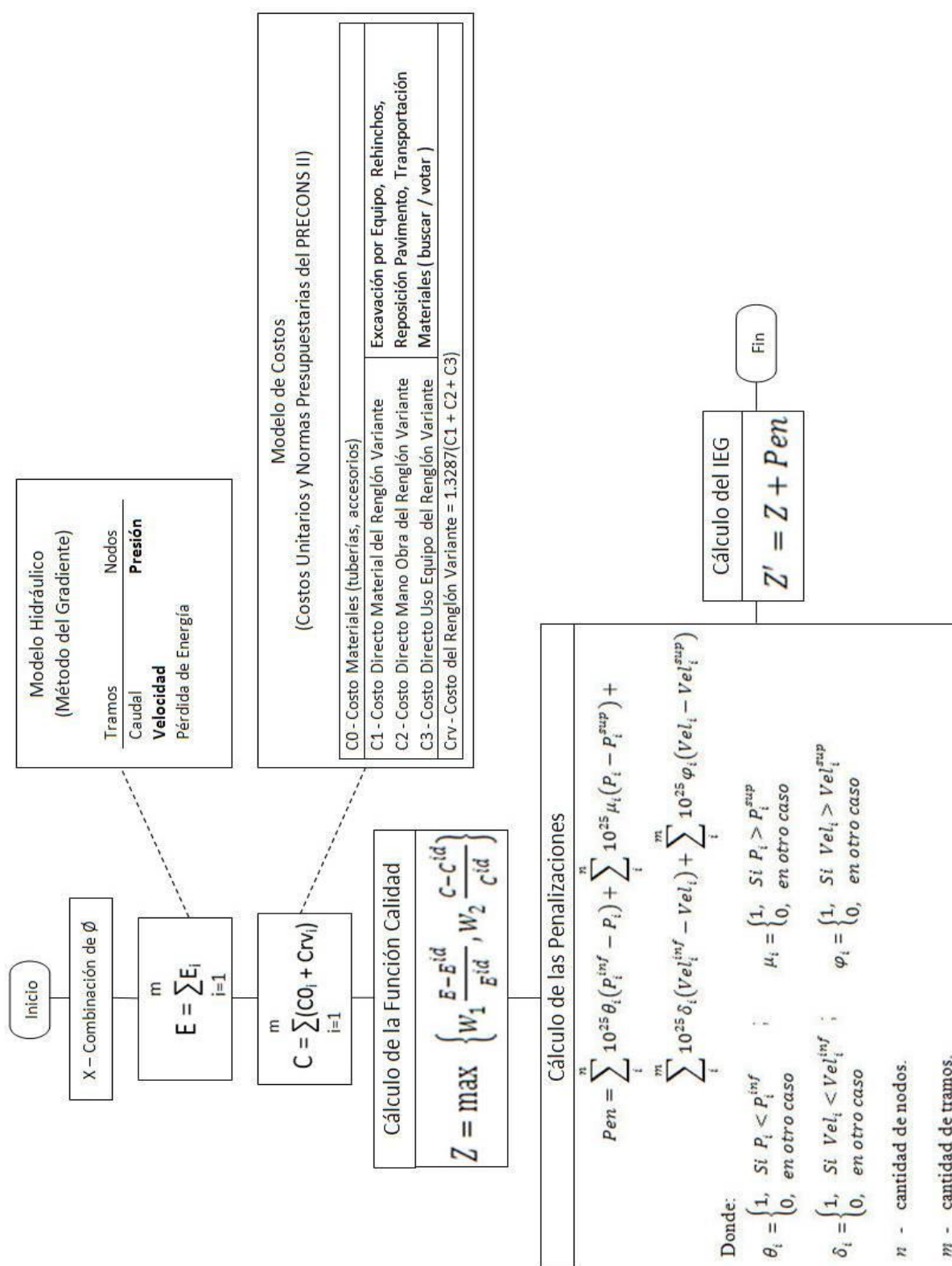


Figura 1.6. Algoritmo del Procedimiento para la “Optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”.

1.5.1 Necesidad de informatizar el cálculo de los costos de inversión en el procedimiento de optimización.

En el procedimiento para la “Optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos” está pendiente la informatización del Modelo de Costos mediante la consulta directa de las normas presupuestarias y los costos unitarios almacenados en la base de datos del PRECONS II.

Para la determinación de los costos de inversión de cada variante de diseño en el Procedimiento de Optimización, se hace necesario implementar la aplicación de los renglones variantes de este sistema de precios sobre la relación de materiales, volúmenes de excavación y demás actividades: *extracción de materiales, rehincho, pavimentación, transportación de materiales*, determinados en cada variante de combinación de diámetros analizada.

Para ello, se propone desarrollar un módulo informático que calcule los costos de inversión de cada variante de diseño dentro del *Procedimiento de Optimización* a partir de la información necesaria almacenada en el modelo geométrico correspondiente al diseño de la red de abastecimiento, la consulta de la base de datos del PRECONS II y la definición de renglones variantes personalizados según las necesidades del proyecto.

Con el objetivo de satisfacer las necesidades de la aplicación autocad actual que implementa el *Procedimiento de Optimización* y de la nueva solución sobre software libre que está en su etapa de diseño y desarrollo, el módulo informático propuesto, ofrecerá una interfaz para su utilización a través de *webservices* que permitirá interactuar con cualquiera de estas aplicaciones e intercambiar información a través de archivos XML.

La informatización de los costos dentro del “Procedimiento de optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, permitirá agilizar los cálculos de la optimización, ofrecerá datos más confiables para evaluar las diferentes variantes de diseño en el Proceso de Toma de Decisiones y contribuirá a la mejor estimación del precio en el Proceso de Negociación desde etapas tempranas del Proceso Inversionista.

CONCLUSIONES del capítulo:

De la investigación científico-técnica realizada, sobre los antecedentes y estado actual del proceso de toma de decisiones en proyectos de abastecimiento emanan las conclusiones siguientes:

1. La práctica ha demostrado de manera fehaciente, la importancia de una valoración adecuada de los Costos en la gestión de los proyectos ingenieriles. Desde las ideas conceptuales hasta el diseño detallado, la estimación de costos lo más aproximado posible a los valores reales finales, contribuye al desarrollo y terminación exitosos de los proyectos, y dentro de ellos, los de redes de abastecimiento.
2. Las más recientes investigaciones realizadas sobre la optimización del diseño de redes de distribución de agua, de una manera novedosa, concluyen en la necesidad de considerar los costos fijos y los variables en la implementación de procedimientos para ese propósito.
3. El “Procedimiento de optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, se enmarca en estos resultados y elabora la modelación matemática de la tarea de diseño de redes de distribución de agua bajo criterios múltiples.
4. La informatización de los costos de inversión de las variantes de diseño, dentro del “Procedimiento de optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, repercute de manera positiva en el Proceso de Toma de Decisiones dentro de la Gestión de Proyectos de las Redes de Abastecimiento, fundamentalmente durante la etapa de Negociación en la determinación del precio del proyecto.
5. La informatización e integración de los procesos de Planificación y Control de la producción de estos proyectos, contribuye a la Gestión de Proyectos, al incremento de la calidad de los proyectos y de los indicadores económicos en la producción.

2. APORTES AL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN LA GESTION DE PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO.

En el presente capítulo se hace el despliegue de la función calidad (QFD), para conocer y evaluar los requerimientos que influyen en el proceso de Toma de Decisiones de la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento de las empresas de proyectos hidráulicos. Se identifican y evalúan soluciones anteriores, para finalmente poder proponer acciones para mejorar la calidad en la atención a esos requerimientos.

Sobre esta base, se hace una propuesta para la informatización de los costos de inversión de las variantes de diseño que se generan en el procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, y para la gestión del desarrollo de estos proyectos sobre los aspectos que influyen en los costos de producción.

Finalmente, se presentan metodologías y tecnologías actuales para el desarrollo de ingeniería de software y de aplicaciones informáticas distribuidas, y se argumenta la selección de la metodología y plataforma de trabajo.

2.1 Despliegue de la Función Calidad (QFD) en la concepción de los módulos informáticos a desarrollar.

El Despliegue de la Función Calidad (Quality Function Deployment) es una de las muchas técnicas que se encuentran bajo el concepto de CWQC (control de la calidad a lo largo de toda la compañía). Traduce lo que el cliente quiere en lo que la organización produce. Le permite a una organización priorizar las necesidades de los clientes, encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades y mejorar procesos hasta una efectividad máxima. QFD es una práctica que conduce a mejoras del proceso que le permiten a una organización sobrepasar las expectativas del cliente. (Navarro, 1999; Portilla, 2009).

Influye en la reducción del tiempo de desarrollo porque se centra en requerimientos específicos y claramente identificado por el cliente. Debido a esto, no se desperdicia tiempo en desarrollar características que tienen poco o nulo valor para el cliente, influyendo de manera positiva en el ciclo de vida del producto.

Para esta investigación, el QFD permitió conocer y jerarquizar los requerimientos de las empresas de proyectos hidráulicos, relacionados con la Toma de Decisiones durante la Gestión de Proyectos de redes de abastecimiento, en la selección de la variante de diseño final y en la etapa de desarrollo de los proyectos, para la gestión y el control de sus costos de producción. Posibilitó localizar productos informáticos con funcionalidades afines, orientados a satisfacer los requerimientos planteados; e identificar las acciones necesarias para incrementar la calidad en la satisfacción del cliente.

2.1.1 Requerimientos del cliente.

Para el desarrollo de la matriz de planificación a través de la casa de la calidad el primer paso es identificar las necesidades del cliente en un proceso iterativo de lo general a lo particular hasta llegar a definir los requerimientos de interés, los QUÉ. De ese proceso se obtuvieron los siguientes requerimientos:

QUÉ – Requerimientos del cliente
1. Informatizar los costos en el proceso de optimización multiobjetivo de redes de abastecimiento.
2. Facilitar la Toma de Decisiones en la Negociación de los proyectos.
3. Mejorar la planificación del desarrollo de los proyectos.
4. Mejorar el control del desarrollo de los proyectos.
5. Integrar la planificación y el control de los proyectos.
6. Responder a las exigencias del país para la migración de los sistemas informáticos a plataformas de software libre. No hacer uso de software propietario.
7. Soluciones informáticas funcionales, fáciles de usar, fiables, flexibles, reusables, eficientes y seguras.

2.1.2 Características de control del producto.

Las características de control del producto, las que deben satisfacer los requerimientos planteados y conocidas por los CÓMO; pueden ser determinadas más fácilmente mediante la respuesta de incógnitas tipo ¿ cómo ?. En este caso el grupo de trabajo se puso en función de solucionar cada una de las siguientes:

1. ¿ Cómo informatizar los costos en el proceso de optimización multiobjetivo de redes de abastecimiento ?
2. ¿ Cómo facilitar la Toma de Decisión en la Negociación de los proyectos ?
3. ¿ Cómo mejorar la planificación del desarrollo de los proyectos ?
4. ¿ Cómo mejorar el control del desarrollo de los proyectos ?
5. ¿ Cómo integrar la planificación y el control de los proyectos ?
6. ¿ Cómo responder a las exigencias del país para la migración de los sistemas informáticos a plataformas de software libre ?
7. ¿ Cómo contar con soluciones informáticas funcionales, fáciles de usar, fiables, flexibles, reusables, eficientes y seguras ?

La solución a estas interrogantes arrojaron las siguientes características de control:

CÓMO – Características de Control
<p>I. Integrar la determinación de los costos de cada variante de diseño al proceso de optimización de redes de abastecimiento.</p> <p>II. Informatizar la determinación de los costos de inversión a través del PRECONS II.</p> <p>III. Confeccionar el Presupuesto de Ejecución según normas del PRECONS II.</p> <p>IV. Determinar el precio de la obra según normas del PRECONS II.</p> <p>V. Planificar las órdenes de trabajo para desarrollar un proyecto.</p> <p>VI. Registro diario de los tiempos productivos de los proyectistas por OT.</p> <p>VII. Registro diario de los cargos directos no identificados por OT.</p> <p>VIII. Registro diario de los cargos indirectos.</p> <p>IX. Cálculo actualizado de los costos de producción de un proyecto.</p>

- X. Certificación de la producción terminada alcanzada en cada OT.
- XI. Contabilización automática de la producción terminada.
- XII. Descentralización (Módulos informáticos).
- XIII. Base de datos sobre arquitectura cliente-servidor.
- XIV. Desarrollo sobre plataforma de software libre.
- XV. Aplicaciones informáticas distribuidas.
- XVI. Bitácora de eventos.
- XVII. Control de acceso por roles y cuentas de usuarios.
- XVIII. Diseño simple.
- XIX. Documentación (Ingeniería de Software, Ayuda, Manual de usuario).

2.1.3 Desarrollo de la matriz de relaciones.

Luego de haber definido los QUÉ(S) y los CÓMO(S), se desarrolla la matriz de relaciones entre los requerimientos del consumidor y las características de control del producto. Debido a la existencia de diferentes niveles de correlación entre los requerimientos del cliente y las características del producto; se utilizaron tres tipos de símbolos, con su correspondiente ponderación, para destacar la importancia de estas relaciones. Ver figura 1 (matriz de relaciones) del anexo 9.

Los miembros del equipo de trabajo analizaron individualmente la relación de cada requerimiento del cliente con cada característica de control.

En la matriz se observa un equilibrio entre la cantidad de relaciones fuertes, medianas y débiles; sinónimo de una correcta selección de las características de control para satisfacer los requerimientos.

La consecuencia de una gran mayoría de RELACIONES DEBILES indica que algunos requerimientos del cliente no están listados o muestran una relación muy débil con las características de control del producto final; y que, por lo tanto, el diseño tiene una probabilidad muy baja de cumplir los requerimientos o expectativas del cliente. Por el contrario incluir en exceso RELACIONES FUERTES nos indica que se están considerando

todas las características del producto como imprescindibles para satisfacer los requerimientos del cliente, y esto ocasionará esfuerzos innecesarios. (Portilla, 2009).

2.1.4 Evaluación competitiva.

A través de las entrevistas y la investigación, se determinó qué nivel de importancia, en una escala ascendente de 1 a 5, tienen cada uno de los requerimientos y en qué medida los productos del mercado son capaces de satisfacerlos.

Fueron evaluados seis productos, en los que se incluye la solución objetivo de esta investigación, identificada como Módulos Propuestos. Esta solución informatiza la determinación de los costos de inversión de las variantes de diseño del procedimiento de optimización identificado como Aplicación CAD, y se integra a la planificación y el control del desarrollo de los proyectos. Para contribuir a la planificación del desarrollo de los proyectos, los Módulos Propuestos pueden heredar las funcionalidades implementadas en el paquete OpenProj, considerado una de las mejores alternativas al Microsoft Project sobre software libre.

Es recomendable en este paso abordar la mayor cantidad de productos de la competencia; sin embargo, algunos por su similitud en funcionalidades o inferioridad evidente respecto a otros fueron excluidos. Son los casos del PCWin desarrollado para el trabajo con el PRECONS II, pero muy inferior al SIECONS; y del Open Workbench junto con el GanttProject, soluciones sobre software libre para la gestión de proyectos, y con funcionalidades parecidas al OpenProj. En la Figura 2.2 se presentan los resultados de la Evaluación Competitiva para los Requerimientos.

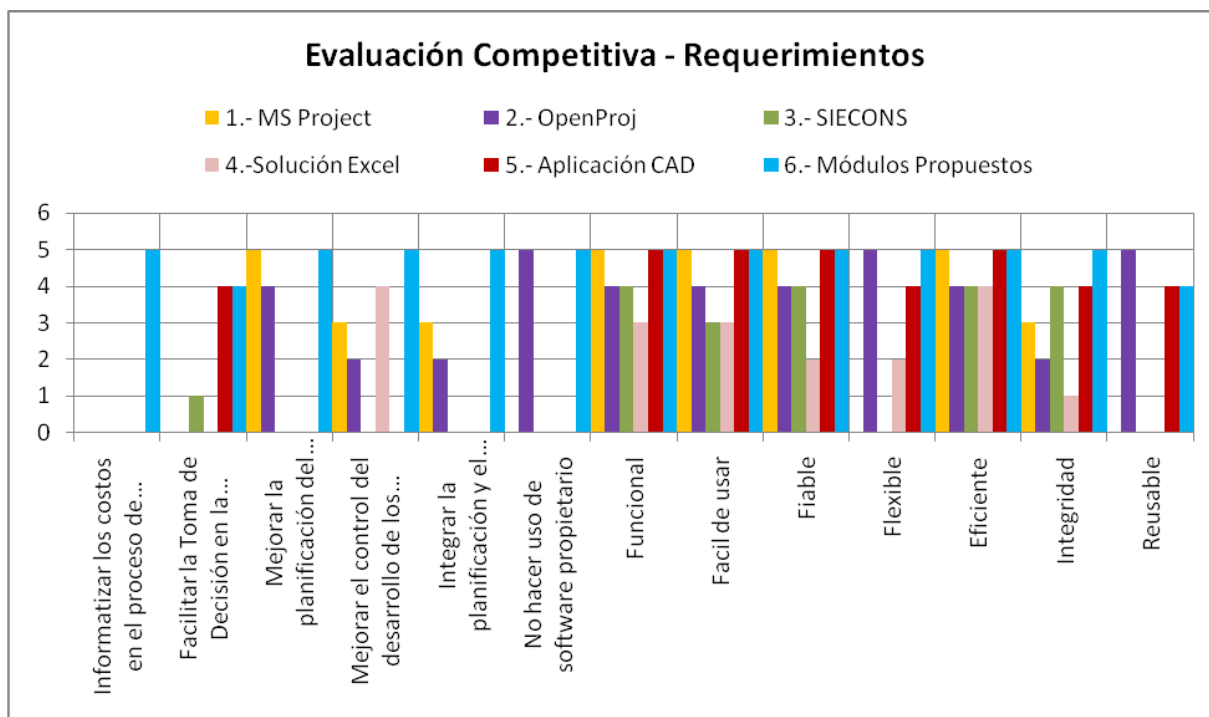


Figura 2.2 Resultados de la Evaluación Competitiva para los Requerimientos.

Como resultados de la evaluación competitiva se obtienen los siguientes:

- ✓ En el requerimiento Informatizar los costos en el proceso de optimización multiobjetivo de redes de abastecimiento, sólo un módulo de los Módulos Propuestos podrá satisfacer esa demanda, como complemento a la Aplicación CAD ya desarrollada.
- ✓ En la contribución a la Toma de Decisiones durante la Negociación, los productos Aplicación CAD y Módulos Propuestos, son los que más pueden contribuir. No obtienen la máxima puntuación porque individualmente no suministran la información completa; cuando trabajen en conjunto es cuando mejores resultados ofrecerán. Tres puntos por debajo clasificó el SIECONS, por su facilidad de elaborar presupuestos de obras de la construcción, pero no está integrado al procedimiento de optimización.
- ✓ En la Planificación del desarrollo de los proyectos la mayor puntuación la obtuvo el Microsoft Project, considerada una de las mejores herramientas informáticas para la gestión de proyectos; y a continuación los Módulos Propuestos por personalizar esa planificación a los requerimientos de los proyectos de redes de abastecimiento: órdenes de trabajo, planificación de gastos; aprovechando las bondades del OpenProj.

- ✓ Para el Control del desarrollo de los proyectos los productos que más puntúan son la Solución Excel y los Módulos Propuestos, estos últimos con la mayor puntuación por la capacidad de informar de manera actualizada sobre los costos de producción, al proponer el registro diario de los datos que influyen en estos costos: tiempo productivo por orden de trabajo, gastos directos no identificados por orden de trabajo, gastos indirectos y certificación de producción terminada.
- ✓ En la Integración de la planificación y el control del desarrollo de los proyectos, es evidente que los Módulos Propuestos son los que más pueden aportar.
- ✓ Sobre el uso de software libre, sólo los productos OpenProj y Módulos Propuestos, están desarrollados sobre esa plataforma.
- ✓ Para los requerimientos de Funcionalidad, Facilidad de uso y Fiabilidad, existen comportamientos similares. Microsoft-Project obtiene la máxima calificación por su calidad demostrada y el prestigio de su empresa propietaria; la Aplicación CAD y los Módulos Propuestos alcanzan el máximo también por el respeto y apego a las normas exigidas para el diseño de redes de distribución y para la ingeniería de software por la metodología utilizada en cada caso.
- ✓ La mayor calificación en la Facilidad de uso para los Módulos Propuestos, se fundamenta en la capacidad de personalizar las funcionalidades de la aplicación para los usuarios, acorde al rol asignado en sus cuentas de usuarios; y la documentación de ayuda que se debe suministrar.
- ✓ En la Fiabilidad, la Solución Excel quedó por debajo con dos puntos, porque al ser un producto cuyo diseño, procedimiento puede ser modificado casi de manera arbitraria, la exactitud de las salidas pueden ser afectada.
- ✓ Los Módulos Propuestos se consideran como los más Flexibles, por su implementación en forma de módulos independientes, su desarrollo planificado para software libre, y la disponibilidad del código fuentes; razones que facilitan la evolución futura de estas aplicaciones. A continuación se ubica el OpenProj por la disponibilidad de su código fuente y su programación orientada a objetos; seguido de la Aplicación CAD de la que se tiene el código fuente, pero no está sobre software libre. Finalmente la Solución Excel que permite modificar de manera muy simple su diseño y funcionamiento, pero difícil de propagar los cambios hacia los otros archivos Excel con análisis de costos anteriores.

- ✓ El Microsoft Project adquiere la puntuación de mayor Eficiencia, por la optimización de recursos lograda avalada por el Sistema de Gestión de la Calidad que debe tener implementado su empresa propietaria. Los productos Aplicación CAD y Módulos Propuestos alcanzan el máximo, por la garantía de respeto a las normas y exigencias de la metodología empleada para la ingeniería de software.
- ✓ Los Módulos Propuestos alcanza la máxima puntuación en la Integridad. Lo avala el mecanismo de control de acceso por roles y cuentas de usuarios, su bitácora de eventos, bases de datos sobre arquitectura cliente-servidor y su diseño como una aplicación distribuida (WEB) que garantiza total dominio sobre su funcionamiento.
- ✓ El OpenProj se considera el producto más Reusable, toda vez que está desarrollado como un paquete de clases de objetos documentado y del que se dispone su código fuente. A continuación, aunque dos puntos por debajo, la Aplicación CAD y los Módulos Propuestos sólo por disponer del código fuente y la documentación sobre su ingeniería de software. Estas aplicaciones más bien emplean otros paquetes y frameworks reusables; entre sus principales objetivos no está garantizar la reusabilidad.

2.1.5 Evaluación de las características de control del producto.

Para la evaluación de las características de control del producto, se analizaron cada uno de los CÓMO(S). Primeramente se jerarquizan los requerimientos mediante la asignación de un nivel de importancia, luego se calcula el valor total de las características de control del producto a partir de la multiplicación del nivel de importancia con la ponderación asignada para cada una de ellas entre los diferentes requerimientos. Ver figura 2 (Cálculo del valor total de las características de control del producto) y figura 3 (Representación del cálculo de las características de control del producto) del anexo 9.

En el análisis de las características de control del producto, se relacionan de manera más fuerte con los requerimientos, las características I y II, sobre la integración de la determinación de los costos de inversión de las variantes de diseño en el proceso de optimización y su cálculo a partir del PRECONS II; las III y IV orientadas a contribuir en el proceso de Negociación de los proyectos y la número V orientada a mejorar la planificación del desarrollo de los

proyectos por su influencia también en el control de los mismos. En la parte derecha de la gráfica sobresalen las características XV (aplicaciones distribuidas), XIX (documentación), XVIII (diseño simple) y XVII (control de acceso por roles y cuentas de usuarios); como los de mayor contribución a garantizar sobre todo la robustez del Sistema por la capacidad de recuperación ante fallas, facilidad de mantenimiento y la integridad y seguridad de los datos. Se considera importante la evaluación obtenida por la característica XIII (base de datos sobre arquitectura cliente-servidor), que apunta a la integración e interrelación entre los módulos.

El procedimiento para el despliegue del QFD establece a continuación realizar la evaluación competitiva de los productos contra las características de control; y luego realizar la matriz de relación entre esta evaluación competitiva de las características de control y la evaluación de las características de control, para determinar de forma integral las fortalezas y debilidades de los productos para resolver los requerimientos del cliente.

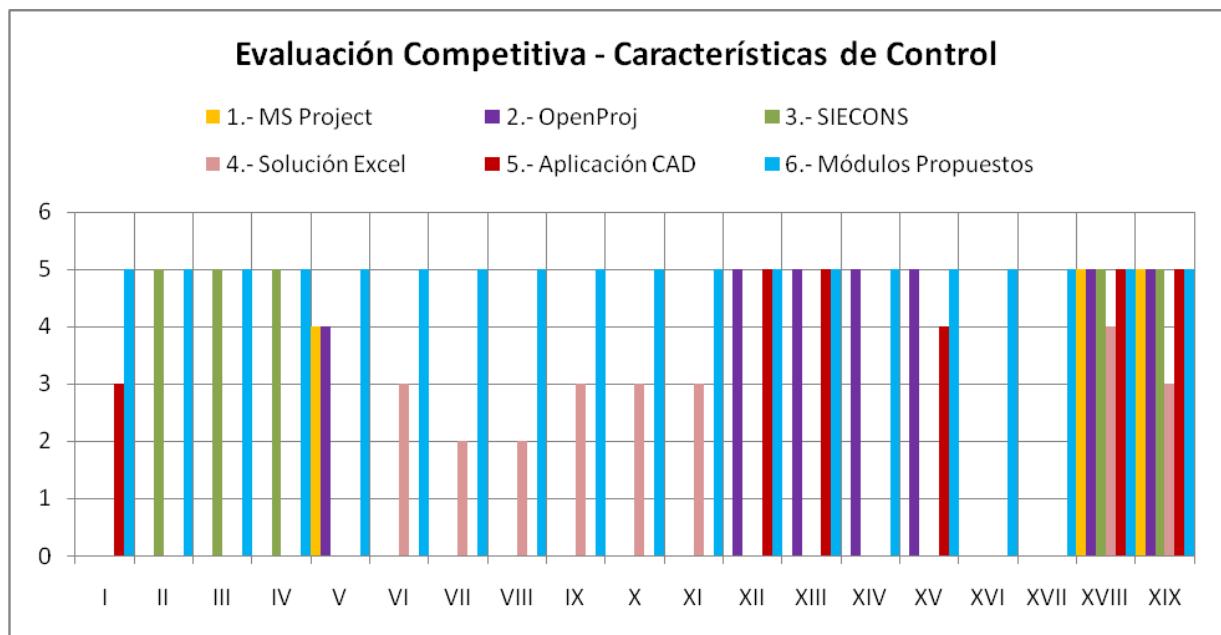


Figura 2.3 Resultados de la Evaluación Competitiva para las Características de Control.

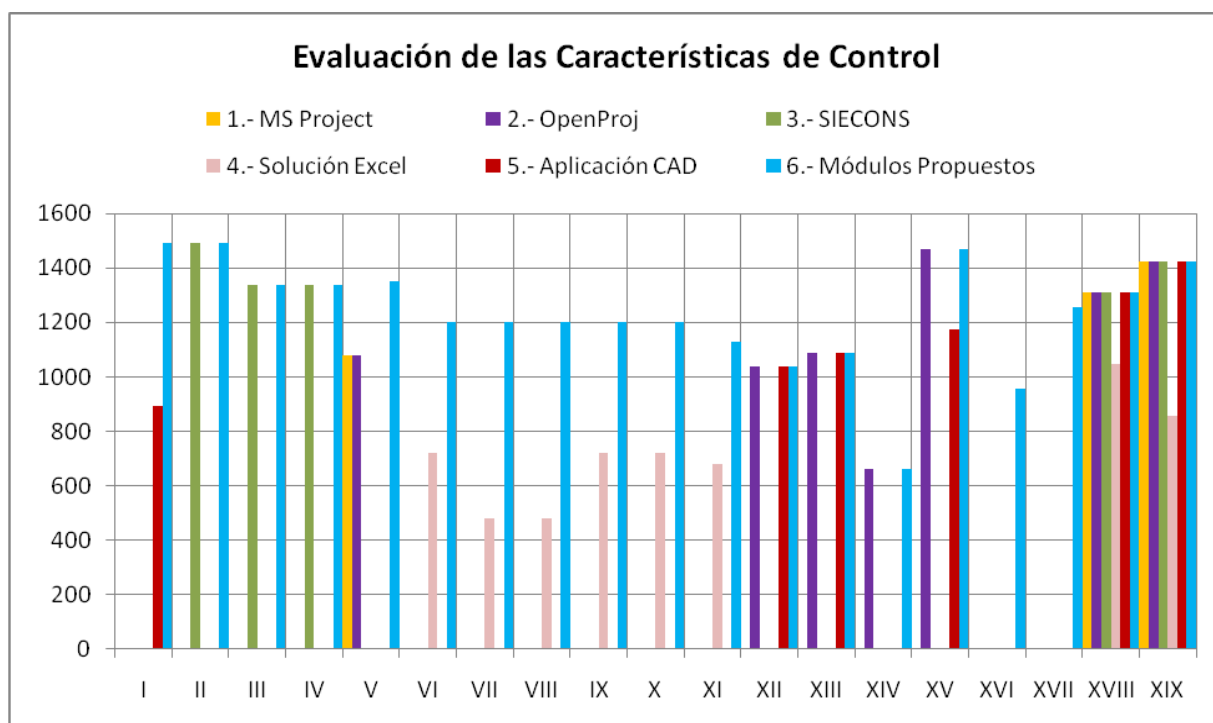


Figura 2.4 Resultados de la Evaluación de las Características de Control.

En las figuras 2.3 (Resultados de la Evaluación Competitiva para las Características de Control) y 2.4 (Resultados de la Evaluación de las Características de Control), se muestran los resultados de este análisis.

En la evaluación de las características de control se puede apreciar primeramente la importancia concedida a la integración de la determinación de los costos de inversión de las variantes de diseño en el proceso de optimización y su cálculo a partir del PRECONS II, por encima del resto de los requerimientos; y como los Módulos Propuestos es el producto mejor preparado para responder a esas demandas. El SIECONS está al mismo nivel en la característica II, pero no aparece en la número I, o sea no permite la integración de esos costos en la optimización.

Para las características III (Presupuesto de Ejecución según PRECONS II) y IV (Precio de la Obra según PRECONS II), el SIECONS y los Módulos Propuestos, pueden satisfacer los requerimientos al mismo nivel; en este caso se propone implementar estas funcionalidades en

los Módulos Propuestos toda vez que es algo inherente al PRECONS II y de paso se desarrolla para software libre.

En las características relacionadas con la planificación y el control del desarrollo de los proyectos, desde la V hasta la XI; los Módulos Propuestos pueden atender con más calidad las necesidades, por el hecho de gestionar la información y ofrecer los resultados de manera actualizada en cualquier momento; posibilidad que no tiene el producto Solución Excel que siempre queda unos puntos por debajo.

Casi todos los productos clasifican de manera similar para las características relacionadas con la calidad del software (XII hasta XIX). Resalta la importancia que adquieren las características de control XV (Aplicación Distribuida), XVII (Control de acceso por roles y cuentas de usuarios), XVIII (Diseño simple de módulos informáticos) y XIX (Documentación: Ing. Software, Ayuda, Manual de usuario).

2.1.6 Objetivos de las características de control del producto final.

A continuación se describen los objetivos de las características de control en el producto final, los (CUÁNTO). Para una mayor claridad del esquema los objetivos medibles fueron representados a través de letras las que se explican a continuación.

A. Módulo informático para el cálculo de los costos de inversión de las variantes de diseño en el procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos” (I, II, III, IV):

Este módulo implementará el cálculo de los costos de inversión para las variantes de diseño en el procedimiento para la “Optimización del Diseño Redes de Distribución de Agua bajo criterios Técnico-Económicos”. Para ello se tomarán como datos de entradas principales de cada variante de diseño: la relación de materiales, los volúmenes de excavación para las zanjas, la relación de actividades necesarias a ejecutar como: preparación de prepisos, rehincho fino, rehincho grueso, pavimentación; junto a los listados de precio y a los costos unitarios determinados en el PRECONS II a través de sus renglones variantes.

A partir de que el módulo consultará la base de datos del PRECONS II, éste permitirá la elaboración del Presupuesto de Ejecución de la variante de diseño seleccionada durante el proceso de Negociación de un proyecto de redes de abastecimiento; así como la determinación de su precio final.

B. Módulo informático para la planificación del desarrollo de los proyectos de redes de abastecimiento (V):

Permitirá planificar el desarrollo de los proyectos mediante la definición de las *órdenes de trabajo* necesarias a acometer para la producción progresiva de los proyectos, estableciendo los objetivos a alcanzar al concluir cada orden de trabajo, sus fechas de comienzo y terminación planificadas y los gastos planificados según las partidas de gastos que impone el Sistema de Contabilidad. Permitirá organizar la secuencia de ejecución entre las órdenes de trabajo, ofreciendo como una salida el cronograma de desarrollo del proyecto, con el auxilio de técnicas de la Gestión de Proyectos como la definición de calendarios, los diagramas de Gantt, de PERT, evaluación sobre el uso de recursos; y el empleo de las clases de objetos suministradas por el paquete OpenProj.

