

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**



---

**“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE  
COSTOS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA ADOPTANDO LAS  
RECOMENDACIONES DE AACE INTERNATIONAL PARA  
GMI SAC USANDO UN SISTEMA WEB”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE  
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

**ÁREA:**

**AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS E INGENIERÍA DE  
COSTOS**

**AUTORES:**

**Bach. CASTAÑEDA MUÑOZ, SAÚL.  
Bach. LIÑAN PONCE, LUIS.**

**ASESOR:**

**Ing. PIMINCHUMO FLORES, JORGE**

**TRUJILLO – PERU**

**2015**

**TESIS: “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA ADOPTANDO LAS RECOMENDACIONES DE AACE INTERNATIONAL PARA GMI SAC USANDO UN SISTEMA WEB”**

Elaborado Por:

**Bach. CASTAÑEDA MUÑOZ, SAÚL.**  
**Bach. LIÑAN PONCE, LUIS**

---

**Presidente**

Dr. WALTER AURELIO LAZO AGUIRRE  
CIP: 36034

---

**Secretario**

Ing. WILDER ADÁN NAMAY ZEVALLOS  
CIP: 130945

---

**Vocal**

Ing. JAIME EDUARDO DÍAZ SÁNCHEZ  
CIP: 73304

---

**Asesor**

Ing. JORGE LUIS PIMINCHUMO FLORES  
CIP: 137153

## **PRESENTACIÓN**

Sres. Miembros del Jurado

De conformidad con los requisitos estipulados en el Reglamento de grados y títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Computación y Sistemas, someto a vuestra consideración la Tesis titulada:

### **“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA ADOPTANDO LAS RECOMENDACIONES DE AACE INTERNATIONAL PARA GMI SAC USANDO UN SISTEMA WEB”**

Este trabajo de investigación, es el resultado de nuestro esfuerzo, donde hemos plasmado todos los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de nuestra formación profesional, complementado además con la orientación y apoyo de nuestro Asesor y todas aquellas personas que colaboraron durante el desarrollo del Proyecto.

Atentamente

**Bach. Castañeda Muñoz, Saúl.**  
**Bach. Liñan Ponce, Luis.**

A Dios por estar siempre presente en mi vida a lado de mi abuelita que desde el cielo nos cuida y protege a toda mi familia. A mis padres por todo su amor, apoyo y comprensión, y a mis hermanos que siempre me han sabido guiarme en todas las etapas de mi vida.

Bach. Castañeda Muñoz, Saúl

A mis padres por aconsejarme, a mis hermanos por alentarme en este camino, pero sobre todo a mi madre que siempre me apoyo en todo momento y gracias a ella soy lo que soy, este logro más que mío le pertenece a ella, mi madre.

Bach. Liñan Ponce, Luis

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro sincero agradecimiento a las personas que colaboraron en el desarrollo de este proyecto y así hacer posible su realización en especial:

- Al Ingeniero Jorge Piminchumo por su constante apoyo brindado, y el jurado calificador que en base a sus observaciones se pudo mejorar nuestro proyecto.
- A la empresa Graña y Montero Ingenieros S.A.C por permitirnos poder acceder a la información del área de Costos.
- A los Ingenieros del área de Costos por brindarnos la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

## RESUMEN

“Automatización del proceso de Estimación de Costos en Proyectos de Ingeniería adoptando las recomendaciones de AACE International para GMI SAC usando un Sistema Web”

Por:

Bach. Castañeda Muñoz, Saúl

Bach. Liñan Ponce, Luis

Esta tesis se aplica al Área de Costos de la empresa Graña y Monteros Ingenieros S.A.C, al ser una de las más importantes en la empresa, debido a que es el área responsable de estimar y controlar los costos de los Proyectos de Inversión.

La tesis surge en base al problema de constantes excesos en los márgenes de error esperados en la estimación de costos de los proyectos, esto es producto de la falta de coordinación y orden en sus procesos, entre los problemas identificados tenemos a: la redundancia de datos en el cálculo de la estimación, tiempos operacionales de análisis de estimación muy altos, información no centralizada en una base de datos, ya que es llevada en hojas de cálculos independientes, no existe historial base que permitan realizar las estimaciones con mayor rapidez y confiabilidad. Otro de los principales problemas es no tener un control sobre sus procesos ocasionando que no se cumpla de manera uniforme las prácticas recomendadas de la AACEI que son aplicables en este tipo de Áreas.

Para la solución a este problema se desarrolló un Sistema Informático Web para la Estimación de Costos de Proyectos de Inversión, y que integre algunas prácticas recomendadas que son necesarias en este proceso. Para el desarrollo de este sistema, se utilizó como metodología de desarrollo ICONIX, ASP.NET - Framework 4.5 como lenguaje de programación, con ayuda de Controles Telerik 2013 Q3 y como Gestor de Base de Datos a Microsoft SQL Server 2008 R2.

Con este sistema se pretende automatizar el proceso de Estimación del Área de Costos, cumpliendo con las Practicas Recomendadas necesarias según la AACEI. Y además de mejorar la administración de datos que permitirán reducir tiempos de cálculos en próximas estimaciones, reduciendo los márgenes de error esperados.

## **ABSTRACT**

"Automation of Cost Estimation in Engineering Projects adopting the recommendations of AACE International for GMI SAC using a Web System"

by:

Bach. Castañeda Muñoz, Saúl

Bach. Liñan Ponce, Luis

This thesis applies the costs area of company Grana y Montero Ingenieros SAC Company, to be one of the most important in the company, because it is the responsible area for estimating and controlling the cost of Investment Projects.

The work arises for a problem of overruns constant in error margins expected in project costs estimating, this is the result of a lack of coordination and order in their processes, between identified problems we have: data redundancy in the calculation of the estimate, analysis times very high, information not centralized in a database, and which is carried on sheets of independent calculations, no history based on estimates that allow for the estimates faster and reliability among others. Another major problem is that having no control over their processes do not comply so uniformly the AACEI recommended practices that are applicable in such areas.

To solve this problem, it was developed a Web Information System for Cost Estimation of Investment Projects, and integrating some Best Practices that are needed in this process. For the development of this system, it was used ICONIX as software methodology, ASP.NET - Framework 4.5 as programming language, using Telerik Controls Q3 2013 as Database Manager Microsoft SQL Server 2008 R2.

This system aims to automate the Estimation process of Cost Area, complying with the recommended practices required under the AACEI. And improve data management that will reduce calculations time on next estimates, reducing margins expected error.

# Contenido

	PAG.
<b>Contenido .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>XII</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XVI</b>
<b>CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Antecedentes de la Investigación .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Conceptos Básicos .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 AACEI.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 PRÁCTICAS RECOMENDADAS.....</b>	<b>9</b>
1.4.1 Práctica Recomendada 17R-97 - Sistema de clasificación de Estimación de Costos .....	9
1.4.1.1 Metodología de Clasificación .....	10
1.4.2 Práctica Recomendada 20R-98 - Proyecto de código de cuentas .....	11
1.4.2.1 Principios Básicos De Código De Cuentas .....	13
1.4.2.2 Características de los Código de Cuentas .....	14
1.4.3 Práctica Recomendada 31R-03 – Revisión, Validación y documentación del Estimado.....	16
1.4.3.1 Estimado de detalle .....	19
1.4.3.2 La Documentación de la Estimación .....	19
1.4.3.3 Bucle de Retroalimentación .....	20
1.4.4 Práctica Recomendada 34R-05 – Bases de Estimación .....	20

1.4.4.1	Propósito .....	22
1.4.4.2	Alcance del Proyecto Descripción .....	22
1.4.4.3	Metodología .....	22
1.4.4.4	Clasificación de Estimación.....	22
1.4.4.5	Base de Diseño.....	22
1.4.4.6	Bases de Planificación .....	22
1.4.4.7	Base de Costos .....	23
1.4.4.8	Los derechos de emisión .....	24
1.4.4.9	Reconciliación.....	24
1.4.5	Práctica Recomendada 46R-11 - Habilidades y conocimientos de estimación de costos del proyecto requeridos .....	24
<b>1.5</b>	<b>CRITERIOS DE PROYECTOS DE CAPITAL .....</b>	<b>26</b>
1.5.1	Ciclo de vida del Proyecto adaptado a la Ingeniería de Costos .....	26
1.5.2	Fase de Definición del Proyecto .....	28
<b>1.6</b>	<b>HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE COSTOS DE UN PROYECTO. ....</b>	<b>29</b>
1.6.1	Primavera .....	29
1.6.2	S10 .....	31
1.6.3	Project Management Body of Knowledge .....	33
1.6.4	OPX2-NPD – Planisware.....	35
1.6.5	Project Objects .....	38
1.6.5.1	ProjectFolio.....	40
1.6.5.2	TT Time Tracking:.....	40
1.6.5.3	CM Cost Management: .....	40
1.6.5.4	PT Progress Tracking:.....	40
1.6.6	Microsoft Excel.....	41
1.6.7	Microsoft Project.....	43
1.6.8	Open-WorkBench .....	46
1.6.9	TaskJuggler .....	47
<b>1.7</b>	<b>METODOLOGÍA ICONIX .....</b>	<b>48</b>
1.7.1	Fases del Iconix.....	49

1.7.1.1	Análisis de Requisitos .....	50
1.7.1.2	Análisis y Diseño Preliminar .....	52
1.7.1.3	Diseño .....	54
1.7.1.4	Implementación.....	55
1.7.2	Impacto.....	55
<b>1.8</b>	<b>Business Process Management (BPM) .....</b>	<b>56</b>
1.8.1	BPMN .....	58
<b>CAPÍTULO II: RESULTADOS .....</b>		<b>60</b>
<b>2.1</b>	<b>Flujo de Procesos de Estimación de Costos .....</b>	<b>60</b>
<b>2.2</b>	<b>Análisis de Requisitos .....</b>	<b>70</b>
2.2.1	Prototipado Rápido .....	70
2.2.1.1	Prototipos del maestro de costos .....	71
2.2.1.2	Prototipos para la estimación de costos .....	79
2.2.2	Modelo de Casos de Uso.....	88
2.2.1	Modelo de Dominio .....	91
<b>2.3</b>	<b>Análisis y Diseño Preliminar .....</b>	<b>93</b>
2.3.1	Descripción de los Casos de Uso .....	93
2.3.2	Diagrama de Robustez .....	110
<b>2.4</b>	<b>Diseño .....</b>	<b>126</b>
2.4.1	Diagramas de Secuencias.....	126
2.4.2	Diagrama de Clases.....	145
<b>2.5</b>	<b>Implementación .....</b>	<b>146</b>
2.5.1	Plataforma Técnica .....	146
2.5.2	Seguridad .....	146
2.5.3	Persistencia.....	146
2.5.4	Acceso .....	147
2.5.5	Vista Lógica .....	147
2.5.6	Vista de Despliegue .....	148

<b>CAPÍTULO III: DISCUSIÓN.....</b>	<b>151</b>
<b>3.1 Planteamiento de la hipótesis .....</b>	<b>151</b>
<b>3.2 Contrastación de la hipótesis .....</b>	<b>152</b>
3.2.1 Indicador: Tiempo.....	154
3.2.2 Indicador: Costo.....	160
3.2.3 Indicador: Satisfacción del usuario .....	165
<b>3.3 Análisis de Resultados .....</b>	<b>169</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>170</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>172</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>175</b>
<b>ANEXO 01: ENCUESTAS .....</b>	<b>176</b>
<b>ANEXO 02: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>179</b>
<b>ANEXO 03: GENERACIÓN DE LOS DATOS PRESENTADOS EN LA DISCUSION.....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXO 04: PRESUPUESTO DETALLADO DEL PROYECTO.....</b>	<b>197</b>

## Lista de figuras

	PAG.
<i>Figura 01: Ciclo de Vida del Proyecto, .....</i>	27
<i>Figura 02: Influencia en el Costo .....</i>	29
<i>Figura 03: Interface de trabajo, con un área de actividades, una gráfica y las barras de menú. ....</i>	30
<i>Figura 04 Distribución de los paneles de trabajo del sistema S10. ....</i>	33
<i>Figura 05: Proceso de Gestión del PMBOK .....</i>	35
<i>Figura 06: Se muestra la creación de un proyecto y un gráfico describiendo variación de costos. ....</i>	37
<i>Figura 07: Personalizando la vista y datos para un mejor manejo.....</i>	39
<i>Figura 08: Hoja de Presupuesto, listado de ingresos y egresos mensual. ....</i>	43
<i>Figura 09: Asignación y periodo de tareas, y diagrama de Gantt .....</i>	44
<i>Figura 10: Vista principal de Open Workbench, donde se presenta múltiples posibilidades de visualización de datos.....</i>	46
<i>Figura 11: Creación de un nuevo proyecto en TaskJuggler, calculando líneas de tiempo y asignando recursos. ....</i>	48
<i>Figura 12: Modelo del Proceso - Diagrama General de Estimación de Costos.....</i>	60
<i>Figura 13: Modelo del Proceso - Generar Base de Partidas.....</i>	61
<i>Figura 14: Modelo del Proceso - Definir Clase del Estimado. ....</i>	62
<i>Figura 15: Modelo del Proceso - Registrar Partidas.....</i>	63
<i>Figura 16: Modelo del Proceso – Registrar Recursos. ....</i>	64
<i>Figura 17: Modelo del Proceso – Generar Estimado.....</i>	65
<i>Figura 18: Modelo del Proceso – Definir Codificación del Estimado.....</i>	66
<i>Figura 19: Modelo del Proceso – Importar Partidas.....</i>	67
<i>Figura 20: Modelo del Proceso – Registrar detalle del Estimado.....</i>	68

<i>Figura 21: Modelo del Proceso – Emitir Estimado de Costos .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 22: Prototipo de Acceso al Sistema de Estimación de Costos. ....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 23: Prototipo del listado Principal de las Bases de Partidas.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 24: Prototipo del mantenimiento de una Base de Partidas. ....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 25: Prototipo del listado Principal de Base de Recursos. ....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 26: Prototipo del mantenimiento de un Base de Recursos. ....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 27: Prototipo del listado de Partidas donde se encuentra un recurso. ....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 28: Prototipo del listado Principal de los Labor Rate.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 29: Prototipo del Mantenimiento de Labor Rate. ....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 30: Prototipo del listado Principal de los Código de Cuenta.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 31: Prototipo del Mantenimiento de los Códigos de Cuenta de una Partida.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 32: Prototipo del listado Principal de Partidas.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 33: Prototipo del Mantenimiento de Partidas. ....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 34: Prototipo del Análisis de Precio de una Partida.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 35: Prototipo de la importación de los recursos a un Análisis de Precio. ....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 36: Prototipo de la importación de una Partida (SubPartida) al Análisis de Precio.</i> <i>.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 37: Prototipo del Detalle de una SubPartida dentro de un Análisis de Precio.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 38: Prototipo del listado de los Análisis de Precio donde se encuentra una Partida.</i> <i>.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 39: Prototipo del listado de los Proyectos donde se encuentra una Partida.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 40: Prototipo del listado Principal de las Estimaciones por Proyecto. ....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 41: Prototipo para mostrar los datos generales de un Proyecto.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 42: Prototipo para la configuración del Tipo de Cambio de monedas. ....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 43: Prototipo para la configuración de los Costos Indirectos para el Estimado... </i>	<i>81</i>
<i>Figura 44: Prototipo para la creación e importación del EDT de un Proyecto. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 45: Prototipo para la configuración de Codificación de las Partidas de un</i> <i>Estimado.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 46: Prototipo para el Listado Principal de las Estimaciones.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 47: Prototipo para el Registro Base de una Estimación.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 48: Prototipo para el Registro de una Revisión de un Estimado.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 49: Prototipo para la cálculo del Detalle (Partidas Registradas) de un Estimado.</i>	<i>84</i>

<i>Figura 50: Prototipo para la selección de partidas al Estimado.</i> .....	84
<i>Figura 51: Prototipo para la asignación de Código a las Partidas seleccionados de un Estimado.</i> .....	85
<i>Figura 52: Prototipo para mover una partida dentro de un Estimado.</i> .....	85
<i>Figura 53: Prototipo para la actualización del Precio Unitario de una Partida dentro de un Estimado.</i> .....	86
<i>Figura 54: Prototipo para la visualización de un estimado a nivel de Partidas.</i> .....	86
<i>Figura 55: Prototipo para la visualización de un Estimado a nivel de su EDT.</i> .....	87
<i>Figura 56: Prototipo para el listado de Reportes del Sistema.</i> .....	87
<i>Figura 57: Prototipo para seleccionar un Estimado que se requiere generar el Reporte.</i> 88	
<i>Figura 58: Modelo de Casos de Uso - “Maestro de costos”</i> .....	89
<i>Figura 59: Modelo de Casos de Uso - “Estimación de costos”</i> .....	90
<i>Figura 60: Modelo de dominio del sistema de estimación de costos.</i> .....	92
<i>Figura 61: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de base de partidas”</i> .....	111
<i>Figura 62: Diagrama de Robustez - “Copia de partidas de una base existente”</i> .....	112
<i>Figura 63: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de unidad de medida”</i> . .....	113
<i>Figura 64: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de recursos”</i> . .....	114
<i>Figura 65: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de laborate”</i> . .....	115
<i>Figura 66: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de agrupador de volumen”</i> .....	116
<i>Figura 67: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de partidas”</i> .....	117
<i>Figura 68: Diagrama de Robustez - “Cálculo de análisis de precio de una partida”</i> .....	118
<i>Figura 69: Diagrama de Robustez - “Duplicar análisis de precio de una partida”</i> .....	119
<i>Figura 70: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de tipo de cambio”</i> . .....	120
<i>Figura 71: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de codificación”</i> . .....	121
<i>Figura 72: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de EDT”</i> . .....	122
<i>Figura 73: Diagrama de Robustez - “Mantenimiento de estimado de costos”</i> .....	123
<i>Figura 74: Diagrama de Robustez - “Cálculo de análisis de precio de un estimado de costos”</i> .....	124
<i>Figura 75: Diagrama de Robustez - “Aprobar análisis de costos”</i> . .....	125
<i>Figura 76: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de base de partidas”</i> .....	127
<i>Figura 77: Diagrama de Secuencia - “Copiar partidas de una base de partidas”</i> . .....	128
<i>Figura 78: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de unidades de medida”</i> . .....	129