C. Módulo informático para el control del desarrollo de los proyectos de redes de abastecimiento (VI - XI):

Está relacionado con el control del desarrollo de los proyectos y posibilitará el conocimiento actualizado de los costos de producción, toda vez que llevará los registros de los tiempos productivos empleados por los proyectistas en cada orden de trabajo: *modelos PR4*, de los gastos directos no identificados por orden de trabajo y de los gastos indirectos que se vayan realizando. Permitirá certificar la producción que se vaya terminando en las órdenes de trabajo y terminará contabilizando la producción terminada según los requerimientos del Sistema de Contabilidad.

D. Concepción de módulos en el desarrollo de la solución (XII):

Como se muestra en los tres primeros objetivos, la solución se desarrollará como tres módulos informáticos empaquetados de forma independiente, pero que interactúen entre sí y compartan información. Esta filosofía de trabajo es importante para la integración del

módulo del cálculo de los costos con los módulos que ya existan para el procedimiento de optimización, y los que están en construcción (migración a software libre); así como una contribución de facilidad de integración a un futuro ERP para las empresas de proyectos hidráulicos.

E. Base de Datos sobre arquitectura cliente-servidor (XIII):

Las bases de datos se implementarán sobre la arquitectura cliente-servidor, que contribuye a la seguridad e integridad de los datos, y mejora la eficiencia en los procesos de consulta y actualización. En el epígrafe siguiente se abunda sobre las virtudes de esta arquitectura y los gestores de bases de datos disponibles para la misma.

F. Desarrollo sobre plataforma de software libre (XIV):

La plataforma de trabajo (paquetes informáticos, IDE de trabajo, gestor de base de datos) para los módulos propuestos, se seleccionarán sobre software libre, atendiendo a la política de Cuba para la migración de las aplicaciones informáticas del sector empresarial hacia ese esquema, lo que está identificado como un requerimiento del cliente. El paquete OpenProj que se tomará como base para el módulo de planificación de los proyectos, está desarrollado bajo licencia del software libre hasta su versión 1.4 y se dispone el código fuente.

G. Aplicación Distribuida (XV):

Los módulos se desarrollarán bajo el concepto de las aplicaciones distribuidas, específicamente como aplicaciones WEB. Esto facilitará su mantenimiento, al poder reflejar de manera instantánea para todos los usuarios los cambios realizados en cualquier actualización. Contribuirá a la seguridad de la solución y de los datos al estar los módulos instalados y publicados en un servidor y no por las diferentes microcomputadoras de los usuarios. También garantizará un mayor alcance de sus funcionalidades.

H. Garantizar la seguridad e integridad de la información (XVI, XVII):

Se implementará un control de accesos de los usuarios a los módulos mediante la creación de un esquema de roles y cuentas de usuarios que posibilitará personalizar las funcionalidades del Sistema, a las necesidades y autorizaciones de cada usuario. Se

desarrollará también una bitácora de eventos, para registrar las acciones de los usuarios y contribuir a los procesos de auditoría.

I. Garantizar diseño simple en la solución (XVIII):

Con el auxilio de la metodología para la ingeniería de software, sus preceptos y herramientas, se podrá lograr un diseño simple de la jerarquía de clases de objetos que implementen los módulos y de la base de datos. Esto contribuirá a la eficiencia por la economía de recursos y tiempo, y facilitará el mantenimiento y evolución del Sistema.

J. Documentar la solución (XIX):

Se documentará todo el diseño de los módulos acorde a las normas de la metodología de ingeniería de software y se crearán los manuales de usuarios necesarios para el trabajo de los usuarios.

La figura 4 del anexo 9 muestra la representación de los módulos informáticos a desarrollar.

En la realización de la Ingeniería de Software se utilizará la metodología ICONIX, con el auxilio de la herramienta Visual Paradigm para la creación de los diagramas y artefactos necesarios y para la generación de una buena parte del código de las clases diseñadas.

En el diseño de la base de datos: sus tablas, vistas, funciones, procedimientos almacenados, se utilizará la herramienta Case Studio 2.0. Esta herramienta permite la generación de los scripts (*programas*) necesarios para crear la base de datos y darle mantenimiento en el servidor de datos.

Esta metodología y las herramientas mencionadas permitirán garantizar parámetros de calidad en el desarrollo de software como: funcionalidad, facilidad de uso, fiabilidad, flexibilidad, reusabilidad, eficiencia, integridad, interoperabilidad.

2.1.7 Selección de las características de control a ser desplegadas.

En el desarrollo de la matriz de planificación se involucra la selección de las características de control del producto que deben ser desplegadas a lo largo del proceso QFD; de planificación a

producción. Esta selección se basa en la importancia del cliente, puntos de venta, evaluaciones competitivas y la dificultad de lograr los objetivos característicos.

Las características que tengan una fuerte relación para cumplir con las necesidades del cliente, y estén en gran desventaja frente a la competencia, tienen un pobre desarrollo ante la competencia y son determinadas por el punto de venta. Deben ser desplegadas o traducidas en términos de requerimiento, acciones y controles para asegurar que la voz del cliente sea permanentemente escuchada a lo largo de todo el proceso de desarrollo; diseño de producción, marketing y ventas. (Portilla, 2009).

Como se observa en los resultados de la evaluación de las características de control, los Módulos Propuestos no se encuentran en desventaja respecto al resto de los productos, por lo que no se considera necesario desplegar algunos requerimientos en nuevos QFD.

2.1.8 Análisis del resultado del QFD.

Como resultado del Despliegue de la Función Calidad, se puede concluir que las características de control determinadas por el equipo de trabajo son capaces de satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, pues no existe exceso de relaciones débiles.

Los diferentes análisis realizados demuestran la posición ventajosa del producto denominado “Módulos Propuestos” sobre el resto de los productos, porque implementa funciones que los otros no poseen e integra las funcionalidades comunes.

Para alcanzar el objetivo planteado en esta investigación, se propone el desarrollo de los módulos propuestos como objetivos de las características de control en el producto final, que contendrán implementadas las funcionalidades necesarias para satisfacer los requerimientos del cliente.

Estos módulos se desarrollarán como aplicaciones informáticas distribuidas, acorde a las tendencias actuales en el desarrollo de software que requiere coordinar el esfuerzo de varias personas con la meta de alcanzar un objetivo común.

Estarán sujetos a restricciones impuestas por lo que se considera el *Sistema de Mayor Envergadura*. El módulo para el cálculo de los costos de inversión como parte del procedimiento de optimización está condicionado por los aspectos: *topología de la red, demandas en los nodos, topografía, geología*, (Hechavarría, 2009); y la repercusión que tienen sobre el consumo de materiales y los volúmenes de excavación principalmente, y por ende sobre los costos de inversión. La elaboración de los presupuestos de ejecución de estos proyectos, responde además, a las normas establecidas en el PRECONS II para la preparación de los presupuestos de los proyectos de la construcción.

En el módulo para el control del desarrollo de los proyectos, las restricciones provienen del sistema contable y del sistema que define a un proyecto de redes de distribución de agua, donde se establece: el cliente, objetivos del proyecto, relación de objetos de obras y agrupaciones productivas, entre otros datos importantes.

2.2 Metodologías para la Ingeniería de Software.

La correcta elección de una metodología de desarrollo de software determina en gran parte, el éxito del mismo. Por lo que se ha convertido en todo un reto el seleccionar una metodología que responda a las necesidades de la organización y las características específicas del proyecto a desarrollar.

Existen varias propuestas metodológicas que inciden en distintas dimensiones del proceso de desarrollo, por una parte están aquellas más tradicionales que se centran en el control del proceso, la documentación exhaustiva y la planificación, y por otra parte están las que tienen en cuenta la capacidad de respuesta a los cambios, la confianza en la habilidades del equipo de desarrollo y el mantener una buena relación con el cliente, conocidas como metodologías ágiles. (Solís y Cabrera, 2001; Orjuela y Rojas, 2008).

Debido a la necesidad de que el software se desarrolle rápidamente pero con una buena calidad y se cuenta con un equipo de desarrollo con cierta experiencia, se seleccionó la utilización de las metodologías ágiles.

Entre las metodologías estudiadas en la esta investigación se encuentran las ya conocidas RUP (Rational Unified Process, por sus siglas en inglés), XP (eXtreme Programming, por sus siglas en inglés), e ICONIX, siendo esta última la seleccionada.

2.2.1 ICONIX.

Se plantea que ICONIX está entre la complejidad de RUP y la simplicidad y pragmatismo de XP (Brito, 2009), pero no descarta las fases del análisis y el diseño como lo hace XP y maneja casos de uso, al igual que RUP. Utiliza UML en sus etapas, de modo que se pueden seguir los requerimientos y adaptarse a nuevos cambios. ICONIX mantiene una atención sostenida en la rastreabilidad de los requerimientos. Sus principales características son (Rosenberg y Stephens, 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 según (Rosenberg y Stephens, 2007), se muestran en el anexo 10.

2.3 Tecnologías informáticas para el desarrollo de los módulos propuestos.

En este epígrafe se presentan algunas tecnologías y arquitecturas actuales para la implementación de aplicaciones informáticas distribuidas. Se presentan los paquetes y

herramientas informáticas sobre software libre que se emplearán en el desarrollo de los módulos propuestos.

2.3.1 Arquitectura Cliente / Servidor.

En la actualidad se hace cada vez mayor la tendencia hacia la integración de los sistemas, con el objetivo de aumentar la productividad, disminuir los costos de desarrollo, mantenimiento y facilitar el uso de las aplicaciones por parte de los usuarios. Por lo que muchos de los sistemas destinados a la gestión empresarial utilizan el modelo Cliente/Servidor.

Esta arquitectura consiste básicamente en un cliente que realiza peticiones a otro programa (el servidor) que le da respuesta. Aunque esta idea se puede aplicar a programas que se ejecutan sobre una sola computadora es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras. (wikipedia2, 2010).

Describe la relación de cooperación que se establece entre los programas de una aplicación. El servidor suministra funcionalidades y servicios a varios clientes, los que a su vez consumen esos servicios a través de peticiones. Para establecer la cooperación, se debe de usar un protocolo de comunicación que defina las normas y requisitos para las peticiones y respuestas. Por ejemplo existen los protocolos HTTP para los servicios Web, SMTP para el correo electrónico, el lenguaje SQL para el trabajo con bases de datos. (wikipedia1, 2010).

Además de que la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, son más importantes las ventajas de tipo organizativo debido a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema. (wikipedia2, 2010).

Una disposición muy común son los sistemas multicapa en los que el servidor se descompone en diferentes programas que pueden ser ejecutados por diferentes computadoras aumentando así el grado de distribución del sistema. (wikipedia2, 2010). Ver anexo 11 (11.1 Arquitecturas multi-capas).

2.3.2 Aplicaciones distribuidas.

Las aplicaciones distribuidas son una consecuencia de la arquitectura cliente / servidor. Múltiples computadoras autónomas que se comunican a través de una red, interactúan entre sí para alcanzar un objetivo común. En las aplicaciones distribuidas, un problema es dividido en varias tareas, y cada una de ellas o grupo de ellas es resuelta por una de las computadoras interconectadas. (wikipedia5, 2010).

Aunque no existe una definición única para el término de aplicación distribuida, existen algunas propiedades comúnmente usadas para identificar un sistema distribuido:

1. Existen varias computadoras autónomas y cada una de ellas tiene su propia memoria local. Suelen ser definidas como nodos del sistema.
2. Las computadoras se comunican mediante el intercambio de mensajes.
3. Tiene un objetivo común, como resolver un gran problema computacional.
4. Alternativamente, cada computadora (nodo), puede tener su usuario local con necesidades individuales, y en este caso el propósito del sistema distribuido es coordinar el uso de los recursos compartidos o suministrar servicios de comunicación a los usuarios.
5. El sistema debe estar preparado para tolerar fallas en las computadoras que lo integran.
6. La estructura del sistema (topología de la red, latencia, número de computadoras) no siempre es conocida, y puede cambiar durante la ejecución de la aplicación distribuida.
7. Cada nodo tiene sólo una vista incompleta y limitada del sistema, cada uno puede conocer sólo una parte de los datos de entradas.

En la figura 2 del anexo 11 se mencionan algunos ejemplos de aplicación de los sistemas distribuidos.

La programación distribuida clasifica en alguna de las siguientes arquitecturas básicas: cliente-servidor, arquitectura de 3 capas, arquitectura de n capas, de objetos distribuidos, loose coupling, tight coupling. Para esta investigación, nos interesa describir la arquitectura de 3 capas y la de n capas.

- Arquitectura de 3 capas: la inteligencia del cliente se transfiere a la capa intermedia, así que se puede usar programas clientes sin estado, o sea que no almacene variables de estados del cliente; lo que simplifica el desarrollo de las aplicaciones. La mayor parte de las aplicaciones Web clasifican en esta arquitectura.
- Arquitectura de n capas: se refiere típicamente a las aplicaciones Web que envían sus peticiones aún más lejos, a otros servicios empresariales que pueden estar desplegados como servicios web o “webservices” a lo largo de una red empresarial de alcance global.

Los módulos propuestos serán desarrollados como aplicaciones web, inicialmente en una arquitectura de tres capas. En la figura 3 del anexo 11 se presentan algunas ventajas de este tipo de aplicación.

2.3.3 Sistema gestor de base de datos Postgresql.

PostgreSQL es un Sistema de Gestión de Bases de Datos Objeto-Relacionales (ORDBMS), publicado bajo la licencia BSD (Berkeley Software Distribution, por sus siglas en inglés). 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. (PostgreSQLGlobalDevelopmentGroup, 2005).

PostgreSQL posee una serie de características que hacen de él uno de los SDBD más populares (Matthew y Stones, 2005) y justifican ampliamente su elección para el módulo de definición espacial de redes hidráulicas, entre ellas se destacan las siguientes: (Lockhart, 1996).

- ✓ Incorpora la llamada MVCC (Multi-Version Concurrency Control, por sus siglas en inglés) 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 procedurales 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 en inglés) 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.

2.3.4 Modelo MVC.

MVC, que significa Modelo-Vista-Controlador, es una arquitectura de software, actualmente considerado como un patrón de arquitectura o un Standard de diseño, usado en la ingeniería de software. El patrón aísla la lógica de dominio o lógica de la aplicación de la interfaz del usuario, permitiendo el desarrollo, mantenimiento y prueba de cada capa de manera independiente. (wikipedia6, 2010).

El **modelo** es usado para gestionar la información y notificar a los observadores los cambios ocurridos. Es la representación de los datos del dominio, los datos con los que opera la aplicación. Aquí la lógica del dominio adiciona significado a los datos en bruto, por ejemplo calculando totales, impuestos por transportación. Cuando el modelo cambia su estado notifica a las vistas asociadas de manera que éstas puedan refrescar su información.

Muchas aplicaciones usan un mecanismo de almacenamiento persistente como bases de datos. MVC no menciona especialmente la capa de acceso a los datos, porque se sobreentiende que está encapsulada dentro del modelo. Por tanto, el modelo es mucho más que la capa de acceso a los datos.

La **vista** “dibuja” el modelo dentro de un formulario para permitir la interacción del usuario, típicamente mediante controles de interfaz de usuario. Pueden existir múltiples vistas con diferentes propósitos para una parte específica del modelo. Dentro de la vista, se definen los “viewport”, estructuras que tienen una correspondencia uno a uno entre un área de la vista y el conocimiento para dibujar o presentar la información en esa área.

El controlador recibe las peticiones desde las vistas, e inicia procesos de respuesta invocando a los objetos del modelo. O sea, instruye a los objetos del modelo y a los viewports a ejecutar acciones basadas en las peticiones del usuario. En el anexo 12 se describe el flujo de trabajo en esta arquitectura.

MVC es usualmente visto en las aplicaciones Web, donde la vista se corresponde con las páginas HTML o XHTML generadas por la aplicación. El controlador recibe las peticiones GET o POST y decide qué hacer con ellas, trabajando sobre los objetos del dominio que contienen las reglas del negocio y el conocimiento para procesar las tareas específicas como registrar una nueva suscripción, realizar determinado cálculo.

Dentro del esquema del software libre existen algunos paquetes y frameworks que implementan esta arquitectura como por ejemplo: Struts, Spring y JavaServerFaces para Java; y Prado para PHP. El framework sobre el que se desarrollarán los módulos propuestos es el ZK, que también implementa el MVC.

2.3.5 Framework Hibernate.

Hibernate es una herramienta ORM que ha conseguido en un tiempo record una excelente reputación en la comunidad de desarrollo posicionándose claramente como el producto OpenSource líder en este campo gracias a sus prestaciones, buena documentación y estabilidad. Es valorado por muchos incluso como solución superior a productos comerciales dentro de su enfoque.

Existen dos tipos de frameworks ORM, los primeros permiten tener un control total de las sentencias SQL. Hibernate es el que genera todo el SQL necesario, esto trae como principal

ventaja para el sistema, que la velocidad de desarrollo aumenta al utilizar un framework de este tipo, ya que los desarrolladores sólo deben preocuparse por escribir las clases que se mapearán y el framework se preocupa por hacer todas las operaciones de inserción, modificación, eliminación y consulta. Además el diseño de Hibernate ha de ser destacado especialmente, dada su importancia, ya que puede utilizar los objetos Java definidos por el usuario, no obliga a implementar interfaces determinados y utiliza el mecanismo de reflexión de Java.

Una de las principales características que tiene Hibernate, es que permite separar el código de las clases de negocio de la realización de las sentencias SQL contra la BBDD, por tanto es el puente entre la aplicación y la BBDD, sus funciones van desde la ejecución de sentencias SQL a través de JDBC hasta la creación, modificación y eliminación de objetos persistentes. (González 2003)

Hibernate trata con la reflexión de Java y el aumento de clases en tiempo de ejecución utilizando una librería de generación de código Java muy poderosa y de alto rendimiento llamada CGLIB. CGLIB se utiliza para extender clases Java e implementar interfaces Java en tiempo de ejecución. (Fowler 2008) Es una capa de persistencia objeto/relacional y un generador de sentencias SQL. Te permite diseñar objetos persistentes que podrán incluir polimorfismo, relaciones, colecciones, y un gran número de tipos de datos. De una manera muy rápida y optimizada se podrá generar BBDD en cualquiera de los entornos soportados: Oracle, DB2, MySQL, PostgreSQL. (Bauer 2005).

2.3.6 OpenProj.

OpenProj es un paquete para la gestión de proyectos desarrollado y distribuido por la empresa Serena Software Incorporated, bajo la licencia del software libre CPAL. Sus desarrolladores lo presentan como el reemplazo del Microsoft Project y otros paquetes comerciales. Desde su lanzamiento ha sido descargado 1, 250,000 veces desde 142 países. (isofwarreviews, 2010).

Este paquete, ofrece varias funcionalidades útiles en la gestión de proyectos y presenta una interfaz de usuario fácil de usar similar al Microsoft Project. Rápidamente se puede crear un

proyecto, adicionar tareas, definir sus fechas de comienzo y fin, sus tareas predecesoras y asignar recursos al proyecto. Ofrece las vistas estándares para la gestión de proyectos como: diagrama de Gantt y seguimiento de las tareas, diagramas de ruta crítica, vistas orientadas a los recursos, histogramas, vistas sobre el uso de los recursos, vista sobre los resultados de las tareas. El anexo 13 muestra algunos ejemplos de las facilidades ofrecidas por el OpenProj.

2.3.7 Plataforma de trabajo para el desarrollo de los módulos propuestos.

En el desarrollo de los módulos propuestos se tendrán en cuenta los principios de una arquitectura multicapa, lo cual aumenta la mantenibilidad y flexibilidad del sistema, pues a la hora de corregir, perfeccionar o adaptar el software resulta sencillo detectar en qué lugar han de realizarse las modificaciones necesarias.

En la capa de presentación se tiene el navegador que ejecuta las páginas web. En el servidor de aplicaciones radicaré la lógica del negocio, la cual se distribuye entre los frameworks ZK y Spring. Todas las peticiones que ocurran entre el navegador y el servidor de aplicaciones serán asincrónicas, mediante el empleo de AJAX, lo cual implica que las páginas web en el navegador no se recarguen, aumentando el rendimiento y velocidad de la aplicación.

Para separar la lógica del negocio de la presentación se empleará el patrón de diseño MVC, mencionado anteriormente; el framework ZK es el encargado de gestionar los controladores correspondientes a las vistas de usuarios. Conjuntamente ZK interactuará con el framework Spring, el cual proveerá la seguridad de la aplicación y mediante la inversión de control (IOC Inversion of Control por sus siglas en inglés) se accederá a los bean (objetos) de la capa del dominio de una manera sencilla.

Para el manejo del modelo de datos, se empleará el patrón de diseño DAO (Data Access Object por sus siglas en inglés), el cual aumentará la reusabilidad del código y establece un único punto de entrada para el acceso a las clases persistentes. La gestión de los datos almacenados en la Base de Datos se realizará mediante el framework ORM Hibernate, el cual reduce el tiempo de desarrollo de una aplicación pues abstrae al programador de utilizar

sentencias SQL y gestionar las conexiones a las BD. La figura 4 del anexo 11 muestra el esquema de la arquitectura de trabajo propuesta.

CONCLUSIONES del capítulo:

1. El despliegue de la función Calidad (QFD) ha sido una herramienta muy valiosa para llegar a plantear la solución al problema científico de la investigación. Permitió identificar los requerimientos del cliente (las empresas de proyectos hidráulicos en Cuba) dentro del proceso de Toma de Decisiones de la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento, específicamente en la selección de la variante de diseño durante la negociación y en la gestión de los costos de producción durante el desarrollo de los proyectos; definir las características de control capaces de atender esas demandas y evaluar la competencia de un grupo de productos alrededor de las características de control seleccionadas. Finalmente fue posible, describir los objetivos a desarrollar.
2. La metodología ICONIX, seleccionada para el desarrollo de la ingeniería de software, beneficia el análisis del dominio del problema, permitiendo detectar de manera ágil las principales dificultades dentro del problema propuesto.
3. La plataforma de trabajo diseñada, que clasifica dentro de la arquitectura cliente-servidor y el patrón de diseño MVC, contribuye en gran medida a la eficiencia en la gestión de la información en el marco de la gestión de proyectos en las empresas de proyectos hidráulicos. El uso de Java como lenguaje de programación y el PostgreSQL como sistema gestor de base de datos, constituyen una excelente opción para el desarrollo de sistemas Web con esta arquitectura.

En el Capítulo 3 se despliega la ingeniería de software desarrollada para el análisis y el diseño de los módulos propuestos.

3. INGENIERIA DE SOFTWARE DE LOS MÓDULOS PROPUESTOS PARA LA GESTION DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO

En este capítulo a través de los artefactos que propone la metodología ICONIX se hace el análisis y el diseño de los módulos informáticos propuestos. Tomando como guía las fases y pasos que plantea ICONIX, se determinan los requerimientos funcionales, y partir de ellos se elabora el modelo del dominio, se modelan los casos de uso y sus correspondientes diagramas de robustez. Se establece además, la arquitectura que tendrá la aplicación y se construyen los diagramas de secuencia que dan paso finalmente a la implementación y prueba del módulo propuesto.

3.1 Modelo del Dominio.

El Modelo del Dominio captura conceptos fundamentales relacionados con el problema que el sistema pretende resolver. Cuando se crea el modelo del dominio, el autor está creando y construyendo una representación de los objetos, un glosario o un diccionario de términos utilizados en el proyecto, formando las bases para la construcción de los casos de uso. Además proporciona un vocabulario común que permite buena comunicación entre los usuarios y los desarrolladores. El modelo del dominio muestra gráficamente cómo se relacionan estos términos entre sí. (Rosenberg 2007).

Estos objetos representan cosas o eventos que ocurren en el entorno en el que trabaja el sistema y la mayoría se obtienen a partir de la especificación de los requerimientos. (Jacobson et al., 2000).

En el proceso de ICONIX, el modelo del dominio constituye una parte esencial, pues es refinado y actualizado durante todo el proyecto, de esta forma siempre refleja la comprensión actual del ámbito del problema. (Rosenberg y Stephens, 2007).

En el anexo 14 (14.1), se muestran 10 líneas directrices para una buena elaboración del modelo del dominio. (Rosenberg y Stephens, 2007).

Para elaborar este modelo, ICONIX propone una serie de actividades, como son (Rosenberg y Stephens, 2005 ; Rosenberg y Stephens, 2007):

- I. Listar los requerimientos funcionales.
- II. Definición de los conceptos principales del modelo del dominio del problema.
- III. Elaborar Modelo del Dominio.

3.1.1 Requerimientos Funcionales del cliente.

La determinación de las necesidades del cliente constituye una compleja labor para los desarrolladores, por lo que la captura de los requisitos funcionales es una parte fundamental de todo proceso de desarrollo de software. Los requerimientos funcionales definen las funciones que el sistema será capaz de realizar, sin tomar en consideración ningún tipo de restricción física. (Jacobson y Booch, 2000; Rosenberg y Stephens, 2007).

La lista de requerimientos funcionales está enmarcada en el contexto de pequeños párrafos donde son descritos. Todos los términos (sustantivos y frases sustantivas) señaladas son los principales objetos que componen el modelo del dominio. Una de las principales ventajas que ofrece ICONIX para el desarrollo de la aplicación, es lo flexible y adaptable ante cualquier cambio, principalmente cuando se está creando el modelo del dominio, ya que dispone que una buena fuente de las clases sea representada por los requerimientos funcionales de alto nivel.

A continuación se muestran los requerimientos funcionales identificados:

1. El Procedimiento de Optimización necesita determinar los Costos de Inversión de una Variante de Diseño, teniendo en cuenta la Lista de materiales, los Volúmenes de excavación, y la Lista de actividades a ejecutar: rehincho fino, rehincho grueso, pavimentación. Se debe tomar como base del cálculo a los Renglones Variantes del

PRECONS II, los Precios de Materiales del PRECONS II y los Precios de Materiales del Proyecto si existen.

2. El Usuario necesita consultar la Población de Variantes Diseño Optimizadas.
3. El Jefe de Proyecto necesita hacer la “Organización para la Ejecución de la Obra”. Necesita definir los Objetos de Obra, Agrupaciones Productivas y las Etapas de Ejecución. Para cada una de estas etapas requiere crear la lista de actividades a ejecutar y la lista de suministros bajo especificación. Las actividades deben corresponderse con el Codificador de Renglones Variantes del PRECONS II y se debe especificar el consumo que se hace de esos renglones por la unidad de medida que tienen establecidos.
4. El Módulo Informático – Costos Inversión necesita determinar los Costos de Inversión de la Variante de Diseño Seleccionada en el proceso de Negociación, considerando la Organización de la Obra.
5. El Usuario necesita elaborar el Presupuesto General del Proyecto de la Variante de Diseño Seleccionada en el proceso de Negociación, considerando la organización de la obra, los costos de inversión calculados a partir de dicha organización, los Presupuestos Independientes y los Procedimientos que complementan al PRECONS II.
6. El Usuario necesita determinar el Precio del Proyecto a partir del Presupuesto General del Proyecto y los Requisitos del PRECONS II que rigen la formación del precio.
7. El Jefe del Proyecto necesita mantener actualizado la Memoria Descriptiva del Presupuesto General del Proyecto.
8. El Jefe del Proyecto necesita planificar el desarrollo de un proyecto, definiendo las Ordenes de Trabajo, sus objetivos, fechas de comienzo y de terminación planificadas; la secuencia de realización entre ellas; Fondo de Tiempo de los Proyectistas Asignados; y el monto de los Gastos Planificados según las Partidas de Gastos de la Contabilidad.
9. El Proyectista necesita actualizar diariamente su Modelo PR4, sobre el Tiempo Productivo Empleado en cada Orden de Trabajo.
10. El Contador necesita poder introducir diariamente un Gasto Directo no Identificado por Orden de Trabajo.
11. El Contador necesita poder introducir diariamente un Gasto Indirecto.

12. El Jefe del Proyecto necesita certificar la Producción Terminada de cada Orden de Trabajo, señalando la fecha, los objetivos vencidos, y definiendo el monto que representa del costo real acumulado.
13. El Usuario necesita consultar el Histórico de una Orden de Trabajo donde se muestran las Incidencias Ocurridas, Certificaciones de Producción Terminada.
14. El Contador necesita contabilizar la producción terminada; o sea elaborar el Comprobante contable para contabilizar las certificaciones de producción terminada pendientes por contabilizar.
15. El Administrador del PRECONS II debe poder actualizar los codificadores del mismo: Sobregrupos, Grupos, Subgrupos, Renglones Variantes, Lista de Precios de los Materiales de Construcción, Normas Presupuestaria de los Renglones Variantes.
16. El Jefe del Proyecto debe poder definir los Presupuestos Independientes del proyecto.
17. El Jefe del Proyecto debe poder definir los Procedimientos que complementan al PRECONS.
18. El Administrador de Producción debe poder actualizar el Codificador de Projectistas con sus tarifas de salario horarias.
19. El Usuario necesita conocer el avance del desarrollo de un proyecto a través de las herramientas de la gestión de proyectos como el Diagrama de Gantt, Diagrama de PERT; e Informes sobre Cumplimiento del Fondo de Tiempo por OT, Cálculo de los Costos reales por Orden de Trabajo y Total del Proyecto, Cumplimiento de la Planificación de Gastos.
20. El Administrador del PRECONS debe poder definir un Renglón Variante Personalizado para un Proyecto.
21. El Administrador del PRECONS debe poder definir la Norma Presupuestaria de un Renglón Variante Personalizado para un Proyecto.

3.1.2 Definición de los principales objetos del Modelo del Dominio.

A partir de la lista de requerimientos se realiza una inspección gramatical de los elementos señalados, los cuales se ordenan alfabéticamente y se eliminan términos duplicados e innecesarios que caen fuera del alcance del modelo del dominio. Conjuntamente se explica

brevemente el significado de cada entidad. Por el tamaño de este diccionario de definiciones, el mismo se muestra en el anexo 14 (14.2).

3.1.3 Diagrama del Modelo del Dominio.

Luego de actualizar y refinar las palabras claves que conforman el modelo de dominio, enfocados en las líneas directrices mencionadas, se está en condiciones de representar el mismo con las relaciones que corresponden.

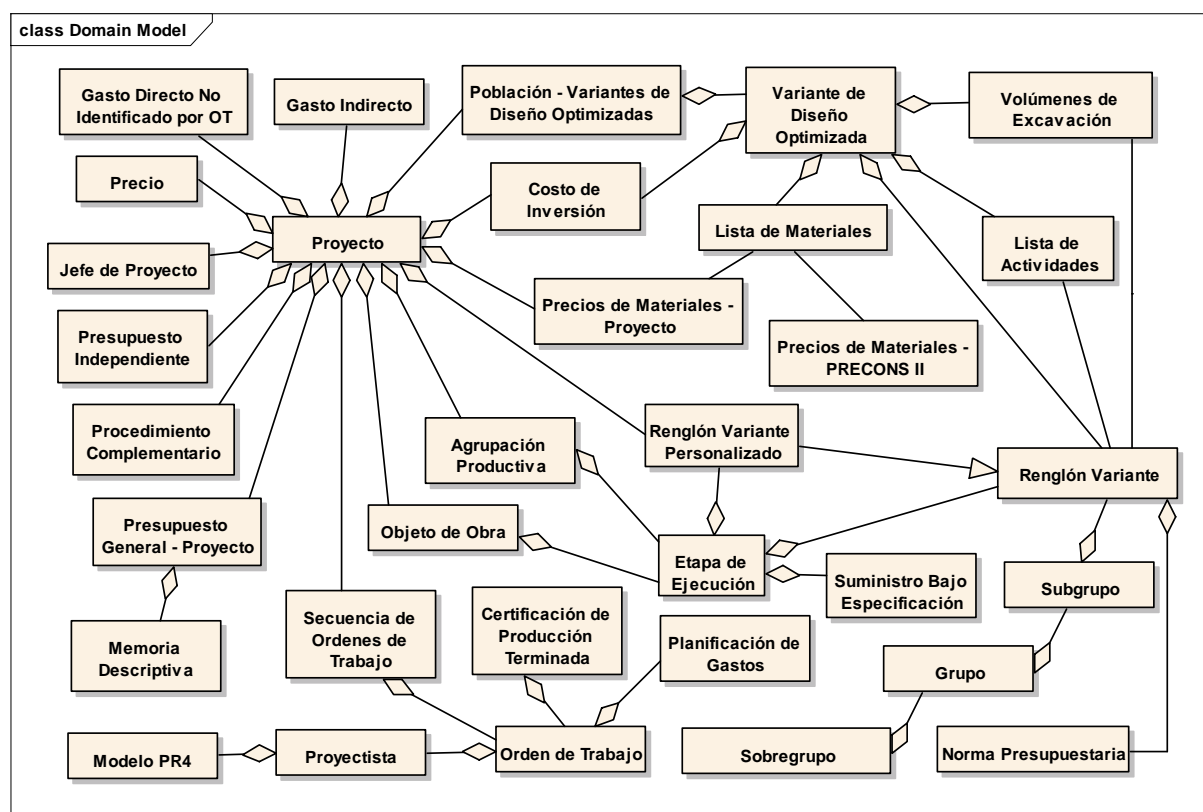


Figura 3.1 Diagrama Modelo del Dominio.

3.2 Análisis y Diseño preliminar.

El objetivo de la fase de análisis es la construcción de un sistema correcto, mientras que la del diseño tiene como fin la construcción correcta de un sistema. El diseño preliminar constituye el paso intermedio entre el análisis y el diseño, y es precisamente el que posibilita que se

puedan entender por completo los requerimientos, refinando y eliminando la ambigüedad de los mismos, a través del vínculo existente entre los casos de uso y los objetos del modelo del dominio. (Rosenberg y Stephens, 2007).

3.2.1 Modelo de los Casos de Uso del Sistema.

A partir de los requerimientos funcionales capturados, se desarrolla la modelación de los casos de uso, la cual comprende la identificación de los actores y los casos de uso del sistema. El conjunto de funcionalidades de los módulos se determinan examinando las necesidades funcionales de cada actor.

Dentro del proceso de ICONIX, uno de los primeros pasos, involucra la construcción del modelo de casos de uso. 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).

Esta metodología asume que el modelo del dominio inicial es incorrecto y provee un mejoramiento incremental del mismo a medida que se analizan los casos de uso. (Rosenberg y Stephens, 2007).

El anexo 15 (15.1) presenta las líneas directrices para una correcta elaboración de los casos de uso. Partiendo de la regla sobre el uso de la regla de los párrafos se deduce que los comportamientos entre los usuarios y el Sistema deben ser descritos hasta los niveles más específicos.

En el anexo 15 (15.2) se presenta un resumen de los casos de uso identificados, agrupados por actor.

3.2.2 Descripción de los Casos de Uso del Sistema.

Con el fin de detallar las relaciones entre los casos de usos y los actores se deben realizar las descripciones textuales de los casos de uso como un flujo principal de acciones. Este proceso se desarrolla mediante una tabla en la cual se presenta el nombre del caso de uso y su

descripción. La descripción se divide en dos, el curso básico de las operaciones, que muestra cómo se debe realizar el proceso y el curso alterno, que captura los posibles errores o sucesos que pueden ocurrir durante la operación. (Silva, 2007).

Para el desarrollo de estas descripciones se tuvo en cuenta la principal sugerencia que hace ICONIX en relación a esta actividad, que se utilice un estilo consistente y adecuado al contexto del proyecto, es decir que los casos de uso estén escritos siguiendo la regla de los dos párrafos, en voz activa, usando un flujo respuesta/evento entre el usuario y el sistema, y empleando una estructura de oración sustantivo-verbo-sustantivo.

A continuación se muestra la descripción textual de algunos de los casos de uso, el resto aparece en el anexo 15 (15.3).

Caso de Uso	
Iniciar Sesión de Trabajo en el Sistema	Curso Básico:
	El <u>usuario</u> accede a la <u>página de Inicio de Sesión</u> e introduce y envía su <u>identificador de usuario</u> y su <u>contraseña</u> para iniciar una sesión de trabajo. El Sistema verifica la existencia del usuario en el <u>Registro de Usuarios</u> , recupera los datos de su <u>cuenta de usuario</u> y verifica si la contraseña es correcta. El Sistema inicia la sesión de trabajo para el usuario, personalizando el menú de la aplicación.
	Curso Alternativo:
	<u>Datos de identificación en blanco</u> : El identificador de usuario o su contraseña se envían en blanco. El Sistema muestra mensaje de error ('Identificador de Usuario o Contraseña requeridos') en la página de Inicio de Sesión e incrementa el número de intentos de inicio de sesión fallidos. <u>Usuario inexistente</u> : El Sistema no encuentra la cuenta de usuario en el Registro de Usuarios. El Sistema muestra mensaje de error ('Identificador de Usuario o Contraseña incorrectos') en la página de Inicio de Sesión e incrementa el número de intentos de inicio de sesión fallidos. <u>Contraseña incorrecta</u> : El identificador de usuario o su contraseña se envían en blanco. El Sistema muestra mensaje de error ('Identificador de Usuario o Contraseña incorrectos') en la página

	de Inicio de Sesión e incrementa el número de intentos de inicio de sesión fallidos.
--	--

Caso de Uso	
Calcular Costo Inversión – Variante de Diseño	Curso Básico:
	El <u>Procedimiento de Optimización</u> solicita determinar el Costo de Inversión de una Variante de Diseño, suministrando al <u>Módulo – Costos de Inversión</u> la Lista de Materiales, los Volúmenes de Excavación y la Lista de Actividades de la Variante de Diseño. Informa donde encontrar la Lista de Precio de Materiales en el Proyecto, si existe. El Módulo – Costos de Inversión invoca a: <u>Calcular Costo Materiales – Variante de Diseño</u> , <u>Calcular Costo Volúmenes de Excavación – Variante de Diseño</u> y <u>Calcular Costo Actividades – Variante de Diseño</u> ; retornando al <u>Procedimiento de Optimización</u> el Costo de Inversión calculado y la <u>Lista de Elementos no Encontrados</u> .
	Curso Alternativo:

Caso de Uso	
Calcular Costo Materiales – Variante de Diseño	Curso Básico:
	El <u>Módulo – Costos de Inversión</u> necesita calcular el Costo - Lista de Materiales de una Variante de Diseño. Para cada material incluido en la lista: <ul style="list-style-type: none"> • busca el precio en Lista de Precio de Materiales en el Proyecto, si existe; de lo contrario lo busca en la Lista de Precio de Materiales del PRECONS II. • calcula el costo = precio * cantidad_material • acumula el costo calculado como Costo_Materiales. Finalmente retorna el costo calculado en Costo_Materiales y la Lista de Materiales no Encontrados.
	Curso Alternativo:
	Precio no encontrado para un Material: El <u>Módulo – Costos de Inversión</u> no encuentra el material en ninguna de las listas de precios (Proyecto y PRECONS II), se inserta el Material en la <u>Lista de Elementos no Encontrados</u> .

Caso de Uso

Calcular Costo Volúmenes Excavación – Variante de Diseño	Curso Básico:
	El <u>Módulo – Costos de Inversión</u> necesita calcular el Costo – Volúmenes Excavación de una Variante de Diseño. Para cada volumen especificado: <ul style="list-style-type: none"> • busca el Renglón Variante correspondiente del PRECONS II. • calcula el costo = costo_total_RV * cantidad_material ó costo_sin_material_RV * cantidad_material (según la situación). • acumula el costo calculado como Costo_Volúmenes. Finalmente retorna el costo calculado en Costo_Volúmenes y la Lista de Volúmenes no Encontrados.
	Curso Alternativo:
	Renglón Variante no encontrado para un Volumen: El <u>Módulo – Costos de Inversión</u> no encuentra el Renglón Variante correspondiente para un Volumen. Se inserta el Volumen en la <u>Lista de Volúmenes no Encontrados</u> .

Caso de Uso	
Calcular Costo Actividades – Variante de Diseño	Curso Básico:
	El <u>Módulo – Costos de Inversión</u> necesita calcular el Costo – Lista de Actividades de una Variante de Diseño. Para cada actividad incluida en la lista: <ul style="list-style-type: none"> • busca el Renglón Variante correspondiente del PRECONS II. • calcula el costo = costo_total_RV * cantidad_material ó costo_sin_material_RV * cantidad_material (según la situación). • acumula el costo calculado como Costo_Actividades. Finalmente retorna el costo calculado en Costo_Actividades y la Lista de Actividades no Encontradas.
	Curso Alternativo:
	Renglón Variante no encontrado para una Actividad: El <u>Módulo – Costos de Inversión</u> no encuentra el Renglón Variante correspondiente para una Actividad. Se inserta la Actividad en la <u>Lista de Actividades no Encontradas</u> .

A continuación se muestra el diagrama de casos de usos para determinar el costo de inversión de una variante de diseño.

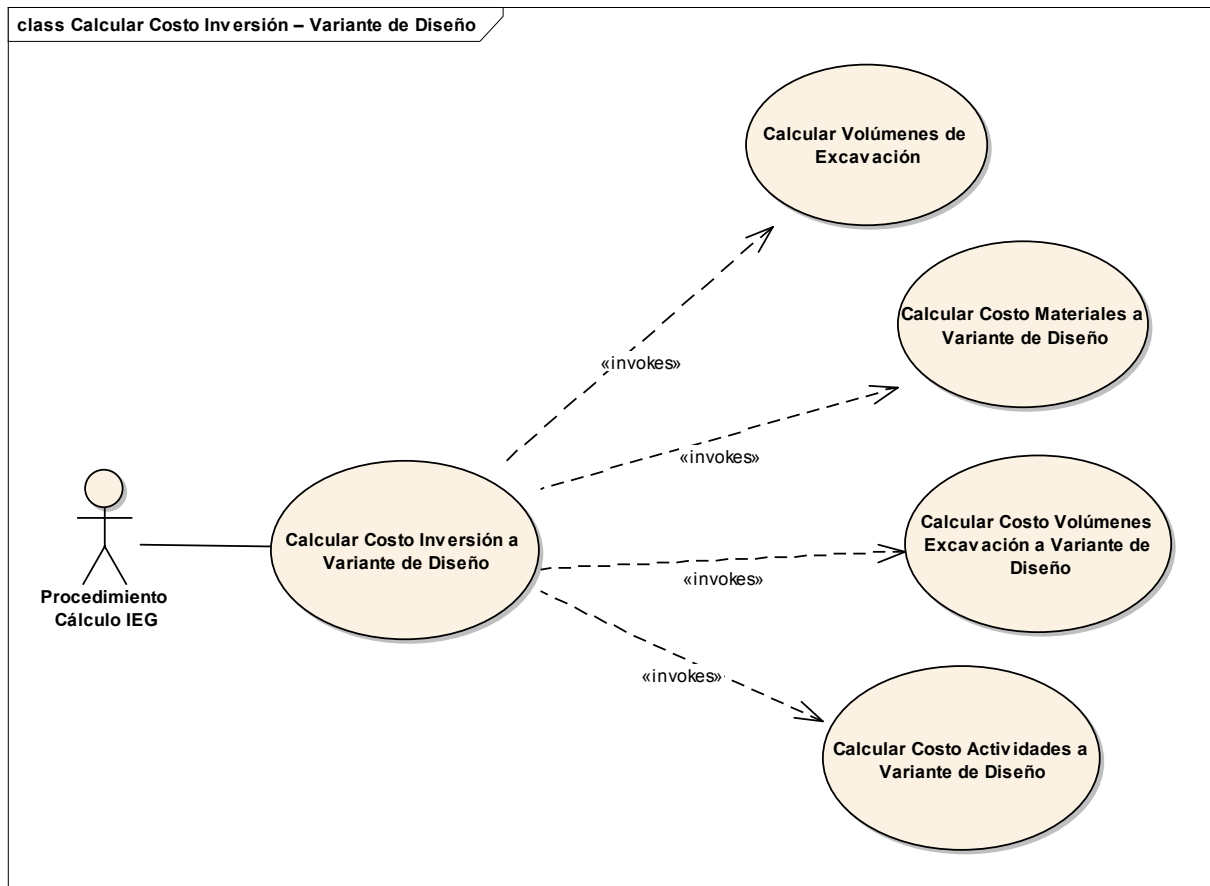


Figura 3.2. Diagrama de Casos de Usos para determinar el costo de inversión de una variante de diseño.

3.2.3 Análisis de Robustez.

Tomando en cuenta el procedimiento de la metodología ICONIX, el siguiente paso luego de que se han modelado y descrito los casos de uso, es el análisis de robustez, que permite identificar los objetos que participarán en cada caso de uso.

Esto es un elemento crucial ya que generalmente se olvidan algunos objetos durante el modelado del dominio; y de esta forma se pueden identificar antes de que cause problemas serios, además sirve para identificar más y mejores clases, antes del desarrollo del diagrama de secuencia.

Las interacciones entre los objetos participantes de un caso de uso se ilustran gráficamente a través del diagrama de robustez, que permite analizar el texto narrativo de cada caso de uso e identificar un conjunto inicial de objetos involucrados en cada uno de ellos. (Rosenberg y Stephens, 2007)

Este proceso se realiza mediante la construcción de un diagrama de robustez para cada caso de uso. (Canos, 2008). En la figura 3.3 se muestran los objetos que se utilizan para crear los diagramas de robustez.

Objetos interfaces: se utilizan para describir qué usa el actor para comunicarse con el sistema.



Objetos controladores: son objetos de control, la mayoría de las veces representan verbos titulares para funciones del sistema.



curso básico



curso alterno

Objetos entidades: Son usualmente objetos del modelo del dominio.



Figura 3.3. Objetos que conforman el diagrama de robustez.

A continuación se muestran dos de los diagramas de robustez para los casos de uso analizados. En el anexo 15 (15.4) pueden consultarse otros diagramas de robustez.

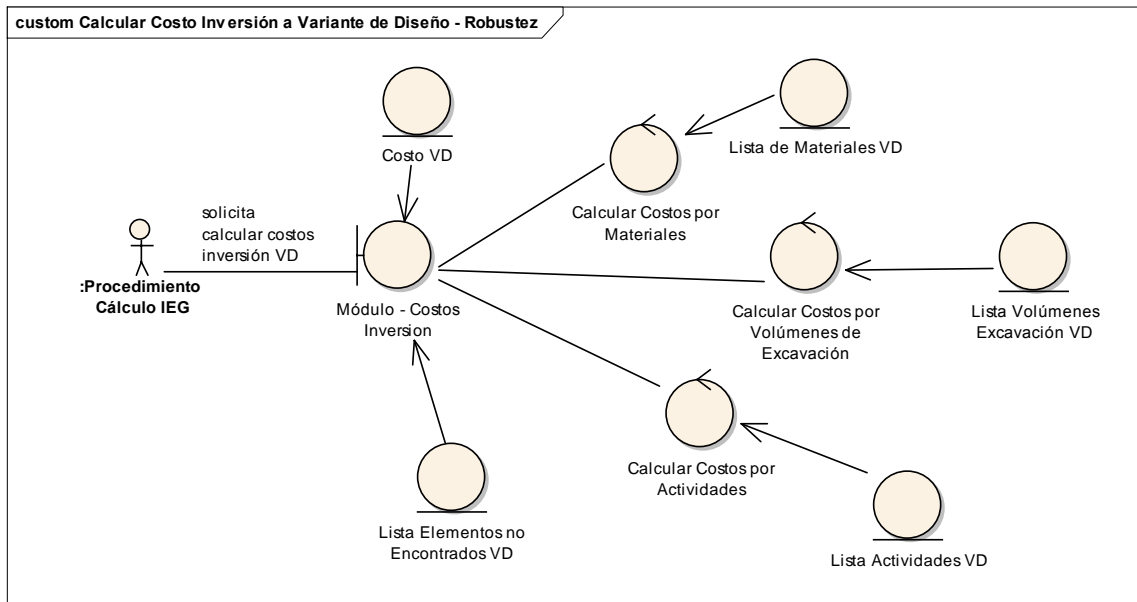


Figura 3.4. Diagrama de robustez del caso de uso: Calcular costos de inversión a una variante de diseño.

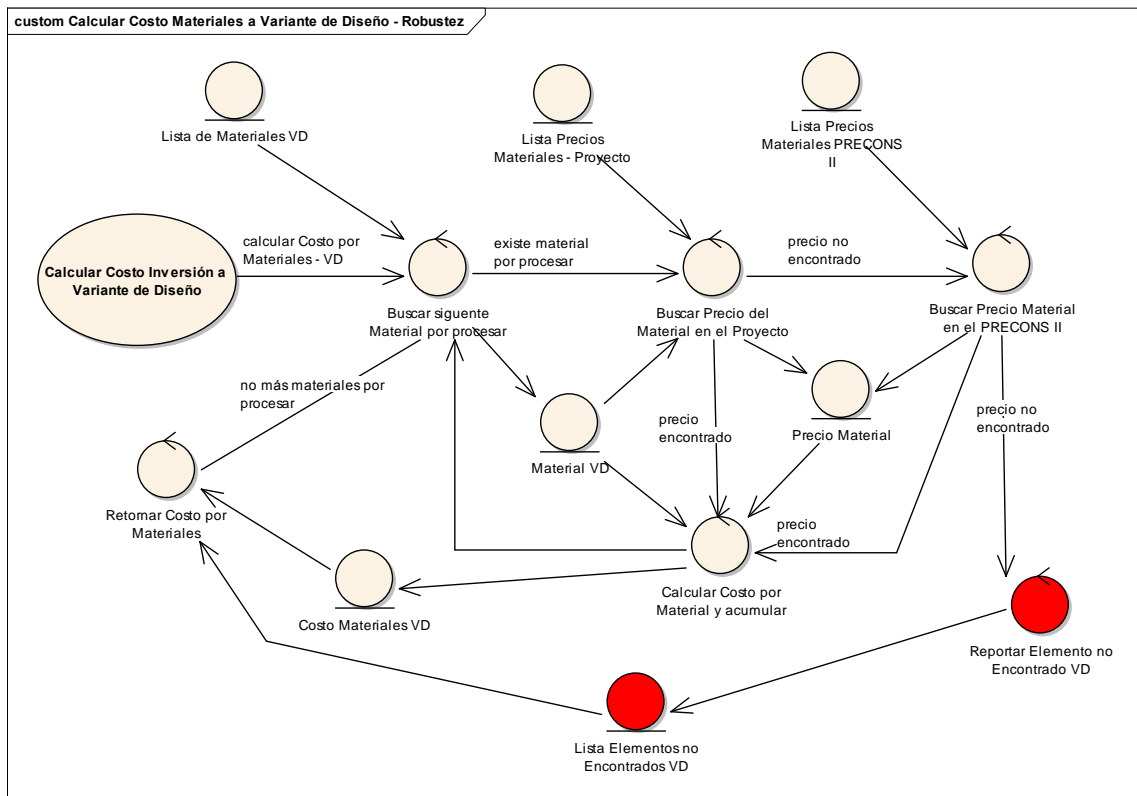


Figura 3.5. Diagrama de robustez del caso de uso: Calcular costos por materiales a una variante de diseño.

3.3 Arquitectura Técnica.

La arquitectura técnica (Technical Architecture, por sus siglas en inglés) define un conjunto de decisiones básicas que se necesitan tomar, en cuanto a las tecnologías utilizadas en el desarrollo del Sistema. (Rosenberg y Scott, 2001).

Se conoce también como arquitectura del sistema y arquitectura del software, y se realiza con propósito de describir el sistema que se está intentando construir en términos de estructura, satisfacer los requerimientos del negocio y el nivel de servicio del sistema que se va a desarrollar, incluyendo además la topología del sistema, es decir los nodos del servidor, localización física en la red, la elección del servidor de aplicación (Rosenberg 2005). En la arquitectura se desarrolla el diagrama de despliegue de la aplicación, el cual permitirá entender la arquitectura del sistema.

3.3.1 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. (Jacobson, 2000; Rodríguez y Torres, 2008)

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

❖ Apariencia o Interfaz externa.

- Los módulos deben ser fácil de manipular, respetando la filosofía acostumbrada por los usuarios en la utilización de sistemas computacionales destinados a esta actividad.

❖ Usabilidad

- Los módulos deben ser lo más ligero posible para acelerar el tiempo de conexión a los mismos.

❖ Rendimiento

- Los módulos deben tener una alta velocidad de procesamiento.

❖ Portabilidad

- La programación sobre Java garantiza desarrollar aplicaciones portables, independientes del sistema operativo en que se implementan.

❖ Seguridad

- Control de accesos de usuarios por roles y cuentas de usuarios. Personalización de las funcionalidades permitidas según el rol del usuario.
- Bitácora de eventos para auditar las acciones de los usuarios.
- Bases de Datos sobre arquitectura Cliente – Servidor, con los datos de conexión protegidos.

❖ Integridad de los datos

- El módulo debe facilitar la validación de la información. Esto se puede lograr a través de información gráfica y de texto.

❖ Facilidad de Mantenimiento

- Debe dar facilidad de mantenimiento una vez implantado para viabilizar un perfeccionamiento continuo 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 los módulos.

❖ 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).
- ❖ Por parte de los servidores se debe contar con:
 - Máquina Virtual de Java (JRE v1.6 o superior).
 - Servicios http implementados con el Framework Spring.
 - SGBD PostgreSQL 8.4
 - Aplicaciones web para el Cálculo de los Costos de Inversión de las variantes de diseño en el procedimiento para la “Optimización del diseño redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”, para la Planificación de la producción de los proyectos redes de abastecimiento y para el Control de la producción de estos proyectos.
- ❖ Para ejecutar el software en las máquinas clientes se necesita que estas tengan:
 - Microprocesador Intel Pentium III a 1 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, con un microprocesador de 2.4 GHz de velocidad, y capacidad de almacenamiento mínima de 30 GB para alojar la base de datos y almacenamientos temporales.

3.3.2 Modelo de Despliegue.

En el modelo de despliegue (Ver Figura 3.8) se especifica la distribución desde el punto de vista de hardware y software que se espera tenga la implementación de los módulos. Este diagrama se utiliza para describir la topología de los módulos propuestos, mostrando la configuración de las computadoras y dispositivos que participan en la ejecución y de los componentes que residen en ellos. El Modelo Hidráulico diferenciado en verde del resto de los módulos se refiere a la nueva versión que se desarrolla para software libre, por lo que el Módulo de Costos está disponible para esta nueva versión y para la aplicación autocad disponible en la actualidad.

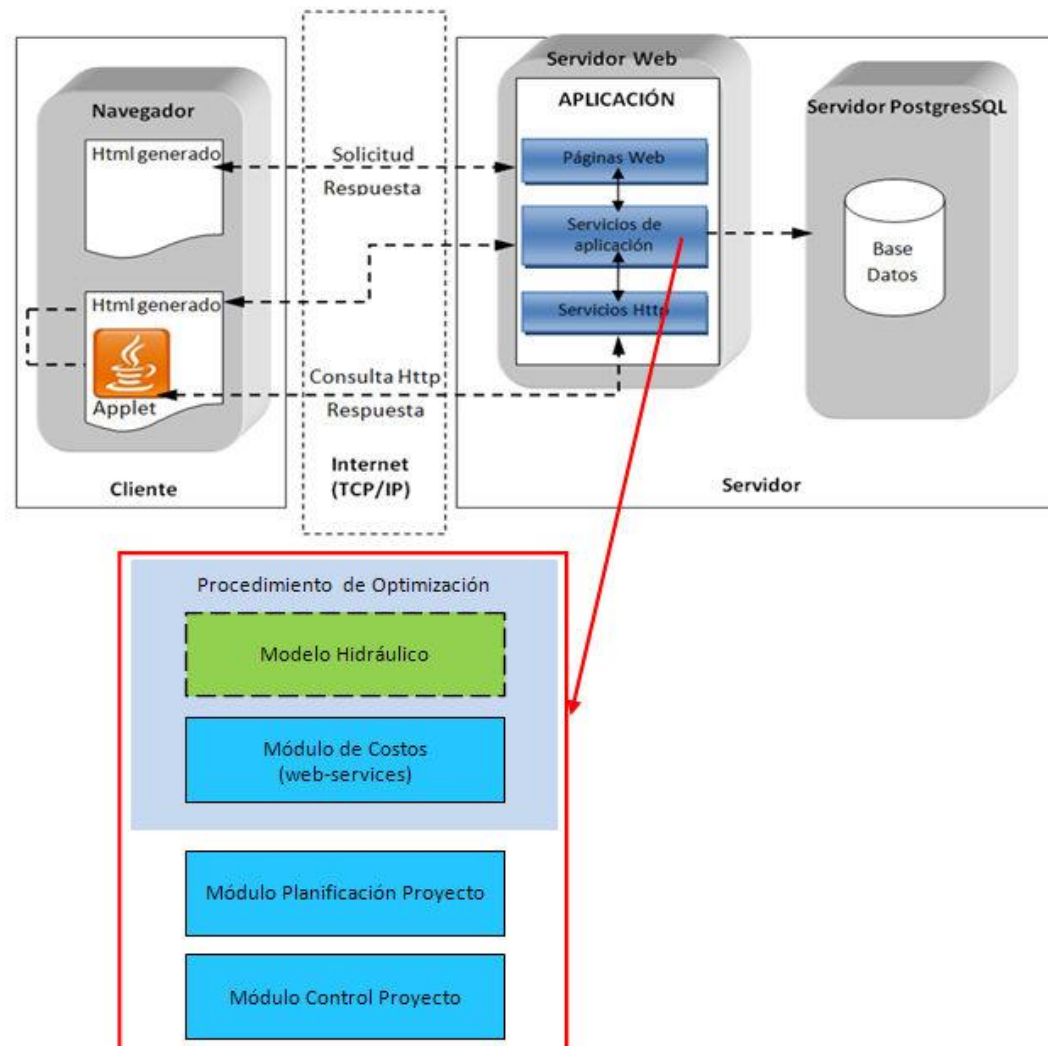


Figura 3.8. Diagrama de despliegue

3.4 Diseño detallado.

Como se explicaba en epígrafes anteriores, el diseño enmarca la construcción adecuada de un sistema, o sea que le da forma mientras intenta preservar la estructura definida por la fase de análisis. (Jacobson, 2000).

Al contrario del diseño preliminar que estaba dirigido a descubrir clases y objetos, el diseño detallado tiene como objetivo asignar funciones a esas clases que fueron detectadas. 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)

3.4.1 Diagrama de Secuencias.

A pesar de que a partir de los diagramas de casos de uso y de los diagramas de robustez se definen gran parte de los atributos de las clases identificadas, no es hasta el diagrama de secuencia donde se empiezan a ver qué métodos llevarán las clases del sistema que se desarrolla, así como las interacciones entre objetos durante el tiempo de vida del caso de uso.

El diagrama de secuencia tiene 10 objetivos elementales, entre ellos los más importantes son:

- Asignar comportamiento a las clases.
- Mostrar en detalle como las clases interactúan entre sí durante el tiempo de vida del caso de uso.
- Terminar la distribución de las operaciones entre clases.

En el anexo 15 (15.5) muestra el diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso Consultar un Objeto de Obra para su actualización.

3.4.2 Modelo de Datos.

El modelo de datos define las estructuras de datos que se utilizan en el sistema y describe la estructura lógica de la información que queda almacenada en la base de datos. (Pressman, 1997).

Para determinar el modelo lógico de datos se hace necesario primero analizar cuáles son las clases persistentes del módulo a desarrollar, por lo se realiza el diagrama de clases persistentes que modela la información que trasciende en el tiempo, incluso después de cerrada la aplicación. Las clases candidatas a convertirse en persistentes son las clases entidad determinadas desde los diagramas de robustez, de secuencia, hasta el diagrama de clases.

Una vez precisadas las clases persistentes, se empleó el modelo de datos para definir la transformación de las clases persistentes en las estructuras de datos persistentes utilizadas en la aplicación. El análisis de las clases persistentes, permitió comenzar el diseño de la base de datos para almacenar los datos necesarios para los módulos a desarrollar. En el anexo 15 (15.6 y 15.7) se puede consultar el diseño de la base de datos a través de una herramienta case y del programa script obtenido para la creación de la misma en un servidor de datos PostgreSQL 8.4.

CONCLUSIONES del capítulo:

1. Como única conclusión del Capítulo se considera importante resaltar la utilidad de las metodologías ágiles e iterativas como el ICONIX en el desarrollo de ingeniería de software para el diseño de sistemas informáticos y la ayuda que esta metodología ha brindado en el diseño de la solución al problema planteado.

CONCLUSIONES

1. Las investigaciones realizadas sobre la Toma de Decisiones en la Gestión de Proyectos de Redes de Abastecimiento demuestran la necesidad de contar con valoraciones de costos de inversión y de precios de los proyectos cercanos a la realidad desde las etapas tempranas del Proceso Inversionista, como se demanda en los Estudios de Factibilidad y los Anteproyectos. También exponen la contribución de la integración de las soluciones informáticas para la planificación y el control de la producción de los proyectos, en el mejoramiento de la calidad de los proyectos y el incremento del control de los costos de producción.
2. Los módulos informáticos diseñados favorecerán el proceso de Toma de Decisión en la Negociación de los proyectos, al incrementar la fiabilidad de los costos de inversión determinados para las variantes de diseño del procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”.
3. Estos módulos contribuirán al mejoramiento de la calidad en la Gestión de Proyectos durante el desarrollo de los mismos lo que tendrá incidencia positiva en el control de los costos de producción.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar los módulos diseñados, con el auxilio de la herramienta Enterprise Architect y del proceso iterativo para el refinamiento de la solución que ofrece el ICONIX.
2. Documentar los módulos, una vez desarrollados, aprovechando las descripciones de los casos de uso de la ingeniería de software desarrollada.
3. Implementar los módulos informáticos propuestos en las empresas que explotan el procedimiento para la “Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos”.
4. Proponer un estudio en las E.I.P.H. para minimizar la utilización de los “Gastos directos no identificados por órdenes de trabajo”, toda vez que no contribuyen a la calidad de los análisis sobre los costos en la actividad de proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alperovits, E. and Shamir, U. (1977): "Design of optimal water distribution systems". *Water Resour Res.*, 13(6), 885-900.
2. Andrade, R. "Programación de funciones en PL/pgSQL para PostgreSQL". 2002.
3. Babayan, A. V., Kapelan, Z., Savic, D.A., and Walters, G.A. (2005): "Least-cost design of water distribution networks under demand uncertainty", *J. Water Resour. Plan. Manage.*, (in press), Centre for Water Systems (CWS), Benchmark networks for design and optimisation of water distribution networks, University of Exeter, Exeter, U.K. <http://www.exeter.ac.uk/cws/benchmarks&>.
4. Bauer, C. G. K. "Java persistence with Hibernate". 2005.
5. Brito, K. "Selección de metodologías de desarrollo para aplicaciones web en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos". Universidad "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba. 2009. 148 h.
6. Canos, José H. "Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software". Universidad Politécnica de Valencia. 2008.
7. Cherkasski, V.M. (1986): "Bombas, Ventiladores, Compresores", Editorial Mir, Moscú, Rusia.
8. Chiong, C. (1985): "Optimización de redes hidráulicas cerradas". Tesis Doctoral. CIH. CUJAE. La Habana. Cuba.
9. Cunha, M. C. and Sousa, J. (1999): "Water distribution network design optimization: Simulated annealing approach", *J. Water Resources Planning Manage*, vol. 125, No. 4, pp. 215–221.
10. Díaz, M., Cruz R. "Costo básico, Material de apoyo a la docencia". Universidad "Oscar Lucero Moya". Departamento de Contabilidad y Finanzas, Facultad de Ciencias Económicas e Ingeniería Industrial. Holguín. 2004.
11. García, R., González, F y León, R. (2008): "El ahorro de agua y energía como palanca de desarrollo para mejorar la eficiencia de los organismos operadores en México: Presentación de un caso real de la ciudad de Celaya, Gto", SEREA, México. <http://www.serea.upv.es>
12. Gessler, J. (1982): "Optimization of Pipe Networks", *Proceedings, International Symposium on Urban Hydrology, Hydraulics, and Sediment Control*, University of Kentucky, Lexington, Kentucky, 165-171.
13. González, H. S. "Manual de Hibernate". 2003.
14. Goulter, I. and Bouchart, F. (1990): "Reliability-constrained pipe network model", *J. Hydr. Engrg.*, ASCE, 116(2), 211-229.
15. Hechavarría, Jesús R. "Optimización del diseño de redes de distribución de agua bajo criterios técnico-económicos". Universidad "Oscar Lucero Moya" Facultad de Ingeniería, Holguín. 2009. 143 h. [Tesis Doctoral].
16. Idroelettrica (2007): "Centrifugal Electric Pumps", Idroelettrica S.p.A., Italia. <http://www.idro-elettrica.it>
17. isoftwarereviews, 2010. <http://www.isoftwarereviews.com/openproj/>
18. Jacobson, I. "El Proceso Unificado de Desarrollo de Software". 2000.
19. Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J. "El Proceso Unificado de Desarrollo del Software". Addison-Wesley. 2000.