<i>Figura 79: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de recursos”</i>	<i>130</i>
<i>Figura 80: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de laborates”</i>	<i>131</i>
<i>Figura 81: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de partidas”</i>	<i>132</i>
<i>Figura 82: Diagrama de Secuencia - “Análisis de precio de partida”</i>	<i>133</i>
<i>Figura 83: Diagrama de Secuencia - “Aprobar partida”</i>	<i>134</i>
<i>Figura 84: Diagrama de Secuencia - “Duplicar análisis de precio de partida”</i>	<i>135</i>
<i>Figura 85: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de tipo de cambio”</i>	<i>136</i>
<i>Figura 86: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de codificación de partidas”</i>	<i>137</i>
<i>Figura 87: Diagrama de Secuencia - “Registro de listas en codificación”</i>	<i>138</i>
<i>Figura 88: Diagrama de Secuencia - “Registro de valores en listas”</i>	<i>139</i>
<i>Figura 90: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de estimado de costos”</i>	<i>141</i>
<i>Figura 91: Diagrama de Secuencia - “Análisis de precio de estimado de costos (APUE)”</i>	<i>142</i>
<i>Figura 92: Diagrama de Secuencia - “Registro de revisión de estimado”</i>	<i>143</i>
<i>Figura 93: Diagrama de Secuencia - “Aprobar estimado de costos”</i>	<i>144</i>
<i>Figura 94: “Diagrama de clases – sistema de estimación de costos”</i>	<i>145</i>
<i>Figura 95: Representación de la vista lógica del sistema de estimación de costos</i>	<i>147</i>
<i>Figura 96: Representación gráfica del diagrama de despliegue</i>	<i>148</i>
<i>Figura 97: Región de aceptación o rechazo del indicador tiempo</i>	<i>159</i>
<i>Figura 98: Región de aceptación o rechazo del indicador costo</i>	<i>164</i>
<i>Figura 99: Región de aceptación o rechazo del indicador satisfacción del usuario</i>	<i>168</i>

## Lista de tablas

	PAG.
<i>Tabla 01 - Matriz Genérica de Clasificación de Estimado de Costos</i> .....	11
<i>Tabla 02: Detalle CU - “Registrar base de partida”</i> .....	93
<i>Tabla 03: Detalle CU - “Editar base de partida”</i> .....	94
<i>Tabla 04: Detalle CU - “Eliminar una base de partidas”</i> .....	95
<i>Tabla 05: Detalle CU - “Copiar partidas de una base existente”</i> .....	96
<i>Tabla 06: Detalle CU - “Registrar recurso”</i> .....	97
<i>Tabla 07: Detalle CU - “Editar recurso”</i> .....	97
<i>Tabla 08: Detalle CU - “Eliminar recurso”</i> .....	98
<i>Tabla 09: Detalle CU - “Registrar laborate”</i> .....	99
<i>Tabla 10: Detalle CU - “Editar laborate”</i> .....	100
<i>Tabla 11: Detalle CU - “Eliminar laborate”</i> .....	101
<i>Tabla 12: Detalle CU - “Registrar unidad de medida”</i> .....	101
<i>Tabla 13: Detalle CU - “Editar unidad de medida”</i> .....	102
<i>Tabla 14: Detalle CU - “Eliminar unidad de medida”</i> .....	103
<i>Tabla 15: Detalle CU - “Registrar partida”</i> .....	104
<i>Tabla 16: Detalle CU - “Cálculo de análisis de precio unitario”</i> .....	104
<i>Tabla 17: Detalle CU - “Duplicar análisis de precio de una partida”</i> .....	105
<i>Tabla 18: Detalle CU - “Registrar tipo de cambio”</i> .....	106
<i>Tabla 19: Detalle CU - “Registrar estructura EDT”</i> .....	107
<i>Tabla 20: Detalle CU - “Registrar estimado de costos”</i> .....	108
<i>Tabla 21: Detalle CU - “Calcular análisis de precio de un estimado”</i> .....	109
<i>Tabla 22: Detalle CU - “Aprobar análisis de precio de un estimado”</i> .....	110
<i>Tabla 23: Tabla de los requisitos técnicos de la arquitectura</i> .....	149
<i>Tabla 24: Variación de datos históricos del indicador Tiempo</i> .....	157

*Tabla 25: Variación de datos históricos del indicador Costos..... 162*

*Tabla 26: Variación de datos históricos del indicador satisfacción del usuario final..... 166*

## INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los años los Sistemas Web han tomado un lugar muy importante dentro de las organizaciones debido a su valor agregado e importancia que estas brindan. Hoy en día estos sistemas cumplen un rol de necesidad en organizaciones que trabajan con gran cantidad de información y que necesitan tener disponibilidad de cualquier lugar del mundo debido a que pueden ser accedidos por Internet.

Para la implementación de estos Sistemas existen diversas tecnologías de desarrollo, como ASP.NET, que es la tecnología que se ha desarrollado en este trabajo de investigación. En cuanto a las metodologías de desarrollo de software también existe una variedad considerable desde las más detalladas posibles como RUP, basada en el Proceso Unificado y UML. Pero la experiencia en el desarrollo de proyectos a dado la razón que las metodologías rápidas son las más usadas y eficaces en este tipo de Proyectos ya que su desarrollo está basado en concentrarse solamente en los entregables más importantes y que pueden ser interpretados por usuarios sin tener conocimientos muy maduros en el análisis. Por ello para este trabajo de investigación hemos usado ICONIX, que es un proceso simplificado en comparación con otros procesos más tradicionales y que unifica un conjunto de métodos orientados a objetos con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un Proyecto, presentando claramente las actividades de cada etapa, exhibiendo una secuencia de pasos que deben ser seguidos uno a uno.

El Área de Costos de la Empresa Graña y Montero Ingenieros, es la encargada de realizar las estimaciones de Costos de los Proyectos, esta labor actualmente se lleva de forma tradicional con hojas Excel y cálculos independientes por cada estimador. El mayor problema radica que actualmente la visión de la empresa es realizar proyectos de tipo EPCM (Engineering, Procurement y Construction Managment). Este tipo de proyectos son de gran envergadura lo que su análisis de costos toma tiempos considerables de cálculos y tienen mayor probabilidad de tener márgenes de errores muy altos, ocasionando sobrecostos en los Proyectos. Cabe mencionar que actualmente en la empresa, el proceso de Estimación de Costos, tienen los siguientes problemas:

- Información no centralizada en una sola base de datos, ya que es llevado en hojas Excel independientes, y cuentan con escasas licencias del Sistema S10 que usan de apoyo.
- Tiempos operacionales muy altos, debido a la complejidad en los cálculos de estimación y la limitante de no poder acceder a la información de manera rápida.
- Márgenes de error en las estimaciones por encima de lo esperado, debido a la gran cantidad de manejo de información.
- Redundancia de datos.
- Falta de estandarización en sus procesos, debido a que en sus procesos no siempre se alinean a las Prácticas que recomiendan la AACE International.

En base a los problemas que presenta el Área de Costos, nace la necesidad de automatizar sus procesos mediante la construcción de un sistema web de estimación de costos en Proyectos de Ingeniería adoptando las recomendaciones de AACE International para GMI SAC.

Asimismo, se pretende incentivar a la comunidad de usuarios interesados en el tema de poder explotar e incluso de poder realizar en el Sistema de Estimación de Costos, las actualizaciones que seguro serán necesarias si es que cambiasen los procesos actuales del Área de Costos de la Empresa Graña y Montero Ingenieros S.A.C.

El problema:

¿Cómo automatizar el proceso de Estimación de Costos de proyectos de Ingeniería en la empresa Graña y Montero Ingenieros S.A.C, usando un Sistema Informático Web que adopte las Recomendaciones de la AACE International?

La Hipótesis planteada es:

El desarrollo de un sistema informático web que adopte las Recomendaciones de la AACE International, mejora y automatiza el proceso de estimación de costos en la empresa Graña y Montero Ingenieros S.A.C.

Los Objetivos planteados son:

### **Objetivo General**

Automatizar el proceso de estimación de costos de Proyectos de Ingeniería adoptando las recomendaciones de AACE International para Graña y Montero Ingenieros SAC, usando un Sistema Informático WEB.

### **Objetivos Específicos**

- Adaptar las prácticas recomendadas por ACCE International que contiene información relevante acerca de los procesos de estimación de costos para GMI SAC.
- Realizar el análisis y diseño detallado del sistema informático web de estimación de costos usando la metodología ICONIX.
- Implementar el sistema informático web utilizando como lenguaje de programación ASP .NET, apoyado en controles TELERIK 2013 Q3, usando el framework MICROSOFT .NET FRAMEWORK 4.0 y como gestor de base de datos SQL SERVER 2008.
- Reducir el tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales para los procesos de estimación de costos.
- Reducir los costos que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes para los procesos de estimación de costos.
- Aumentar la satisfacción del usuario final al realizar los procesos de estimación de costos.

La presente tesis está compuesta de tres capítulos los cuales se detallan brevemente a continuación:

**Capítulo I: Fundamento Teórico.** Se describe las nociones básicas de lo que es la AACE International, Prácticas Recomendadas de la AACEI y que se alinean a la Estimación de Costos y los Procesos de la Empresa, Herramientas de Planificación y Control de Costos de un Proyecto, etc.

**Capítulo II: Resultados.** Se muestran los resultados obtenidos producto del proceso de desarrollo según la metodología ICONIX:

- **Análisis de Requisitos:** En esta fase se van a capturar los requerimientos, que en un principio deberían ser parte del sistema, que en sí es el levantamiento de información sobre lo que les gusta y lo que les desagrada a los usuarios. Dentro de esta fase tenemos: Modelo de Dominio, Prototipación rápida, Modelo de Casos de Uso.
- **Análisis y Diseño Preliminar:** En esta fase se profundiza el análisis del sistema es apoyado por la fase anterior y se despliega en la Descripción o Especificación de los Casos de Uso y los Diagramas de Robustez.
- **Diseño:** En esta fase se pretende realizar la secuencia de los procesos identificados.
- **Implementación:** Esta es la última fase de la metodología ICONIX, y se desarrolla después de obtener un análisis maduro acerca de los procesos que abarcará el sistema. Se debe tener en cuenta factores como:
  - **La Reusabilidad,** que es la posibilidad de hacer uso de los componentes en diferentes aplicaciones.
  - **La Extensibilidad,** que consiste en modificar con facilidad el software.
  - **La Confiabilidad,** que consiste en realizar el sistema descartando las posibilidades mínimas de error.

Se recomienda en esta fase solo referenciar donde se encuentra el código para que el documento no se vuelva muy extenso.

**Capítulo III: Discusión.** Comprende la contratación de la hipótesis.

Finalmente se detallan las principales conclusiones y recomendaciones como resultado de la investigación, así como las referencias bibliográficas y los anexos.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO

## 1.1 Antecedentes de la Investigación

El Ing. Christian Bonilla Monzón, escribe una tesis de Maestría que estudia las Metodologías y Estrategias para la Elaboración de Estimados de Costos, aunque se basó en proyectos de México, sus lineamientos se podrían aplicar en nuestro país, debido a que el desarrollo de Proyectos de Inversión en México son similares a muchos Proyectos de Inversión en el Perú. Esta tesis propone una Metodología para la elaboración de los estimados de costos a Precio Alzado y Precio Unitario, los cuales son los más utilizados, el desarrollo de esta metodología, está basado principalmente en la experiencia adquirida en la preparación de estimados de costos para la industria petrolera y cimienta sus bases primordialmente en la información recabada por la AACE International (Monzón, 2011)<sup>1</sup>.

Abdelhak Challal y Mohamed Tkiouat, en su investigación científica del 2012 propone un Diseño de un modelo de Estimación de Costos de Construcción aplicado y simulado. Proponen el diseño, debido a que sus investigaciones determinan que los proyectos de inversión se encuentran con graves riesgos en su realización, uno de esos riesgos es la inacción de la estimación de costos, provocando que el proyecto se lleve a cabo bajo condiciones de incertidumbre de los costos actuales, por lo que lleva una serie de dificultades que impiden la buena marcha del Proyecto (Challal & Tkiouat, 2012)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Monzón, C. B. (2011). Metodología y Estrategias para la Elaboración de Estimados de Costos para el Desarrollo de Proyectos en México.

<sup>2</sup> Challal, A., & Tkiouat, M. (2012). The Design of Cost Estimating Model of Construction Project: Application and Simulation, 2012(July)

Como parte de la importancia de los estimados en los proyectos de inversión, es necesario citar a (Marroquín Liu, 2010)<sup>3</sup>, que parte de la investigación de su tesis estudia la demora de los proyectos de inversión, concluyendo que uno de los factores a considerar la demora en estos tipos de proyectos, es el tiempo que demora el contratista en presentar sus estimaciones y propuestas, debido a la complejidad de recopilación de información que es proporcional al tamaño del Proyecto.

## 1.2 Conceptos Básicos

Para la mejor comprensión del estudio en esta investigación, es necesario que el lector entienda algunos conceptos básicos como los que presentamos a continuación:

Según la RAE (Pascual 2014)<sup>4</sup>, la palabra **Estimación**, significa: *Aprecio y valor que se da y en que se tasa y considera algo.* **Costo:** la palabra Costo significa: *Cantidad que se da o se paga por algo.* Entonces interpretando ambas palabras conforme al tema de investigación resulta: *“el valor o aprecio supuesto que tiene o se le da a un producto o servicio, volviéndose este supuesto, lo más cercano a la realidad, dependiendo de la cantidad y calidad de la información disponible para estimarlo”*. Algo importante sería resaltar la palabra **supuesto**, ya que podría definir por sí sola, lo que es una estimación de cualquier costo, para las personas que desconocen los gastos de inversiones, mano de obra, materiales infraestructura, tecnología, utilidad, financiamiento y todo lo que se requiera para obtener el precio de venta de un producto o servicio.

Otro Concepto básico a tener en cuenta es el Control de Costos, que según la AACE lo define como: *La aplicación de Procedimientos para limitar los costos del Proyecto a solo los autorizados, para enfocar los esfuerzos de control a donde*

---

<sup>3</sup> Marroquín Liu, D. (2010). Aplicabilidad de los métodos de análisis de retrasos en los proyectos de construcción nacionales

<sup>4</sup> Pascual, A., 2014. Real Academia Española. Apuntes. Disponible en: <http://www.rae.es/> [Acedido el 8 de abril del 2014].

son más efectivos y para lograr un máximo control a un costo mínimo.(AACE International 2014)<sup>5</sup>.

La **estimación de costes** de un proyecto según (Ayllon Temprado, 2007)<sup>6</sup> se realiza de forma cuantitativa sobre todas las actividades consideradas en la EDT del proyecto en lo referido a materiales, equipos, personal, instalaciones, servicios contratados; y sobre otros conceptos financieros en el entorno de desarrollo del proyecto a tener en cuenta como pueden ser inflación, valor actual de costes/ingresos, fluctuaciones en el valor de material, uso de monedas extranjeras o contingencias. Para el correcto tratamiento y consideración de estos conceptos financieros se ha de realizar un estudio previo de riesgos bien al realizar la estimación de costes, o bien antes del comienzo mismo del proyecto, al tomar la decisión de afrontar el proyecto (proceso de oferta).

El trabajo realizado por (Forigua & Ballesteros, 2007)<sup>7</sup> nos dice que el **costo de un proyecto** se encuentra directamente ligado al tamaño del mismo, ya que el tamaño determina en la mayoría de los casos la duración y la dificultad de realizar dicho sistema. Partiendo de esto, el tamaño constituye uno de los factores que deben ser tenidos en cuenta al momento de realizar una buena estimación del costo de un proyecto. Sin embargo, existen otros tales como: el costo del personal y los recursos necesarios que son claves para el debido desarrollo de esta actividad.

Para (Leopoldo Varela, 2009)<sup>8</sup> la **Ingeniería de Costos** es “el arte de aplicar conocimientos científicos y empíricos para hacer las conjeturas más realistas y estimar el importe de una construcción, así como de su control durante la obra”.

---

<sup>5</sup> AACE International, 2014. AACE International. Disponible en: <http://www.aacei.org/> [Accedido el 12 de Enero del 2014].

<sup>6</sup> Ayllon, J.A., 2007. Herramientas para la planificación y control de costes de un proyecto. Universidad Autónoma de Madrid.

<sup>7</sup> Forigua, S. P., & Ballesteros, O. A. 2007. Propuesta de un modelo de análisis para estimación del tamaño del software y gestión de costos y riesgos a partir de requerimientos funcionales. Pontificia universidad javeriana.

<sup>8</sup> Leopoldo Varela, A. 2009. Ingeniería de costos teoría y práctica en construcción, Pag. 6 – 7.

### 1.3 AACEI

La AACE International, es una asociación sin ánimo de lucro al servicio de toda la comunidad de gestión de costos desde 1956, ofreciendo a sus miembros y grupos de interés los recursos que necesitan para mejorar el rendimiento y asegurar el crecimiento continuo.

En él se muestra los métodos recomendados (RPS), que están destinados a ser la principal base técnica de sus productos y servicios educativos y de certificación. Las RP (Prácticas Recomendadas) son una serie de documentos que contienen valiosa información de referencia que ha sido objeto de un riguroso proceso de revisión y recomienda su uso.

La AACE Internacional cuenta con descargas de referencia que contienen las más valiosas contribuciones existentes en el campo de ingeniería de costos y el avance de la gestión total de los costos. Destinado a ser extenso, bien organizado y oportuno, cada título PPG es una colección de artículos seleccionados de la revista Ingeniería de Costos, Transacciones AACE Internacional, y otras fuentes para que AACE Internacional tenga derechos, que cubren un área temática determinada técnica o segmento de la industria. Las donaciones para la preparación son una excelente fuente de material de referencia y es una adición bienvenida a cualquier biblioteca de referencia.

Como nos dice (AACE International 2014)<sup>9</sup> AACE International está dedicada a avanzar en el estudio de ingeniería de costos y gestión de costes a través del proceso de integración de la Gestión de Costo Total como se indica en el documento Marco de TCM de AACE International (Hollmann 2012)<sup>10</sup>. Para promover este objetivo, AACE International premia con becas académicas a estudiantes de tiempo completo que persiguen un grado relacionado. La profesión de ingeniería de costos utiliza el proceso de Gestión de Costo Total para identificar y definir aquellas áreas de negocio en el que la disciplina de la

---

<sup>9</sup> AACE International, 2014. AACE International. Available at: <http://www.aacei.org/> [Accedido el 12 de Enero del 2014].

<sup>10</sup> Hollmann, J.K., 2012. Total cost management an Integrated Approach to Portfolio , Program , and Project Management First Edit. J. K. Hollmann, ed.

ingeniería de costos y de los principios de gestión de costes se puede aplicar para planificar y controlar los recursos, activos, costos, rentabilidad y riesgo. Los principales elementos de la disciplina de la ingeniería de costos incluyen la estimación, los controles de proyecto / producto, la planificación y la programación, ciencias empresariales y gestión de proyectos / producto.

Al usar AACE Internacional para la estimación de costos se obtiene una gran variedad de recursos necesarios para mejorar el rendimiento y asegurar una mejor estimación de costos. (AACE International 2014)<sup>11</sup>.

## 1.4 PRÁCTICAS RECOMENDADAS

### 1.4.1 Práctica Recomendada 17R-97 - Sistema de clasificación de Estimación de Costos

Como lo indica (Christensen & Dysert 2011)<sup>12</sup> esta práctica recomendada de AACE Internacional, el Sistema de Clasificación de Estimación de Costos ofrece directrices para la aplicación de los principios generales de clasificación de la estimación de las estimaciones de costos del proyecto. Las Estimaciones de los costos del proyecto típicamente involucran estimaciones para la inversión de capital, y no incluyen las evaluaciones de operación y ciclo de vida. El Sistema de Clasificación de Estimación de Costos, mapea las fases y etapas del Costo de los activos a estimar, junto con una madurez genérica y una matriz de la calidad que se puede aplicar a una amplia variedad de industrias.

Esta directriz y sus adiciones se han desarrollado de una manera que:

- Proporciona un entendimiento común de los conceptos involucrados con la clasificación de las estimaciones de costos del proyecto, sin importar el tipo de empresa o industria de estimación que se refiere.

---

<sup>11</sup> AACE International, 2014. AACE International. Available at: <http://www.aacei.org/> [Accedido el 12 de Mayo del 2014].

<sup>12</sup> Christensen, P. & Dysert, L., 2011. RP 17R-97 Cost Estimate Classification System. Pag.13.

- Definir plenamente y correlacionar las principales características que se utilizan en la clasificación de las estimaciones de costos para que las empresas pueden inequívocamente determinar cómo comparar sus prácticas en con las directrices;
- Utilizan el nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto como la característica primordial de clasificar las clases de estimación, y refleja las prácticas generalmente aceptadas en la profesión de ingeniería de costos.

El propósito de la guía es mejorar la comunicación entre todos los actores involucrados con la preparación, la evaluación y el uso de estimaciones de los costos del proyecto. Las distintas partes que utilizan las estimaciones de costos del proyecto a menudo malinterpretan la calidad y valor de la información disponible para preparar las estimaciones de costos, los diversos métodos empleados durante el proceso de estimación, el nivel de precisión de las estimaciones, y el nivel de riesgo asociado con las estimaciones.

#### **1.4.1.1 Metodología de Clasificación**

Hay numerosas características que se pueden utilizar para clasificar tipos de estimación de costos. El más significativo de ellos es el nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto, el uso final de la estimación, la metodología de la estimación, y el esfuerzo y el tiempo necesario para preparar la estimación. La característica "Principal " que se utiliza en esta guía para definir la categoría de clasificación es el nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto. Las otras características son "Secundarias".

La Categorización de las estimaciones de costos por nivel de madurez de la definición del proyecto está en consonancia con la filosofía de AACE Internacional de la gestión total de los costos, que es un proceso impulsado por la calidad aplicado durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Los niveles discretos de definición del proyecto se utilizan para clasificar las estimaciones corresponden a las fases típicas y las puertas de la evaluación, la

autorización y ejecución a menudo utilizado por los interesados en el proyecto durante un ciclo de vida del mismo.

	Características	Características Secundarias			
	Primarias				
Clases de Estimación	NIVEL DE MADUREZ DEL PROYECTO DEFINIDO Y ENTREGABLES Expresado como % de la definición completa	FIN DE USO Propósito típico de estimación	METODOLOGÍA Método de estimación Típica	RANGOS ESPERADOS DE PRECISIÓN Rango típico +/- en relación con el índice 1 (es decir, estimación de Clase 1) <sup>[a]</sup>	PREPARACIÓN ESFUERZO Grado típico de esfuerzo relativo a menos índice del costo 1 <sup>[b]</sup>
<b>Clase 5</b>	0% a 2%	Detección o factibilidad	Estocástico (factores y / o modelos) o juicio	4 a 20	1
<b>Clase 4</b>	1% a 15%	Estudio de Concepto o factibilidad	Principalmente estocástico	3 a 12	2 a 4
<b>Clase 3</b>	10% a 40%	Presupuesto autorización o control	Mezclado pero principalmente estocástico	2 a 6	3 a 10
<b>Clase 2</b>	30% a 75%	Control o bid/tender	Principalmente determinista	1 a 3	5 a 20
<b>Clase 1</b>	65% a 100%	Comprobar estimación o bid /tender	Determinista	1	10 a 100

Notas:

[a] Si el valor del índice está en el rango de "1" representa +10/-5%, entonces un valor de índice de 10 representa +100/-50%.

[b] Si el valor del índice está en el rango de "1" representa 0.005% del costo del Proyecto, entonces un índice de valor de 100 representa 0.5%.

*Tabla 01 - Matriz Genérica de Clasificación de Estimado de Costos.*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

### 1.4.2 Práctica Recomendada 20R-98 - Proyecto de código de cuentas

(Sillak 2003)<sup>13</sup> nos dice que esta guía establece los principios básicos de los códigos de cuentas (COA) para proyectos de cualquier sector. En él se examinan

<sup>13</sup> Sillak, G.C., 2003. AACE International Recommended Practice 20R-98 Project Code of Accounts.

las características clave, incluyendo el uso, contenido, estructura y formato, y describe los beneficios del establecimiento COAs estándar. Se abordan temas tales como costeo basado en actividades y estructuras de desglose de trabajo, ya que se relacionan con los COAs. Las cuestiones de la definición propiamente de un WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS) y cómo debe ser estructurada están fuera del alcance de esta guía. COAs son aplicables a todas las fases del ciclo de vida de los activos, sin embargo, esta norma se refiere específicamente a las fases de ejecución de los proyectos de desarrollo de diseño de activos a través del inicio de la operación normal.

Un código de proyecto de cuentas es un índice codificado del coste del proyecto, los recursos y actividades categóricas. Una completa COA incluye definiciones de los contenidos de cada código de cuenta y está estructurado metódicamente para facilitar la búsqueda, selección, compilación, resumir, definir y gestionar de otro modo la información que está vinculado al código. La información se utiliza para apoyar las prácticas de gestión total de costes como la estimación de costos, contabilidad de costes, informes de costes, control de costos, la planificación y la programación. Otros nombres utilizados para COAs son matrices de codificación, estructuras de codificación, cuentas de crédito, cuentas de activo o de material de clasificación, categorías de valores, elementos de coste, las estructuras de desglose de trabajo, estructuras de desglose de recursos y las estructuras de desglose de la actividad.

El propósito de esta guía es establecer un entendimiento común de los principios y características de los COAs proyecto así se mejora la comunicación entre las partes interesadas en todas las industrias. Debe ser utilizado para ayudar a los profesionales de gestión de costes crear o modificar un COA para maximizar su valor. Esta guía también proporciona la base conceptual para otras prácticas recomendadas y las normas que se ocupan de las aplicaciones COA proyecto en industrias específicas.

### 1.4.2.1 Principios Básicos De Código De Cuentas

El estudio de las prácticas de la industria del COA, identificó algunos principios de sentido común básico. Los principios son los siguientes (las palabras subrayadas son atributos COA clave que serán discutidos más en la guía).

**a. COAs servir a muchos usuarios y usos, sino que debe tener un maestro.**

Los administradores de proyectos, estimadores, programadores, contadores, compradores y otras partes interesadas tienen fuertes exigencias contradictorias ya veces para un COA proyecto. La estructura básica de un COA debe ser gestionada de una manera que prioriza y atiende las necesidades de los usuarios y clientes, considera las consecuencias a externas y a largo plazo, y considera la estandarización intra e inter- empresa. Un equipo multi-funcional es el mejor en la gestión de un COA. Cambios arbitrarios por los usuarios individuales, no se les debe permitir la flexibilidad, aunque puede ser un aspecto previsto de un sistema.

**b. El Contenido de la información del proyecto no tiene límites, pero los formatos de COA siempre se ven limitados.**

Cada COA tiene limitaciones desde el punto de vista de la comprensión humana o de limitada capacidad de campo de datos o los criterios en los sistemas de gestión de información. Las Restricciones requieren compromisos que favorecen el uso de un equipo gestionado enfocado a COA. El equipo COA debe incluir miembros con conocimiento completos en gestión de la información.

**c. Un COA es una herramienta de comunicación que requiera estructura y un diccionario como un lenguaje**

COAs son, por naturaleza, destinados a reducir la confusión. Elementos de azar (alfanumérico arbitrario, la falta de jerarquía, etc.), palabras o acrónimos ponderados de connotaciones, el uso poco claro de símbolos y otras prácticas aumentan la confusión. La Estructura y formato aumenta la usabilidad y proporcionar definiciones de todos los elementos de un diccionario de referencia o un documento similar mejora la claridad.

**d. Normalización siempre es mejor a largo plazo.**

Usted puede depender de cambios en su organización y sistemas de proyecto. Cuando se produce el cambio, el valor de tener un COA estándar (con la flexibilidad prevista) brillará.

**1.4.2.2 Características de los Código de Cuentas****a. Uso de los códigos de cuenta**

Hay muchos usos de códigos de proyecto de cuentas. Algunos de estos son:

- ✓ Clasificar las partidas de estimación, los presupuestos y los gastos para el control de costos y la capitalización;
- ✓ Facilitar la estimación y análisis de los datos de costos del proyecto;
- ✓ Resumir los datos de costos;
- ✓ La asignación de la responsabilidad de los presupuestos;
- ✓ Cumplir con la contabilidad, la fiscalidad y los requisitos reglamentarios;
- ✓ Proporcionar un medio para relacionar el alcance del trabajo a los costos y el calendario;
- ✓ Integración entre la contabilidad, declaraciones de gastos, costos y control de la programación;
- ✓ El rendimiento de la categorización y la medición y el análisis de la productividad;
- ✓ Simplificación de costes y calendario de previsión; y
- ✓ Facilitar las auditorías y la exactitud de información.

**b. El contenido de cuentas**

Un COA en sí mismo contiene poca información. La cuenta es sólo una etiqueta pegada a un paquete de información. El contenido del paquete de información debe ser evaluado en cuanto a cómo se puede servir a los diversos usos que se han identificado. Un COA cuyo contenido cuenta está optimizado para un uso no puede servir a otro.

**c. Estructura y formatos de código de cuenta**

Cuestiones de estructura y formato que deben ser considerados al evaluar, crear o modificar un COA incluyen:

- ✓ Costo relativo de los principales componentes del proyecto;
- ✓ Tipo de industria;
- ✓ Tipo de organización (por ejemplo, el propietario, contratista, servicio, profesional, normas, etc.);
- ✓ Tipo de proyecto (por ejemplo, investigación y desarrollo, diseño / construcción, software, mantenimiento, saneamiento, etc.);
- ✓ Capacidad de procesamiento de datos y el diseño (por ejemplo, la integración con los sistemas de contabilidad / compras / nóminas, cálculo, etc.);
- ✓ Los requisitos de presentación de informes (por ejemplo, control de proyectos / gestión, contractual, financiera / fiscales, normativos, históricos, etc.); y
- ✓ El uso de estructuras / métodos relacionados (por ejemplo, WBS, OBS, ABC, etc.)

#### **d. Estandarización**

Estándar o COAs compartidos facilitan las actividades de gestión de costes, tales como la evaluación comparativa interna y externa, la estimación, la oferta o la evaluación de la estimación, y la comunicación de información general de costos.

Por ejemplo, estimar la precisión depende en gran medida de la extensión y calidad de los datos históricos de costos que está disponible, y la calidad está determinada en gran parte por la claridad y la compatibilidad del pasado codificación costo. Los propietarios a menudo se sienten frustrados porque los envíos de oferta de varios contratistas pueden parecer iguales a nivel de resumen, pero el contenido de cada categoría puede variar ampliamente entre contratistas.

Código de la Norma de cuentas proporciona muchos beneficios para los proyectos:

- ✓ Reducción de la confusión del equipo de proyecto: uniforme / base consistente para toda la información del proyecto;
- ✓ Una mayor precisión en el costo real de la carga y presentación de informes;
- ✓ Mejora de la capacidad de integrar y roll-up múltiple información de costos y cronograma del proyecto;
- ✓ Reducción del costo de la capitalización de los activos y gastos es más rápido y más preciso;
- ✓ Reducción de los costes de formación; es más fácil de aprender sólo un sistema de codificación en lugar de varios;
- ✓ Aumento de la eficiencia y la precisión en la recolección y análisis de datos históricos de costos del proyecto;
- ✓ Aumento de la estimación y la precisión previsto debido a la mejora de los datos históricos;
- ✓ Proyecto de mejora de la presentación de informes de credibilidad debido a la claridad y la base más sólida;
- ✓ Mejor control de costes / programación debido a tendencias más precisa, la previsión, los datos de productividad, etc.;
- ✓ Mejora de la capacidad de auditoría de los costos y el progreso; y
- ✓ Menor esfuerzo necesario para desarrollar un COA para cada nuevo proyecto.

#### **1.4.3 Práctica Recomendada 31R-03 – Revisión, Validación y documentación del Estimado.**

(Bradley 2009)<sup>14</sup> nos dice que esta práctica recomendada (RP) de la AACE Internacional define los elementos básicos y proporciona directrices generales para el proceso de revisión, validación y la documentación de la estimación de costos. Revisión y la documentación del Presupuesto es un paso en la estimación de costos y presupuesto de la Gestión Total de Costos (TCM). Esta RP es aplicable a todo tipo de estimación para cualquier industria y está destinado a los

---

<sup>14</sup> Bradley, B.E., 2009. AACE International Recommended Practice 31R-03 Reviewing, Validating, and Documenting the Estimate.

responsables de y / o participar en una revisión de Presupuesto. El conocimiento experto no es necesario para entender o usar este RP.

Esta RP tiene por objeto proporcionar directrices (es decir, no un estándar) para revisar, validar y documentar las estimaciones. La mayoría de los profesionales considerarían estas directrices como prácticas buenas y fiables.

Las estimaciones de costos suelen representar una recopilación compleja y análisis de las aportaciones de muchos interesados en el proyecto. Para garantizar la calidad de una estimación, el presupuesto o la oferta, se requiere un proceso de revisión para asegurar que la estimación cumple los requisitos del proyecto y de la organización. El plan del proyecto normalmente requiere que la estimación de costos:

- ✓ Reflejar la estrategia del proyecto, los objetivos, el alcance y los riesgos
- ✓ Sea conveniente para un fin determinado (por ejemplo, análisis de costos, toma de decisiones, el control, licitaciones, etc.)
- ✓ Atender las necesidades financieras y de rendimiento de las partes interesadas
- ✓ Asegúrese de que todas las partes acuerden y entiendan la estimación base, el contenido y los resultados, incluyendo las características de la estimación de probabilidad (por ejemplo, la gama, la distribución de costes, etc.)

Un estructurado, si no formal, proceso de revisión es una buena práctica. El nivel de detalle y la diligencia utilizada durante el ciclo de revisión del presupuesto variará con la importancia estratégica, valor total, y el propósito de la estimación particular. Los pasos de revisión se pueden adaptar fácilmente para las necesidades y normas de la empresa, para cualquier específico proyecto.