20. Kerzner, H. "Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling", Tenth Ed. 2009.
21. Khomsi, D., Walters, G. A., Thorley, A. and Ouazar, D. (1996): "Reliability tester for water distribution networks", J. Comp. in Civ. Engrg., ASCE, 10(1), 10-19.
22. Lock, D. Project Management, Ninth Edition. Gower Publishing Limited, Hampshire GU11 3HR, England. 2007.
23. Lockhart, T. "Tutorial de PostgreSQL". 1996.
24. Loganathan, G.V., Greene, J. J. and Ahn, T .J. (1995): "Design heuristic for global minimum cost water distribution systems", J. Water Resour. Plng. and Mgmt., ASCE, 121 (2), 182-192.
25. Martínez, J.B. (2000): "Economía de los recursos hidráulicos", Segunda Edición, Editorial CIH – ISPJAE, Centro de Investigaciones Hidráulicas, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, Cuba.
26. Martínez, J.B. (2001): "The concept of reliability in water supply networks", V Congreso Internacional de Hidráulica, Pinar del Río, Cuba.
27. Martínez, J.C. y Baños, E.: "Indicaciones para el Proceso Inversionista: Resolución. 91-2006", Grupo Empresarial de Investigación, Proyecto e Ingeniería, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Centro de Investigaciones de Tecnologías Avanzadas, Camagüey, Cuba. 2007.
28. Martínez, J.B. (2007b): "Quantifying the economy of water supply looped networks". Journal American Society of Civil Engineers (ASCE). (CUJAE). La Habana, Cuba.
29. Matthew, N., Stones, R. "Beginning Databases with PostgreSQL. From Novice to Professional". 2da ed.: Apress; 2005.
30. MEP (Ministerio de Economía y Planificación), Cuba. "Resolución No. 91, 2006. Indicaciones para el Proceso Inversionista"; 2006.
31. Montalvo, I., Izquierdo, S.J. y Guillén, T.N. (2007): "Modificación de la aplicación de la Optimización de Colonia de Hormigas al Diseño de Sistemas de Distribución de Agua". VIII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica, Editorial Obras, Isla de la Juventud, Cuba.
32. McNaughton, K. (1994): "Bombas, Selección Uso y Mantenimiento", México.
33. Nápoles, Lisset. "Módulo de Gerencia CAD de un sistema CAD distribuido para el diseño de redes hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín Raudal". Universidad "Oscar Lucero Moya" Facultad de Informática y Matemática, Holguín. 2010. 114 h.[Tesis de Diploma].
34. Navarro, M. "Despliegue funcional de la calidad - Q.F.D." UPC – Tercera edición Barcelona, España. 1999.
35. Olsson, R., Kapelan, Z. and Savic, D. (2009): "Probabilistic Building Block Identification for the Design and Rehabilitation of Water Distribution Systems", Journal of Hydroinformatics, pp 88-105.
36. Orjuela, A., Rojas, M. "Las Metodologías de Desarrollo Ágil como una Oportunidad para la Ingeniería de Software Educativo". 2008.
37. Pimentel, H. (2008): "Reducción de pérdidas de agua y energía en sistemas de abastecimiento. Experiencias en Brasil", SEREA, Las. de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento-LEHNS, Universidad Federal de Paraíba-UFPB, Brasil. <http://www.serea.upv.es>

38. Portilla, Y. "Desarrollo del QFD en la concepción de un Sistema CAD para el diseño de redes hidráulicas de abasto". Universidad "Oscar Lucero Moya" Facultad de Ingeniería Industrial, Holguín. 2009. 91 h. [Tesis de Diploma].
39. PostgreSQLGlobalDevelopmentGroup. "PostgreSQL 8.0.0 Documentation". 2005.
40. PRECONS II, Resolución No 199-2005 del Ministerio de Finanzas y Precios. Cuba. 2005.
41. Pressman, R. "Ingeniería de Software. Un enfoque práctico". 5ta ed.: McGraw-Hill; 1997.
42. PMI (Project Management Institute). PMBOK, Tercera Versión en Español. 3ª edición. ISBN 1-930699-73-5. 2004.
43. Quindry, G., Brill, E.D. and Liebman, J.C. (1981): "Optimization of looped water distribution systems", J. Envir. Engrg. Div., ASCE, 107(4), 665-679.
44. Rodríguez, M. d. C., Torres, M. "Sistema de gestión de información editorial. Semanario ¡ahora!". Universidad "Oscar Lucero Moya", Holguín. 2008. 197 h. [Trabajo de Diploma].
45. Rosenberg, D., Stephens, M. "Use Case Driven Object Modeling with UML. Theory and Practice". USA. 2007.
46. Rosenberg, D., Stephens, M., Cope, M. C. "Agile Development with ICONIX Process—People, Process, and Pragmatism". 2005.
47. Rowell, W. and Barnes, W. (1982): "Obtaining layout of water distribution systems", Journal of the Hydraulic Division (ASCE), Vol.108, HY1, January, 137-148.
48. Rumbaugh, J., Booch, G., Jacobson, I. "Guía de la Notación del UML Versión 1.0". 1997.
49. Schneider, Erich. "Contabilidad Industrial", 1939.
50. Silva, G. "utilizando iconix en el desenvolvimiento de aplicaciones Delphi". 2007.
51. Solís, C., Figueroa, R., Cabrera, A. "Metodologías Tradicionales vs. Metodologías Ágiles". 2001.
52. Tanyimboh, T. and Templeman, A.B. (2000): "A quantified assessment of the relationship between the reliability and entropy of water distribution systems", Engrg. Optimization, 33, 179-199.
53. Templeman, A. (1982): "Discussion of Optimization of looped water distribution systems", by Quindry et. al., J. Envir. Engrg. Div., ASCE, 108(3), 599-602.
54. Watanatada, T. (1973): "Least cost design of water distribution systems", J. Hydr. Div., ASCE, 99(9), 1497-1512.
55. wikipedia1, agosto/2010. http://en.wikipedia.org/wiki/Client-server_model
56. wikipedia2, diciembre/2010. http://es.wikipedia.org/wiki/cliente_servidor
57. wikipedia3, diciembre/2010. <http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto>
58. wikipedia4, noviembre/2010. http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_decisiones
59. wikipedia5, octubre/2010. http://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_application
60. wikipedia6, diciembre/2010. <http://en.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller>
61. Xu, C. and Goulter, I.C. (1999): "Reliability based optimal design of water distribution networks", J. Water Resour. Plng. and Mgmt., ASCE, 125(6), 352-362.

ANEXO 1

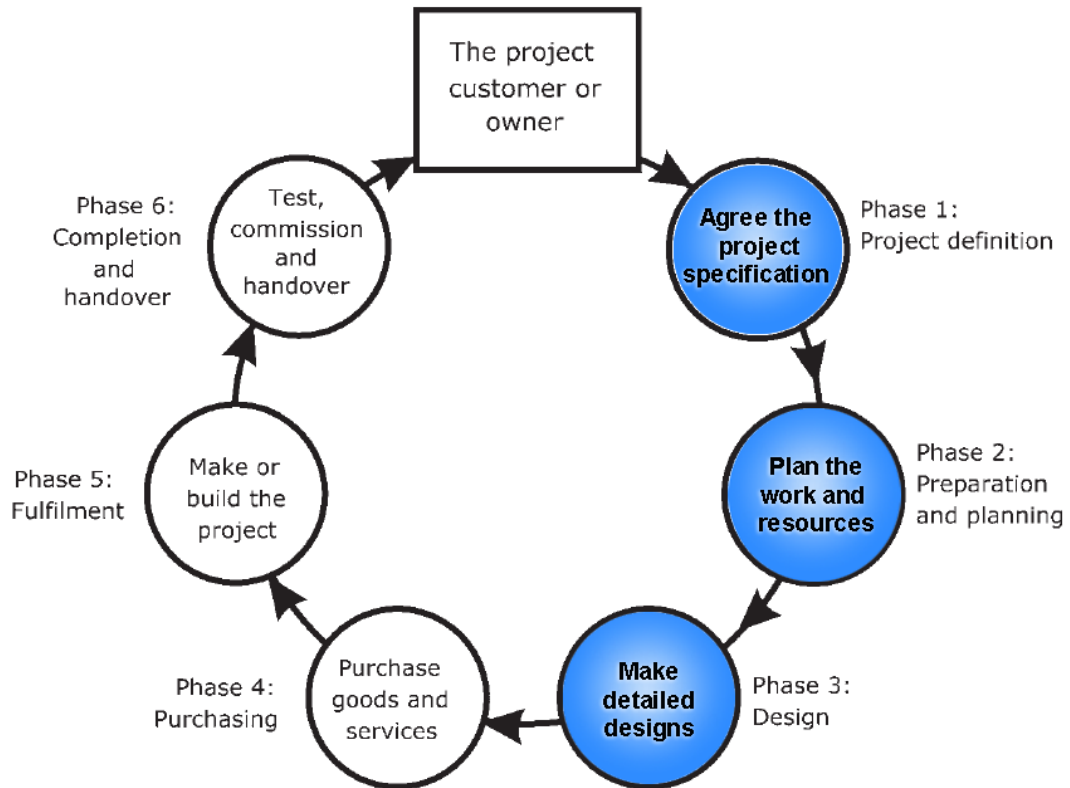


Figura 1. Ciclo de vida de un proyecto. (Lock, 2007).

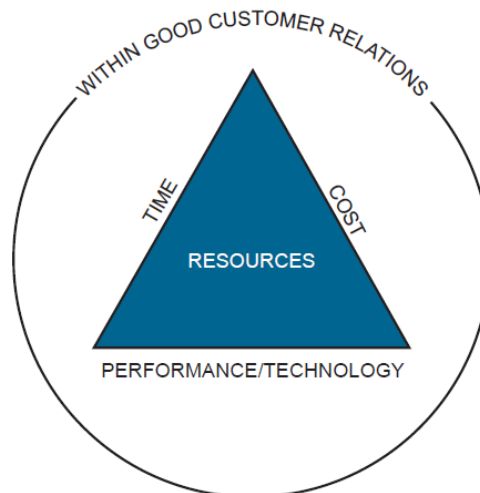


Figura 2. Triángulo de compromiso entre: tiempo, rendimiento y costo, en el desarrollo de un proyecto. (Kerzner, 2009).

ANEXO 2
EVOLUCION HISTÓRICA DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS
(Lock, 2007)

Década	Evolución de la Gestión de Proyectos
1900 - 1950	<ul style="list-style-type: none">✓ primeros científicos e ingenieros de la gestión industrial, como Elton Mayo y Frederick Winslow Taylor.✓ Henry Ford hizo la manufactura por cadenas de producción famosa con su modelo T del automóvil.✓ Henry Gantt (1861-1919), quien trabajó para Taylor, desarrolló su famoso gráfico, utilizado universalmente en la actualidad.✓ primeros intentos de emplear las rutas críticas.✓ Los diagramas de Gantt son los generalmente preferidos, formados sobre gráficas que permiten la reprogramación a través de tiras o tarjetas magnéticas en un lugar destacado en las paredes de las oficinas.
1950 - 1960	<ul style="list-style-type: none">✓ computadoras mainframe digitales agilizan y facilitan el procesamiento y actualización de las rutas críticas.✓ planificación y programación de los proyectos se procesan en lote.✓ se presenta la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT), método para analizar las tareas en el completamiento de un proyecto, conceptos: tiempos de inicio y término más tempranos, y tiempos de inicio y término más tardíos.
1960 - 1970	<ul style="list-style-type: none">✓ mayor reconocimiento a la gestión de proyectos.✓ más preocupación por el bienestar de las personas en el trabajo.✓ primera edición del PMBOK.✓ mayoría de las publicaciones tratan la planificación y la programación de forma separada, en lugar de tratar de manera integral la gestión de proyectos como una disciplina de la administración.

1970 - 1980	<ul style="list-style-type: none">✓ incremento del desarrollo de software de gestión de proyectos debido al crecimiento de las IT.✓ procesamiento todavía en lote y limitado por uso de tarjetas perforadas.✓ gráficos a partir de patrones de caracteres alfanuméricos.✓ aparecen los gestores de proyectos de IT, los analistas de sistemas.✓ surgen asociaciones de gestión de proyecto profesionales✓ legislaciones para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores.
1980 - 1990	<ul style="list-style-type: none">✓ software de gestión de proyectos en equipos de escritorio.✓ posibilidad de gráficos complejos, con capacidad de impresión en la oficina.✓ los tiempos de procesamiento se redujeron drásticamente✓ la planificación y programación del proyecto pueden ser actualizada de forma inmediata.
1990 - actualidad	<ul style="list-style-type: none">✓ aparece el Microsoft Project.✓ predicción de riesgos en los proyectos; estrategias de contingencias para mitigar sus consecuencias.✓ Internet multiplica las posibilidades de transmitir y compartir todo tipo de información.✓ la gestión del proyecto ya no se considera como dos ramas separadas.✓ administración de las empresas bajo el estilo de la gestión de proyectos.✓ incremento de publicaciones.✓ cursos de entrenamiento y de certificación por universidades.

ANEXO 3

ETAPAS Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO INVERSIONISTA EN LOS PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO



Figura 1. Etapas del Proceso Inversionista.

Descripción de las etapas del Proceso Inversionista: (Martínez y Baños, 2007)

1. Ideas Conceptuales: en esta etapa se realiza el desarrollo del planeamiento, la zonificación, funcionalidad tecnológica y el análisis de los requerimientos técnicos del problema a resolver. Esto permite la evaluación técnica preliminar de las soluciones fundamentales de la inversión y constituye un primer nivel de aproximación a la solución y a la precisión del presupuesto. A este nivel se analizan diferentes variantes que se estiman competitivas y se realiza la fundamentación de cada una de ellas desde el punto de vista técnico y económico, para así elegir la solución más viable a ser llevada a etapas posteriores.
2. Anteproyecto o Ingeniería Básica: tiene como objetivo la definición y aprobación de las características y soluciones técnicas, tecnológicas, estéticas y económicas principales de la inversión, adoptándose las soluciones concretas en cada especialidad y cumpliendo con las definiciones y soluciones de la etapa de Ideas Conceptuales.
3. Proyecto Ejecutivo o Ingeniería de Detalle: en esta etapa se determinan las especificaciones finales de todos los materiales, elementos, equipamiento, sistemas constructivos y de montaje, así como otros aspectos, que fueron acordados con el Inversionista en la etapa de documentación anterior. Constituye la etapa de proyección con la cual se ejecuta la inversión y la documentación se suministra al inversionista en forma íntegra o por etapa según acuerdo. Se realizará para completar el Proyecto de Ingeniería Básica. También se elaboran las recomendaciones y especificaciones para la construcción,

así como las modificaciones presupuestarias que se requieran. Además, se establecen los parámetros para el control de la calidad y se precisarán las normas para la explotación y mantenimiento.

La documentación que acompaña a cada una de las etapas está formada por la *Memoria Descriptiva* y la *Documentación Gráfica*:

➤ **Memoria Descriptiva:** está conformada por toda la documentación escrita que requiera el proyecto donde se esboza lo referente a la finalidad de la obra, población actual y perspectiva, normas de consumo, reseña de estudios anteriores y otros aspectos de interés. Además se detallará según la etapa correspondiente la información siguiente:

- Condiciones naturales: topografía (descripción del lugar, ofreciendo la ubicación planimétrica y altimétrica de la región de trabajo, se realizan perfiles topográficos por los ejes principales de las obras y se detallan los ejes principales de las obras), geología e hidrogeología (se describen las condiciones geológicas del emplazamiento de las obras, con atención especial a los factores desfavorables para la construcción, se realizan investigaciones geológicas e hidrogeológicas, donde se presta atención a las características físico mecánicas del terreno, que sirve de base a las obras principales; así como de los préstamos y canteras, además se analiza el nivel y características de las aguas subterráneas), hidrología (se trabaja en lo fundamental con la información hidrológica de trabajos precedentes, completándose con estudios actualizados), calidad del agua (se presta especial atención a la calidad del agua a suministrar de la fuente propuesta, dándose una breve descripción de sus principales parámetros).
- Composición de la obra: descripción de los distintos elementos o partes componentes de las soluciones como son: fuente(s) de abasto (debe contemplar las fuentes de autorización, el tipo de fuente, ubicación, tipo de toma, caudal autorizado, la solución de la toma, niveles en la toma, tiempo de bombeo autorizado (de ser necesario) e informe de calidad del agua), suministro (se especifica según el tipo de suministro inyección o regulación: el diseño, la tecnología y soluciones de construcción, (para las bomba: descripción de tipo, potencia y tiempo de bombeo) (para los tanques: se

explica el sistema constructivo, ubicación y capacidad, volúmenes contra incendio, toma de incendio (diámetros y niveles), viales de acceso, diámetros a la entrada y salida, elementos metálicos, entre otros), órgano de tratamiento (localización, tipo de tratamiento, caudal a tratar, tecnología y dimensionado de la instalación y de sus elementos componentes, sistema constructivo, detalles de montaje de los elementos mecánicos y eléctricos, nivel de automatización y de protecciones del equipamiento, además se brindará información sobre el funcionamiento y recomendaciones para su explotación), conductoras y redes de distribución (especificar el tipo, trazado, longitud, diámetro y material de las tubería, válvulas y accesorios, forma de operación y se brindan las especificaciones técnicas para la ejecución de los trabajos de colocación y montaje).

- Cálculos hidráulicos y funcionamiento del sistema: se exponen los cálculos y métodos empleados, detallando la descripción tecnológica de cada una de las variantes analizadas.
- Otras obras y estudios de interés: se relacionarán otras obras tales como: caminos, líneas eléctricas, obras inducidas así como, demoliciones y afectaciones.
- Presupuesto: inicialmente se calcula el presupuesto estimado por partes gruesas, para cada variante según sistema presupuestario vigente. Luego se realiza el resumen general del presupuesto, indicando el valor total de la obra en su conjunto, teniendo en cuenta cada uno de sus objetos y/o partes componentes. Se presupuestará el costo de las medidas de mitigación necesarias de acuerdo al *Estudio Ambiental*. En los anexos se presentará el presupuesto detallado con las hojas de cálculo utilizadas y su correspondiente memoria descriptiva, donde se debe describir, como se presupuestó algún renglón variante que no esté contemplado en la base de datos original del PRECONS, señalando siempre el origen de ese precio.
- Organización de la construcción: se precisará la secuencia de ejecución de los objetos de obra, así como la puesta en explotación por etapas y las especificaciones técnicas y volúmenes de trabajo en cada uno de estos.
- Corrosión: se especificarán las medidas para evitar la corrosión del hormigón y los elementos metálicos.

- Normas y reglas de explotación de las obras: se elaboran las recomendaciones necesarias que permitan realizar el proyecto de explotación del sistema en general y de sus partes componentes, se incluyen los trabajos de operación y mantenimiento, así como, las mediciones que se requieren para conocer el comportamiento del funcionamiento general del sistema y sus componentes.
- Medio ambiente: se presentará un resumen de las principales variables afectadas, así como las medidas propuestas para la mitigación de los impactos negativos, se incluirán los aspectos más significativos del *Estudio Ambiental* que corresponda a solicitud del cliente, según lo establecido en la Resolución No. 91/2006 referida al *Proceso Inversionista*.
- Índices técnico-económicos: inicialmente se determinarán los índices técnicos y económicos de las variantes analizadas, destacándose: costo de inversión/ m3 de agua servida, costo de explotación / m3 de agua servida, Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), plazos de recuperación de la inversión (PRI) y luego se calculan los beneficios anuales estimados y los costos anuales totales.
- Conclusiones y Recomendaciones: inicialmente se harán conclusiones sobre cada una de las variantes analizadas y la recomendación de la variante propuesta, en referencia a sus ventajas técnico-económicas, posteriormente se expondrán los criterios y observaciones sobre las soluciones dadas en el proyecto, para la cual se elaboran recomendaciones para la realización del proyecto de *Ingeniería de Detalle*.
- Bibliografía consultada: se detallará toda la bibliografía e información científico-técnica utilizada.

➤ **Documentación Gráfica**: la documentación gráfica incluye los planos siguientes:

Inicialmente se entregan los planos *Situación General* de las soluciones estudiadas (escala: 1:50 000 a 1:25 000), situación de las variantes analizadas en plano topográfico (escala 1:10 000 con curvas de nivel cada 5 m) y los planos esquemáticos de las obras principales con volúmenes de trabajo preliminares.

En etapas más avanzadas del proyecto se confeccionan los *Planos Generales* los que consisten en: Microlocalización con los objetos de obra que la componen (escala:

1:25000 a 1:50000), situación de la obra (escala 1:10 000 o mayor, con perfiles longitudinales y transversales, plano topográfico en planta con esquema de replanteo de todas las obras.

En los planos de los distintos *Objetos de Obra* se detallan:

- Obra de captación: compuesto por los planos de replanteo y excavación, planos de dimensiones con vistas en planta y secciones longitudinales y transversales, planos estructurales y planos de elementos mecánicos.
- Estaciones de bombeo: se detallan los planos de replanteo y excavación, planos de dimensiones con vistas en planta y secciones, longitudinales y transversales con la ubicación de los equipos, accesorios e hidromecanismos, planos estructurales, planos de montaje mecánico y piezas metálicas y planos de montaje eléctrico.
- Conductoras: se hace necesario la elaboración de los Planos de *Situación* o *Planta General* del trazado de la tubería, *Perfil General*, con información sobre los diámetros y longitud de tuberías, presiones de trabajo y ubicación preliminar de válvulas y accesorios y *Perfil longitudinal* con cotas de excavación e invertida de la conductora, rasante piezométrica y sección típica con sus volúmenes de trabajo y tabla de listado de materiales.
- Órgano de tratamiento: plano tecnológico con vistas en planta y secciones longitudinales y transversales con la ubicación de los equipos, accesorios e hidromecanismos, planos estructurales, planos de elementos mecánicos y piezas metálicas y plano de montaje eléctrico.
- Redes de distribución: plano de replanteo en caso que se requiera (zona de nuevo desarrollo que no tenga infraestructura creada), plano en planta de la red donde se debe destacar: diámetros, materiales, caudal y velocidades en las tuberías y en los nodos, la cota topográfica, cota piezométrica y los valores de presión; en el plano de montaje se debe mostrar las diferentes conexiones y el despiece en un esquema.
- Tanques: plano de replanteo y excavación con sus volúmenes de trabajo, planos de dimensiones, plantas, perfiles y secciones, mostrando las conexiones, valvulería y

accesorios, planos estructurales, planos de elementos mecánicos y plano de solución eléctrica para el alumbrado.

En ocasiones será necesario contar con planos para la ejecución de otras obras no contempladas en los puntos anteriores, en los planos de hormigón o con elementos de éste, se incluirá la resistencia del mismo, la edad de diseño, el asentamiento máximo permisible, tamaño del árido grueso, el recubrimiento, así como otras especificaciones que sean necesarias.

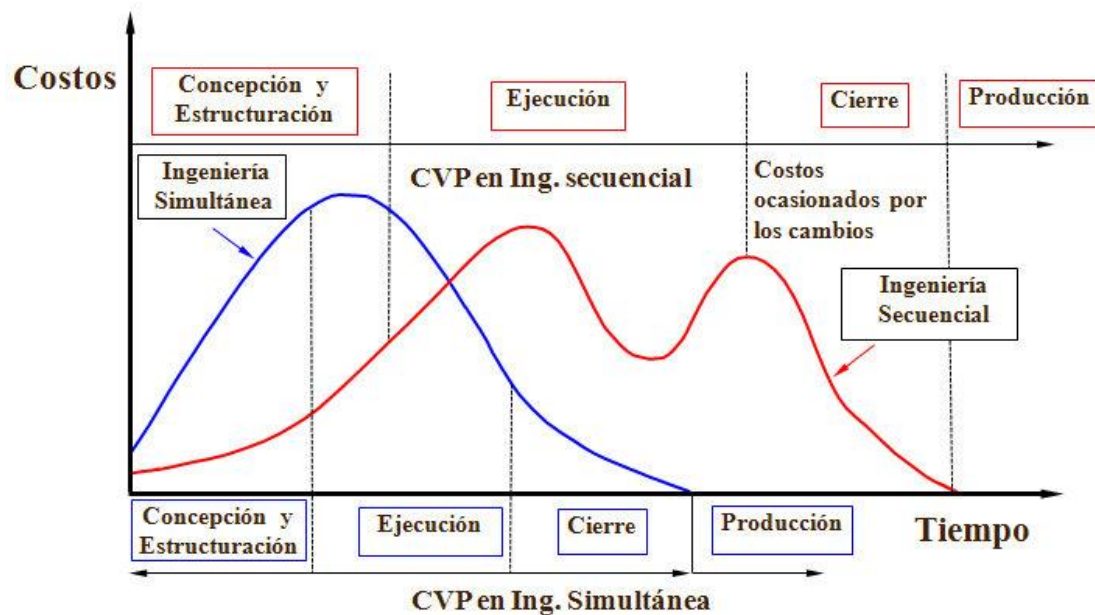


Figura 3. Ciclo de Vida de un Producto bajo el enfoque Concurrente y Tradicional.
(Hechavarría, 2009).

RESUMEN DE LA RESOLUCION 91 DEL 2006: INDICACIONES PARA EL PROCESO INVERSINISTA, DEL MINISTERIO DE ECONOMIA Y PLANIFICACION

CAPITULO XI De la Fase de Preinversión

Sección I: Del objetivo y alcance de la Fase de Preinversión

Artículo 115. La fase de Preinversión constituye el inicio del proceso inversionista y se corresponde con el proceso de identificación del asunto que motiva la inversión; formulación de la inversión y la proyección de su posterior explotación, generación de alternativas y su selección mediante un proceso de evaluación. Las decisiones tomadas en esta fase, una vez comenzada la ejecución, tienen generalmente un carácter irreversible.

Artículo 116. La fase de Preinversión comprende el conjunto de investigaciones, proyectos y estudios técnico - económicos encaminados a fundamentar la necesidad y conveniencia de su ejecución con un alto grado de certeza respecto a su viabilidad y eficacia, en las subsiguientes etapas de su desarrollo.

A los fines a que se contrae el párrafo anterior, se consideran los siguientes niveles de elaboración:

1. Estudio y valoraciones previas al Estudio de Factibilidad.
2. Estudio de Factibilidad

El tránsito por la fase de concepción está en dependencia de la complejidad y alcance de la inversión propuesta.

Artículo 118. Como parte de la Fase de Preinversión, una vez aprobado el Estudio de Factibilidad, se establece la documentación básica para la implementación de la Dirección Integrada de Proyectos.

Sección II:

De los estudios y valoraciones previos al Estudio de Factibilidad

Artículo 121. Se consideran diferentes etapas por las cuales transitan los estudios de valoraciones previas al estudio de factibilidad, tales como Idea, Perfil, Estudio de Oportunidad y otras en las cuales se identifica el problema y las alternativas básicas para su solución. En el Estudio de Prefactibilidad se evalúan las alternativas viables y se determina la bondad de cada una de ellas.

Sección III:

Del Estudio de Factibilidad

Artículo 125. El Estudio de Factibilidad se lleva a cabo a partir de un nivel de conocimiento sobre la inversión y de la proyección de sus beneficios tal, que constituye la última oportunidad de disminuir la incertidumbre de la inversión en cuestión a un estado mínimo, y como resultado de su evaluación se toma la decisión de invertir. Resume los principales aspectos técnicos, económicos y financieros que caracterizan la inversión propuesta y que fundamentan la necesidad y viabilidad de su ejecución.

Artículo 129. El Estudio de Factibilidad debe considerar los costos de inversión asociados a las obras inducidas directas e indirectas y reflejarlas en el presupuesto de la inversión de forma diferenciada. Las obras inducidas indirectas también se considerarán, pero en un presupuesto aparte, previa conciliación con los inversionistas de las mismas.

Artículo 130. La evaluación económico financiera de la inversión propuesta constituye una parte medular del Estudio de Factibilidad, mediante la cual se demuestra la liquidez financiera de la proyección analizada y los indicadores de rentabilidad económica previstos a obtener.

Artículo 131. El Estudio de Factibilidad se elabora según las normas establecidas por el Ministerio de Economía y Planificación, con el máximo rigor técnico y económico, de forma tal que el presupuesto de la inversión y el resto de los supuestos que se asuman, muestren

desviaciones mínimas durante la fase de inversión y posterior explotación. Constituye una valiosa herramienta a utilizar por los diferentes sujetos del proceso inversionista.

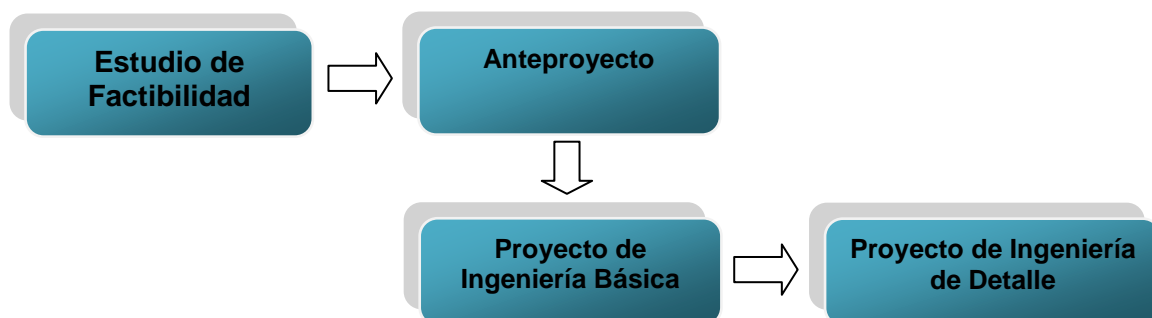
Sección IV.

De la Documentación de Proyectos

Artículo 144. La documentación escrita y gráfica de las ideas conceptuales permite la evaluación técnica preliminar de las soluciones fundamentales de la inversión. Constituye un primer nivel de aproximación y de precisión del presupuesto estimado en el Programa / Tarea de Proyección. Esta documentación sirve de base para los estudios de prefactibilidad o factibilidad técnico-económica a presentar por el Inversionista a aprobación, según lo regulado por el Ministerio de Economía y Planificación para la inversión en cuestión.

Artículo 147. El anteproyecto proporciona una primera imagen o solución integral con todas las especialidades. Precisa las Ideas Conceptuales aprobadas y su presupuesto. Esta documentación sirve de base para los estudios de factibilidad técnico – económica.

RESUMEN DEL PROCESO INVERSIONISTA DE LOS PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO EN LAS E.I.P.H.



Estudio de Factibilidad

Alcance: definir la mejor solución técnico-económica que conlleva la variante seleccionada. Se comprobará la factibilidad técnica y económica de su realización pudiéndose necesitar la ejecución de investigaciones preliminares.

Tomo I: Memoria Descriptiva

- Capítulo VII – Presupuesto

Se hará un presupuesto empleando el Sistema Presupuestario vigente, de acuerdo a los volúmenes de trabajo obtenidos, incluyendo costo estimado de la obra civil, costo estimado del equipamiento (bombas, motores, paneles, válvulas, etc.) Se recomienda el empleo de Partes Gruesas.

- Capítulo IX – Índices técnico-económicos

Se determinarán los índices técnico económicos de la variante seleccionada y se compararán con los de otras obras construidas, en construcción o en proyecto.

Costo de inversión / m3 de agua servida	Valor actual neto
Costo de explotación/ m3 de agua servida	Tasa interna de retorno
Beneficios anuales estimados	Plazo de recuperación

- Capítulo X – Cronograma de ejecución

Se realizará un cronograma tentativo de la ejecución de la obra incluyendo las inversiones anuales a ejecutar.

- Capítulo XI – Conclusiones y recomendaciones

Se darán conclusiones y recomendaciones sobre la mejor solución técnica económica que conlleva la variante seleccionada.

Anteproyecto

Alcance: se realiza con el objetivo de presentar las investigaciones definitivas realizadas, ofrecer soluciones de diseño, elaborar la organización preliminar de la obra y su cronograma indicativo de construcción y confeccionar el presupuesto estimado general de los planos de dimensiones de los objetos de obra.

Tomo I: Memoria Descriptiva

- Capítulo V – Presupuesto

Se presentará un presupuesto estimado general empleando el Sistema Presupuestario vigente por renglón variante.

- Capítulo VI – Organización de la Obra

Se realizará un listado de materiales y equipos necesarios para la ejecución de la obra, a partir del cual se determinarán las etapas y plazos de construcción indicativos.

- Capítulo VIII – Índices técnico-económicos

Se determinarán los índices técnicos económicos fundamentales comparándolos con los obtenidos en procesos anteriores (Estudio de Factibilidad).

- Capítulo IX – Conclusiones y recomendaciones

Se expondrán los criterios y observaciones referidos a las diferentes variantes de soluciones de cada objeto de obra, definiendo la composición más adecuada. Se darán las recomendaciones para el Proyecto de Ingeniería Básica haciendo especial énfasis en las investigaciones adicionales que resulten necesarias.

Proyecto de la Ingeniería Básica

Alcance: presenta las soluciones definitivas de proyecto basadas en las soluciones principales determinadas en el Anteproyecto, incluyendo el Proyecto de Organización General de la obra y el Presupuesto detallado de la misma con definición del cronograma de ejecución, abastecimientos, mano de obra y equipamientos necesarios para la construcción, también se definen los requisitos del Control de la Calidad de la ejecución.

Tomo I: Memoria Descriptiva

- Capítulo V – Presupuesto

Se presentará el presupuesto detallado de la obra indicando el valor total de la misma y de cada uno de sus objetos de obra y partes componentes por renglón variante empleando software establecidos. En el Tomo V de debe incluir las hojas de cálculo del Presupuesto.

- Capítulo VI – Organización de la Obra (se introduce el Tomo II para este tema).

Se realizará el Proyecto de Organización de la construcción, incluyendo fundamentalmente:

- Programación de la obra.
- Secuencia de ejecución de las etapas de construcción.

- Capítulo VIII – Índices técnico-económicos

Se determinarán los índices técnicos económicos fundamentales (se incorpora Costos anuales totales) comparándolos con los obtenidos en procesos anteriores (Anteproyecto, Estudio de Factibilidad).

- Capítulo IX – Conclusiones y recomendaciones

Se expondrán los criterios y observaciones sobre las soluciones dadas en el Proyecto, elaborando recomendaciones para la realización del Proyecto de Ingeniería de Detalle.

Proyecto de Ingeniería del Detalle

Alcance: se realizan los planos detallados de cada objeto de obra, descomponiéndolos en sus elementos o partes constructivas; se darán los planos de replanteo necesarios para la ejecución, detallándose las etapas de construcción; se brindarán los detalles necesarios para ejecutar las juntas de construcción, dilatación y asentamiento, colocación de piezas embebidas en las estructuras y otros; se establecerán los parámetros para el control de la calidad; se precisarán las normas para la explotación y mantenimiento; se confeccionará el presupuesto definitivo de la obra. Se deberá contar con el Estudio de Impacto Ambiental y Micro-localización aprobados. Se deberá disponer de la autorización de la fuente de agua.

Tomo I: Memoria Descriptiva

- Capítulo V – Presupuesto

Se entregará el presupuesto definitivo de la obra. En el Tomo III se debe incluir las hojas de cálculo del Presupuesto.

- Capítulo VII – Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se incluirán además las especificaciones técnicas para la construcción de las obras que no estén incluidas en las regulaciones existentes.

RESUMEN DE LAS RESPONSABILIDADES DEL PROYECTISTA COMO SUJETO DEL PROCESO INVERSIONISTA EN LOS PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO.

El Proyectista como sujeto del Proceso Inversionista

Artículo 28. A los efectos de estas indicaciones, se entiende por proyectista la persona jurídica calificada y autorizada para prestar servicios de arquitectura, ingeniería y otros diseños al inversionista mediante relación laboral o contractual, las cuales están inscritas en el Registro Nacional de Constructores, Proyectistas y Consultores de la República de Cuba.

Artículo 29. El proyectista tiene entre sus obligaciones y funciones principales las siguientes:

1. Participar, a solicitud del inversionista, en la elaboración de la documentación en la fase de preinversión.
2. Contratar con el inversionista el cronograma de entrega de la documentación de los servicios de proyección y diseño, incluyendo el presupuesto y especificaciones; teniendo en cuenta las condiciones de los posibles constructores y suministradores, según su experiencia como proyectista.
3. Elaborar integralmente la documentación de los proyectos ejecutivos de acuerdo con los términos y condiciones estipulados en el contrato, incluyendo el presupuesto.
4. Aplicar soluciones técnicas y de diseño que posibiliten una mayor eficacia a la inversión, garantizando la eficiencia técnico-económica en la ejecución, prueba y puesta en explotación y posterior explotación de la inversión y el aprovechamiento racional del terreno.
5. Proponer y fundamentar al inversionista para su consideración y aprobación, cualquier modificación que afecte el cronograma, el presupuesto u otro indicador fundamental de la inversión.
6. Asumir la Dirección Integrada de Proyectos del proceso inversionista parcialmente o en su conjunto, previa contratación por el inversionista, en dependencia de su calificación. En este último caso la contratación está condicionada a que dicho proyectista no participe como sujeto en dicha inversión y lo tenga autorizado en su objeto social o empresarial.

ANEXO 4
SITUACIONES O CONTEXTOS DE DECISIÓN
(wikipedia4, 2010)

Ambiente de Certidumbre

- La información con la que se cuenta para solucionar el problema es completa: se conoce el problema, se conocen las posibles soluciones; pero se desconoce con certeza los resultados que pueden arrojar.
- Al tomar la decisión sólo se debe pensar en la alternativa que genere mayor beneficio.
- En este tipo de decisiones, las posibles alternativas de solución tienen cierta probabilidad conocida de generar un resultado. En estos casos se pueden usar modelos matemáticos o también el decisor puede hacer uso de la probabilidad objetiva o subjetiva para estimar el posible resultado. La probabilidad objetiva es la posibilidad de que ocurra un resultado basándose en hechos concretos.

Ambiente de Riesgo

El tomador de decisiones dispone de información, conoce las consecuencias de cada uno de los escenarios, pero no sabe con certeza cuál de ellos va a suceder. Es capaz de ponderarlos mediante la asignación de un coeficiente de probabilidad ($0 < p < 1$), siendo $\sum(P_i) = 1$. Por este motivo, también se caracteriza como "incertidumbre con probabilidad".

Ambiente de Incertidumbre

Se posee información deficiente para tomar la decisión, no se tiene ningún control sobre la situación, no se conoce como pueden variar las variables del problema o la interacción entre ellas; se pueden plantear diferentes alternativas de solución pero no se le puede asignar probabilidad a los resultados que arrojen. Por esto, se lo llama "incertidumbre sin probabilidad".

ANEXO 5

RESUMEN DE CAPITULOS Y ARTICULOS DEL PRECONS II

(PRECONS II, 2005)

El Artículo 1 Capítulo Primero sobre las Generalidades del PRECONS II define al mismo como el Sistema de Precios de la Construcción que regula el método de formación de precios de la Construcción, establece el contenido, formas de elaboración y presentación de los presupuestos de los servicios de construcción, montaje y otros de la Construcción, que intervienen en la ejecución de la obra, y que sean convenidos, - denominados en adelante servicios de construcción,- en las etapas de conceptualización y de ejecución.

El Artículo 2 de este mismo capítulo define el alcance y contenido de este sistema de precios, que está formado por subsistemas o listas de costos y precios y por un conjunto de procedimientos, entre los que se destacan:

- Subsistema o Lista de Costos de Renglones Variantes.
- Lista de Precios de Materiales de Construcción al cierre de la edición del PRECONS II.
- Lista de Tarifas Horarias de Mano de Obra.
- Lista de Costos Horarios de Uso de Equipos de la Construcción.
- Normas Presupuestarias para el cálculo de los Renglones Variantes.
- Prontuario sobre el Proyecto de Organización de Obras.
- Procedimiento para el cálculo del costo horario de uso de equipos.
- Procedimiento para el cálculo del costo total de las maquinarias que se emplean en la construcción.
- Procedimiento para el cálculo del costo total de las actividades de transferencias de recursos materiales y equipos a montar en obra.
- Procedimiento para el cálculo del costo total de las actividades de replanteo.
- Procedimiento para el cálculo de los gastos indirectos.

Estos documentos son los oficialmente establecidos para la confección de la documentación presupuestaria en la formación del presupuesto o precio de la construcción y la certificación de estos servicios en todo el territorio nacional.

El Artículo 4 establece la correspondencia entre los costos y precios con los servicios de construcción, manifestando que todos ellos están en correspondencia con el valor de los servicios de construcción y demás actividades del Contratista / Ejecutor, el nivel de responsabilidad y los gastos contraídos para su correcta ejecución, de acuerdo a la legislación vigente.

Más adelante, en el Capítulo Segundo sobre la Determinación del presupuesto de los servicios de construcción se define:

Artículo 10.- El presupuesto de los servicios de construcción es el resultado de la valoración de todas las acciones que se prevén realizar para llevar a cabo los trabajos de construcción y montaje de las partes que componen una obra, objetos de obra, agrupaciones productivas y otras partes, en sus distintos alcances, sobre la base de los acuerdos entre el Cliente y el Contratista / Ejecutor o el Proyectista. El presupuesto siempre estará enmarcado en un período de tiempo.

En el Artículo 14 se regula los subsistemas o listas de precio a considerar en cada etapa establecidas para los proyectos ingenieriles:

ETAPA DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	SUBSISTEMA DE PRECIOS
• Ideas Conceptuales / Diseño Preliminar	Indicadores Técnico - Económicos.
• Anteproyecto / Soluciones Principales/ Diseño Básico	Indicadores Técnico - Económicos / Unidades de Obra Genéricas. (Art. 30)
• Ingeniería Básica / Proyecto Técnico	Unidades de Obra Predeterminadas y Específicas (Art. 31) /Renglones Variantes.
• Ingeniería de Detalle /Proyecto Ejecutivo/ Diseño Ejecutivo	Renglones Variantes y Unidades de Obra Específicas.

En casos excepcionales y previo acuerdo entre el Cliente y el Proyectista, podrá aplicarse la alternativa de elaborar la documentación presupuestaria de la etapa Anteproyecto / Soluciones Principales / Diseño Básico utilizando Unidades de Obra Predeterminadas o Específicas o los Renglones Variantes. En este caso se tendrá en consideración las posibles desviaciones en los resultados, por la no correspondencia del grado de detalle que exige cada subsistema con el alcance establecido para la etapa y los tipos de documentación técnica señalados anteriormente.

La presupuestación en etapa de Ingeniería de Detalle /Proyecto Ejecutivo / Diseño Ejecutivo por Unidades de Obra Específicas se realizará en los casos que se requiera, previo acuerdo entre el Cliente y el Proyectista.

En la elaboración de los presupuestos de ofertas de ejecución del Contratista / Ejecutor, tomando en cuenta el Proyecto de Organización de Obra, se aplicará lo siguiente:

ETAPA DE OFERTA	SUBSISTEMA DE PRECIOS
1. Oferta basada en Anteproyecto / Soluciones Principales/ Diseño Básico	Indicadores Técnico Económicos o Unidades de Obra Genéricas, Predeterminadas y/o Específicas
2. Oferta basada en la Ingeniería de Detalle y Diseño Ejecutivo.	Unidades de Obra Predeterminadas y Específicas./ Renglones Variantes

Artículo 15.- El presupuesto de oferta del Contratista / Ejecutor sirve de fundamento para realizar todos los análisis de precios y conformar el contrato de ejecución de los servicios de construcción que aprueban el Cliente y el Contratista / Ejecutor.

Artículo 16.- La documentación presupuestaria de cada una de las etapas de la documentación técnica estará conformada por los subsistemas y documentos del PRECONS II, como sigue:

- Los **presupuestos de Indicadores Técnico - Económicos** estarán conformados por **indicadores técnicos que caracterizan la inversión y los indicadores económicos aplicados**, determinados por el correspondiente Subsistema o Lista del PRECONS II, así como los otros aspectos necesarios a considerar, según la tipología de la inversión y lo

solicitado al respecto por el Cliente. Estos presupuestos podrán estar desglosados en partes y/o ser solo un presupuesto general de obra.

- Los **presupuestos por Unidades de Obra de todo tipo y Renglones Variantes**, estarán conformados por:
 - Lista de cantidades, con código, descripción y unidad de medida, costos unitarios e importe para cada uno de los objetos de obra y/o agrupaciones productivas.
 - Lista de cantidades, con código, descripción y unidad de medida, costos unitarios e importe para toda la obra.
 - Programaciones cuantitativas, con relación de los recursos normados en: mano de obra, materiales y uso de equipos de construcción, de cada uno de los objetos de obra y agrupaciones productivas, así como de la obra en general.
 - Cantidad de recursos de materiales, mano de obra y uso de equipos, no previstos en los costos unitarios de los renglones variantes, resultantes de la aplicación de los procedimientos que complementan esta Instrucción y de las decisiones del Proyecto de Organización de Obra acordado (modificaciones, adiciones o supresión de recursos).
 - Presupuesto general de la obra, con relación y suma de cada uno de los objetos de obra y/o agrupaciones productivas, resultante de la aplicación de los costos unitarios y de los procedimientos que complementan esta Instrucción.

Artículo 17.- La lista de cantidades, calculada sobre la base de la documentación técnica de Ingenierías Básica y/o Detalle / Proyectos Técnico y/o Ejecutivo, Diseños Básico y/o Ejecutivo, contendrá la relación de trabajos a ejecutar, con su código, descripción similar a la de los documentos y listas correspondientes del PRECONS II, unidades de medida y cantidades.

En la propia lista se incluyen también los productos y materiales cuando son tratados como suministros bajo especificaciones, con sus códigos de identificación, descripciones, unidades de medida y cantidades, indicando el código del Renglón Variante a que están asociados.

Artículo 18.- Los presupuestos para cada uno de los objetos de obra y/o agrupaciones productivas tienen como origen las listas de cantidades; **contienen todos los costos de la construcción necesarios** para la ejecución de los servicios de construcción que se agruparán por etapas de los objetos de obra y/o agrupaciones productivas, como resultado de la aplicación de los subsistemas de costos y precios del PRECONS II, las regulaciones y procedimientos que en este se establecen y las decisiones acordadas en el Proyecto de Organización de Obra.

Artículo 19.- **Cada presupuesto se confecciona** siguiendo la estructura de clasificación de costos de la construcción que le corresponda. En el caso del presupuesto por Renglones Variantes se incluyen subtotales por sobregrupos y etapas.

Artículo 20.- El presupuesto general de la obra es el resultado de la suma de todos los presupuestos de todos y cada uno de los objetos de obra y agrupaciones productivas que componen la obra, por lo que en el mismo se relacionarán todos los objetos de obra y agrupaciones productivas con su código, descripción y costo total. El presupuesto general de la obra incluirá, además, el importe de los presupuestos independientes que se describen en el Capítulo Cuarto.

Artículo 21.- **El presupuesto general de la obra tendrá una memoria descriptiva**, elaborada por el Proyectista o el Contratista / Ejecutor, según sea el caso, donde se caracterizarán los aspectos más importantes de su conformación, las modificaciones realizadas a sus elementos componentes y su formulación, dentro de lo que prevé el sistema y otros que excepcionalmente se autoricen por el Ministerio de la Construcción y el Ministerio de Finanzas y Precios de acuerdo a su competencia, con relación a las publicadas a la edición vigente del PRECONS II, así como todos aquellos detalles que contribuyan a una mejor comprensión del mismo y faciliten su auditoria.

Artículo 22.- **Las programaciones cuantitativas** se obtienen aplicando a las listas de cantidades de las Unidades de Obra o de los Renglones Variantes, las Normas Presupuestarias correspondientes; detallando las cantidades totalizadas y diferenciadas de materiales y horas de trabajo de la mano de obra y de los equipos de construcción. Se confeccionan por cada objeto de obra o agrupación productiva que se incluya en la obra, y para el total de la obra.

El Capítulo Tercero establece el contenido de los indicadores y costos de la construcción, y define los costos unitarios construcción y estos como base para el cálculo de los costos de los objetos de obras.

Artículo 27.- Los costos unitarios de la construcción del PRECONS II son aquellos que sirven de unidad para conformar un presupuesto de los servicios de construcción. Son costos unitarios de la construcción los Indicadores Técnico – Económicos, las Unidades de Obra y los Renglones Variantes.

Artículo 28.- El Subsistema o Lista de Costos por Renglón Variante es la base de todo el Sistema de Precios de la Construcción (PRECONS II). Los costos de construcción por Renglón Variante son la base a partir de la cual se conforman por agregación los costos de las Unidades de Obra y de los Indicadores Técnico - Económicos.

Artículo 29.- Los Indicadores Técnico - Económicos se establecen de acuerdo al o a los parámetros afines o que caracterizan el tipo de objetivo o inversión o sus partes, conformando un indicador o los indicadores más generales, como por ejemplo: por m² del objetivo o instalación, por unidad de producción o servicio u otra forma. Los Indicadores Técnico - Económicos se obtienen por la agregación de los costos presupuestarios obtenidos a partir de la aplicación de Unidades de Obra y/o Renglones Variantes.

Artículo 30.- Las Unidades de Obra Genéricas son indicadores técnico - económicos establecidos para las distintas actividades o partes de una obra, como por ejemplo: costo por salidas hidráulicas o salidas eléctricas u otras. Las Unidades de Obra Genéricas se caracterizan por un nivel de agregación superior a los de las Unidades de Obra Predeterminadas o

Específicas y se obtienen de la agregación de las Unidades de Obra Predeterminadas o Específicas o Renglones Variantes.

Artículo 31.- Las Unidades de Obra Predeterminadas o Específicas se integran o agregan por uno o varios Renglones Variantes para conformar los costos de construcción.

Las Unidades de Obra Predeterminadas son aquellas cuya composición se establece oficialmente en las Listas del Subsistema.

Las Unidades de Obra Específicas son aquellas que se conforman agregando renglones variantes específicos así como los recursos que le correspondan, para la obra en que se aplica.

Artículo 32.- Los costos totales de la construcción resultantes de la suma de los costos unitarios, los gastos directos e indirectos y los presupuestos independientes no comprendidos en éstos, así como los importes que resulten de la aplicación de los procedimientos que complementan esta Instrucción, abarcan todos los costos necesarios para la ejecución de los trabajos de construcción y montaje, bajo las normas y procedimientos técnicos de la construcción vigentes en el país y en el alcance establecido en los Preámbulos de los sobregrupos.

Artículo 34.- Las Normas Presupuestarias de cada Renglón Variante contienen las cantidades físicas de materiales, mano de obra y uso de equipos, que son los factores de producción de la construcción y el montaje para ejecutar una unidad de medida del Renglón Variante, según las normas de consumo material y de rendimiento de la mano de obra y el uso de equipos de construcción, vigentes en el país.

Artículo 35.- El costo de los Renglones Variantes se conforma por los componentes siguientes:

- Costo directo de materiales
- Costo directo de mano de obra
- Costo directo de uso de equipos

El Capítulo Cuarto, sobre las “Partidas que forman los costos de la construcción” define los gastos directos e indirectos que tienen lugar en la ejecución de una obra, así como otras partidas de gastos que son necesarias considerar; define y regula el contenido de las partidas de costos directos que componen los costos de los renglones variantes; establece los dos tipos de suministros (materiales) a considerar en el cálculo de los costos: los incluidos en las normas presupuestarias de los renglones variantes para la determinación de sus costos unitarios y los no incluidos en estas normas presupuestarias, los llamados suministros o materiales bajo especificaciones.

Este capítulo define además los dos tipos de costos unitarios determinados en los renglones variantes: Costo Total y Costo sin Material; argumentando las situaciones en que debe emplearse cada uno:

Artículo 40.- Los gastos directos e indirectos de producción que tienen lugar en la ejecución de una obra se clasifican en las siguientes partidas de costo:

- Gastos Directos de producción
 - Materiales
 - Mano de Obra
 - Uso de Equipos
 - Otros Gastos Directos de Obra
 - Gastos Generales Directos de Obra
- Gastos Indirectos de Producción
 - Gastos Indirectos de Obra

También forman parte del costo total de la obra los siguientes gastos, que se agrupan en otras partidas y se analizan y calculan por separado en presupuestos independientes ya que responden a condiciones específicas de ejecución de cada obra y que son:

- Facilidades Temporales
- Otros gastos adicionales

- Gastos bancarios
- Seguros de la Obra
- Imprevistos
- Transportación de suministros y medios diversos del constructor
- Contribuciones, aportes, pagos de derechos, tributos y otros pagos

Artículo 41.- El contenido de las partidas de costos directos, que componen los costos de los renglones variantes del PRECONS II se basan en las premisas siguientes:

- Materiales; se considerarán sus precios de adquisición a la salida de fábrica, puestos sobre el medio de transporte. Se tendrá en cuenta para los materiales de importación los precios de los suministradores a la salida de sus almacenes. La presupuestación de los importes por la aplicación de las tasas de márgenes comerciales que correspondan, se podrá considerar en el costo material, previo acuerdo entre las partes, (ver Artículo 59).
- Tarifas salariales y costo horario de uso de equipos de construcción; se enmarcarán a las establecidas en las Listas de Tarifas Horarias de Mano de Obra y de Costo Horario de Uso de Equipos de la Construcción, que incluyen las disposiciones vigentes en materia tributaria, incrementos salariales por autorizaciones especiales, antigüedad, descanso retribuido, seguridad social y otras autorizadas expresamente por el Ministerio de Finanzas y Precios.

Artículo 42.- La partida de “Costos Directos de Materiales”, comprende:

- materiales colocados: los que forman parte integrante de la obra. Ejemplos: piedra, hormigón, barras de acero, cables, tuberías y otros;
- materiales auxiliares: los utilizados durante la ejecución de la obra sin que formen parte integrante de la misma. Ejemplos: madera, moldes de encofrados y otros;
- materiales complementarios: los aditivos y otros materiales que influyen en la calidad de la ejecución, sin que su utilización se haga evidente en la obra;
- materiales semi-elaborados: los que llegan a la obra en estado de elaboración parcial.;

- materiales prefabricados: los elementos que se utilizan totalmente elaborados y que no pierden su condición individual después de colocados. Ejemplos: prefabricados de hormigón, elementos de
- carpintería y otros;
- porcentaje de mermas normadas de los materiales en el proceso de su colocación, según lo establecido en los respectivos preámbulos;
- costo del consumo de agua para la preparación del hormigón en la obra.

En esta partida se incluyen todos los suministros que forman parte del valor de Construcción y Montaje de todos los materiales comprados o de producción propia del Contratista / Ejecutor y del Cliente a precios mayoristas, sin incluir los recargos o márgenes comerciales correspondientes.

Artículo 44.- Los suministros son aquellos productos o materiales integrantes del valor de construcción y montaje, que están considerados en el PRECONS II de dos formas:

- los que están dentro de las Normas Presupuestarias que se denominan suministros o materiales asociados, considerados dentro de los costos de los renglones variantes;
 - los que no están dentro de las Normas Presupuestaria y por tanto tampoco están incluidos dentro de los costos de los renglones variantes, que se denominan suministros o materiales bajo especificaciones.
- Artículo 45.- En las Listas de Costos de Renglones Variantes se consideran las dos alternativas siguientes:
- Costo Total: Incluye todos los suministros o materiales asociados, con sus precios al cierre de la edición del PRECONS II.
 - Costo sin Material: No incluye ningún precio de suministros o materiales, sólo considera el costo directo PRECONS II de la Mano de Obra y el Uso de Equipos.

Artículo 46.- Los suministros o materiales asociados señalados en el PRECONS II responden a una selección representativa de los productos que se utilizan en la construcción.

Artículo 47.- La partida “Costos Directos de Mano de Obra”, comprende todos los gastos en que incurre el personal ocupado en la ejecución de los trabajos de construcción y montaje o servicios de construcción de la obra, por los conceptos de salarios, las disposiciones vigentes en materia tributaria, incrementos salariales por autorizaciones especiales, antigüedad, descanso retribuido, seguridad social y otras autorizadas, según la legislación vigente y que están contenidos en las Normas Presupuestarias.

Artículo 48.- La partida de “Costos Directos de Uso de Equipos de la Construcción”, comprende los gastos de:

- combustibles, lubricantes y de energía eléctrica en los equipos de construcción que lo requieran;
- salarios de las tripulaciones permanentes que son los operadores y ayudantes de los equipos de construcción más los recargos laborales y sociales e impuestos, así como todos los pagos que recibe el personal adicionalmente, según la legislación vigente;
- depreciación, en horas, de los equipos de construcción representativos de cada tarifa, de acuerdo al valor depreciable, según su vida útil.
- reparaciones y mantenimiento, incluye los salarios y sus recargos e impuestos, piezas, materiales, baterías y otros insumos, y cualquier otro gasto para las reparaciones y mantenimientos de los equipos de construcción;
- neumáticos, para los equipos de construcción que los requieran;
- seguros de los equipos de construcción;
- impuestos y otros. Incluye el impuesto sobre el transporte terrestre y otros gastos propios de determinadas actividades y para equipos de la construcción que lo requieran.

No se incluyen los traslados y montajes de los equipos de construcción en la transportación de éstos hasta el área de la obra y su montaje para dejarlo en disposición de ser utilizados.

No se incluyen tampoco los gastos de su desmontaje.

En los restantes artículos de este capítulo se describen los componentes de “Otros Gastos Directos de Obra”, “Gastos Generales Directos de Obra” y los ”Gastos Indirectos de Obra”; así como las partidas que deben definirse en los “Presupuestos Independientes”:

Artículo 50.- La partida “Otros Gastos Directos de Obra”, comprende, entre otros, los gastos siguientes:

OTROS GASTOS DIRECTOS DE OBRA
<ul style="list-style-type: none">• Pruebas y control de calidad de los servicios de construcción realizados, incluye gastos de mano de obra, materiales y servicios de terceros.
<ul style="list-style-type: none">• Mermas del proceso de producción de la construcción no comprendidas en los Costos Directos de Materiales en los renglones variantes.
<ul style="list-style-type: none">• Gastos de materiales, mano de obra y uso de equipos en la actividad de replanteos en la obra (ver procedimiento de cálculo).
<ul style="list-style-type: none">• Gastos de transferencia horizontal y vertical de recursos materiales para construcción y montaje y de equipos a montar en el área de la obra. (ver procedimiento de cálculo).
<ul style="list-style-type: none">• Carga y descarga de recursos materiales para construcción y montaje y equipos a montar en obra, incluye salarios pagados durante la descarga, con todos los recargos vigentes, y los equipos necesarios para su realización (montacargas, grúas y otros); (ver procedimiento de cálculo).
<ul style="list-style-type: none">• Almacenaje de recursos materiales para construcción y montaje y equipos a montar, incluye gastos de salarios, impuestos y otros gastos del personal encargado de la actividad, los materiales de oficina utilizados, depreciación de equipos utilizados, mermas que se producen en el almacenaje y manipulación en el área de la obra.
<ul style="list-style-type: none">• Paradas de los equipos de construcción como consecuencia del proceso de ejecución de la obra.
<ul style="list-style-type: none">• Reparaciones y mantenimientos de otros equipos de construcción de uso común

en las obras.
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de protección e higiene del trabajo de acuerdo al plan elaborado para la obra, que incluye medios de protección personal, salarios, materiales y otros, incurridos en la instalación y desmontaje de los medios de protección colectivos, como : mallas, barandas y otros.
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos menores de materiales, combustibles y grasas para la obra.
<ul style="list-style-type: none"> • Electricidad al servicio de la obra, según tarifas vigentes.
<ul style="list-style-type: none"> • Agua al servicio de la obra (excepto la de la elaboración de los hormigones en obra).
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos relacionados con la limpieza de la obra.
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de aseo de los trabajadores.

Artículo 51.- La partida “Gastos Generales Directos de Obra” comprende los siguientes gastos:

GASTOS GENERALES DIRECTOS DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de comercialización y coordinación para la entrega de materiales a obra, incluye gastos de transporte, comunicaciones, salarios, materiales de oficina y otros gastos necesarios del personal responsabilizado con esta tarea.
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de preparación técnica, elaboración de ofertas, que comprende los gastos de salarios, impuestos y otros gastos del personal responsabilizado con estas actividades, gastos de artículos y medios de oficina, de computación, de comunicación y transporte utilizados, dietas, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos Generales y de Administración de la Obra que comprende gastos de materiales, combustible, energía, salarios, recargos laborales y sociales e impuestos, gastos de comunicaciones, transporte, depreciación y mantenimiento de equipos, muebles, enseres e inmuebles utilizados.

Artículo 52.- La partida de “Gastos Indirectos de Obra” comprende:

GASTOS INDIRECTOS DE OBRA	
<ul style="list-style-type: none"> • Reposición de herramientas, utensilios y similares, materiales y productos que son de uso común a varias obras. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos Generales y de Administración de la Organización Constructora, dirección y control de la producción de las actividades económicas y de aseguramiento, así como almacenes y talleres centrales que comprende los gastos de materiales, combustibles, energía, salarios, recargos laborales y sociales e impuestos, gastos de comunicaciones, transporte, tramitaciones legales, depreciación y mantenimiento de equipos, muebles, enseres y edificaciones utilizadas en esta actividad y que constituye gastos generales de obra y de la organización constructora (contratistas y ejecutores). 	
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de vigilancia y protección no vinculados directamente con la obra. 	

El Capítulo Quinto “Límites para el cálculo de los presupuestos independientes”, define los por cientos del Costo Total, a considerar como límites para establecer el monto de los presupuestos independientes:

Artículo 63.- Las magnitudes de los presupuestos independientes no podrán sobrepasar los límites proporcionales sobre el Costo Total (sin incluir los presupuestos independientes), según los por cientos que se indican a continuación:

PRESUPUESTO INDEPENDIENTE DE FACILIDADES TEMPORALES	
Grupos de obra y actividades	%
Viviendas	3
Industriales	4
Educacionales	3
Salud	3
Otras Edificaciones	3
Viales	2
Vías Férreas	2

Hidráulicas	4
Hidrológicas	2
Marítimas	3
Dragado	3
Obras Subterráneas	2
Redes de Comunicaciones	2
Montaje de Equipos Tecnológicos	6
Reparación y Mantenimiento	1

Para los siguientes presupuestos independientes y los conceptos que se señalan, las magnitudes totales sumadas de todos ellos, no podrán sobrepasar el límite del 10 % sobre el Costo Total (sin incluir los presupuestos independientes):

- Otros Gastos adicionales
- Gastos Bancarios
- Imprevistos

El Capítulo Sexto “Utilidad”, describe cómo calcular la ganancia que le corresponde al Contratista / Ejecutor por los servicios de construcción y demás trabajos o actividades de su responsabilidad en la ejecución de la obra:

Artículo 64.- La “Utilidad”, comprende la ganancia que le corresponde al Contratista / Ejecutor por los servicios de construcción y demás trabajos o actividades de su responsabilidad en la ejecución de la obra.

Artículo 65.- El margen de utilidad será del 20 por ciento del costo total deduciendo los presupuestos independientes y los importes de todos los suministros que forman parte del valor de Construcción y Montaje de todos los materiales comprados o de producción propia del Contratista / Ejecutor y del Cliente.

El Capítulo Séptimo “De la certificación de los servicios de construcción y de las demás actividades contratadas”, define a la Certificación de Obra como el documento legal que permite al Contratista / Ejecutor, cobrar alguna parte de los servicios de construcción

ejecutados debidamente valorados, tomando en cuenta el Presupuesto planificado. Describe los gastos a considerar en las certificaciones y los datos que son obligatorios incluir en la redacción de estos documentos:

Artículo 66.- La Certificación de Obra es el documento confeccionado por el Contratista / Ejecutor como consecuencia de un acto de medición del trabajo ejecutado de construcción y el de montaje de las obras que se ejecutan, debidamente valorado, según se consideró en el Presupuesto acordado. Las certificaciones de obra también abarcarán los gastos que correspondan a la transportación de suministros y medios diversos del constructor, las facilidades temporales, gastos bancarios, seguros, imprevistos, contribuciones, aportes, pago de derechos, tributos y otros pagos, y otros gastos adicionales identificados en el PRECONS II y convenidos con el Cliente en contrato.

El Capítulo Noveno “Procedimiento de formación y/o modificación de los precios e indicadores de la construcción”, establece los procedimientos para proponer nuevos precios e indicadores de la construcción, o para modificar alguno de los definidos por este sistema de precios.

El Capítulo Décimo “Interpretación del PRECONS II y reclamaciones sobre su aplicación”, define los organismos autorizados a realizar aclaraciones para la aplicación de lo legislado por este sistema de precios y describe la metodología a seguir para hacer reclamaciones ante una posible incorrecta utilización de sus preceptos.

El Capítulo Decimosegundo “Edición del PRECONS II”, define los organismos autorizados y responsables de la edición y actualización del PRECONS II.

El PRECONS II, describe también los siguientes procedimientos a tener en cuenta para el cálculo de diferentes costos a considerar en un proyecto de construcción, definiendo en cada uno de ellos los elementos, fórmulas, límites y otros aspectos a considerar:

- Procedimiento para el cálculo del costo horario de uso de equipos.
- Procedimiento para el cálculo del costo total de las maquinarias que se emplean en la construcción.

- Procedimiento para el cálculo del costo total de actividades de transferencias de recursos materiales y equipos a montar en obra.
- Procedimiento para el cálculo del costo total de actividades de replanteo.
- Procedimiento para el cálculo de los gastos indirectos de obra.

ANEXO 6

TÉRMINOS Y DEFINICIONES DEL PRECON II

(Anexo No.1 del PRECON II)

Agrupación Productiva: Conjunto de maquinarias, equipos, materiales y otros elementos de fijación, ensamblaje e interconexión, destinado a la realización de un proceso tecnológico parcial o total; comprende el equipamiento que realiza procesos parciales de carácter integral dentro del proceso general productivo o que realiza procesos independientes completos de carácter auxiliar. Las Agrupaciones Productivas pueden extenderse a varios Objetos de Obra y corresponden a la parte tecnológica o instalación de una obra a diferencia de los Objetos de Obra que corresponden a la parte edificación o construcción similar.

Certificación: Documento en el que se asegura el trabajo realizado, su valoración y demás aspectos relacionados con la etapa o parte del servicio de construcción ejecutado de acuerdo con las condiciones establecidas al efecto en el contrato. Es el documento que después de aprobado sirve de base para los cobros del Contratista / Ejecutor.