La “revisión” de la estimación es típicamente de naturaleza cualitativa y se centra en asegurar que la estimación técnica cumpla con los requisitos (es decir, que

sirve a un aseguramiento de la calidad y la función de control). Esta revisión de la calidad determina si la estimación fue:

- ✓ Desarrollado utilizando contractualmente o procesalmente prácticas necesarias, herramientas y datos
- ✓ Ya sea cubre todo el alcance del proyecto
- ✓ Ya sea que esté libre de errores y omisiones (a un nivel macro, el paso de validación debe revelar cualquier error u omisión de los detalles específicos)
- ✓ Si se estructura y se presenta en el formato esperado
- ✓ Las demás que se consideren aplicables

La "validación" de la estimación suele ser de naturaleza cuantitativa y se centra en asegurar que la estimación cumpla con las expectativas del proyecto y los requisitos en cuanto a su idoneidad, competitividad, Y la identificación de oportunidades de mejora (algunas estimaciones no sólo son para "diseño / construcción" pero podría ser para el ciclo de vida completo). La estimación suele valorarse a partir o en comparación con varias métricas de coste y / o los objetivos de costes, incluidos los de terceros, los datos publicados desde el dominio público (deseados), proyectos similares completados a partir de datos históricos de la empresa (aceptable) o últimas estimaciones detalladas (no se recomienda, pero es aceptable si eso es todo lo disponible). La validación debe hacerse incluso si el equipo de revisión también preparó la estimación (aunque se debería dar preferencia a un tercero independiente).

La validación examina la estimación a partir de una perspectiva diferente utilizando diferentes métricas que se utilizan en la preparación de estimación.

Revisión y validación pueden requerir que la totalidad o parte de la estimación se repitan a través de cualquiera de las etapas de desarrollo de la estimación y el proceso de presupuestario. En el desarrollo del programa de ejecución de estimado, todas las opiniones necesarias deben ser considerados. El tiempo

adecuado debe ser planificado en el proceso general de estimación para tener en cuenta las acciones correctoras que deban tomarse.

El resultado final de la revisión de estimación debe ser un conjunto de documentación coherente, clara y fiable (es decir, la estimación y su copia de seguridad) que tiene la concurrencia y la comprensión del equipo y gestión de proyectos y sigue las normas de la industria o las mejores prácticas (por ejemplo, para autorización, control, oferta, etc.) Cada miembro del equipo del proyecto debe aceptar y tomar posesión de aquellas partes de la estimación y el presupuesto para la que serán responsables.

#### **1.4.3.1 Estimado de detalle**

Incluso si la investigación anterior ha ido bien, y se tiene la certeza de que la estimación parece haber sido preparado de manera profesional de acuerdo con los requisitos, debe profundizar en algunos de los detalles de estimación para verificar aún más la calidad de la estimación. El objetivo es comprobar in situ que las áreas seleccionadas de la estimación pueden soportar un examen más detallado. La revisión de todos los elementos no es esencial; Si la base, la disciplina, los métodos y las métricas son excelentes y de conformidad con los requisitos, si es así hay una alta probabilidad de que el resultado estimado de costos es de alta calidad.

#### **1.4.3.2 La Documentación de la Estimación**

Como con cualquier revisión de la calidad, los resultados deben ser registrados y las acciones asignadas a abordar los errores, deficiencias o mejoras identificadas. Estos deben ser corregidos o dirigirse en su caso (por lo general hay muy poco tiempo).

Si los cambios son significativos, se puede necesitar la totalidad o alguna parte del ciclo de revisión del presupuesto que se repita hasta que el equipo del proyecto, la gestión y otras partes interesadas coinciden en que la estimación cumple con los requisitos. Es particularmente importante asegurarse de que el BOE se actualiza para reflejar la base actual, ya que el documento será una referencia clave en el

apoyo de control de proyectos, gestión del cambio, y otras actividades de ejecución del proyecto.

#### **1.4.3.3 Bucle de Retroalimentación**

Es importante que los aprendizajes del proceso de revisión y validación se puedan incorporar de nuevo en la estimación global. Si no, entonces el proceso de revisión y validación es incompleto. La revisión de la estimación y el proceso de validación deben incluir un bucle de retroalimentación que asegura que las principales observaciones que requieren medidas correctivas se han incorporado en la estimación final del costo.

Este debe ser un proceso estructurado que incluye los niveles del equipo de estimación, gestión y administración de proyectos.

#### **1.4.4 Práctica Recomendada 34R-05 – Bases de Estimación**

Gestión de Costo Total (TCM) Framework de AACE Internacional identifica el documento base de estimación (BOE) como un componente necesario de una estimación de costos. Como práctica recomendada (RP) de la AACE Internacional, la plantilla indicada en las secciones siguientes proporcionan instrucciones para la estructura y el contenido de una base de costo de estimación.

Como indica (Pickett 2014)<sup>15</sup> en el TCM Framework, el BOE se caracteriza por ser un entregable que define el alcance del proyecto, y en última instancia se convierte en la base para la gestión del cambio. Cuando se prepara correctamente, cualquier persona con experiencia en proyectos de capital puede utilizar el BOE para comprender y evaluar la estimación, independiente de cualquier otra documentación de apoyo. Un BOE bien escrito logra esos objetivos de manera clara y concisamente se indique el objeto de la estimación en preparación (es decir, estudio de costos, opciones de proyecto, la financiación, etc.), el alcance del proyecto, base de precios, subsidios, las hipótesis, las exclusiones, los riesgos y los costos oportunidades, y cualquier desviación de los estándares. Además el

---

<sup>15</sup> Pickett, T., 2014. AACE International Recommended Practice 34R-05 Basis of Estimate.

BOE es un registro documentado de las comunicaciones pertinentes que se han producido y los acuerdos que se han hecho entre el estimador y otros interesados en el proyecto.

Esta RP pretende ser una guía, no una norma. Se entiende que no todas las organizaciones que preparan estimaciones emplean los mismos procesos y prácticas, y por lo tanto, pueden optar por usar esta información, ya sea en parte o en su totalidad.

La intención principal de este RP es proporcionar una guía para los temas y contenidos que se incluirán en el BOE típico. Sin embargo, antes de describir el contenido de la plantilla hay algunos puntos de importancia vale la pena destacar. A base de la estimación debe:

- ✓ Sea objetivamente completa, pero concisa.
- ✓ Ser capaz de apoyar los hechos y las conclusiones.
- ✓ Identificar la estimación de los miembros del equipo y sus funciones.
- ✓ Describir las herramientas, técnicas, metodología de estimación y los datos utilizados para elaborar la estimación de costos.
- ✓ Identificar otros proyectos que se hace referencia o de referencia durante la preparación del presupuesto.
- ✓ Esté preparado en paralelo con la estimación de costos.
- ✓ Establecer el contexto de la estimación, y apoyar el examen estimación y validación.
- ✓ Calificar cualquier tasa o factores que se hace referencia, ya sea en la estimación o BOE; por ejemplo la productividad puede ser expresada ya sea como unidades / tiempo (pies lineales / hora) o tiempo / unidades (hora / pie lineal).

A continuación se describen los temas y contenidos sugeridos incluidos en un BOE típico.

#### **1.4.4.1 Propósito**

En esta sección inicial de una base de cálculo, el estimador debe proporcionar una breve y concisa descripción para el proyecto total. El tipo de proyecto debe ser identificado (es decir, las nuevas instalaciones, además de la ya existente, renovación de las actuales, etc.), así como el tipo y la capacidad de las unidades de proceso, la ubicación de la instalación, y el calendario general de la proyecto.

#### **1.4.4.2 Alcance del Proyecto Descripción**

Esta sección de la base estimación debe organizarse para que se corresponda con la estructura del proyecto de división del trabajo (es decir, planta, edificio, piso, etc.) Una descripción semi-detallado del alcance del trabajo debe ser proporcionada para cada segmento importante del proyecto.

#### **1.4.4.3 Metodología**

El BOE deberá indicar la metodología de estimación primaria utilizada para preparar la estimación de costos. Esto debe incluir la documentación de la utilización de recursos de costo, datos históricos y la evaluación comparativa de proyectos. También se recomienda documentar el nivel de esfuerzo o de horas-hombre utilizadas en la preparación de la estimación.

#### **1.4.4.4 Clasificación de Estimación**

La clasificación de estimación de AACE Internacional debe ser identificada, junto con las razones o justificación utilizada en la selección de la clasificación estimación.

#### **1.4.4.5 Base de Diseño**

Las normas de la compañía típicamente especifican la información técnica y de proyectos requerida para la clasificación de la estimación que se está preparando. En esta sección, el estimador identificará los tipos y estado de los entregables de ingeniería y diseño que se proporcionaron para preparar la estimación incluyendo cualquier hipótesis de base de diseño.

#### **1.4.4.6 Bases de Planificación**

Esta sección documenta la gestión de proyectos, ingeniería, diseño, suministro, fabricación, y la construcción se acerca al proyecto. Las estrategias de

contratación y recursos deben ser identificados, así como las suposiciones que se hicieron con respecto a la programación de la semana laboral (horas trabajadas por día, días de trabajo por semana, turnos de trabajo por día, etc.) y el uso previsto de las horas extraordinarias. Cualquier hipótesis realizada respecto a la factibilidad de construcción, modularización, uso de equipos especializados de la construcción también deben tenerse en cuenta aquí.

#### 1.4.4.7 Base de Costos

Describir los métodos y las fuentes utilizadas para la determinación de todos los precios de materiales, mano de obra y subcontrato. Identifica lo siguiente:

- ✓ Las fuentes de fijación de precios para todos los equipos principales (cotizaciones de proveedores, datos históricos, etc.).
- ✓ El material a granel y fuentes de precios de los productos básicos, incluidas las estrategias de descuento.
- ✓ La fuente de precio para todas las horas de trabajo, y todos los ajustes de la productividad laboral. Proporcione detalles apropiados si productividades variar según el comercio y / o la ubicación dentro del proyecto (planta, etc.)
- ✓ Todas las tarifas salariales utilizados (incluyendo las tasas de tripulación / artesanía, mezcla de artesanía, etc.) Identificar todos los elementos incluidos en todos-en las tasas (si se utilizan).
- ✓ Fuente de Precios y la metodología para la construcción Indirectos.
- ✓ Fuente de Precios de todos los costes de puesta en marcha.
- ✓ Fuente de Precios y la metodología para todos los gastos de la oficina (gestión de proyectos, ingeniería, diseño, etc.)
- ✓ Fuente de Precios y la metodología de costos, tales como flete, impuestos, derechos, etc.
- ✓ Tasas de Cambio de moneda en su caso, así como la estabilidad y / o la volatilidad de las tasas.

- ✓ Los índices de escalado de segunda mano, y el método de cálculo (incluyendo la duración).
- ✓ Desarrollo de Contingencia y la base.
- ✓ Factores de Ubicación utilizados y la base para estos factores.
- ✓ Influencia de las condiciones del mercado local.
- ✓ Costos de capital frente a los costos de gastos, u otra categorización según sea necesario.
- ✓ Se deben identificar cualquier otro factor de fijación de precios o influencias externas que pueden tener un impacto significativo en el costo del proyecto.

#### **1.4.4.8 Los derechos de emisión**

En esta sección, se identifica el nivel y los tipos de derechos de emisión utilizados en la estimación. Describe las bases para la estimación de las provisiones comunes tales como los subsidios de despegue materiales, sobre comprar derechos de emisión, los subsidios de diseño para equipos de ingeniería, asignaciones, subsidios de congestión de altura de trabajo, etc.

#### **1.4.4.9 Reconciliación**

Proporcionar una visión general de las principales diferencias entre la estimación actual y la última estimación publicada preparada para este proyecto.

Identificar los impactos de costos debido a cambios en el alcance, las actualizaciones de precios, ajustes de productividad del trabajo, estimar el refinamiento, etc. Un informe más detallado de reconciliación o el costo de tendencia se puede proporcionar como un anexo adicional si es necesario.

#### **1.4.5 Práctica Recomendada 46R-11 - Habilidades y conocimientos de estimación de costos del proyecto requeridos**

Esta práctica recomendada (RP) tiene la intención de servir como una guía, no una norma. Como práctica recomendada de AACE International, la intención de la guía es definir las habilidades y conocimientos necesarios para llevar a cabo la

estimación de costos del proyecto. Además, es la base de las habilidades y conocimientos de un AACE Certified Professional <sup>TM</sup> Estimating (CEP <sup>TM</sup>).

La estimación de costos del proyecto requiere el conocimiento de todos los elementos del coste de la concepción del proyecto hasta su finalización. Esto incluye: costos de materiales directos y mano de obra, costos indirectos, gastos generales de administración, beneficios, costos financieros, costos de propietario y de los costos de inicio. Esto también puede incluir las operaciones y los costos de mantenimiento para la selección de las alternativas del proyecto.

Una estimación de costos es una recopilación de todos los costos probables de los elementos de un proyecto o esfuerzo incluyó dentro de un marco acordado.

Según (Borowicz 2013)<sup>16</sup> la estimación de costos es el proceso de predicción utilizado para cuantificar, el costo y el precio de los recursos requeridos por el alcance de una opción de inversión, la actividad, o el proyecto.

La estimación de costos es un proceso utilizado para predecir los costos futuros inciertos. En ese sentido, el objetivo de la estimación de costos es reducir al mínimo la incertidumbre de la estimación, dado el nivel y la calidad de la definición del alcance. El resultado de la estimación de costos incluye idealmente tanto un costo esperado y una distribución de costo probabilístico. Como un proceso de predicción, los datos históricos de costos de referencia (en su caso) mejoran la fiabilidad de la estimación de costos. La estimación de costos, son la base para los presupuestos, porque también comparten un objetivo con el control de costes de maximizar la probabilidad de que el resultado real del costo debe ser el mismo que el previsto.

El proceso de estimación de costos se realiza típicamente, concurrente o iterativo con los procesos activos y de planificación y evaluación de proyectos descritos en el TCM Framework. Dado que los costos son a menudo dependientes de la

---

<sup>16</sup> Borowicz, J.J., 2013. AACE International Recommended Practice 46R-11 Required Skills and Knowledge of Project Cost Estimating.

duración del tiempo, mientras que las necesidades de recursos identificados en la estimación de costos pueden afectar a la programación, la estimación de la duración de las actividades debe ser considerada al mismo tiempo que los costos.

## **1.5 CRITERIOS DE PROYECTOS DE CAPITAL**

En el documento (Figari 2014)<sup>17</sup>, de propiedad de GMI, se indica que los proyectos de capital son aquellos que una empresa desarrolla y ejecuta con el fin de invertir un determinado capital (propio y/o financiado) en la implementación de sistemas y/o instalaciones que contribuyan a su crecimiento, representen un incremento en sus activos, una ampliación de capacidad de producción, expansión de mercado u otros. Generalmente es un proyecto mediante el cual una empresa busca incrementar su competitividad en el mercado y aprovechar una determinada oportunidad de negocio. En este documento también se indica que el correcto desarrollo y ejecución de los proyectos de capital es muy importante para maximizar el éxito de la inversión de acuerdo a los objetivos de la empresa.

### **1.5.1 Ciclo de vida del Proyecto adaptado a la Ingeniería de Costos**

El ciclo de vida del proyecto se entiende como la sucesión lógica de las diferentes etapas y fases del desarrollo del mismo. Si bien es cierto que pueden existir diferencias en la estructura del ciclo de vida del proyecto considerada por cada organización, fuente de referencia o rubro de actividad empresarial, en términos generales y desde el punto de vista del propietario el ciclo de vida incluye:

- 1) Una primera etapa de evaluación comercial para identificar oportunidades de negocio y evaluar la cartera de proyectos para definir cuáles de ellos podrían ser viables y ameritan mayor definición.
- 2) Una FASE DE DEFINICIÓN DE PROYECTO en que se define el alcance de los proyectos viables, se compara alternativas y se desarrolla a nivel preliminar la

---

<sup>17</sup> Figari, R., 2014. Criterios para la gestión de proyectos de capital (CAPEX) y clasificación de estimados de costo Rev. 0., Lima.

ingeniería y los entregables necesarios para obtener un estimado de costo confiable que permita decidir si invertir o no los fondos del proyecto.

3) Una FASE DE EJECUCIÓN en que se completa el desarrollo de la ingeniería de detalle y se realiza la procura o gestión de compras y la construcción del proyecto. Esta etapa termina con el comisionamiento y arranque de las nuevas instalaciones.

4) Una etapa de operación del proyecto, bajo la gestión del propietario. En que las nuevas facilidades deberán cumplir con los objetivos trazados en las etapas iniciales del proyecto.

En la imagen a continuación se muestra las diferentes fases y etapas del ciclo de vida de un proyecto y la importancia relativa de algunas de las funciones claves para cada etapa. Se puede notar que durante la fase de definición de proyecto (fase FEL) tienen mayor importancia actividades relacionadas al análisis económico y financiero, estimación de costos y planeamiento; mientras que durante la fase de ejecución del proyecto toman mayor importancia las actividades de control de costos, cronograma, gerencia de contratos y calidad.