Cliente: Persona jurídica que solicita, contrata y paga por los servicios de construcción y otros que sean necesarios para la ejecución de la inversión, ejecutados o prestados por los participantes del proceso inversionista. Responsable de la supervisión y control de los servicios contratados y del cumplimiento de sus propios compromisos.

Contratista / Ejecutor: Entidades y organizaciones que prestan los servicios de construcción, montaje y otros tipos de servicios de la Construcción y puede subcontratar o dirigir otros servicios por necesidades de la inversión y/o solicitud del Cliente.

Especificaciones: Documentación escrita del proyecto, diseño / ingeniería, que establece la calidad y las características técnicas de los equipos, medios, materiales y de cualquier tipo de trabajo, así como cualquier dato que no figure en la documentación gráfica del proyecto, diseño / ingeniería.

Etapas: Parte en que se descompone un objeto de obra o agrupación productiva en función de un orden lógico del proceso de ejecución, que contiene en forma agrupada un conjunto de renglones variantes que se relacionan entre sí por afinidad en el carácter de los trabajos.

Norma Presupuestaria: Normas que contienen las cantidades físicas de los tres factores de producción de la construcción y el montaje, materiales, mano de obra y uso de equipos de construcción, necesarios para ejecutar una unidad de medida del Renglón Variante.

Objeto de Obra: Edificación u otra construcción que compone una inversión, a la que se le reconoce una función diferenciada y límites físicos precisos y que, en función de estos, posee presupuesto y documentación de proyectos propios. A diferencia de las Agrupaciones Productivas, que se corresponden con la parte tecnológica de las obras, los Objetos de Obra tienen en cuenta o consideran la parte de construcción civil, incluyendo en este concepto las instalaciones, independientes de la tecnología, que son propias de cada edificación, tales como: alumbrado, tomacorrientes de uso general, hidrosanitarias, y otras.

Obra: Conjunto de objetos de obra (edificaciones) y agrupaciones productivas (instalaciones) en construcción y montaje.

Presupuesto de la Construcción: El presupuesto de los servicios de construcción es un estimado resultante de la valoración de las partes que componen una obra, Objetos de Obra, Agrupaciones Productivas y otras partes para la realización del servicio de construcción por el Contratista / Ejecutor y la satisfacción del contrato con el Cliente. Incluye las condiciones y aspectos complementarios o específicos que se convenien en contrato.

Proyectos, Ingeniería o Diseños para Inversiones: Denominaciones referidas a servicios técnicos de distintas especialidades afines que presta el Proyectista a los participantes del proceso inversionista para la ejecución de las inversiones, o partes de ellas acorde a su especialización y conocimientos. Los términos Proyectos e Ingeniería se emplean en los servicios técnicos de proyección e ingeniería para inversiones de edificaciones / objetos de obra y agrupaciones productivas / mientras el término Diseño se emplea en inversiones de interiores y exteriores de edificaciones, mobiliario medios estándar, equipamiento y otros

elementos similares. Estos servicios técnicos están conformados por documentación técnica escrita y gráfica en el alcance y contenido regulado por las normativas vigentes. En su elaboración pueden estar divididos en diferentes etapas, así como pueden abarcar etapas anteriores al inicio y posteriores a la puesta en marcha de una inversión y/o durante la explotación del objetivo inversionista o existente.

Servicio de Construcción: Servicios que se requieren para construir y/o montar la obra, reuniendo trabajos, materiales y equipamiento para traducir las especificaciones técnico - económicas establecidas por la documentación técnica de proyecto / ingeniería / diseño en objetivos materiales concretos. Puede incluir otros servicios relacionados con la ejecución de los proyectos de inversión, según lo que se acuerde entre el Contratista / Ejecutor y el Cliente.

Sobreggrupo: Agrupación de trabajos de construcción y montaje vinculados por la similitud de funciones y operaciones de trabajo.

Subgrupo: Agrupación de trabajos de construcción y montaje que integran un grupo y que se diferencian entre sí, fundamentalmente, por el surtido de los materiales que se emplean en cada uno de ellos y en algunos casos por el tipo de trabajo a ejecutar y las condiciones en que estos se realizan.

Tarifa Horaria o por Unidad de Tiempo: Método de cálculo empleado para determinar el precio de los trabajos o servicios especificados en la misma, mediante la fijación y cobro de una determinada cantidad por cada hora o plazo de tiempo y por cada volumen de recursos, que sean necesarios para realizar el servicio de construcción y/o técnico de que se trate.

ANEXO 7

ESQUEMA PARA EL CÁLCULO DEL PRECIO DEL SERVICIO DE CONSTRUCCION

(Anexo No.2 del PRECON II)

0 Conceptos de gastos	
1	Materiales
2	Mano de Obra
3	Uso de Equipos
4	Otros gastos directos de Obra
5	Gastos Generales de Obra
6	TOTAL GASTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN (1+2+3+4+5)
7	Gastos Indirectos de Obra
8	TOTAL GASTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN (7)
9	SUBTOTAL DE GASTOS (6+8)
10	Presupuesto Independiente Facilidades Temporales
11	Presupuesto Independiente Otros Gastos Adicionales
12	Presupuesto Independiente Gastos Bancarios
13	Presupuesto Independiente Seguros de la Obra
14	Presupuesto Independiente de Imprevistos
15	Presupuesto Independiente Transportación de Suministros y Medios diversos del Constructor
16	Presupuesto Independiente Contribuciones, aportes pago de derechos y tributos y otros pagos
17	SUBTOTAL PRESUPUESTOS INDEPENDIENTES (10+11+12+13+14+15+16)
18	COSTO TOTAL (9+17)
19	UTILIDAD 20% (18-17-1)
20	Precio del Servicio de Construcción (18 + 19)

ANEXO 8

LOS COSTOS EN LOS PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN (Costos fijos)	TUBERÍAS	
	ACCESORIOS	Acoplamientos, Anclajes, Juntas, Valvulería.
	OBRA CIVIL	Excavación, Relleno, Asentamiento, Depósitos.
	INSTALACIONES	Estaciones de bombeo, Sistemas de control y regulación, Seguridad.
COSTOS DE OPERACIÓN (Costos Variables)	ENERGÉTICOS	
	MANTENIMIENTO	
	PERSONAL	

Figura 1. Esquema que muestra la estructura de los costos fijos y variables. (Hechavarría, 2009).

ANEXO 9




















QUE/COMO		 Relación fuerte (9)  Relación mediana (3)  Relación débil (1)	
Informatar los costos en el proceso de optimización multiobjetivo de redes de abastecimiento.	I		Integrar la determinación de los costos de cada variante de diseño al proceso de optimización de redes de abastecimiento
Facilitar la Toma de Decisión en la Negociación de los proyectos	II		Informatar la determinación de los costos de inversión a través del PRECONS II
Mejorar la planificación del desarrollo de los proyectos	III		Presupuesto de Ejecución según normas del PRECONS II
Mejorar el control del desarrollo de los proyectos	IV		Precio de la obra según normas del PRECONS II
Integrar la planificación y el control de los proyectos	V		Planificación de las órdenes de trabajo del proyecto
No hacer uso de software propietario	VI		Registro diario de los tiempos productivos por proyectista y OT
Funcional	VII		Registro diario de los cargos directos no identificados por OT
Fácil de usar	VIII		Registro diario de los cargos indirectos
Fiable	IX		Cálculo actualizado de los costos de producción del proyecto
Flexible	X		Certificación de la producción terminada
Efficiente	XI		Contabilización automática de la producción terminada
Integridad	XII		Descentralización (Módulos)
Reusable	XIII		Bases de datos cliente-servidor
	XIV		Aplicaciones desarrolladas sobre software libre
	XV		Aplicación Distribuida
	XVI		Bitácora de eventos
	XVII		Control de acceso por roles y cuentas de usuarios
	XVIII		Diseño simple de módulos informáticos
	XIX		Documentación (Ing. Software, Ayuda, Manual de usuario)

Figura 1. Desarrollo de la Matriz de Relaciones del QFD.

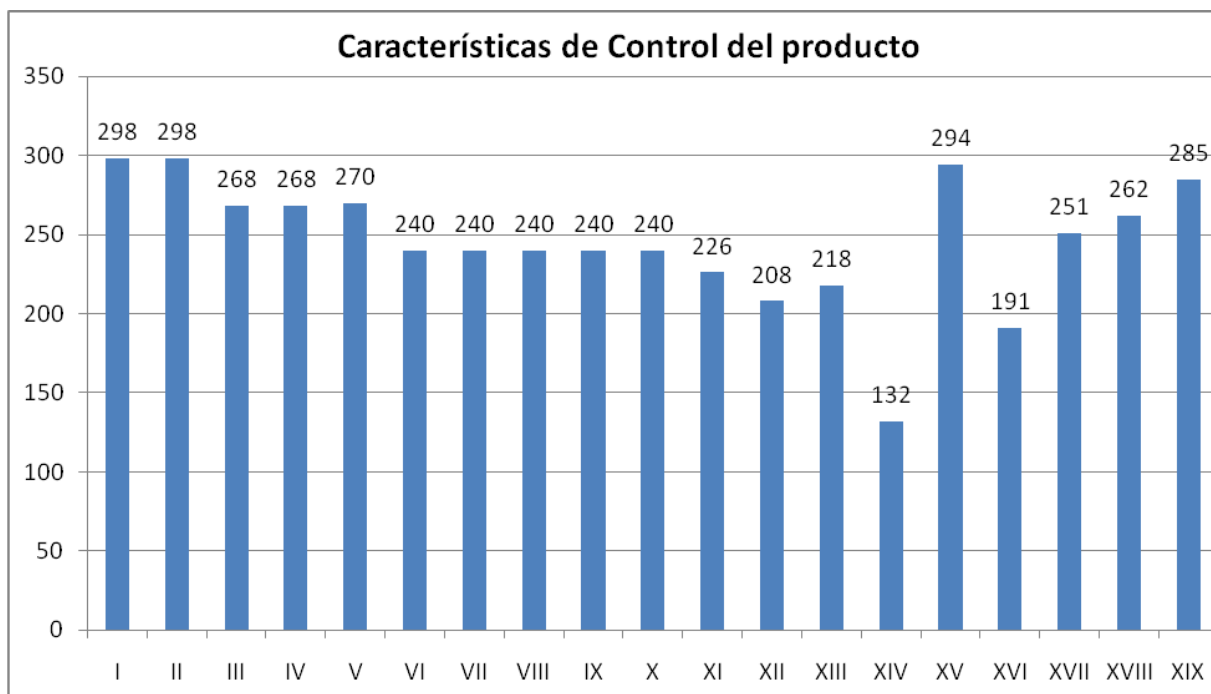


Figura 3. Representación del cálculo de las características de control del producto.

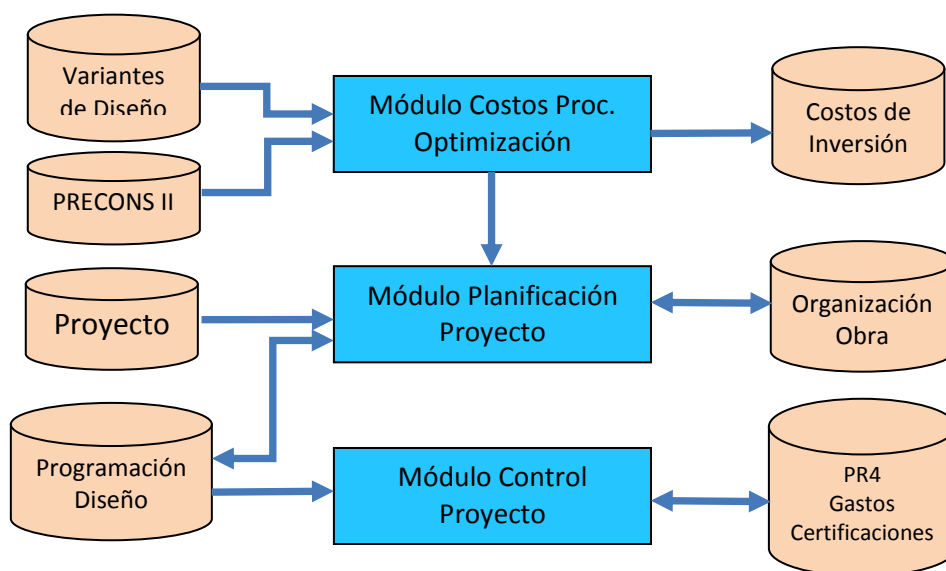


Figura 4. Representación de los módulos informáticos a desarrollar.

ANEXO 10

FASES QUE ESTABLECE ICONIX PARA EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE

Fases de ICONIX	Actividades
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.

ANEXO 11

TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA EL DESARROLLO DE LOS MÓDULOS PROPUESTOS

11.1 Arquitecturas multi-capas.

Una disposición muy común son los sistemas multicapa en los que el servidor se descompone en diferentes programas que pueden ser ejecutados por diferentes computadoras aumentando así el grado de distribución del sistema. (wikipedia2, 2010). Ver figura 1 (Arquitectura cliente / servidor de dos y tres capas).

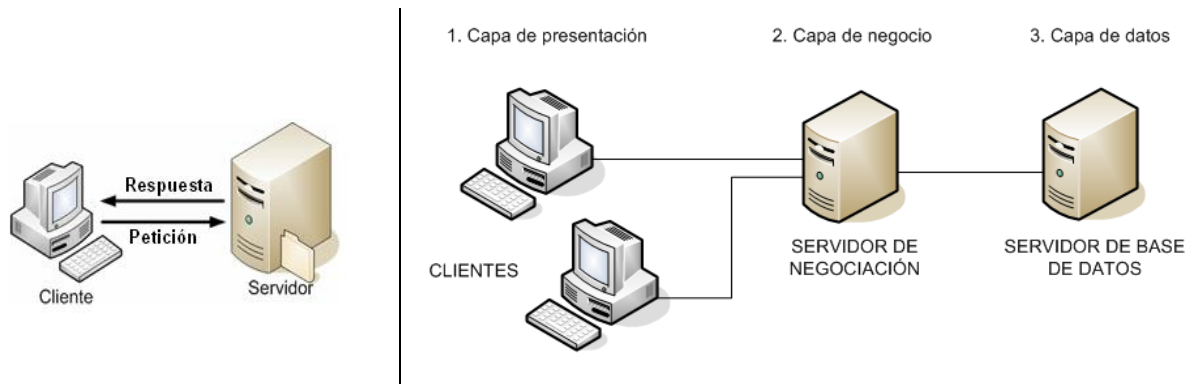


Figura 1 Arquitectura cliente / servidor de dos y tres capas.

En el modelo de tres capas, los programas clientes hacen las peticiones a un servidor de aplicación donde radica la capa de negocios, y éste a su vez hace las peticiones necesarias a un servidor de base de datos. Siguiendo la secuencia inversa, se preparan las respuestas que llegan hasta el cliente

Los tipos específicos de servidores incluyen los servidores Web, los servidores de archivo, los servidores del correo, de bases de datos, etc. Mientras que sus propósitos varían de unos servicios a otros, la arquitectura básica seguirá siendo la misma. Del mismo modo existen programas clientes como los navegadores Web, los clientes de correo, de consulta de bases de datos.

Entre los servidores de bases de datos existen algunos muy potentes, bajo licencia de software propietario como el Oracle y el Microsoft SQL Server; y otros bajo licencia de software libre, con prestaciones similares, como el PostgreSQL, que es el propuesto para el desarrollo de los módulos propuestos.

Entre los servidores Web, igualmente existen variantes que se comercializan y variantes libres. Entre las primeras están el Internet Information Server de Microsoft, JBoss de Sun Microsystems; y algunos muy populares entre las variantes libres como el Apache Tomcat, que puede hospedar aplicaciones desarrolladas en Java, PHP y otros lenguajes de programación, y que permite la instalación de programas plugging para soportar paquetes de programas más complejos como los frameworks.

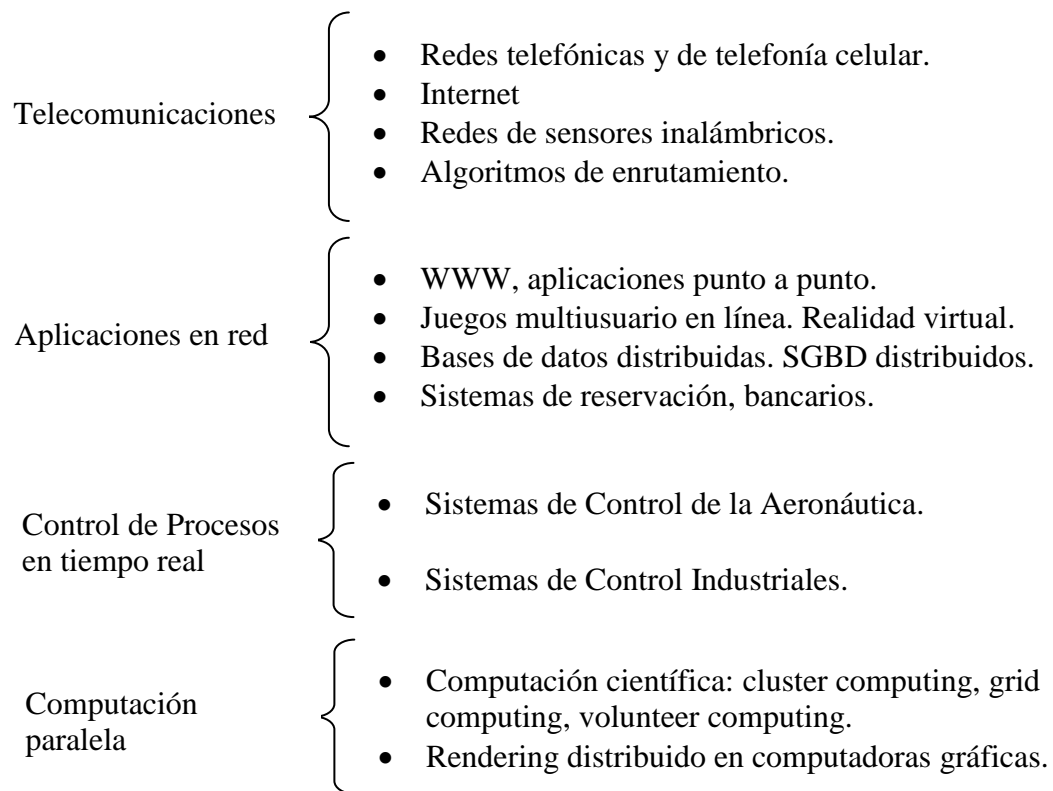


Figura 2. Ejemplo de aplicación de los sistemas distribuidos.

Ventajas de las aplicaciones WEB

- ✓ El servidor presenta a todos sus clientes una interfaz única y bien definida.
- ✓ El cliente no necesita conocer la lógica del servidor, sólo su interfaz externa.
- ✓ El cliente no depende de la ubicación física del servidor, ni del tipo de equipo físico en el que se encuentra, ni de su sistema operativo.
- ✓ Muestran información de forma sencilla a través de un hipervínculo.
- ✓ Debido a la facilidad con que se puede acceder al servidor Web, centralizando la información, se puede obtener de forma inmediata.
- ✓ El acceso a los datos es centralizado, lo que evita tener información duplicada o no sincronizada en todos los clientes.
- ✓ Los requerimientos de hardware son sustancialmente menores, pues la máquina cliente sólo requiere soportar las rutinas del cliente, y los procesos costosos, como la lógica del negocio, quedan circunscritas a la máquina servidora.
- ✓ Permite el uso tanto de hardware como de software de diversos fabricantes, lo cual contribuye considerablemente a la reducción de costos y favorece la flexibilidad en la implantación y actualización de soluciones.
- ✓ Las reglas de la organización y las reglas de seguridad se pueden definir una sola vez en el servidor para todos los usuarios.

Figura 3. Ventajas del uso de aplicaciones WEB.

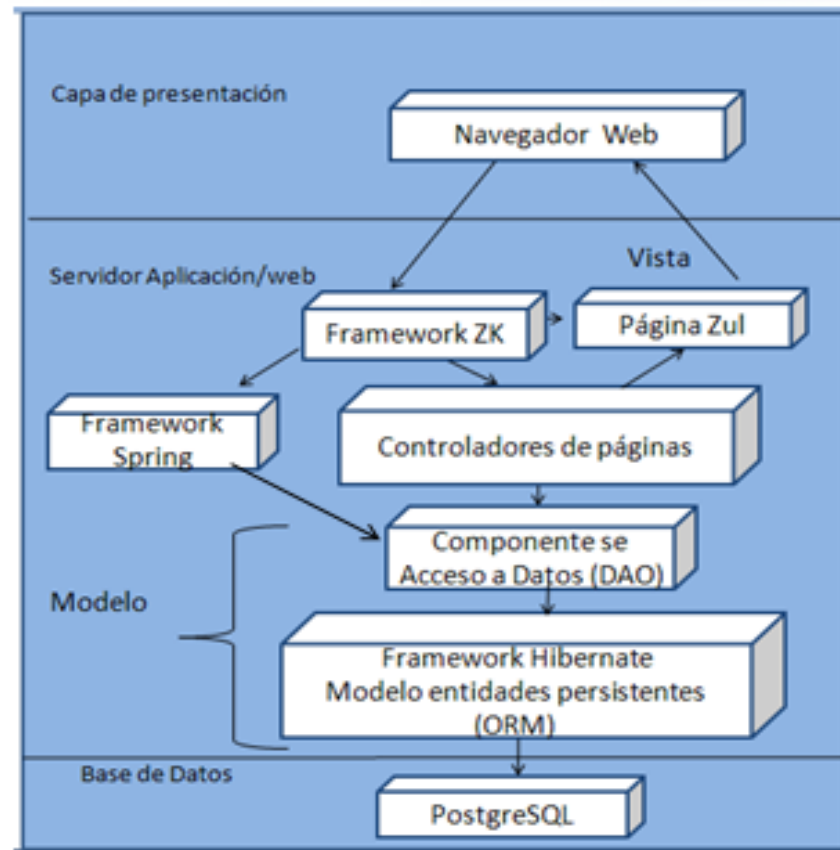


Figura 4. Plataforma de desarrollo para los módulos propuestos. (Nápoles, 2010).

ANEXO 12

FLUJO DE TRABAJO EN LA ARQUITECTURA MVC

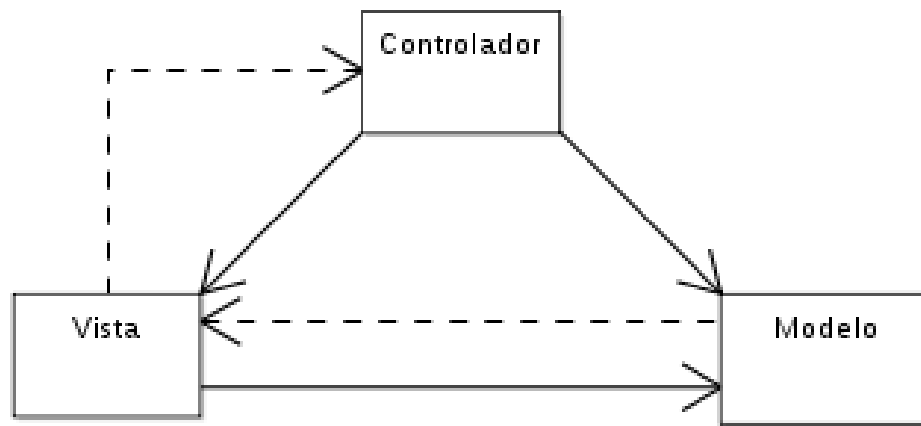


Figura 1. Flujo de Trabajo en la arquitectura MVC

La figura 2 muestra el flujo de trabajo en la arquitectura MVC:

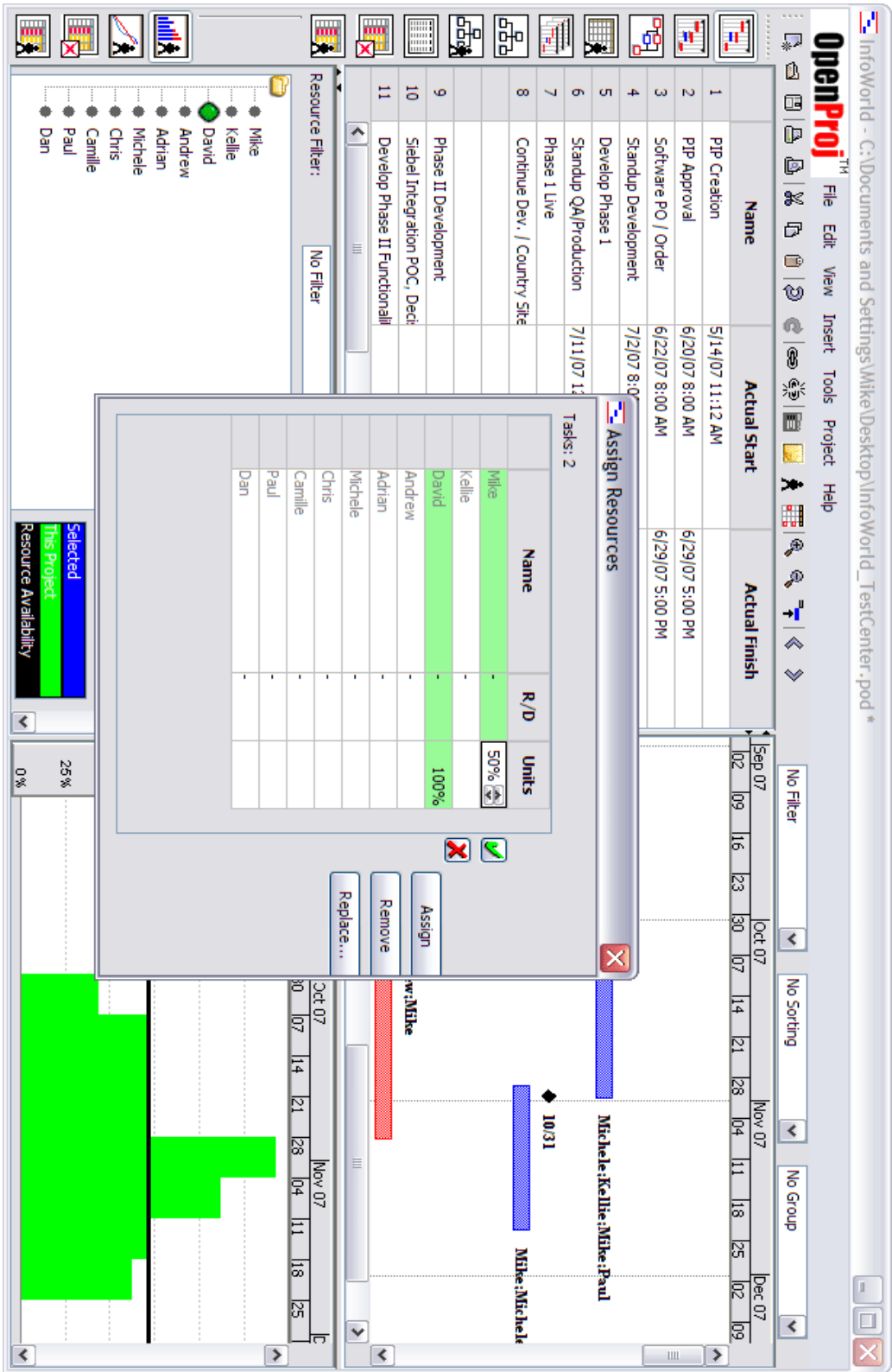
(wikipedia6, 2010).

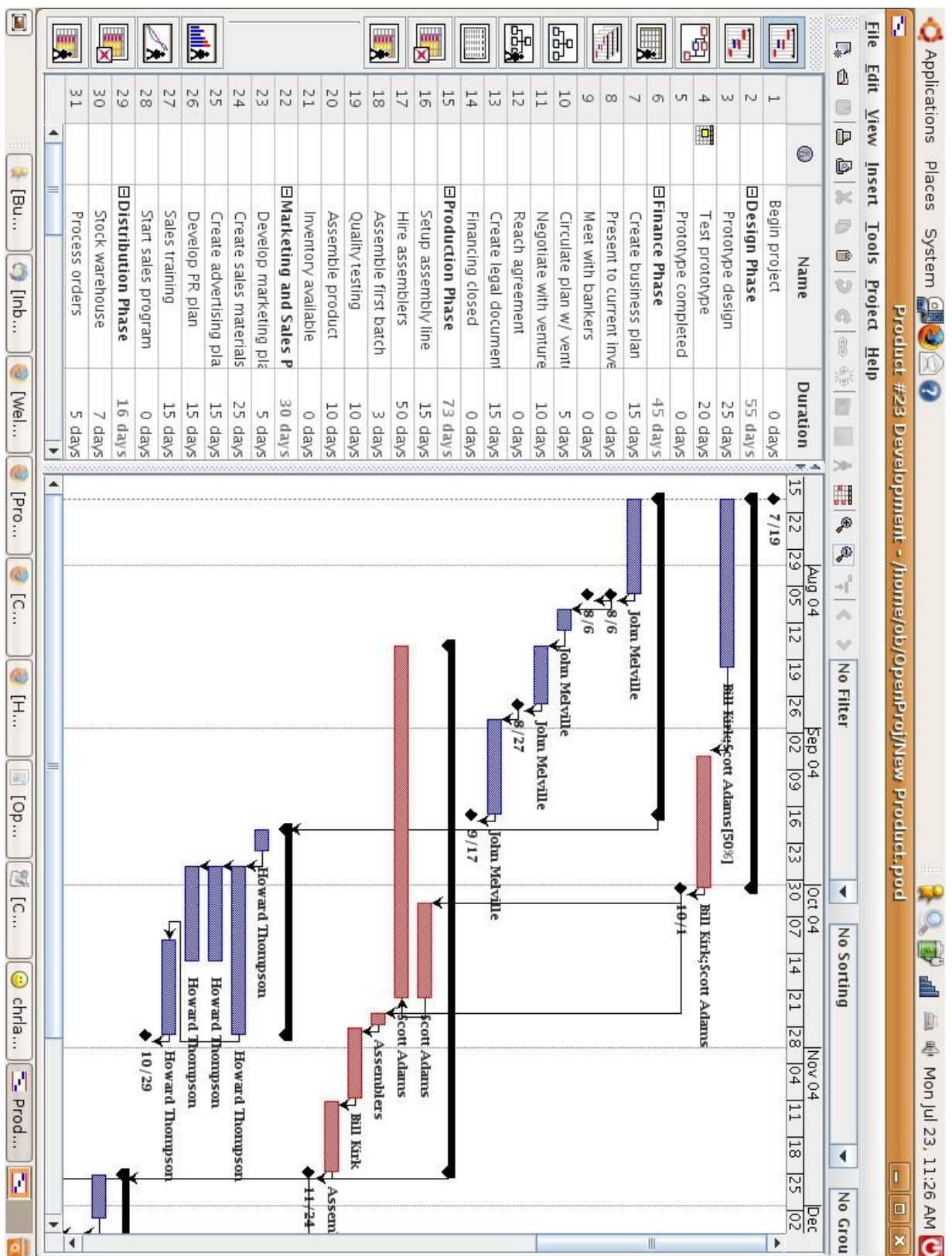
1. El usuario interactúa con la interfaz de usuario a través de los controles mostrados por la interfaz.
2. El controlador manipula el evento de entrada producido por la interfaz del usuario, usualmente a través de un manipulador de eventos registrado en la interfaz, y convierte el evento en una acción entendible por el modelo.
3. El controlador notifica al modelo de la acción del usuario, lo que posiblemente puede resultar en un cambio de estado del modelo, por ejemplo el controlador actualiza el carro de compra del usuario en una aplicación de compra online.
4. La vista consulta al modelo para generar una interfaz de usuario apropiada, por ejemplo mostrar el contenido del carro de compra; y obtiene sus datos propios desde el modelo. En algunas implementaciones, el controlador puede emitir instrucciones a las vistas para que refresquen la información mostrada al usuario.
5. La vista espera por nuevas peticiones del usuario, y comienza el ciclo nuevamente.

ANEXO 13

EJEMPLOS DE LAS FUNCIONALIDADES SUMINISTRADAS POR EL PAQUETE DE GESTION DE PROYECTOS OPENPROJ







ANEXO 14

MODELO DEL DOMINIO

14.1 Líneas directrices para la elaboración del Modelo del Dominio. (Rosenberg y Stephens, 2007).

1. Enfocar el trabajo en los objetos del mundo real (dominio del problema).
2. Usar relaciones de generalización (...es un...) y de agregación (...tiene un...) para mostrar como los objetos se relacionan entre sí.
3. Limitar el esfuerzo inicial en la modelación del dominio a un par de horas de trabajo.
4. Organizar las clases alrededor de las abstracciones principales del dominio del problema.
5. No confundir el modelo del dominio con el modelo de datos.
6. No confundir un objeto (que representa una instancia simple) con una tabla de la base de datos (que contiene una colección de instancias).
7. Usar el modelo del dominio como el glosario términos y definiciones del proyecto.
8. Hacer el modelo del dominio antes que los casos de usos, para evitar ambigüedades.
9. No esperar que el Diagrama Final de Clases coincida con el modelo del dominio, aunque debe existir algún parecido entre ellos.
10. No incluir diseño de pantallas o de interfaz de usuario.

14.2 Diccionario de definiciones de los principales objetos del modelo del dominio para el problema propuesto.

Administrador de Producción:
Se refiere al rol dentro de los módulos informáticos que tendrá derechos para actualizar el codificador de proyectistas y sus tarifas de salario horarias.
Administrador del PRECONS:
Se refiere al rol dentro de los módulos informáticos que tendrá derechos para hacer actualizaciones en los codificadores relacionados con el PRECONS II: sobregrupos,

grupos, subgrupos, renglones variantes, normas presupuestarias, y otros.
Agrupación Productiva: Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.
Certificación de Producción Terminada: Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.
Contador: Se refiere al rol dentro de los módulos informáticos que tendrá derechos para introducir los gastos directos no identificados por órdenes de trabajo y los gastos indirectos; así como para contabilizar la producción terminada y certificada.
Costo de Inversión: Costo relacionado con la etapa de ejecución de un proyecto, por la construcción de un objeto de obra o agrupación productiva y de la obra en general. Se presupuesta desde el diseño del proyecto acorde a los requerimientos de las diferentes etapas del proyecto ingenieril. A los efectos del proyecto se considera un costo fijo.
Etapas: Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.
Gasto Directo No Identificado: Gasto directo en que se incurre durante el desarrollo de un proyecto de redes de abastecimiento en las empresas de proyectos hidráulicos, pero que no está identificado por orden de trabajo, por lo que requiere ser prorrateado por las órdenes de trabajo, al determinar los costos de producción del proyecto.
Gasto Indirecto: Gasto indirecto en que se incurre durante el desarrollo de un proyecto de redes de abastecimiento en las empresas de proyectos hidráulicos, que requiere ser prorrateado por las órdenes de trabajo, al determinar los costos de producción del proyecto.
Grupo: Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.
Jefe de Proyecto: Persona responsable de un proyecto de redes de abastecimiento. En el Sistema, es el encargado de definir la organización del proyecto mediante objetos de obra.

Lista de Materiales:

Materiales: tuberías, codos, válvulas, etc. que se necesitan para acometer una variante de diseño de una red de abastecimiento. Es uno de los resultados de los cálculos técnicos del procedimiento de optimización para el diseño de estas redes.

Memoria Descriptiva:

Describe los aspectos más importantes de la conformación del Presupuesto General, las modificaciones realizadas a sus elementos componentes y su formulación, así como todos aquellos detalles que contribuyan a una mejor comprensión del mismo y faciliten su auditoria.

Modelo PR4:

Documento donde el Proyectista registra el tiempo productivo, en horas, empleado en cada orden de trabajo; así como los tiempos improductivos y sus causas.

Módulo Informático – Costos Inversión:

Módulo informático que determina los costos de inversión de las variantes de diseño durante la optimización.

Norma Presupuestaria:

Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.

Objeto de Obra:

Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.

Orden de Trabajo:

Mecanismo para planificar y organizar el desarrollo de un proyecto en las empresas de proyectos hidráulicos, definiendo los objetivos a alcanzar, las fechas límites para su realización, los proyectistas asignados con sus tareas de diseño; y la planificación de los gastos.

Planificación de Gastos:

Se refiere a la planificación de los gastos a incurrir durante la ejecución de una orden de trabajo en el desarrollo de un proyecto de redes de abastecimiento.

Población de Variantes de Diseño Optimizadas:

Conjunto de variantes de diseño de un proyecto de redes de abastecimientos, optimizadas por el procedimiento de optimización bajo criterios técnico-económicos,

que son utilizadas en el proceso de toma de decisiones durante la negociación del proyecto.
Precio: Se refiere al precio que cobrará la Empresa de Proyectos al Cliente por la elaboración del proyecto. Su formación está determinada por procedimientos y regulaciones establecidas en el PRECONS II.
Presupuesto General del Proyecto: Planificación de todos los gastos en que se incurrirá durante la construcción de un proyecto. Es el resultado de la valoración de todas las acciones que se prevén realizar para llevar a cabo los trabajos de construcción y montaje de las partes que componen la obra, objetos de obra, agrupaciones productivas y otras partes, en sus distintos alcances, sobre la base de los acuerdos entre el Cliente y el Contratista / Ejecutor o el Proyectista. El presupuesto siempre estará enmarcado en un período de tiempo. Se determina por medio del conjunto de documentos técnico - económicos que se elaboran para ello, denominados documentación presupuestaria. En la elaboración de esta documentación por el Proyectista los componentes del presupuesto se calcularán sobre la base de los subsistemas de costos y precios, los procedimientos y regulaciones establecidas en el PRECONS II y el Proyecto de Organización de Obra acordado entre las partes, considerando todos los gastos necesarios para la realización de los servicios de construcción o de fabricación, incluyendo su completa terminación y cumplimiento del objetivo para el cual fueron concebidos. Ver (Presupuesto de la Construcción) en el anexo 5.
Presupuesto Independiente: Forma de presupuestar, en la construcción de un proyecto, otros gastos que responden a condiciones específicas de ejecución de la obra: Facilidades Temporales, Seguros de la Obra, Imprevistos, Transportación de suministros y medios diversos del constructor, Contribuciones, aportes, pagos de derechos, tributos y otros pagos.
Procedimiento Complementario: Procedimientos que complementan al PRECONS II en un proyecto, y que tienen como resultado un importe que debe ser considerado en la determinación del costo de

inversión del proyecto.
Procedimiento de Optimización: Aplicación CAD para la optimización del diseño de redes.
Proyectista: Persona con conocimientos técnicos para el diseño de redes de abastecimiento.
Proyecto: Definición de un proyecto de redes de abastecimiento.
Renglón Variante: Es el último nivel en la clasificación o agrupación de los costos unitarios dentro del PRECONS II y se utiliza como base para determinar el costo de inversión de un objeto de obra de un proyecto; para elaborar el presupuesto de ejecución y determinar el precio de la obra. Se corresponde con las actividades que deben realizarse o consumirse durante la ejecución de un proyecto, para lo que tiene definido una unidad de medida y valores de costo sin material y costo total para ser utilizados en diferentes situaciones. Son referenciados en las variantes de diseño de un proyecto durante la optimización y en los objetos de obras durante la planificación del desarrollo del proyecto.
Secuencia de Ordenes de Trabajo: Organización de las órdenes de trabajo planificadas para el desarrollo de un proyecto en las empresas de proyectos hidráulicos, estableciendo la secuencia de ejecución entre ellas.
Sobreggrupo: Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.
Subgrupo: Clasificación del PRECONS II. Ver anexo 5.
Suministro bajo Especificación: Productos o materiales consumidos durante una de las etapas de la construcción de un objeto de obra o agrupación constructiva; pero que no se corresponden con los materiales identificados dentro de los costos unitarios de los renglones variantes empleados.

Usuario:

Se refiere en sentido general a cualquier usuario de los módulos informáticos.

Variante de Diseño Optimizada:

Variante de diseño de un proyecto de redes de abastecimiento optimizada bajo criterios técnico-económicos por el procedimiento de optimización. Como parte de la optimización se le calcula el costo de inversión a través de la lista de materiales, volúmenes de excavación y el consumo de renglones variantes: rehínchos finos y grueso, pavimentación determinados en los cálculos técnicos.

Volumen de Excavación:

Volumen que se necesita excavar para acometer una variante de diseño de una red de abastecimiento. Es uno de los resultados de los cálculos técnicos del procedimiento de optimización para el diseño de estas redes.

ANEXO 15

MODELO DE CASOS DE USO

15.1 Líneas directrices para la elaboración del Modelo de Casos de Uso. (Rosenberg y Stephens, 2007).

1. Seguir la regla de los dos párrafos. Un párrafo debe expresar el curso básico del comportamiento, y el otro el curso alternativo (para cuando ocurre un error, o no se encuentra alguna información buscada, por ejemplo). Si se necesitan más de dos párrafos, es probable que el caso de uso deba dividirse en dos o más casos de uso.
2. Organizar los casos de usos con los actores y los diagramas de casos de uso.
3. Escribir los casos de uso en voz activa.
4. Escribir los casos de uso mediante flujos evento – respuesta, describiendo los dos lados del diálogo usuario – sistema.
5. Usar prototipos de interfaz de usuario: formularios, menú, y otros
6. Recordar que los casos de uso son realmente una especificación de comportamientos del dominio del problema.
7. Escribir los casos de uso en el contexto del modelo de objetos.
8. Escribir los casos de uso mediante la estructura gramatical sustantivo-verbo-sustantivo.
9. Referenciar las clases del dominio por el mismo nombre.
10. Referenciar la clases fronteras (ejemplo los formularios, informes, pantallas) por su nombre.

15.2 Resumen de los casos de usos identificados.

Conceptos y Definiciones en la Solución Informática.

Concepto	Definición
Programación de Etapas de Ejecución	Vía para planificar en el tiempo la ejecución de la construcción de un objeto de obra. Representa una secuencia lógica de etapas de ejecución, donde se asigna

	a cada una de ellas el tiempo que requiere para su terminación y la relación ordenada de renglones variantes del PRECONS II que se necesita consumir.
Organización para la Ejecución de la Obra	Forma de organizar una obra para su construcción, planificando su ejecución a través de una relación de objetos de obras que se ordenan a través de niveles como en un organigrama o en una estructura de árbol. Cada objeto de obra constituye un nodo de la jerarquía y tendrá subordinado a un grupo de objetos de obras o a una programación de etapas de ejecución.
Objeto de Obra o Nodo Terminal	Es el objeto de obra o nodo de la jerarquía que representa la Organización para la Ejecución de la Obra, que tiene subordinado una Programación de Etapas de Ejecución.
Objeto de Obra no Configurado	Objeto de Obra dentro de la Organización para la Ejecución de la Obra que por razones extremas de mal funcionamiento del software, incongruencia en la información no tenga subordinado un grupo de objetos de obras o una programación de etapas de ejecución. Por tanto, todo objeto de obra debe tener asociado algún tipo de subordinación.

Relación de casos de uso identificados por actor.

Actor	Caso de uso
Usuario	Iniciar Sesión de Trabajo en el Sistema
	Finalizar Sesión de Trabajo en el Sistema
Usuario autorizado	Consultar un Objeto de Obra
	Consultar Variante de Diseño Optimizada
	Consultar Población - Variantes de Diseño Optimizadas
	Determinar Costo de Inversión del Proyecto
	Elaborar Presupuesto General del Proyecto
	Determinar Precio del Proyecto

Procedimiento de Optimización	Determinar Costo de Inversión de una Variante de Diseño
Jefe de Proyecto	Crear un Presupuesto Independiente para el Proyecto
	Modificar un Presupuesto Independiente del Proyecto
	Eliminar un Presupuesto Independiente del Proyecto
	Crear un Procedimiento Complementario para el Proyecto
	Modificar un Procedimiento Complementario del Proyecto
	Eliminar un Procedimiento Complementario del Proyecto
	Actualizar Memoria Descriptiva del Presupuesto General del Proyecto
	Elaborar Secuencia de Ordenes de Trabajo para el desarrollo del Proyecto
	Crear Objeto de Obra al Proyecto
	Consultar un Objeto de Obra para su Actualización
	Modificar Objeto de Obra del Proyecto
	Eliminar Objeto de Obra al Proyecto
	Crear Etapa de Ejecución en un Objeto de Obra
	Modificar Etapa de Ejecución de un Objeto de Obra
	Eliminar Etapa de Ejecución de un Objeto de Obra
	Crear Consumo Renglón Variante en Etapa de Ejecución
	Modificar Consumo Renglón Variante en Etapa de Ejecución
	Eliminar Consumo Renglón Variante en Etapa de Ejecución
	Crear Suministro Bajo Especificación en Etapa de Ejecución
	Modificar Suministro Bajo Especificación en Etapa de Ejecución
	Eliminar Suministro Bajo Especificación en Etapa de Ejecución
Proyectista	Reportar Tiempo Productivo Empleado en una OT
	Modificar Tiempo Productivo Empleado en una OT
	Eliminar Tiempo Productivo Empleado en una OT
Contador	Introducir Gasto Directo no Identificado por OT
	Modificar Gasto Directo no Identificado por OT
	Eliminar Gasto Directo no Identificado por OT
	Introducir Gasto Indirecto
	Modificar Gasto Indirecto
	Eliminar Gasto Indirecto
Administrador PRECONS	Adicionar Sobregrupo
	Modificar Sobregrupo
	Eliminar Sobregrupo
	Adicionar Grupo
	Modificar Grupo

	Eliminar Grupo
	Adicionar Subgrupo
	Modificar Subgrupo
	Eliminar Subgrupo
	Adicionar Renglón Variante
	Modificar Renglón Variante
	Eliminar Renglón Variante
	Adicionar Projectista
	Modificar Projectista
	Eliminar Projectista
	Adicionar Renglón Variante Personalizado a un Proyecto
	Modificar Renglón Variante de un Proyecto
	Eliminar Renglón Variante de un Proyecto
Administrador Producción	Adicionar Projectista
	Modificar Projectista
	Eliminar Projectista

15.3 Descripción de los casos de uso.

Caso de Uso	
Consultar un Objeto de Obra	Requerimiento Funcional:
	4 - Hacer la “Organización para la Ejecución de la Obra”
	Objetivo:
	Mostrar los datos de un <u>Objeto de Obra</u> , junto a la lista de objetos de obras subordinados o a la lista de etapas de ejecución planificadas.
	Curso Básico:
	El <u>Usuario Autorizado</u> selecciona un Objeto de Obra desde alguna de las páginas que muestran objetos de obras: <u>página Consultar Organización de un Nivel</u> o “frame” izquierdo de la <u>página Consultar un Objeto de Obra</u> (que estaría mostrando el objeto de obra ancestro), y solicita al Sistema consultar el objeto de obra seleccionado. El Sistema busca los datos del objeto de obra seleccionado; busca la lista de objetos de obras subordinados para ser mostrados, señalando los objetos de obras que son nodos terminales y los posibles objetos de obras no configurados; o en caso contrario, busca la lista de etapas de ejecución planificadas

	para ser mostrada. El Sistema muestra la <u>página Consultar un Objeto de Obra</u> con la información encontrada para el objeto de obra seleccionado. En el “frame” derecho muestra los datos del objeto de obra, y en el “frame” izquierdo muestra la lista de subordinación encontrada.
	Curso Alternativo:
	Errores al: <u>buscar los datos del Objeto de Obra</u> / <u>buscar la Organización de Objetos de Obras Subordinados del Objeto de Obra</u> / <u>buscar la Programación de Etapas de Ejecución asignada al Objeto de Obra</u> : El “focus” del Sistema permanece en la página previa donde se seleccionó el Objeto de Obra y se muestra un mensaje tipo “popup” con el error correspondiente.

Caso de Uso	
Consultar un Objeto de Obra para su Actualización	Requerimiento Funcional:
	4 - Hacer la “Organización para la Ejecución de la Obra”
	Objetivo:
	Mostrar y permitir la actualización de los datos de un <u>Objeto de Obra</u> , y de la lista de objetos de obras subordinados o de la lista de etapas de ejecución planificadas.
	Curso Básico:
	El <u>Jefe de Proyecto</u> selecciona un Objeto de Obra desde alguna de las páginas que muestran objetos de obras: <u>página Consultar Organización de un Nivel</u> o “frame” izquierdo de la <u>página Actualizar un Objeto de Obra</u> (que estaría mostrando el objeto de obra ancestro), y solicita al Sistema actualizar el objeto de obra seleccionado. El Sistema busca los datos del objeto de obra seleccionado; busca la lista de objetos de obras subordinados para ser mostrados, señalando los objetos de obras que son nodos terminales y los posibles objetos de obras no configurados; o en caso contrario, busca la lista de etapas de ejecución planificadas para ser mostrada. El Sistema muestra la <u>página Actualizar un Objeto de Obra</u> con la información encontrada para el objeto de obra seleccionado. En el “frame” derecho muestra y permite la actualización de los datos del objeto de obra, y en el “frame” izquierdo muestra la lista de subordinación encontrada. Si se trata de un objeto de obra no configurado, el Sistema ofrece las opciones de adicionar objetos de obras subordinados o etapas de ejecución planificadas.

	Curso Alternativo:
	Errores al: <u>buscar los datos del Objeto de Obra</u> / <u>buscar la Organización de Objetos de Obras Subordinados del Objeto de Obra</u> / <u>buscar la Programación de Etapas de Ejecución asignada al Objeto de Obra</u> : El “focus” del Sistema permanece en la página previa donde se seleccionó el Objeto de Obra y se muestra un mensaje tipo “popup” con el error correspondiente.

Caso de Uso	
Consultar Organización de un Nivel	Requerimiento Funcional:
	4 - Hacer la “Organización para la Ejecución de la Obra”
	Objetivo:
	Consultar en una tabla organizada, los objetos de obras que pertenecen a un nivel determinado de la jerarquía de objetos de obras que forman la <u>Organización para la Ejecución de la Obra</u> ; mostrando también los objetos de obras hijos o derivados de cada objeto de obra del nivel; ofreciendo las posibilidades de adicionar nuevos objetos de obras si se consulta el nivel N1, de eliminar objetos de obras seleccionados y de consultar los datos de un objeto de obra seleccionado.
	En la lista debe señalarse los objetos de obras que son nodos terminales.
	Un objeto de obra ancestro sólo puede eliminarse cuando no tenga objetos de obras hijos.
	Curso Básico:
	El <u>Usuario Autorizado</u> accede a la <u>página Consultar Organización de un Nivel</u> desde una página previa donde seleccionó el nivel a consultar deseado. El Sistema busca la <u>Organización del Nivel</u> : <i>los objetos de obra del nivel solicitado junto con los objetos de obras que puedan tener subordinados cada uno de ellos</i> . El Sistema muestra la tabla organizada de objetos de obras, señalando los que son nodos terminales y los posibles objetos de obras no configurados: <i>no tienen objetos de obras subordinados, ni programación de etapas de ejecución</i> .
	Curso Alternativo:
	Organización del Nivel no encontrada: El Sistema muestra mensaje de error y permanece en la página donde fue ejecutada la acción.

Caso de Uso	
Consultar Organización de la Obra	Requerimiento Funcional:
	4 - Hacer la “Organización para la Ejecución de la Obra”
	Objetivo:
	Consultar el Nivel N1 de la Organización para la Ejecución de la Obra.
	Curso Básico:
	El <u>usuario autorizado</u> escoge en el Menú del Sistema la opción Consultar Organización de la Obra. El Sistema invoca al caso de uso <u>Consultar Organización de un Nivel</u> con Nivel = 1.
	Curso Alternativo:

Caso de Uso	
Requisito Funcional	4 - Hacer la “Organización para la Ejecución de la Obra”
Consultar un Objeto de Obra	Curso Básico:
	El <u>Jefe de Proyecto</u> , en la <u>página Datos del Objeto de Obra</u> , introduce los datos del <u>Objeto de Obra: número_orden, nombre</u> , y envía los datos para ser guardados. El Sistema valida los datos obligatorios (<i>nombre</i>) y verifica el modo de trabajo de la página: ‘Adición’ o ‘Edición’.
	<ul style="list-style-type: none"> - Si la página trabaja en modo de ‘Edición’, el Sistema manda a <u>guardar el objeto de obra</u> y muestra la <u>página Consultar Organización de un Objeto de Obra</u> para el Objeto de Obra Ancestro. - En caso contrario la página trabaja en modo de ‘Adición’ y el Sistema manda a <u>insertar y guardar el objeto de obra</u> e inicializa la página para definir un nuevo objeto de obra.
	El <u>Jefe de Proyecto</u> , en la <u>página Datos del Objeto de Obra</u> , selecciona ‘Cancelar’; el Sistema muestra la <u>página Consultar Organización de un Objeto de Obra</u> para el Objeto de Obra Ancestro.
	Curso Alternativo:
	Datos requeridos no especificados: El Sistema muestra mensaje de error (‘Debe introducir los datos requeridos.’) y permanece en la página.
	Error al guardar el Objeto de Obra: El Sistema muestra mensaje de error (‘Error al guardar el Objeto de Obra.’) y permanece en la

	<p>página.</p> <p>Error al insertar el Objeto de Obra: El Sistema muestra mensaje de error ('Error al insertar el Objeto de Obra.') y permanece en la página.</p>
--	---

Caso de Uso	
Requisito Funcional	4 - Hacer la "Organización para la Ejecución de la Obra"
Definir un Objeto de Obra	<p>Curso Básico:</p>
	<p>El <u>Jefe de Proyecto</u>, en la <u>página Datos del Objeto de Obra</u>, introduce los datos del <u>Objeto de Obra: número_orden, nombre</u>, y envía los datos para ser guardados. El Sistema valida los datos obligatorios (<i>nombre</i>) y verifica el modo de trabajo de la página: 'Adición' o 'Edición'.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la página trabaja en modo de 'Edición', el Sistema manda a <u>guardar el objeto de obra</u> y muestra la <u>página Consultar Organización de un Objeto de Obra</u> para el Objeto de Obra Ancestro. - En caso contrario la página trabaja en modo de 'Adición' y el Sistema manda a <u>insertar y guardar el objeto de obra</u> e inicializa la página para definir un nuevo objeto de obra.
	<p>El <u>Jefe de Proyecto</u>, en la <u>página Datos del Objeto de Obra</u>, selecciona 'Cancelar'; el Sistema muestra la <u>página Consultar Organización de un Objeto de Obra</u> para el Objeto de Obra Ancestro.</p>
	<p>Curso Alternativo:</p>
	<p>Datos requeridos no especificados: El Sistema muestra mensaje de error ('Debe introducir los datos requeridos.') y permanece en la página.</p> <p>Error al guardar el Objeto de Obra: El Sistema muestra mensaje de error ('Error al guardar el Objeto de Obra.') y permanece en la página.</p> <p>Error al insertar el Objeto de Obra: El Sistema muestra mensaje de error ('Error al insertar el Objeto de Obra.') y permanece en la página.</p>

15.4 Diagramas de Robustez.

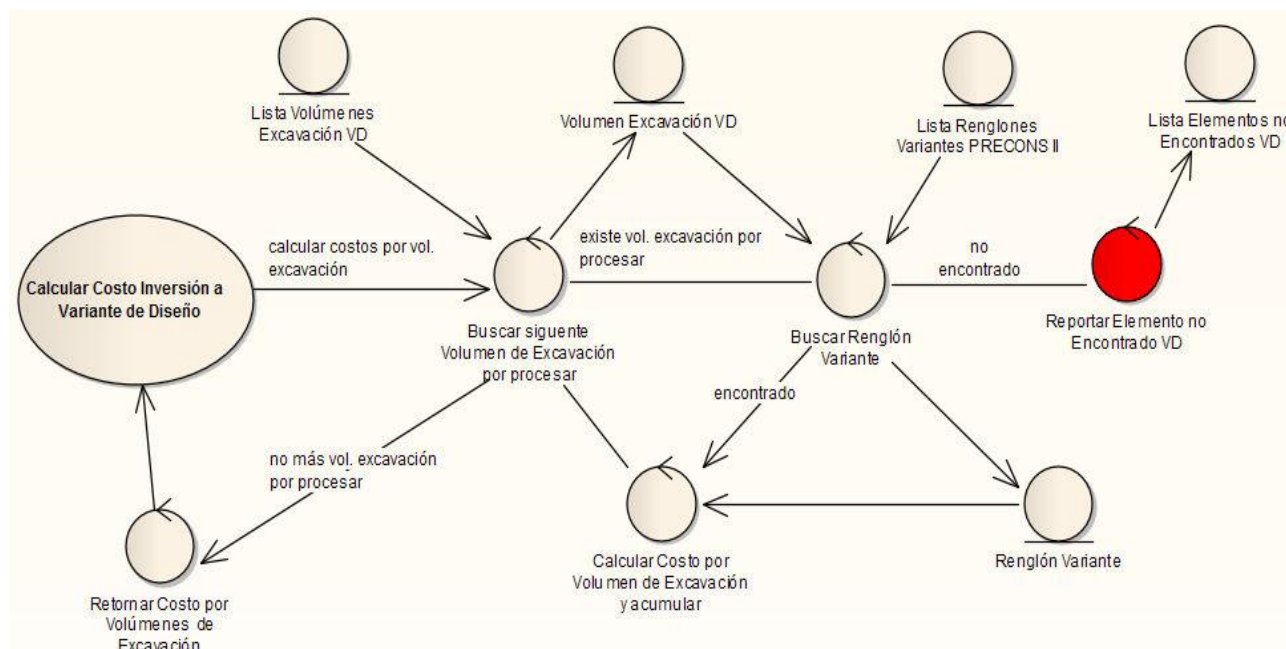


Figura 1. Diagrama de robustez del caso de uso: Calcular costos por volúmenes de excavación a una variante de diseño.

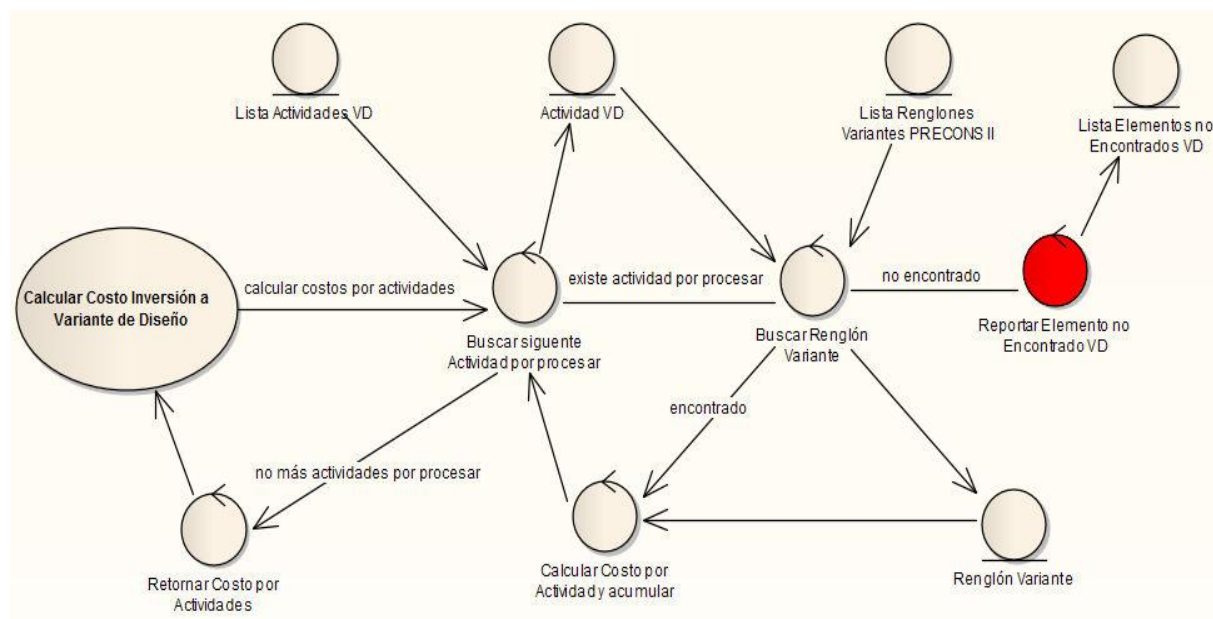


Figura 2. Diagrama de robustez del caso de uso: Calcular costos por consumo de actividades del PRECONS II.

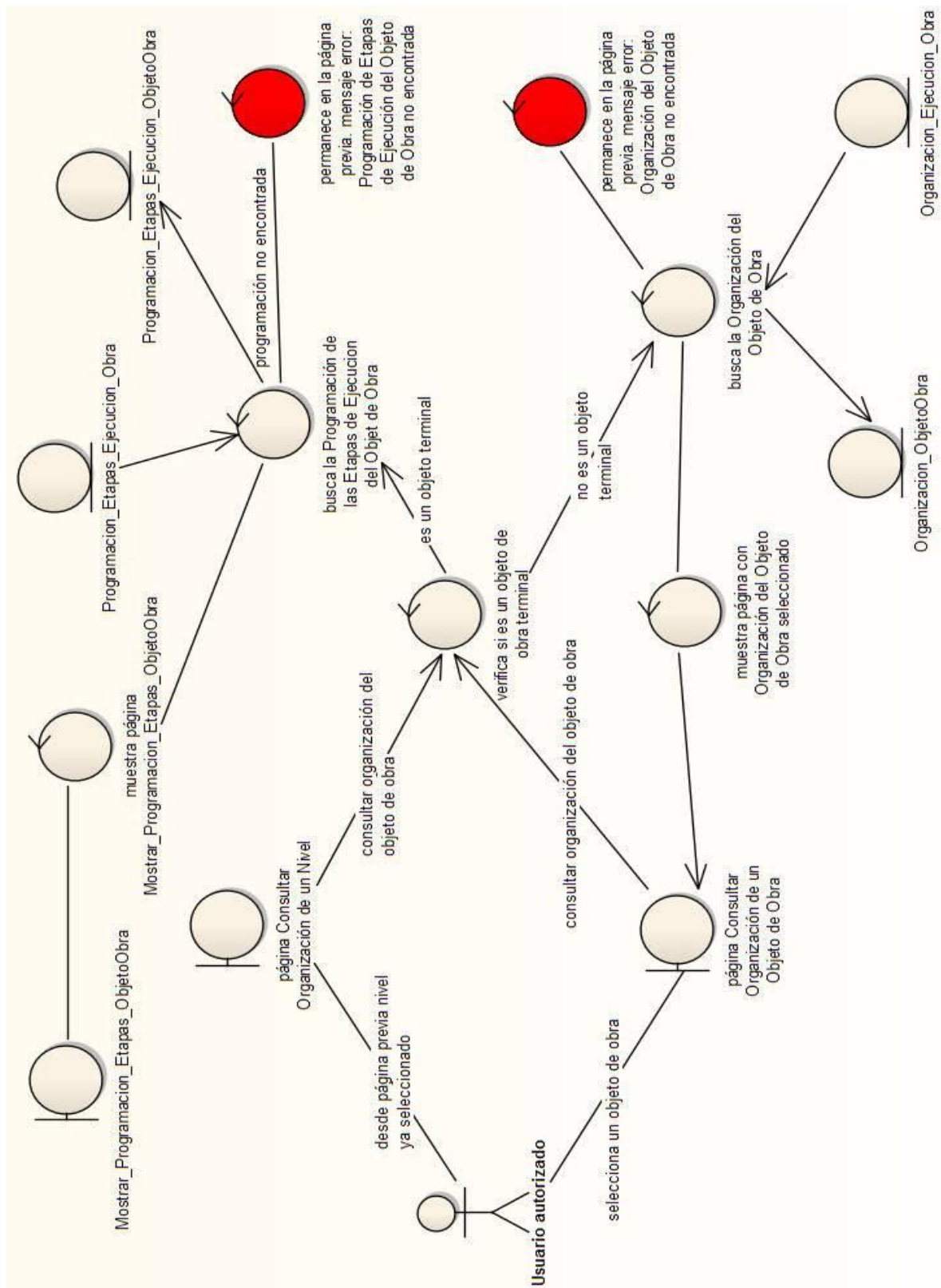


Figura 3. Diagrama de robustez del caso de uso: Consultar organización de un objeto de obra.