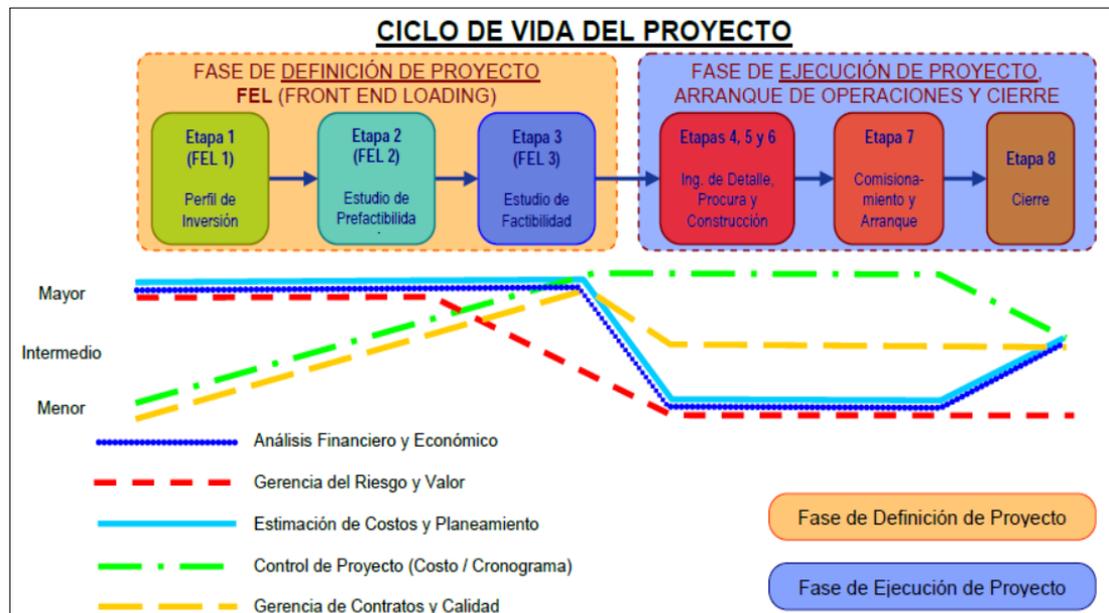


Figura 01: Ciclo de Vida del Proyecto,  
 Fuente: [Criterios para la gestión de proyectos de capital (capex) y clasificación de estimados de costo - gmi.pdf]

### 1.5.2 Fase de Definición del Proyecto

Según el PMBOK (Project Management Institute 2013)<sup>18</sup>, un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, y tiene la característica de ser naturalmente temporal, es decir, que tiene un inicio y un final establecidos, y que el final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Durante la fase de definición del proyecto se desarrolla el alcance del mismo, se forma el equipo de proyecto y se planifica el trabajo antes de iniciar la ejecución de la ingeniería de detalle. Muchas veces, en el proceso desde la idea inicial hasta el desarrollo de la ing. básica, un proyecto puede ser descartado, archivado para evaluación posterior, o modificado considerablemente. Para proyectos de capital importantes, el tiempo y dinero invertidos en la fase de definición pueden ser significativos y pueden ser un factor importante en la evaluación del posible éxito del proyecto. (Figari 2014)<sup>19</sup>.

Es por ello que es indispensable poner especial atención en las etapas tempranas del proyecto; ya que es en éstas que se puede influir en mayor medida y con menor inversión, en el costo final del proyecto para lograr la optimización del uso de los recursos y alcanzar los objetivos de negocio trazados.

En la figura a continuación, se muestra a modo conceptual la evolución de la capacidad del equipo responsable del proyecto para influenciar en el costo final del mismo y del impacto que tienen los cambios a lo largo de su desarrollo para cada etapa:

---

<sup>18</sup> PMI, 2013. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Edit. Project Management Institute, 5ta ed.

<sup>19</sup> Figari, R., 2014. Criterios para la gestión de proyectos de capital (CAPEX) y clasificación de estimados de costo Rev. 0., Lima.

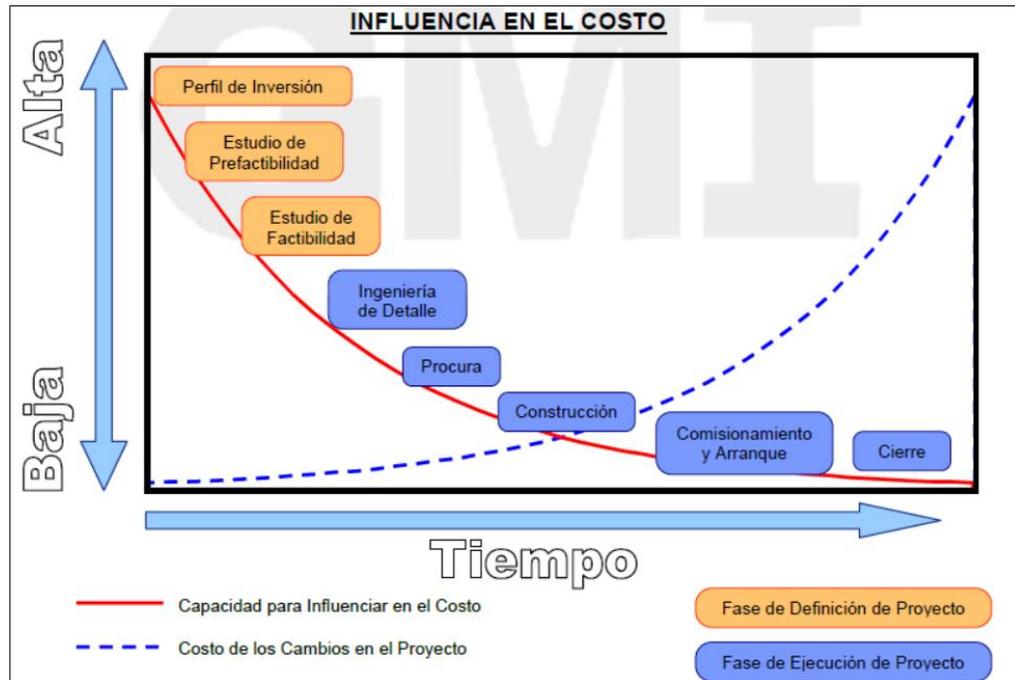


Figura 02: Influencia en el Costo

Fuente: [Criterios para la gestión de proyectos de capital (capex) y clasificación de estimados de costo - gmi.pdf]

## 1.6 HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE COSTOS DE UN PROYECTO.

### 1.6.1 Primavera

Como dice (Ayllon 2007)<sup>20</sup>, Primavera es una herramienta de Gestión de Proyectos que permite a sus usuarios planificar y controlar sus proyectos con un alto grado de eficiencia, manteniendo la realización de estos a tiempo y bajo presupuesto.

Primavera permite un número ilimitado de acceso de usuarios y de manejo de proyectos simultáneos, a excepción de la implementación con MSDE que está orientada a pequeños proyectos, donde el uso de una base de datos no es necesario. En este caso el número de usuarios está limitado a 8 y la base de datos

<sup>20</sup> Ayllon, J.A., 2007. Herramientas para la planificación y control de costes de un proyecto. Universidad Autónoma de Madrid.

manejada por MSDE tiene un tamaño de 2 GB (no obstante la migración a SQL Server es sencilla).

Primavera provee una solución integrada de gestión de proyectos mediante herramientas específicas para cada miembro del equipo de trabajo, ajustándose a sus necesidades, responsabilidades y habilidades. Además ofrece interfaces estándar Windows, arquitectura cliente-servidor, posibilidad de conexión vía Web.

Para facilitar la planificación y control Primavera 5.0 emplea diferentes módulos, perfectamente integrados entre sí, que aportan diferentes posibilidades y características, entre otros.

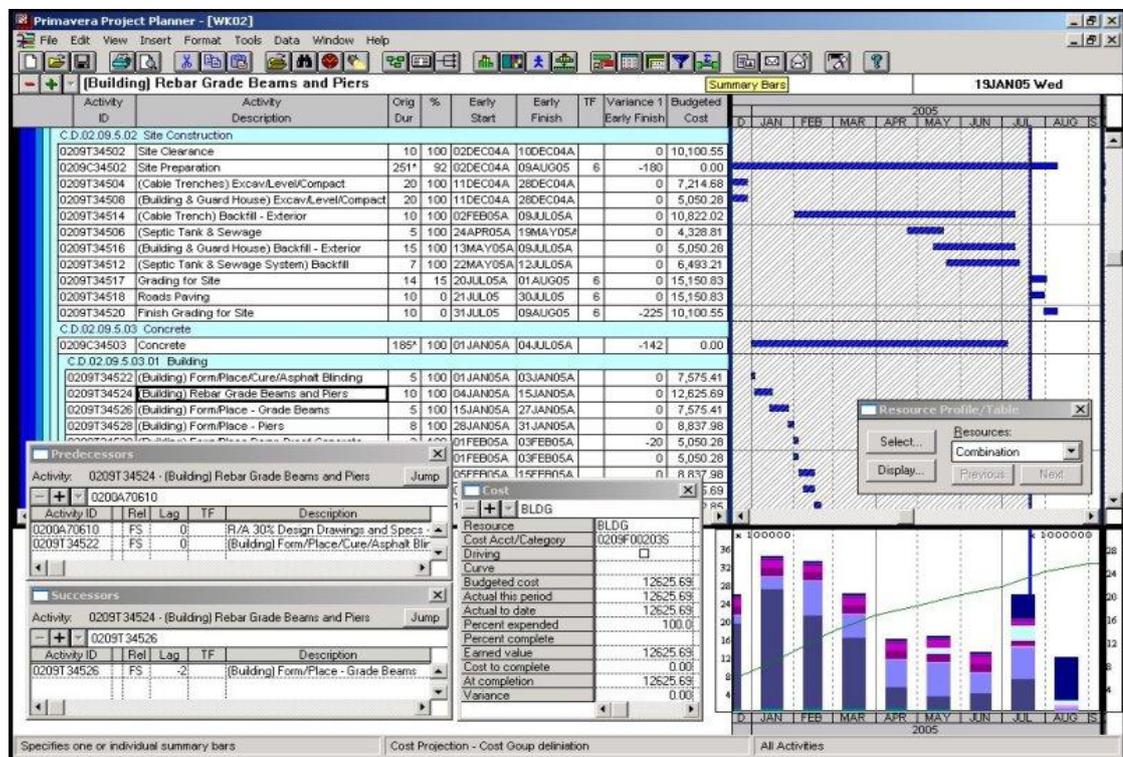


Figura 03: Interface de trabajo, con un área de actividades, una gráfica y las barras de menú.  
 Fuente: [http://ingenieria-unc.blogspot.com/2010/06/programa-primavera-para-gerencia-de.html]

- Gestión de proyectos:** El módulo más importante puesto que define el funcionamiento del programa, consiste en un sistema multiusuario y multiproyecto que permite seguir y analizar el transcurso de los proyectos mediante planificación temporal y control de recursos. Es capaz de soportar complejas estructuras de desglose de tareas, estructuras organizativas, calcular

caminos críticos y manejar recursos asociados a un proyecto. Dispone de gran capacidad de personalización de vistas (layouts) para facilitar el seguimiento del proyecto.

- **Comparador:** Provee la capacidad de establecer una serie de líneas de base, que permiten la comparación de proyectos entre sí, o de un proyecto consigo mismo, en diferentes etapas de desarrollo o ante diferentes situaciones o decisiones. Se trata de un módulo estrechamente relacionado con el de gestión de proyectos y por tanto su instalación suele realizarse de modo conjunto.
- **Project-Link:** Este módulo establece una unión entre Microsoft Project y Primavera de modo que se pueda trabajar en Project desde Primavera, o bien invocar a Primavera desde la aplicación Microsoft Project. Es útil para organizaciones que posean gran cantidad de información almacenada en Microsoft Project.
- **Gestión de metodología:** Este módulo autoriza y almacena diferentes metodologías aplicables a proyectos de modo que éstas sean accesibles para la creación de nuevos proyectos, se puedan guardar nuevas metodologías o personalizarlas según las necesidades de un nuevo proyecto.
- **Análisis de cartera:** Este módulo recoge y resume información dirigida a directores de proyecto, o personal ejecutivo, de uno o varios proyectos, permitiendo así un rápido seguimiento, análisis o comparación de los datos ofrecidos.

### 1.6.2 S10

Esta es una herramienta para elaborar presupuestos de todo tipo de obras a partir de los metrados. Los presupuestos elaborados en este módulo son asignados a los proyectos para que forme parte del proyecto. Las facilidades implementadas como la interacción con el Office de Microsoft, permite que la información sea aprovechada e integrada a otros programas de aplicación.

El escenario de la “Hoja del presupuesto” es similar a una hoja Excel, con opciones de edición. Permite insertar varios registros “Títulos” o “Partidas” para luego generar los ítems en forma automática, al mismo tiempo convertir todos los registros que llegan a la hoja del presupuesto en propias, esto significa que los cambios que se efectúen sólo afectará al presupuesto en uso. S10 es un programa que cuenta con una base de datos para elaborar metrados y presupuesto en base a costos unitarios. Dentro de sus ventajas está la posibilidad de manejar la fórmula polinómica y de armar un determinado presupuesto a la medida del usuario.

Debido a que la base de datos contiene partidas agrupadas para la construcción, el software resulta de mayor interés para constructores, ingenieros civiles y arquitectos. Pero, la arquitectura de la base de datos permite elaborar o construir un presupuesto para ingenieros eléctricos y mecánicos. Se requiere de mayor trabajo a nivel de partidas, títulos y recursos, pero finalmente la base de datos construida podrá ser utilizada para nuevos y similares presupuestos.

Como lo indica en el apartado de software, de la página oficial de (S10, 2014)<sup>21</sup> el módulo de presupuesto S10 corresponde al grupo de programas especializados que requieren los de Proyectos de Inversión, Gerencia de Proyectos, Consultorías y/o obra, desarrollo y control, permitiendo al usuario manejar la parte económica de un proyecto, incluso para concursos de licitaciones de diferente tipo, ya que se pueden confeccionar plataforma de trabajo, conformada por hojas de presupuestos con análisis de costos unitarios, uso de doble moneda y fórmula polinómica, también permite generar reportes detallados de un presupuesto, el módulo de presupuesto S10 cuenta con una base de datos en SQL Server con ítems destinados al campo de la construcción u otros, pero con la peculiaridad y facilidad de poderse modificar, incrementar y personalizar según la especialidad del usuario.

---

<sup>21</sup> S10, 2014. Información de los módulos S10. Disponible en: <http://www.s10peru.com/software.php> [Accedido el 18 de julio del 2014]

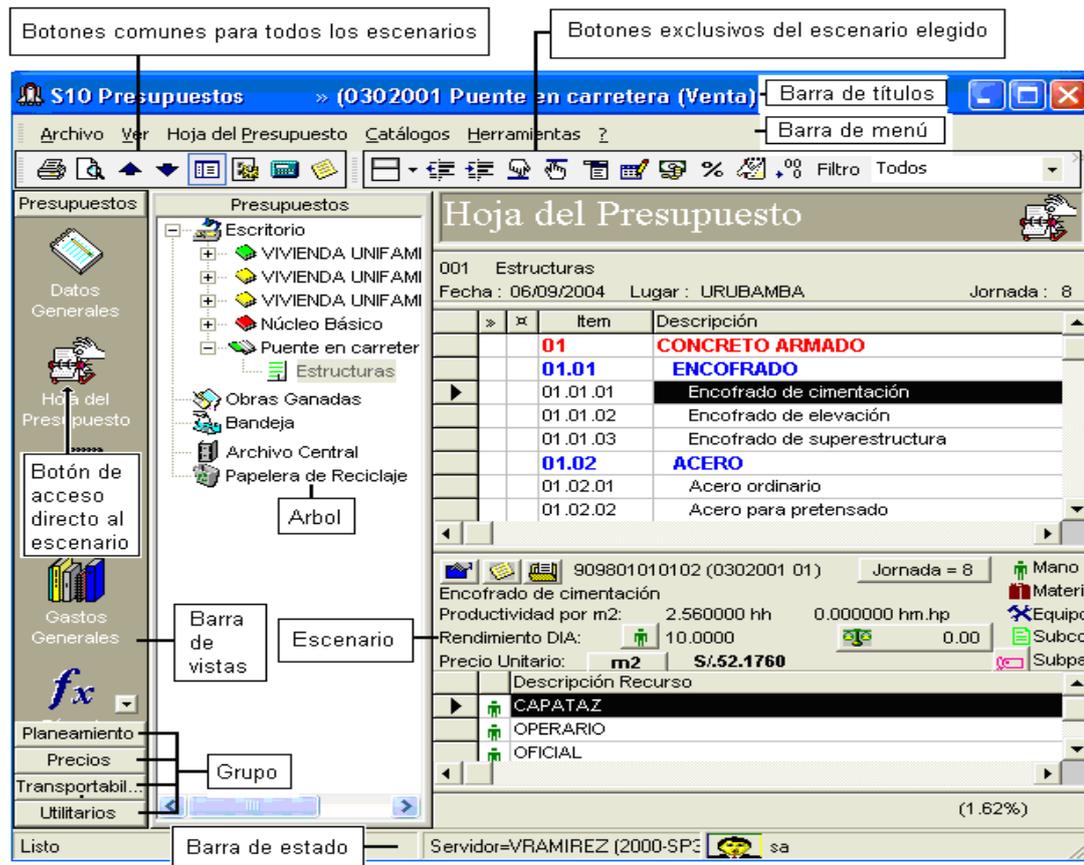


Figura 04 Distribución de los paneles de trabajo del sistema S10.  
 Fuente: [http://www.s10peru.com/]

### 1.6.3 Project Management Body of Knowledge

El Project Management Institute (PMI) se encuentra localizado en Pennsylvania, Estados Unidos. Es un organismo que asocia a los profesionales que se dedican a la gestión de proyectos de todo el mundo. Su objetivo es difundir las mejores prácticas de la planificación de proyectos y ser un punto de encuentro e intercambio de experiencias para los profesionales de esta área a través de la organización de seminarios y congresos. También ofrece un programa bajo la norma ISO 9001 para la certificación en gestión de proyectos.

(PMBOK-PMI 2014)<sup>22</sup>, dice que esta guía Project Management Body of Knowledge o PMBOK (disponible en 11 idiomas, incluido el español) tiene como objetivo recoger las mejores prácticas en planificación de proyectos. Se incluyen

<sup>22</sup> PMI, 2013. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Edit. Project Management Institute, 5ta ed.

tanto aquellas que son tradicionales y ampliamente aceptadas, como aquellas prácticas innovadoras que han sido utilizadas de forma más limitada.

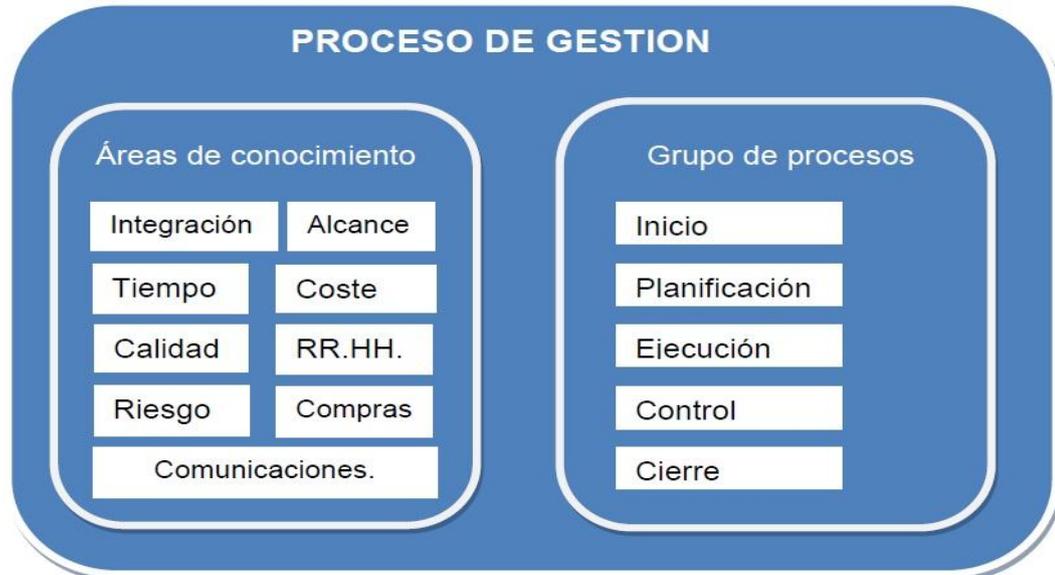
El PMBOK construye una base formalizada sobre la cual se puede diseñar un proyecto, pero con una orientación a la obtención de resultados satisfactorios. Aun así, es importante señalar que no se trata de un “recetario” de buenas prácticas, sino de una guía que debe adaptarse a las especificidades de cada proyecto en particular.

La gestión de proyectos es definida por el PMBOK como la “aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas para proyectar las actividades de tal manera que satisfagan los requerimientos del proyecto”.

La utilidad, importancia y relevancia del PMBOK se ve reflejada en:

- Ser el estándar ANSI/PMI 99-001-2000 y por cumplir en gran medida y detalle el estándar ISO 10006 de gestión de proyectos.
- Por su propia concepción, homogeniza el conocimiento sobre la profesión de gestión de proyectos, siendo considerado pilar o base de sistemas internacionales de certificación para Directores de Proyecto promovidos por el propio PMI.

El PMBOK reconoce cinco procesos básicos y nueve áreas de conocimiento típicas para la mayoría de proyectos, que se articulan entre sí como componentes del proceso de gestión.



*Figura 05: Proceso de Gestión del PMBOK*

*Fuente: [http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards.aspx]*

Los procesos interactúan a lo largo de un proyecto o una fase, y se describen en términos de:

- Entradas (documentos, planes, diseños, etc.).
- Herramientas y Técnicas (mecanismos que se aplican a las entradas).
- Salidas (documentos, productos, etc.)

#### 1.6.4 OPX2-NPD – Planisware

A lo largo de los años, el software OPX2 evolucionó rápidamente - prácticas líderes en expansión, tanto en su cartera operativa, así como estratégico y las capacidades de soporte de decisiones, el desarrollo de soluciones específicas de la industria, y la incorporación de la industria, todo ello manteniendo una interfaz intuitiva.

Mientras tanto, como OPX2 floreció en el entorno global, encontramos que en algunos mercados, es simplemente más fácil para que nuestros clientes se refieran a nuestro software como Planisware. Con la llegada de la versión 5, Planisware decidió renombrar software "OPX2" como "Planisware" con los objetivos de mejorar la visibilidad de nuestro software, y haciendo hincapié en el enfoque y el

compromiso de Planisware en nuestro único, todo-en-uno, completamente integrado, el buque insignia solución de software.

Según la página oficial de (Planisware 2014)<sup>23</sup>, indica que se trata de una herramienta diseñada como un sistema integrado de gestión de proyectos, que cubre, entre otros aspectos: control de costos, gestión de portafolios, gestión de recursos, planificación de tiempos y trabajo colaborativo. En ese sentido, conceptualmente es diferente a los dos software comentados anteriormente, siendo mucho más poderosa esta aplicación, y debe entenderse como una plataforma de trabajo para toda la empresa, más que como un software de usuario.

Permite una visión amplia de todos los proyectos y actividades utilizando una base de datos empresarial del tipo “todo en uno”. Facilita el control de costos, el intercambio de información y el mejoramiento de la productividad de los recursos. Utilizando la cartera de gestión de este software es posible ahorrar tiempo de ejecución y a la vez tener un control en tiempo real para ajustar no solo los proyectos, sino también la estrategia empresarial, con lo cual hay siempre la posibilidad de realizar retroalimentación entre la dirección y la operación de la empresa, contando siempre con el acceso a toda la información requerida.

En la herramienta se combinan estándares reconocidos en la gestión de proyectos, como la metodología del PMI, y las buenas prácticas de innovación tecnológica requeridas por el CMMI<sup>24</sup> (Capability Maturity Model). La integración de toda esta información facilita la estructuración de un modelo de monitoreo de costos, logrando la interacción entre finanzas y producción.

El software ofrece la posibilidad de construcción de gráficas de “burbuja”, graficas de barras, matrices cruzadas, tablas de indicadores, etc., como elemento clave para la supervisión del portafolio. Por ejemplo, en una gráfica de burbuja se

---

<sup>23</sup> Planisware, 2014. About Planisware. Disponible en: <http://www.planisware.com/> [Accesado el 21 de agosto del 2014].

<sup>24</sup> M. Beth, M. Konrad, and S. Shrum, “CMMI, Guía para la integración de procesos y la mejora de productos,” Politécnica de Madrid, 2009.

resume una gran cantidad de información en una sola página, para apoyar la toma de decisiones, permitiendo realizar simulaciones para predecir cambios de comportamiento. Facilita también el control en tiempo real, al sincronizar la demanda del mercado con los proyectos que se estén realizando.

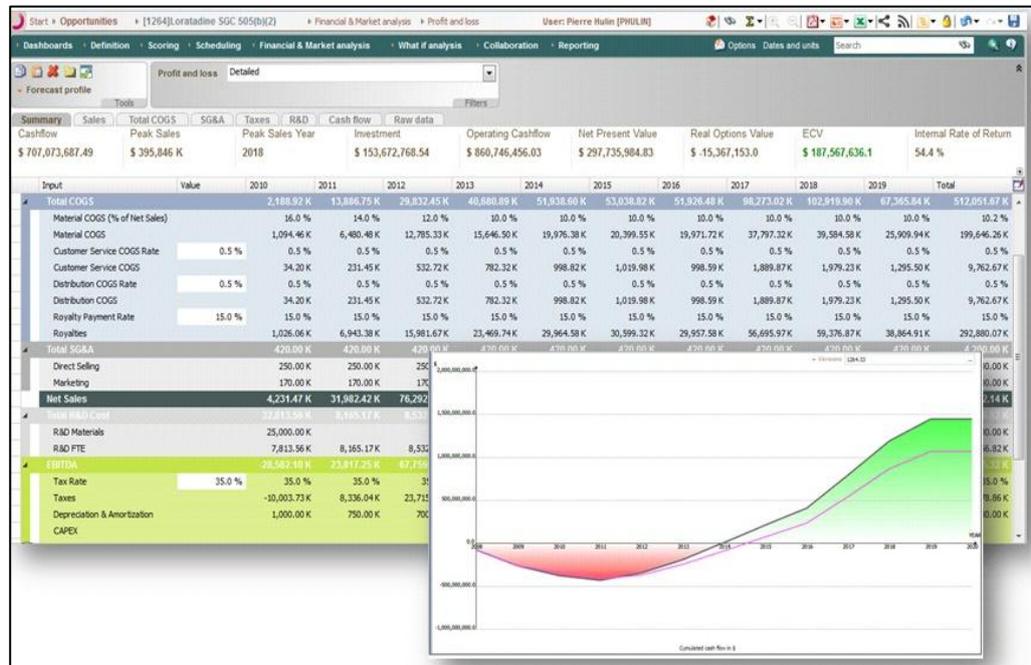


Figura 06: Se muestra la creación de un proyecto y un gráfico describiendo variación de costos.

Fuente: [http://www.planisware.com/]

El software ofrece tres clases diferentes de opciones. La primera para aplicación específica en TIC's, denominada OPX2-IT, diseñada para apoyar los procesos de toma de decisión en este tipo de empresas, con la ayuda de herramientas avanzadas de simulación. La segunda, OPX2-Pharma, específicamente orientada a la industria farmacéutica. La tercera, que puede considerarse más genérica, está orientada a proyectos de desarrollo de nuevos productos, y se denomina OPX2-NPDI (new product development & introduction). Finalmente, hay un cuarto producto orientado a la industria aeroespacial y de defensa para ayudar a gestionar proyectos de alta complejidad de aquellos renglones productivos.

### 1.6.5 Project Objects

En la web (Project Objects Ltd 2014)<sup>25</sup>, indica que Project Objects, ofrece una combinación única de características y herramientas de funcionalidad para la gestión de proyectos. En el fondo es una herramienta increíblemente poderosa que puede ser un valioso aliado en apoyo a sus actividades de ejecución del proyecto.

Project Objects ayuda a apoyar todas las funciones de gestión de proyectos de la programación del trabajo, a la asignación y gestión de los recursos y el seguimiento de los presupuestos. Project Objects también permite a los miembros de su equipo para maximizar su productividad, ayudándoles a realizar un seguimiento de acciones asignadas, recaudación y administración de problemas, controlar los riesgos y desarrollar la documentación clave del proyecto. La suite ofrece una potente etapa y la funcionalidad de puerta que le permiten revisar y aprobar el trabajo en múltiples puntos en el proyecto y proporciona informes y la funcionalidad del panel que le permite supervisar los progresos realizados en función de criterios predefinidos.

Uno de los temas recurrentes de Project Objects, y un verdadero diferenciador en el producto es la posibilidad de configurar la herramienta para ver los datos que usted desea, de la manera que usted desea ver. Esto no requiere personalización sustancial o una implementación compleja, es una forma sencilla y rápida de configurar un conjunto de funciones que le permiten definir cómo tiene que gestionar la cartera de programas y proyectos dentro de su organización.

Todo esto se combina con una interfaz de usuario muy intuitiva que se puede aprender en cuestión de minutos y le permite obtener los datos que necesita con sólo unos clics del ratón. Project Objects es una herramienta necesaria que permite ser productivo con rapidez y una interfaz que nunca es una barrera para obtener la información necesaria.

---

<sup>25</sup> Project Objects Ltd, 2014. Tools for Project Management. Disponible en: <http://www.projectobjects.com/why-project-objects> [Accedido el 29 de octubre del 2014].

Se trata de una plataforma con arquitectura modular, basada en web, con lo cual se gana bastante en flexibilidad para la implementación de los módulos que son realmente interesantes para la empresa. Cada uno de los patrocinadores del proyecto puede contar con módulos específicamente dedicados de acuerdo con su rol dentro del proceso de gestión. Aun así, los datos del proyecto pueden ser compartidos con todos los patrocinadores mediante el uso de algunas funciones establecidas dentro del software para ese fin. Además cada miembro del equipo del proyecto tendrá herramientas analíticas y un sub-conjunto de información coherente con sus responsabilidades.

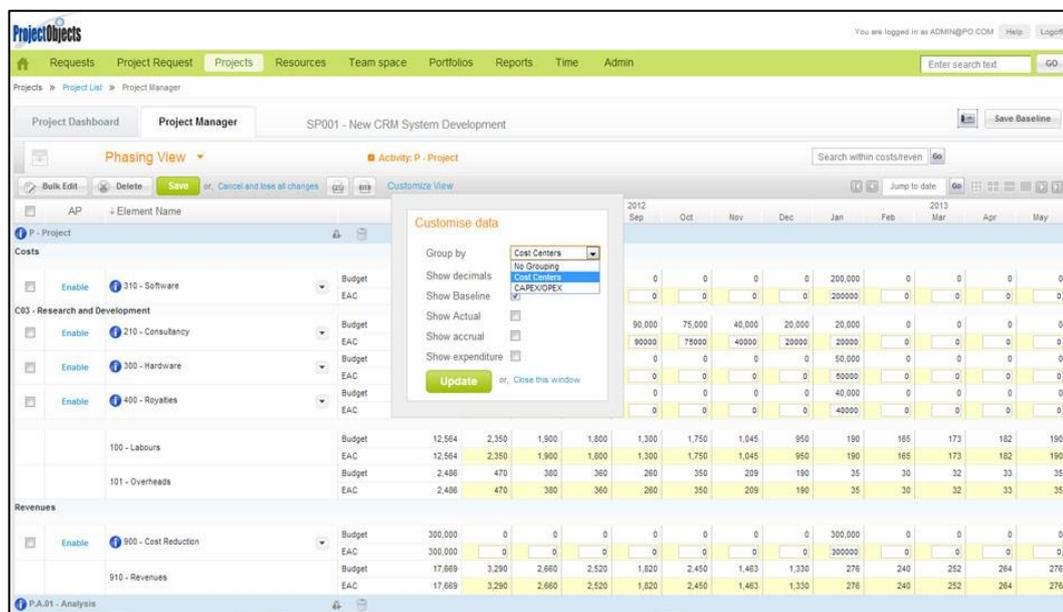


Figura 07: Personalizando la vista y datos para un mejor manejo.  
 Fuente: [http://www.projectobjects.com/products/]

Sus características se resumen así:

- Planeación y control de proyectos de acuerdo con las mejores prácticas de gestión de proyectos.
- Automatización de la entrega de información de planeación y control a una base amplia de usuarios y no solo a unos pocos.
- Ayuda al usuario a interactuar con la información y a analizarla, para dirigir no solo proyectos aislados, sino portafolios de proyectos.
- Combina en una sola plataforma los conceptos de inteligencia de negocios y gestión de proyectos.

- La plataforma modular basada en objetos “de proyecto” permite acceder a funciones de creación de contenidos, permitiendo insertar cualquier clase de dato en la gestión del proyecto.
- Compartir información con todos los interesados en el proyecto, utilizando funciones de gestión de contenidos.

Los módulos disponibles son los siguientes:

#### **1.6.5.1 ProjectFolio**

Es el módulo de gestión de portafolios integrado en Objetos de proyecto, que adopta funciones diseñadas para optimizar el soporte de gestión y del negocio en su conjunto. Facilita el monitoreo de la evolución de todos los proyectos y la toma oportuna de decisiones.

#### **1.6.5.2 TT Time Tracking:**

Es el módulo de gestión de gastos y de tiempo. Tiene la posibilidad de integrarse con el MS Project. Facilita la recolección automática de datos de gastos de recursos y compara con lo programado, consolidando el avance por proyectos, o por clientes, o por alguna otra variable. Debido a que es una plataforma basada en web, los usuarios pueden acceder en cualquier momento y lugar a estos datos.

#### **1.6.5.3 CM Cost Management:**

Es un módulo que incluye un conjunto de funcionalidades para apoyar el proceso de gestión de costos desde el momento mismo de la financiación hasta los resultados y seguimiento de los mismos. Utiliza los estándares más reconocidos para control de costos, pero se adapta a cualquier estructura de costos que lleve la empresa, de tal manera que es posible cruzar datos entre proyectos y entre estos y las demás acciones de la empresa. Además facilita la actualización permanente de los datos del proyecto.

#### **1.6.5.4 PT Progress Tracking:**

Es un módulo diseñado para apoyar la evaluación objetiva del progreso real del proyecto.

### 1.6.6 Microsoft Excel

Excel es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo.

La primera incursión de Microsoft en el mundo de las hojas de cálculo (que permiten manipular datos numéricos en tablas formadas por la unión de filas y columnas) tuvo lugar en 1982, con la presentación de Multiplan. Tres años más tarde llegaría la primera versión de Excel.

Ante la demanda de una compañía que ya comercializaba un programa con el nombre de Excel, Microsoft fue obligada a presentar su producto como Microsoft Excel en todos sus comunicados oficiales y documentos jurídicos.

Microsoft presentó en 1989 su primera versión de Office, una suite ofimática (conjunto de programas que son útiles en las tareas de oficina) que incluía Excel, Word (un procesador de textos) y PowerPoint (una aplicación para la creación de presentaciones multimediales).

Según la MSDN, Microsoft Excel presentó, a lo largo de su historia, diversos problemas con las operaciones realizadas en la hoja de cálculo. Uno de los más importantes ha sido la imposibilidad de trabajar con fechas anteriores al año 1900, al menos utilizando el formato de fecha propio de la aplicación; una forma de atravesar dicho obstáculo consiste en crear campos personalizados, con formatos numéricos, combinados con fórmulas inteligentes que los traten como datos cronológicos.

Cabe destacar que Excel es un programa comercial: hay que pagar una licencia para poder instalarlo. Existen otras opciones, de código abierto (“open source“, en inglés), que pueden instalarse o ejecutarse sin cargo y que también permiten administrar hojas de cálculo, tales como OpenOffice.org Calc y Google Docs. La mayoría de estos productos son compatibles con los

documentos creados en Excel, pero no ocurre lo mismo en la dirección opuesta (Excel no es capaz de leer archivos creados con estos programas).

Uno de los puntos fuertes de Excel es que da a sus usuarios la posibilidad de personalizar sus hojas de cálculo mediante la programación de funciones propias, que realicen tareas específicas, ajustadas a las necesidades de cada uno, y que no hayan sido incluidas en el paquete original. A grandes rasgos, las opciones son dos: crear fórmulas en las mismas celdas de la planilla en cuestión, o bien utilizar el módulo de desarrollo en Visual Basic.