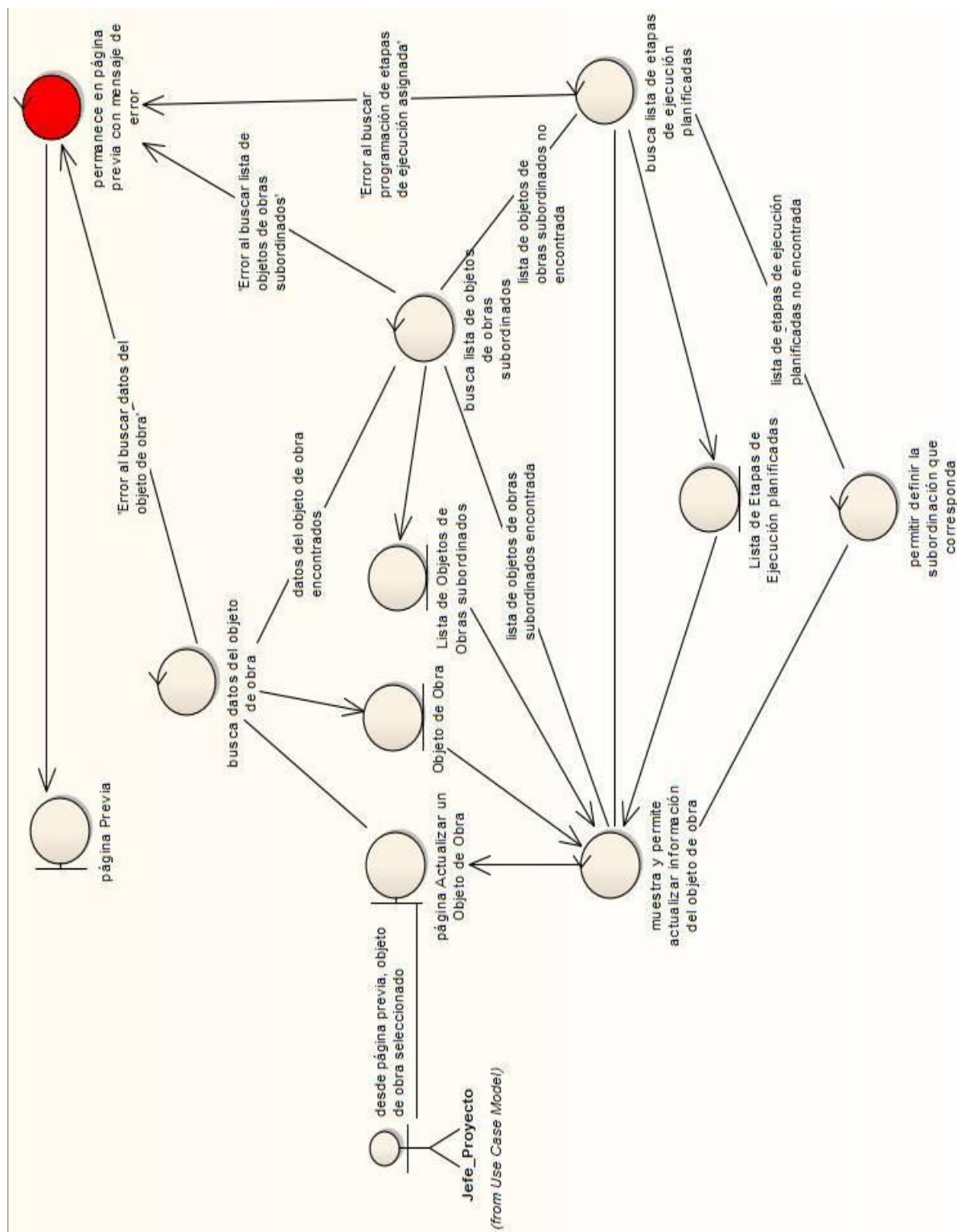


Figura 4. Diagrama de robustez del caso de uso: Consultar un objeto de obra para su actualización.

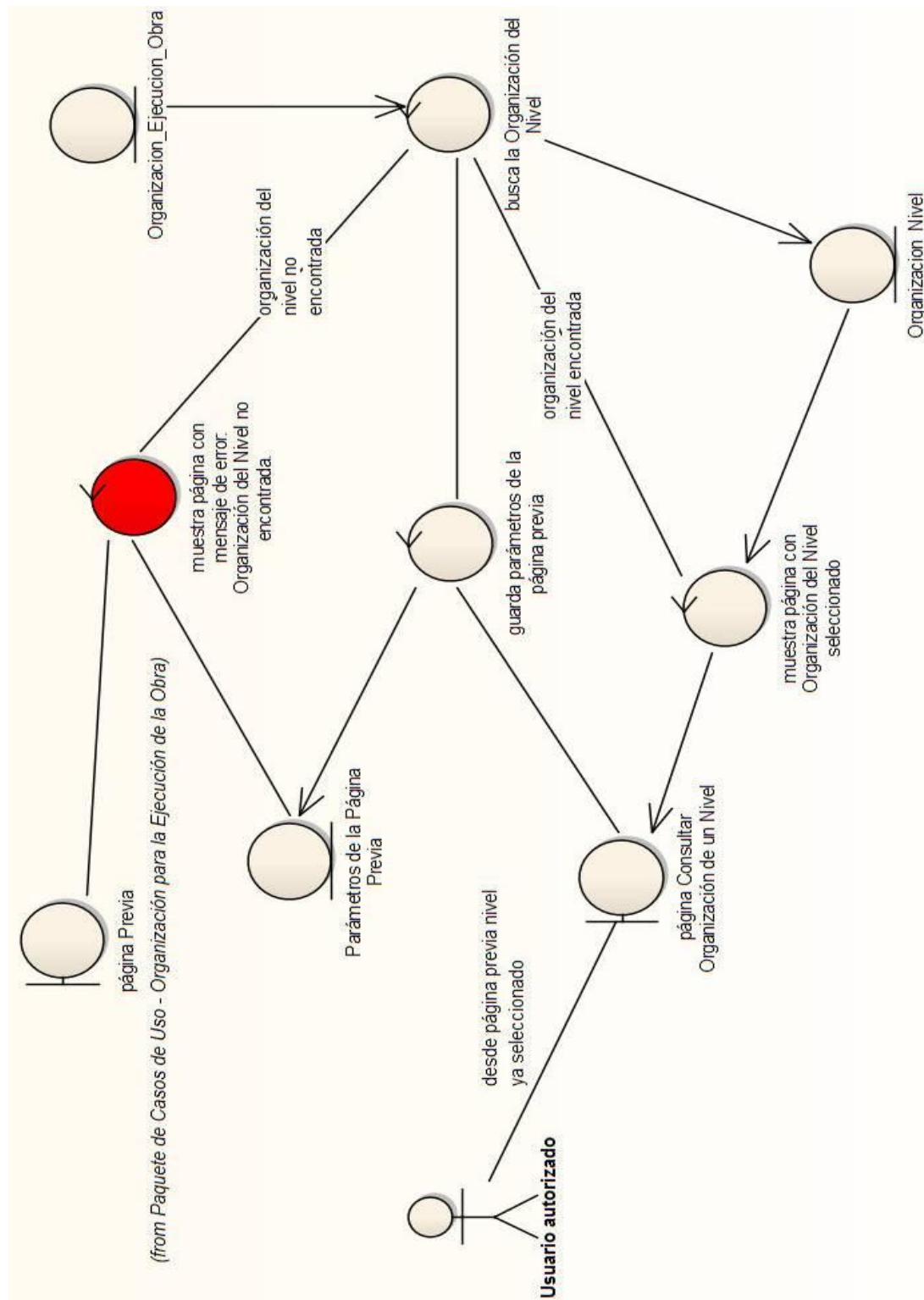


Figura 5. Diagrama de robustez del caso de uso: Consultar organización de un nivel de la Organización de la Obra.

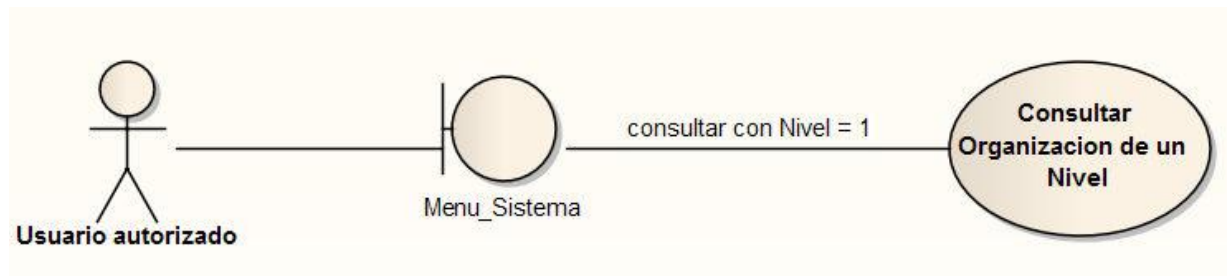
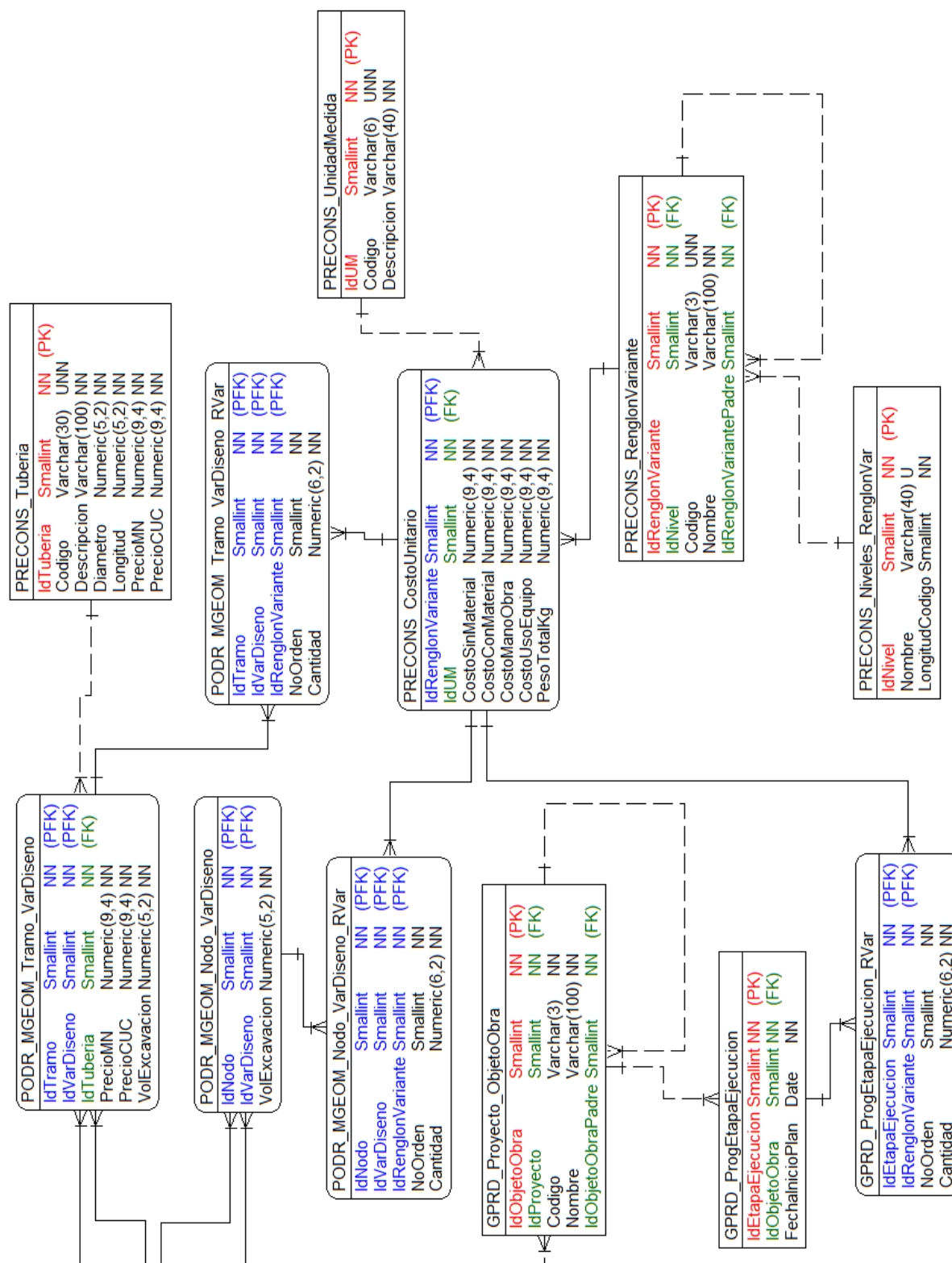
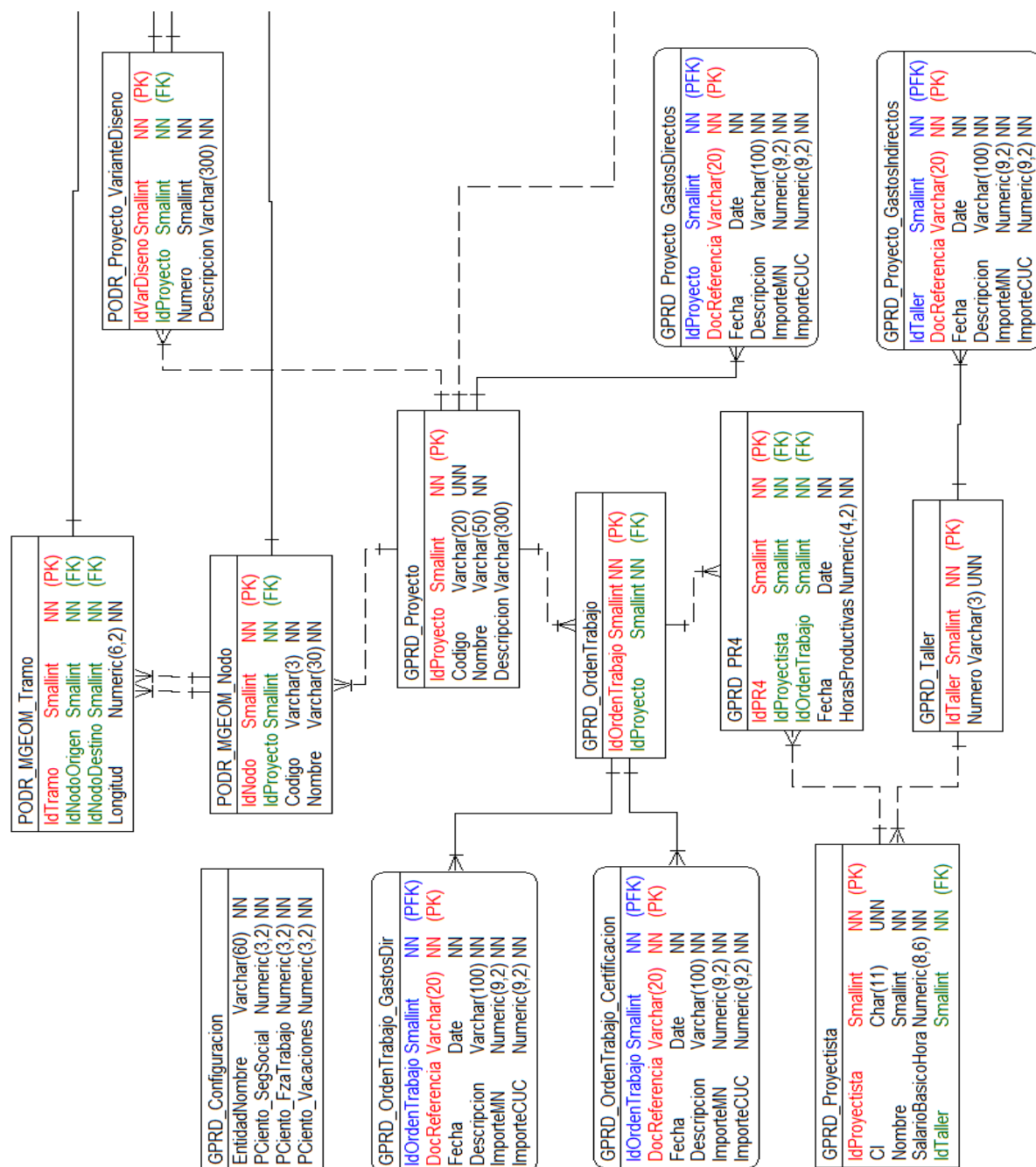


Figura 6. Diagrama de robustez del caso de uso: Consultar organización de la Obra.

15.5 Diseño de la Base de Datos.





Grupo de tablas	Significado
PRECONS_	Información del PRECONS II
PODR_MGEOM_	Datos del modelo geométrico del proyecto: nodos, tramos; y de sus variantes de diseño: volúmenes de excavación, tuberías, actividades a consumir del PRECON II.
GPRD_	Datos de los módulos para la planificación y control de la producción de los proyectos.

15.6 Programa script para la creación de la Base de Datos en el servidor de datos PostgreSQL 8.4.

```
/*
Created      12/05/2010
Modified     12/05/2010
Project      Base de Datos - Tesis
Model        Physical
Company
Author       Norge Pupo
Version      1
Database     PostgreSQL 8.4 */

Create table PRECONS_RenglonVariante
(
    IdRenglonVariante Smallint NOT NULL,
    IdNivel Smallint NOT NULL,
    Codigo Varchar(3) NOT NULL UNIQUE ,
    Nombre Varchar(100) NOT NULL,
    IdRenglonVariantePadre Smallint NOT NULL,
    primary key (IdRenglonVariante)
);

Create table PRECONS_Niveles_RenglonVar
(
    IdNivel Smallint NOT NULL,
    Nombre Varchar(40) NULL UNIQUE ,
    LongitudCodigo Smallint NOT NULL,
    primary key (IdNivel)
);

Create table PRECONS_CostoUnitario
(
    IdRenglonVariante Smallint NOT NULL,
    IdUM Smallint NOT NULL,
    CostoSinMaterial Numeric(9,4) NOT NULL Default 0,
    CostoConMaterial Numeric(9,4) NOT NULL Default 0,
    CostoManoObra Numeric(9,4) NOT NULL Default 0,
    CostoUsoEquipo Numeric(9,4) NOT NULL Default 0,
    PesoTotalKg Numeric(9,4) NOT NULL Default 0,
    primary key (IdRenglonVariante)
);

Create table PRECONS_UnidadMedida
(
    IdUM Smallint NOT NULL,
    Codigo Varchar(6) NOT NULL UNIQUE ,
    Descripcion Varchar(40) NOT NULL,
    primary key (IdUM)
);
```

Create table PODR_MGEOM_Nodo

```
(
    IdNodo Smallint NOT NULL,
    IdProyecto Smallint NOT NULL,
    Codigo Varchar(3) NOT NULL,
    Nombre Varchar(30) NOT NULL,
    primary key (IdNodo)
);
```

Create table PODR_MGEOM_Tramo

```
(
    IdTramo Smallint NOT NULL,
    IdNodoOrigen Smallint NOT NULL,
    IdNodoDestino Smallint NOT NULL,
    Longitud Numeric(6,2) NOT NULL,
    primary key (IdTramo)
);
```

Create table PRECONS_Tuberia

```
(
    IdTuberia Smallint NOT NULL,
    Codigo Varchar(30) NOT NULL UNIQUE ,
    Descripcion Varchar(100) NOT NULL,
    Diametro Numeric(5,2) NOT NULL,
    Longitud Numeric(5,2) NOT NULL,
    PrecioMN Numeric(9,4) NOT NULL Default 0,
    PrecioCUC Numeric(9,4) NOT NULL Default 0,
    primary key (IdTuberia)
);
```

Create table GPRD_Proyecto

```
(
    IdProyecto Smallint NOT NULL,
    Codigo Varchar(20) NOT NULL UNIQUE ,
    Nombre Varchar(50) NOT NULL,
    Descripcion Varchar(300) NULL ,
    primary key (IdProyecto)
);
```

Create table PODR_Proyecto_VarianteDiseno

```
(
    IdVarDiseno Smallint NOT NULL,
    IdProyecto Smallint NOT NULL,
    Numero Smallint NOT NULL,
    Descripcion Varchar(300) NOT NULL,
    primary key (IdVarDiseno)
);
```

Create table PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno

```
(
    IdTramo Smallint NOT NULL,
    IdVarDiseno Smallint NOT NULL,
    IdTuberia Smallint NOT NULL,
    PrecioMN Numeric(9,4) NOT NULL,
    PrecioCUC Numeric(9,4) NOT NULL,
    VolExcavacion Numeric(5,2) NOT NULL,
    primary key (IdTramo,IdVarDiseno)
);

Create table PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno
(
    IdNodo Smallint NOT NULL,
    IdVarDiseno Smallint NOT NULL,
    VolExcavacion Numeric(5,2) NOT NULL,
    primary key (IdNodo,IdVarDiseno)
);

Create table PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno_RVar
(
    IdNodo Smallint NOT NULL,
    IdVarDiseno Smallint NOT NULL,
    IdRenglonVariante Smallint NOT NULL,
    NoOrden Smallint NOT NULL,
    Cantidad Numeric(6,2) NOT NULL,
    primary key (IdNodo,IdVarDiseno,IdRenglonVariante)
);

Create table PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno_RVar
(
    IdTramo Smallint NOT NULL,
    IdVarDiseno Smallint NOT NULL,
    IdRenglonVariante Smallint NOT NULL,
    NoOrden Smallint NOT NULL,
    Cantidad Numeric(6,2) NOT NULL,
    primary key (IdTramo,IdVarDiseno,IdRenglonVariante)
);

Create table GPRD_Proyecto_ObjetoObra
(
    IdObjetoObra Smallint NOT NULL,
    IdProyecto Smallint NOT NULL,
    Codigo Varchar(3) NOT NULL,
    Nombre Varchar(100) NOT NULL,
    IdObjetoObraPadre Smallint NOT NULL,
    primary key (IdObjetoObra)
);

Create table GPRD_ProgEtapaEjecucion
(
```

```
        IdEtapaEjecucion Smallint NOT NULL,  
        IdObjetoObra Smallint NOT NULL,  
        FechaInicioPlan Date NOT NULL,  
    primary key (IdEtapaEjecucion)  
);
```

```
Create table GPRD_ProgEtapaEjecucion_RVar  
(  
    IdEtapaEjecucion Smallint NOT NULL,  
    IdRenglonVariante Smallint NOT NULL,  
    NoOrden Smallint NOT NULL,  
    Cantidad Numeric(6,2) NOT NULL,  
    primary key (IdEtapaEjecucion,IdRenglonVariante)  
);
```

```
Create table GPRD_OrdenTrabajo  
(  
    IdOrdenTrabajo Smallint NOT NULL,  
    IdProyecto Smallint NOT NULL,  
    primary key (IdOrdenTrabajo)  
);
```

```
Create table GPRD_Proyectista  
(  
    IdProyectista Smallint NOT NULL,  
    CI Char(11) NOT NULL UNIQUE ,  
    Nombre Smallint NOT NULL,  
    SalarioBasicoHora Numeric(8,6) NOT NULL,  
    IdTaller Smallint NOT NULL,  
    primary key (IdProyectista)  
);
```

```
Create table GPRD_PR4  
(  
    IdPR4 Smallint NOT NULL,  
    IdProyectista Smallint NOT NULL,  
    IdOrdenTrabajo Smallint NOT NULL,  
    Fecha Date NOT NULL,  
    HorasProductivas Numeric(4,2) NOT NULL,  
    primary key (IdPR4)  
);
```

```
Create table GPRD_OrdenTrabajo_GastosDir  
(  
    IdOrdenTrabajo Smallint NOT NULL,  
    DocReferencia Varchar(20) NOT NULL,  
    Fecha Date NOT NULL,  
    Descripcion Varchar(100) NOT NULL,  
    ImporteMN Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,  
    ImporteCUC Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,
```



```
primary key (IdOrdenTrabajo,DocReferencia)
);

Create table GPRD_Proyecto_GastosDirectos
(
    IdProyecto Smallint NOT NULL,
    DocReferencia Varchar(20) NOT NULL,
    Fecha Date NOT NULL,
    Descripcion Varchar(100) NOT NULL,
    ImporteMN Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,
    ImporteCUC Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,
    primary key (IdProyecto,DocReferencia)
);
```

```
Create table GPRD_Proyecto_GastosIndirectos
(
    IdTaller Smallint NOT NULL,
    DocReferencia Varchar(20) NOT NULL,
    Fecha Date NOT NULL,
    Descripcion Varchar(100) NOT NULL,
    ImporteMN Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,
    ImporteCUC Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,
    primary key (IdTaller,DocReferencia)
);
```

```
Create table GPRD_Configuracion
(
    EntidadNombre Varchar(60) NOT NULL,
    PCiento_SegSocial Numeric(3,2) NOT NULL,
    PCiento_FzaTrabajo Numeric(3,2) NOT NULL,
    PCiento_Vacaciones Numeric(3,2) NOT NULL
);
```

```
Create table GPRD_Taller
(
    IdTaller Smallint NOT NULL,
    Numero Varchar(3) NOT NULL UNIQUE ,
    primary key (IdTaller)
);
```

```
Create table GPRD_OrdenTrabajo_Certificacion
(
    IdOrdenTrabajo Smallint NOT NULL,
    DocReferencia Varchar(20) NOT NULL,
    Fecha Date NOT NULL,
    Descripcion Varchar(100) NOT NULL,
    ImporteMN Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,
    ImporteCUC Numeric(9,2) NOT NULL Default 0,
    primary key (IdOrdenTrabajo,DocReferencia)
);
```

Create unique index Alter_Key1 on PODR_MGEOM_Nodo (IdProyecto,Codigo);

Create unique index Alter_Key3 on PODR_MGEOM_Tramo (IdNodoOrigen,IdNodoDestino);

Create unique index Alter_Key4 on PODR_Proyecto_VarianteDiseno (IdProyecto,Numero);

Create unique index Alter_Key5 on PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno_RVar
(IdNodo,IdVarDiseno,NoOrden);

Create unique index Alter_Key7 on PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno_RVar
(IdTramo,IdVarDiseno,NoOrden);

Create unique index Alter_Key8 on GPRD_ProgEtapaEjecucion_RVar (IdEtapaEjecucion,NoOrden);

Alter table PRECONS_RenglonVariante
add foreign key (IdRenglonVariantePadre)
references PRECONS_RenglonVariante (IdRenglonVariante) on update restrict on delete
restrict;

Alter table PRECONS_CostoUnitario
add foreign key (IdRenglonVariante)
references PRECONS_RenglonVariante (IdRenglonVariante) on update restrict on delete
restrict;

Alter table PRECONS_RenglonVariante
add foreign key (IdNivel)
references PRECONS_Niveles_RenglonVar (IdNivel) on update restrict on delete restrict;

Alter table PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno_RVar
add foreign key (IdRenglonVariante)
references PRECONS_CostoUnitario (IdRenglonVariante) on update restrict on delete
restrict;

Alter table PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno_RVar
add foreign key (IdRenglonVariante)
references PRECONS_CostoUnitario (IdRenglonVariante) on update restrict on delete
restrict;

Alter table GPRD_ProgEtapaEjecucion_RVar
add foreign key (IdRenglonVariante)
references PRECONS_CostoUnitario (IdRenglonVariante) on update restrict on delete
restrict;

Alter table PRECONS_CostoUnitario
add foreign key (IdUM)
references PRECONS_UnidadMedida (IdUM) on update restrict on delete restrict;

Alter table PODR_MGEOM_Tramo
add foreign key (IdNodoOrigen)

```
references PODR_MGEOM_Nodo (IdNodo) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Tramo  
add foreign key (IdNodoDestino)  
references PODR_MGEOM_Nodo (IdNodo) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno  
add foreign key (IdNodo)  
references PODR_MGEOM_Nodo (IdNodo) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno  
add foreign key (IdTramo)  
references PODR_MGEOM_Tramo (IdTramo) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno  
add foreign key (IdTuberia)  
references PRECONS_Tuberia (IdTuberia) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table PODR_Proyecto_VarianteDiseno  
add foreign key (IdProyecto)  
references GPRD_Proyecto (IdProyecto) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Nodo  
add foreign key (IdProyecto)  
references GPRD_Proyecto (IdProyecto) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table GPRD_Proyecto_ObjetoObra  
add foreign key (IdProyecto)  
references GPRD_Proyecto (IdProyecto) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table GPRD_OrdenTrabajo  
add foreign key (IdProyecto)  
references GPRD_Proyecto (IdProyecto) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table GPRD_Proyecto_GastosDirectos  
add foreign key (IdProyecto)  
references GPRD_Proyecto (IdProyecto) on update restrict on delete restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno  
add foreign key (IdVarDiseno)  
references PODR_Proyecto_VarianteDiseno (IdVarDiseno) on update restrict on delete  
restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno  
add foreign key (IdVarDiseno)  
references PODR_Proyecto_VarianteDiseno (IdVarDiseno) on update restrict on delete  
restrict;
```

```
Alter table PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno_RVar  
add foreign key (IdTramo,IdVarDiseno)
```

references PODR_MGEOM_Tramo_VarDiseno (IdTramo,IdVarDiseno) on update restrict on delete restrict;

Alter table PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno_RVar
add foreign key (IdNodo,IdVarDiseno)
references PODR_MGEOM_Nodo_VarDiseno (IdNodo,IdVarDiseno) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_Proyecto_ObjetoObra
add foreign key (IdObjetoObraPadre)
references GPRD_Proyecto_ObjetoObra (IdObjetoObra) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_ProgEtapaEjecucion
add foreign key (IdObjetoObra)
references GPRD_Proyecto_ObjetoObra (IdObjetoObra) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_ProgEtapaEjecucion_RVar
add foreign key (IdEtapaEjecucion)
references GPRD_ProgEtapaEjecucion (IdEtapaEjecucion) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_PR4
add foreign key (IdOrdenTrabajo)
references GPRD_OrdenTrabajo (IdOrdenTrabajo) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_OrdenTrabajo_GastosDir
add foreign key (IdOrdenTrabajo)
references GPRD_OrdenTrabajo (IdOrdenTrabajo) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_OrdenTrabajo_Certificacion
add foreign key (IdOrdenTrabajo)
references GPRD_OrdenTrabajo (IdOrdenTrabajo) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_PR4
add foreign key (IdProyectista)
references GPRD_Proyectista (IdProyectista) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_Proyectista
add foreign key (IdTaller)
references GPRD_Taller (IdTaller) on update restrict on delete restrict;

Alter table GPRD_Proyecto_GastosIndirectos
add foreign key (IdTaller)
references GPRD_Taller (IdTaller) on update restrict on delete restrict;

15.7 Diagramas de Secuencia.

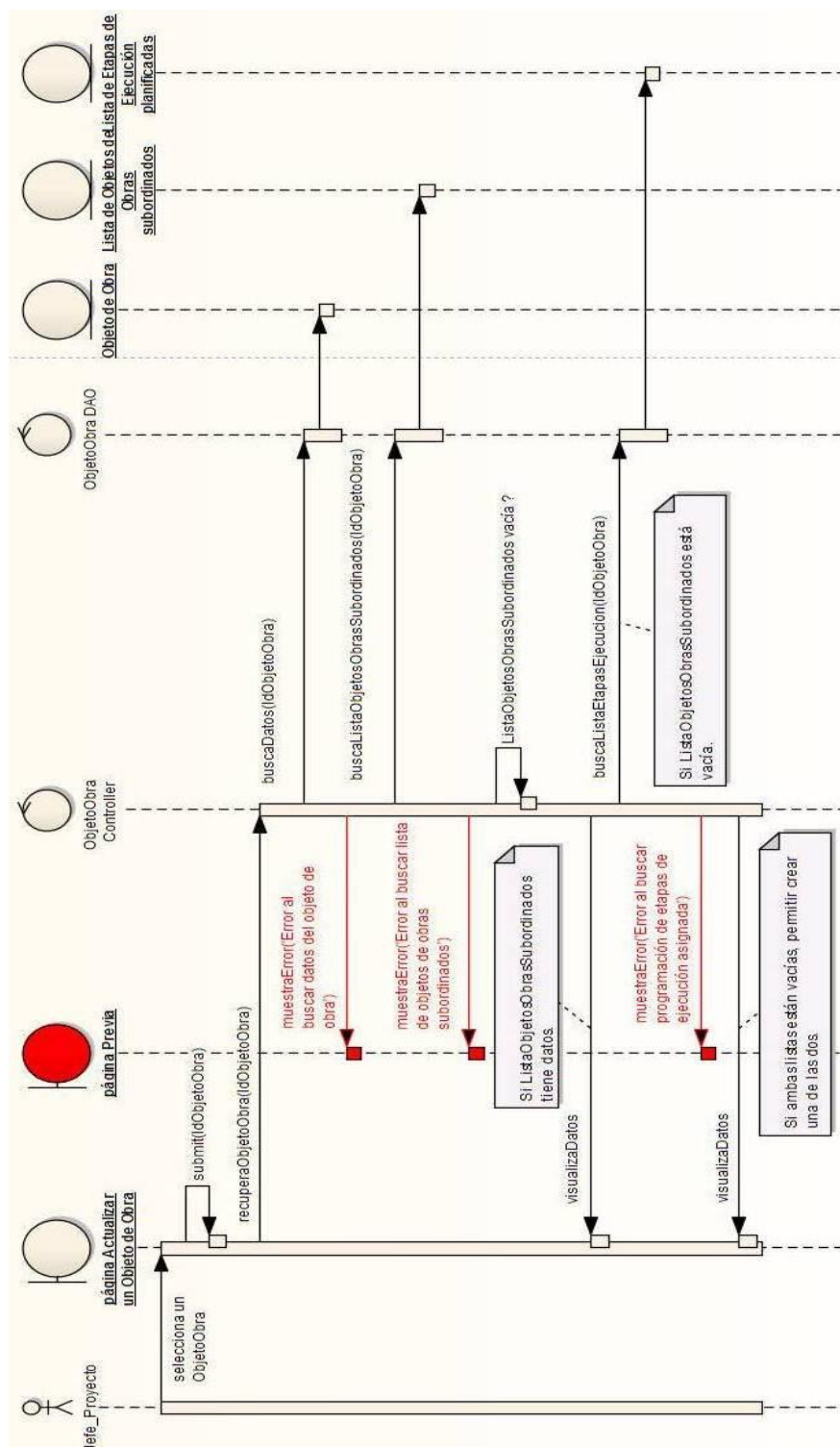


Figura 1. Consultar un Objeto de Obra para su actualización.