En el primer caso, las posibilidades son muy limitadas, aunque esto no quiere decir que no sean suficientes para la mayoría de los usuarios. El problema principal reside en la incomodidad que conlleva escribir el código en una celda, sin la posibilidad de utilizar saltos de línea, tabulación o comentarios, entre otros tantos elementos propios de un editor convencional. Desarrollar funciones en el pseudolenguaje de Excel resulta antinatural, incómodo y poco intuitivo para un programador, sin mencionar que diversas limitaciones estructurales hacen que no todo sea posible.

Para los desarrolladores que buscan objetivos muy específicos, o de una complejidad mayor al cálculo de un promedio o de una comparación entre varios datos, la solución reside en el uso de Visual Basic. Se trata de un lenguaje con un grado de abstracción relativamente alto (que se aleja considerablemente del lenguaje de máquina, de la forma en la que trabaja el procesador) y que, al igual que el utilizado en Excel, funciona por eventos (esto quiere decir que el usuario debe realizar alguna acción para que se dispare la ejecución del programa).

Dicho esto, la combinación de Excel y Visual Basic también tiene sus limitaciones, y de ninguna manera puede superar el nivel de personalización y precisión posible a través de la creación de un programa desde cero; pero resulta muy eficaz y cómodo para una pequeña compañía, que no desee invertir el dinero y el tiempo necesarios para el desarrollo de sus propias aplicaciones.

PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS ANUAL POR MES PERIODO DEL 1 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2011							PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS ANUAL POR MES PERIODO DEL 1 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2011			
NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA							NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA			
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	
<b>INGRESOS</b>										
SALDO INICIAL	4.000,00	44.414,79	22.059,54	3.573,61	- 4.623,29	- 14.808,79	- 30.361,05	- 5.850,22	- 3,8	
VENTAS BIENES	3.575,53		4.046,70	2.450,76	1.735,30		3.500,00		4,3	
VENTAS SERVICIOS								8.840,34		
ALQUILERES		4.000,00	2.000,00	2.000,00		2.000,00	2.000,00	2.000,00	2,0	
RECUPERACION PRESTAMOS		20.000,00					10.000,00			
RENTAS	5.000,00						16.500,00	2.000,00	3,0	
OTROS INGRESOS	81.305,00									
INTERESES PRODUCTO	6,07	4,22	3,69	2,63	1,88	1,06	1,84	2,63		
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>93.886,60</b>	<b>68.419,01</b>	<b>26.111,32</b>	<b>8.027,00</b>	<b>- 2.886,00</b>	<b>- 12.807,73</b>	<b>1.019,99</b>	<b>7.000,75</b>	<b>5,4</b>	
<b>EGRESOS</b>										
GASTOS DE ADMINISTRACION	40.732,81	42.095,47	197,41	4.810,28	40,21	38,12	3.650,21	10.519,63	9,9	
RETENCION I.S.P.F.	0,61	0,47	0,41	0,29	0,21	0,12	0,21	0,29		
ALQUILER DE OFICINA	1.670,00			2.505,00			3.340,00			
TRIFONIA	45,00		107,00			38,00		16,00		

Figura 08: Hoja de Presupuesto, listado de ingresos y egresos mensual.  
Fuente: [http://www.filewin.net/Microsoft-Excel/]

### 1.6.7 Microsoft Project

Microsoft Project es parte de la familia de aplicaciones de Microsoft y, quizás, la herramienta más difundida para la gestión de proyectos. Es aplicable a todo tipo de industrias.

Esta herramienta permite programar las actividades del proyecto en un horizonte de tiempo, asignar recursos y responsables a cada una de ellas, hacer seguimiento al progreso del proyecto y administrar el presupuesto. También es posible encontrar el camino crítico haciendo un análisis PERT y trazar gráficas Gantt. Aplica los conceptos descritos del PMI, y en general se puede afirmar que está estructurado alrededor de tres grandes conceptos de gestión de proyectos: Gantt, Pert y CPM.

El software también incluye la posibilidad de administrar varios proyectos en forma simultánea, agregando las dependencias entre ellos y gestionando los recursos compartidos.

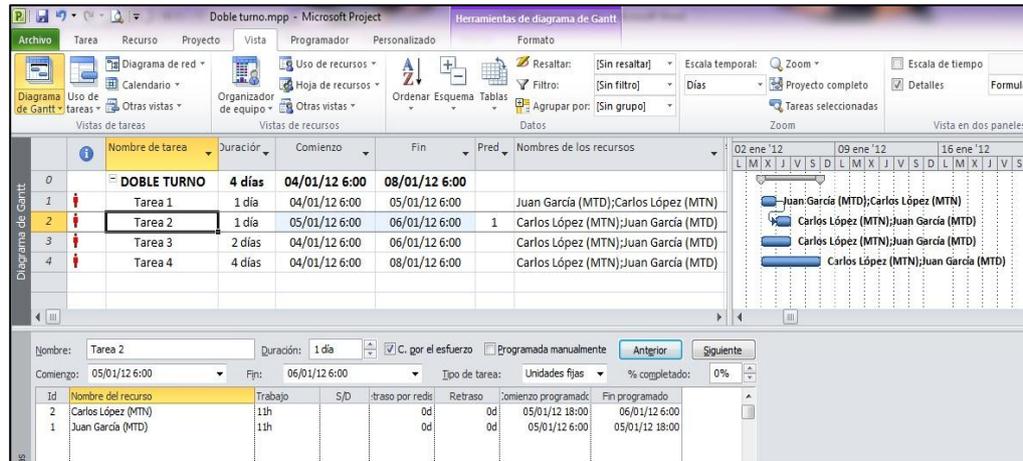


Figura 09: Asignación y periodo de tareas, y diagrama de Gantt  
 Fuente: [<http://www.simonsezit.com/article/exporting-to-microsoft-excel-in-project-2010/>]

En general la estructuración de un proyecto utilizando esta herramienta, comprende los siguientes siete pasos:

- Definir la lista de tareas e Hitos.
- Estimar la duración de cada tarea.
- Determinar las relaciones entre las tareas.
- Construir la estructura de descomposición de trabajo (WBS).
- Evaluación de los recursos del proyecto.
- Asignación de recursos a las tareas.
- Optimizar la estructura

La tarea es la unidad principal de gestión y definen el ámbito del proyecto. Los hitos son “marcadores” de la finalización exitosa de un grupo de tareas o actividades o de una fase del proyecto.

Para cada una de las tareas se debe estimar su duración (para los hitos la duración es cero), y se debe dar un orden de prioridad a cada una e identificar las relaciones entre ellas.

Las tareas pueden ser secuenciales o pueden ser paralelas, y pueden tener cuatro tipos de relaciones temporales: fin a comienzo (la tarea B no puede iniciar hasta que termine la A); comienzo a comienzo (la tarea B no puede iniciar hasta que se inicie la A); fin a fin (la tarea B no puede finalizar hasta que finalice la A); comienzo a fin (la tarea B no puede finalizar hasta que comience la A).

La definición de estas relaciones se complementa indicando los tiempos de retraso y tiempos de posposición.

Por otra parte, se entiende por recursos las personas, lugares y elementos necesarios para poder realizar una tarea. Por ello para cada tarea se debe asignar los recursos necesarios y el valor de tales recursos. En el software se distinguen los recursos de trabajo (personas y los equipos, en términos de tiempo) y los recursos materiales (suministros, artículos y consumibles, en general, que ese especifican en términos de cantidades en lugar de tiempos).

Los recursos también tienen diferentes formas de asignación: un recurso a una tarea, varios recursos a una tarea, un recurso a varias tareas.

El software permite gestionar esta articulación entre tareas y recursos, haciendo redistribución por ejemplo, o agregando o quitando tareas, y todas las modificaciones que sean necesarias para optimizar el proyecto. Una vez realizada la depuración de la programación se suele definir una “línea base”, que no es otra cosa que un punto de referencia en el proyecto, contra el cual se puede comparar la ejecución del mismo para verificar el cumplimiento y el avance del proyecto.

El seguimiento del proyecto consiste en verificar el progreso actual de proyecto para tomar decisiones sobre el mismo. Por ejemplo, cuando se adelanta la ejecución de una tarea, es posible realizar una reasignación de recursos y adelantar otras tareas. O cuando se retrasa una tarea, también permite conocer la incidencia sobre todo el proyecto.

### 1.6.8 Open-WorkBench

También es un software de código abierto para Windows, muy robusto y con una estructura de interface similar a la de Microsoft Project, aunque conceptualmente presenta algunas diferencias. Es un software intuitivo y relativamente fácil de aprender.

Permite la estructuración de proyectos por tareas (WBS) y con definición de hitos, líneas base, dependencias de tareas, asignación de recursos a las diferentes tareas, ajustes de la programación de tareas, articulación con otros proyectos y entre sub-proyectos.

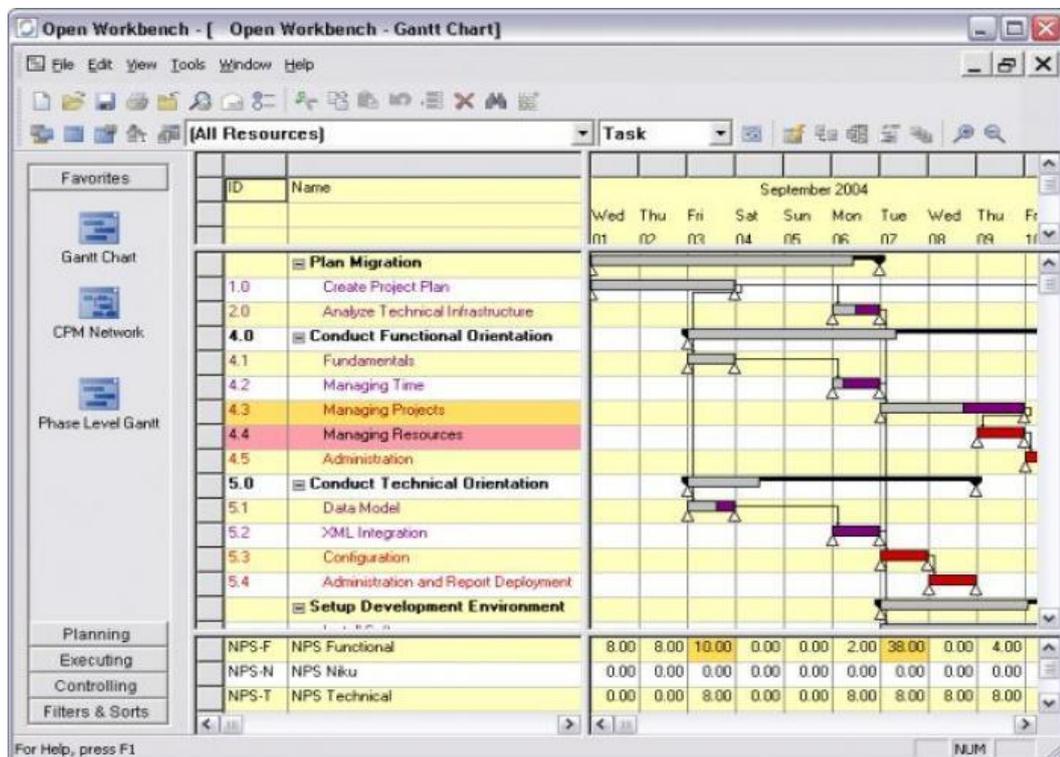


Figura 10: Vista principal de Open Workbench, donde se presenta múltiples posibilidades de visualización de datos

Fuente: [<http://www.projectmanagesoft.com/software/open-workbench/>]

Permite la gestión de proyectos grandes cuya programación resulta difícil por los balances necesarios entre tareas y recursos, mediante una opción de programación automática que recoge todo el contenido del proyecto para articularlo de la mejor manera posible.

Presenta, como en el caso del Project, múltiples posibilidades de visualización de datos, desde la carta Gantt general y específicas para actividades múltiples, hasta interfaces del tipo Pert. Así es posible hacer análisis de ruta crítica, estimaciones de tiempo de finalización de actividades, y seguimiento del progreso real del proyecto, teniendo en cuenta el esfuerzo, los costos y los objetivos logrados.

### 1.6.9 TaskJuggler

Como nos dice la documentación de (Taskjuggler 2014)<sup>26</sup> es una herramienta para gestión de proyectos, de código abierto, diseñado especialmente para Linux (aunque existe la posibilidad de utilizarlo bajo Windows). Permite trabajar proyectos grandes (muchas tareas y recursos). Cubre todas las actividades de gestión de proyectos, desde la primera idea hasta la culminación del proyecto. Asiste en todo el proceso de definición y asignación de recursos, costos, plan de ingresos, riesgos, comunicaciones, etc.

Calcula las líneas de tiempo y asignación de recursos teniendo en cuenta las restricciones impuestas, con lo cual es posible tener un adecuado balance de la ejecución del proyecto. En ese sentido no se trata de una herramienta para construir gráficas Gantt únicamente.

---

<sup>26</sup> Taskjuggler, 2014. About TaskJuggler. Disponible en: <http://www.taskjuggler.org/index.php> [Accedido el 23 de Abril del 2014].

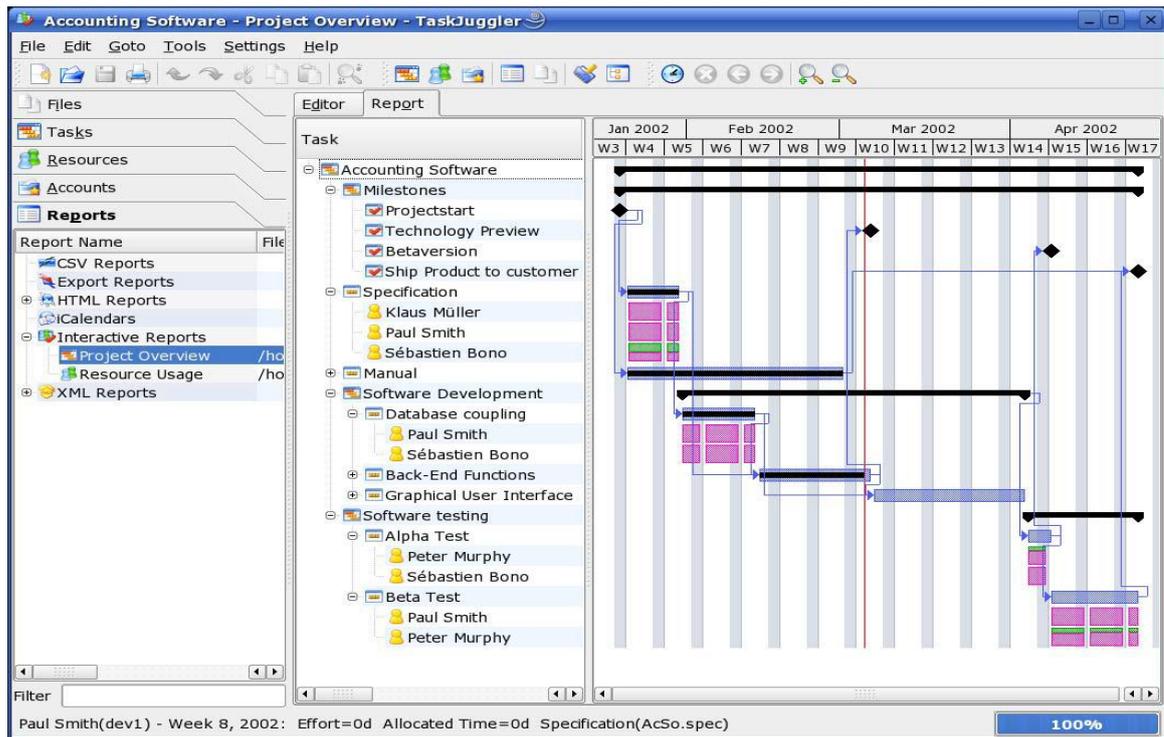


Figura 11: Creación de un nuevo proyecto en TaskJuggler, calculando líneas de tiempo y asignando recursos.

Fuente: [<http://www.taskjuggler.org/index.php/>]

## 1.7 METODOLOGÍA ICONIX

Según (De San Martin Oliva, 2007)<sup>27</sup> ICONIX es un proceso simplificado en comparación con otros procesos más tradicionales, que unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto. Fue elaborado por Doug Rosenberg y Kendall Scott a partir de una síntesis del proceso unificado de los “tres amigos” Booch, Rumbaugh y Jacobson y que ha dado soporte y conocimiento a la metodología ICONIX desde 1993. Presenta claramente las actividades de cada fase y exhibe una secuencia de pasos que deben ser seguidos. Además ICONIX está adaptado a los patrones y ofrece el soporte de UML, dirigido por casos de uso y es un proceso iterativo e incremental.

<sup>27</sup> De San Martin, Carla., 2007. Uso de la Metodología ICONIX,

(Purisaca Vigil, 2008)<sup>28</sup> también nos dice que ICONIX es una metodología simple que se le puede ubicar entre RUP y la metodología XP.

Es guiado por casos de uso, como RUP, pero no posee toda la plataforma de RUP. Es relativamente pequeño, pero no descarta las notaciones de análisis y diseño.

ICONIX es minimalista y se focaliza en el área que queda entre los casos de uso y el código.

Los 3 elementos fundamentales de ICONIX son:

- Es iterativo e incremental.
- En cada paso hay una referencia a los requerimientos.
- Hace un uso estilizado de UML.

Las tres características fundamentales de ICONIX son:

**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 producidos.

**Dinámica del UML:** La metodología ofrece un uso “dinámico del UML” como los diagramas del caso de uso, diagramas de secuencia y de colaboración.

### 1.7.1 Fases del Iconix

A continuación se describen las fases que contiene la metodología Iconix:

---

<sup>28</sup> Purisaca Vigil, A. 2008. Implementación de un Sistema Informático de Gestión Documentaria para Mejorar el Servicio de Atención a los Usuarios de la Municipalidad Distrital de Jayanca. Universidad Señor de SIPAN.

### 1.7.1.1 Análisis de Requisitos

a) Identificar en el “mundo real” los objetos y todas las relaciones de agregación y generalización entre ellos. Utilizar un diagrama de clases de alto nivel definido como **modelo de dominio**.

El trabajo es iniciado con un relevamiento informal de todos los requisitos que en principio deberían ser parte del sistema. Luego con los requisitos se construye el diagrama de clases, que representa las agrupaciones funcionales con que se estructura el sistema que se desarrolla.

b) Presentar, si es posible, una **prototipación rápida** de las interfaces del sistema, los diagramas de navegación, etc., de forma que los clientes puedan comprender mejor el sistema propuesto.

Con el prototipo se espera que las especificaciones iniciales estén incompletas. En general se necesita entre 2 y 3 reuniones para establecer las especificaciones iniciales. La rapidez con la que se genera el sistema es esencial para que no se pierda el estado de ánimo sobre el proyecto y que los usuarios puedan comenzar a evaluar la aplicación en la mayor brevedad posible.

Existen cuatro tipos de prototipos:

**Prototipo de viabilidad:** para probar la viabilidad de una tecnología específica aplicable a un sistema de información.

**Prototipo de Necesidades:** utilizado para “descubrir” las necesidades de contenido de los usuarios con respecto a la empresa.

**Prototipo de Diseño:** es el que usa ICONIX. Se usa para simular el diseño del sistema de información final. Se centra en la forma y funcionamiento del sistema deseado. Cuando un analista crea un prototipo de diseño, espera que los usuarios evalúen este prototipo, como si formara parte del sistema final. Los usuarios deberían evaluar la facilidad de aprendizaje y manejo del sistema, así como el aspecto de las pantallas y los informes y los procedimientos requeridos para utilizar el sistema. Estos prototipos pueden servir como especificaciones parciales de diseño o evolucionar hacia prototipos de información.

**Prototipo de Implantación:** es una extensión de los prototipos de diseño donde el prototipo evoluciona directamente hacia el sistema de producción.

Ventajas de la Prototipación:

- ✓ Los usuarios se hacen participantes más activos en los desarrollos del sistema. Suelen mostrarse más interesados en los prototipos de trabajo que en las especificaciones de diseño.
- ✓ La definición de necesidades se simplifica por el hecho de que muchos usuarios finales no comprenden o no son capaces de enumerar detalladamente sus necesidades hasta que ven un prototipo.
- ✓ La probabilidad de que los usuarios aprueben un diseño y luego rechacen su implantación se reducirá notablemente.
- ✓ Según se dice el diseño mediante prototipos reduce el tiempo de desarrollo, aunque algunos cuestionan este ahorro.
- ✓ Los prototipos suelen pasar a las fases de análisis y diseño con demasiada rapidez. Ello empuja al analista a pasar demasiado rápido a la codificación, sin haber comprendido las necesidades y los problemas. Condición deseable en un proceso ágil.

c) Identificar los casos de uso del sistema mostrando los actores involucrados. Utilizar para representarlo el **modelo de casos de uso**.

Los casos de uso describen bajo la forma de acciones y reacciones el comportamiento de un sistema desde el punto de vista de un usuario; permiten definir los límites del sistema y las relaciones entre el sistema y el entorno.

Un caso de uso es una manera específica de utilizar un sistema. Es la imagen de una funcionalidad del sistema, desencadenada en respuesta a la estimulación de un actor externo.

El modelo de los casos de uso comprende los actores, el sistema y los propios casos de uso. El conjunto de funcionalidades de un sistema se determina examinando las necesidades funcionales de cada actor.

Los casos de usos reubican la expresión de las necesidades sobre los usuarios partiendo del punto de vista muy simple que dice que un sistema se construye ante todo para sus usuarios. La estructuración del método se efectúa respecto a las interacciones de una sola categoría de usuarios a la vez; esta partición del conjunto de necesidades reduce considerablemente la complejidad de la determinación de las necesidades.

Los casos de uso permiten a los usuarios estructurar y articular sus deseos; les obligan a definir la manera como querrían interactuar con el sistema, a precisar que informaciones quieren intercambiar y a describir lo que debe hacerse para obtener el resultado esperado.

Un importante aspecto de ICONIX es que un requisito se distingue explícitamente de un caso de uso. En este sentido, un caso de uso describe un comportamiento; un requisito describe una regla para el comportamiento. Además, un caso de uso satisface uno o más requisitos funcionales; un requisito funcional puede ser satisfecho por uno o más casos de uso.

### **1.7.1.2 Análisis y Diseño Preliminar**

a) Describir los casos de uso, como un flujo principal de acciones, pudiendo contener los flujos alternativos y los flujos de excepción. La principal sugerencia de ICONIX, en esta actividad, es que no se debe perder mucho tiempo con la descripción textual. Debería usarse un estilo consistente que sea adecuado al contexto del proyecto.

b) Realizar un diagrama de robustez. Se debe ilustrar gráficamente las interacciones entre los objetos participantes de un caso de uso. Este diagrama permite analizar el texto narrativo de cada caso de uso e identificar un conjunto inicial de objetos participantes de cada caso de uso.

El análisis de robustez ayuda a identificar los objetos que participaran en cada caso de uso. Estos objetos que forman parte de los diagramas de robustez se clasifican dentro de los tres tipos siguientes:

- 

**Objetos de interfaz:** usados por los actores para comunicarse con el sistema. Son con los que los actores interactúan con el sistema, generalmente como ventanas, pantalla, diálogos y menús.

**Objetos entidad:** son objetos del modelo del dominio. Son a menudo tablas y archivos que contiene archivos para la ejecución de dicho caso de uso.

**Objetos de control:** es la unión entre la interfaz y los objetos entidad. Sirven como conexión entre los usuarios y los datos. Los controles son “objetos reales” en un diseño, pero usualmente sirven como una especie de oficinista para asegurar que no se olvide ninguna funcionalidad del sistema la cual puede ser requerida por algún caso de uso.

Esta técnica tan simple pero poderosa sirve como interfaz entre el “que” y el “como” de un análisis. Además el análisis de robustez provee de una gran ayuda a saber si las especificaciones del sistema son razonables. El análisis de robustez facilita el reconocimiento de objetos. Esto es un paso crucial ya que es casi seguro que se olvida algunos objetos durante el modelado del dominio; y de esta manera se podrán identificar antes de que esto cause problemas serios, además sirve para identificar más y mejores clases, antes del desarrollo del diagrama de secuencias.

Las reglas básicas que se deben aplicar al realizar los diagramas de análisis de robustez:

- Actores solo pueden comunicarse con objetos interfaz.
- Las interfaces solo pueden comunicarse con controles y actores.

- Los objetos entidad solo pueden comunicarse con controles.
- Los controles se comunican con interfaces, objetos identidad y con otros controles pero nunca con actores.

c) Actualizar el diagrama de clases ya definido en el modelo de dominio con las nuevas clases y atributos descubiertas en los diagramas de robustez.

### 1.7.1.3 Diseño

a) Especificar el comportamiento a través del diagrama de secuencia. Para cada caso de uso identificar los mensajes entre los diferentes objetos. Es necesario utilizar los diagramas de colaboración para representar la interacción entre los objetos.

El diagrama de secuencia muestra interacciones entre objetos según un punto de vista temporal. El contexto de los objetos no se representa de manera explícita como en los diagramas de colaboración. La representación se concentra sobre la expresión de las interacciones.

El diagrama de secuencia es el núcleo de nuestro modelo dinámico y muestra todos los cursos alternos que pueden tomar todos nuestros casos de uso. Los diagramas de secuencia se componen de 4 elementos que son: el curso de acción, los objetos, los mensajes y los métodos (operaciones).

- b) Terminar el modelo estático, adicionando los detalles del diseño en el diagrama de clases.
- c) Verificar si el diseño satisface todos los requisitos identificados.

#### 1.7.1.4 Implementación

a) Utilizar el diagrama de componentes, si fuera necesario para apoyar el desarrollo. Es decir, mostrar la distribución física de los elementos que componen la estructura interna del sistema.

El diagrama de componentes describe los elementos físicos y sus relaciones en el entorno de realización. El diagrama muestra las opciones de realización.

b) Escribir/ Generar el código

La importancia de la interactividad, interactividad, accesibilidad y navegación en el software harán que el usuario se sienta seguro y cómodo al poder hacer uso de la aplicación sin inconvenientes tales como son los problemas de comunicación. Este y otros problemas como la realización de cambios, son factores que deben ser tenidos en cuenta.

Pero además debemos tener en cuenta factores como:

**La Reusabilidad:** que es la posibilidad de hacer uso de los componente en diferentes aplicaciones.

**La Extensibilidad:** que consiste en modificar con facilidad el software.

**La Confiabilidad:** realización de sistemas descartando las posibilidades de error.

c) Realizar pruebas. Test de unidades, de casos, datos y resultados. Test de integración con los usuarios para verificar la aceptación de los resultados.

El impacto que causa ICONIX según (EcuRed, 2014)<sup>29</sup> es:

#### 1.7.2 Impacto

- La metodología ICONIX, es una combinación entre la RUP y XP; está basada en el desarrollo de sistemas a partir del análisis y la documentación.

---

<sup>29</sup> EcuRed. (2014). ICONIX. Metodología ligera o pesada, Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/ICONIX> [Accedido el 13 de Diciembre del 2014].

- Esta metodología se busca tener una retroactividad con el cliente, en la mitad de los procedimientos, comenzando con un prototipo en donde el analista y el cliente definirán pantallas, funcionalidades, en si lo que se espera obtener del programa.
- Se definirán los modelos de casos de uso, de secuencia y de robustez, con la finalidad de conseguir un buen sistema.
- Lo original de la metodología es la definición de un proceso ágil para obtener la especificación de requerimientos y modelar el comportamiento de sistemas, utilizando el lenguaje de modelamiento unificado (UML).
- Es una alternativa para la comunidad informática dedicada al desarrollo de sistemas de gestión pequeños y medianos, que favorece la participación de los usuarios finales y la documentación de todo el proceso.
- La participación y el compromiso de los usuarios finales es uno de los pilares fundamentales de las metodologías ágiles que permite verificar la completitud y el cumplimiento de los requisitos. Esto se logra en Iconix con la participación de los usuarios en la prototipación temprana, en la descripción de los casos de uso y en las pruebas del sistema.

## 1.8 Business Process Management (BPM)

Business Process Management (BPM) es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales. BPM es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno. BPM es una colaboración entre personas de negocio y tecnólogos para fomentar procesos de negocio efectivos, ágiles y transparentes.

BPM abarca personas, sistemas, funciones, negocios, clientes, proveedores y socios. Como mucha gente, puede que encuentre este concepto algo confuso.

BPM combina métodos ya probados y establecidos de gestión de procesos con una nueva clase de herramientas de software empresarial. Ha posibilitado

adelantos muy importantes en cuanto a la velocidad y agilidad con que las organizaciones mejoran el rendimiento de negocio.

### ¿Qué hace BPM?

(Garimella, Lees, & Williams, 2011)<sup>30</sup> nos dicen que BPM constituye una amplia disciplina, pero tiene un propósito funcional específico. Y por supuesto, los componentes de la tecnología BPM tienen especificaciones precisas. ¿Cómo se combina todo eso? Aquí hay una lista que lo explica:

**Centrado en los procesos:** BPM unifica las actividades de negocio y de TI y coordina las acciones y comportamientos de personas y sistemas alrededor del contexto común de los procesos de negocio. Utilizando las convenciones y notaciones que conforman los procesos estándar, un director de operaciones, por ejemplo, ve el proceso desde una perspectiva de negocio, mientras que el director de TI ve los elementos de información y sistemas.

**Alineación negocio/TI:** BPM facilita la colaboración directa y la responsabilidad conjunta de los profesionales de la empresa y de TI en el desarrollo, implementación y optimización de los procesos de negocio operacionales. El mismo modelo de procesos, por ejemplo, proporciona una perspectiva empresarial para el analista empresarial y una perspectiva de sistemas para el analista de sistemas.

**Mejora continua de los procesos:** BPM implementa los métodos y herramientas de gestión y de comportamiento de la mejora continua de procesos (CPI).

**Composición de soluciones:** BPM facilita el diseño, ensamblaje e implementación rápidos de procesos de negocio completos. Un desarrollador incorpora sistemas y servicios de TI al mismo modelo de procesos diseñado por el analista de negocio. Un completo conjunto de conectores y herramientas sin código hace el desarrollo de soluciones incluso más rápido.

---

<sup>30</sup> Garimella, K., Lees, M., & Williams, B. 2011. BPM (Gerencia de Procesos de Negocio) Tomado del Libro BPM

**Transparencia:** BPM proporciona visibilidad funcional cruzada en tiempo real de los procesos operacionales y una comprensión común de las actividades para todos los participantes.

Con BPM, puede automatizar la ejecución de muchas tareas de procesos que pueden haber sido controladas anteriormente de forma manual. Para ello, puede combinar servicios nuevos y ya existentes. Para tareas que aún requieren control manual, BPM coordinará el flujo de trabajo y dirigirá la acción al notificar a las personas y presentarles la información que necesitan para realizar su trabajo. Si el director del servicio al cliente necesita revisar un pedido de alto valor, BPM envía una notificación por correo electrónico o a una bandeja de entrada de tareas en el espacio de trabajo de los procesos.

### 1.8.1 BPMN

Business Process Modeling Notation (BPMN) es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de Negocio. Esta notación ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los procesos y los mensajes que fluyen entre los participantes de las diferentes actividades (Bizagi, 2013)<sup>31</sup>.

#### ¿Por qué es importante Modelar con BPMN?

- BPMN es un estándar internacional de modelado de procesos aceptado por la comunidad.
- BPMN es independiente de cualquier metodología de modelado de procesos.
- BPMN crea un puente estandarizado para disminuir la brecha entre los procesos de negocio y la implementación de estos.

---

<sup>31</sup> Bizagi. 2013. BPMN Business Process Modeling Notation.

- BPMN permite modelar los procesos de una manera unificada y estandarizada permitiendo un entendimiento a todas las personas de una organización.

Business Process Modeling Notation BPMN proporciona un lenguaje común para que las partes involucradas puedan comunicar los procesos de forma clara, completa y eficiente. De esta forma BPMN define la notación y semántica de un Diagrama de Procesos de Negocio (Business Process Diagram, BPD).

BPD es un Diagrama diseñado para representar gráficamente la secuencia de todas las actividades que ocurren durante un proceso, basado en la técnica de “Flow Chart”, incluye además toda la información que se considera necesaria para el análisis.

BPD es un Diagrama diseñado para ser usado por los analistas de procesos, quienes diseñan, controlan y gestionan los procesos. Dentro de un Diagrama de Procesos de negocios BPD se utilizan un conjunto de elementos gráficos, que se encuentran agrupados en categorías.

## CAPÍTULO II: RESULTADOS

Para realizar el análisis y diseño de este proyecto se utiliza la metodología ICONIX, que es un proceso ágil que se encuentra entre una metodología RUP y XP. ICONIX, se guía a través de los casos de uso y sigue un ciclo de vida iterativo e incremental. El objetivo es que a partir de estos casos de prueba se obtenga el sistema final. Es válido usar ICONIX siempre y cuando exista participación de usuarios finales como es el caso de este proyecto, además de incluir que se acomoda perfectamente a las modelos de desarrollos ágiles tipo SCRUM que es la que usa el área “Automatización de Sistemas” de la organización.

### 2.1 Flujo de Procesos de Estimación de Costos

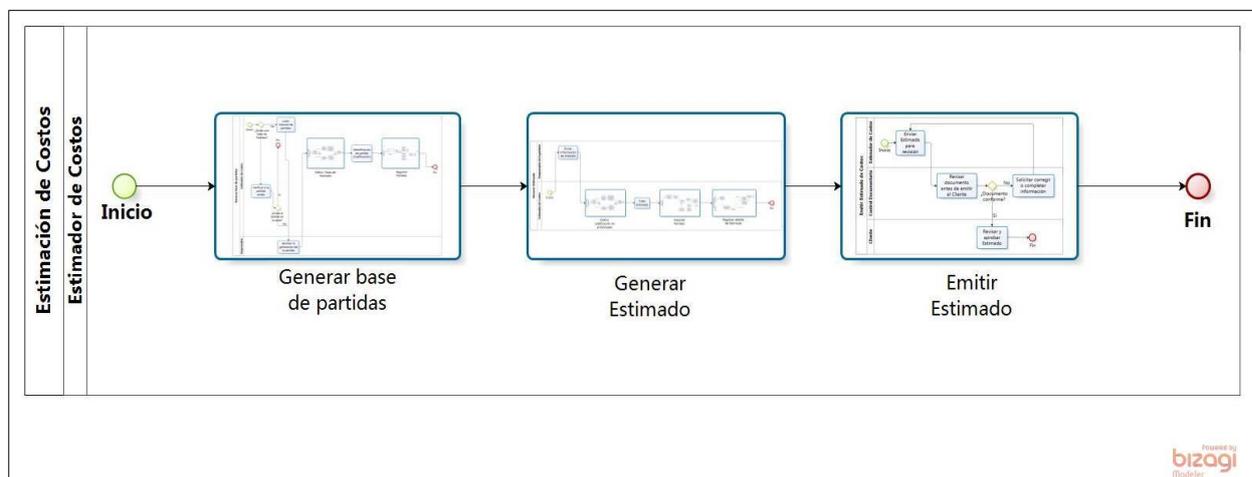


Figura 12: Modelo del Proceso - Diagrama General de Estimación de Costos.  
Fuente: [Elaboración Propia].

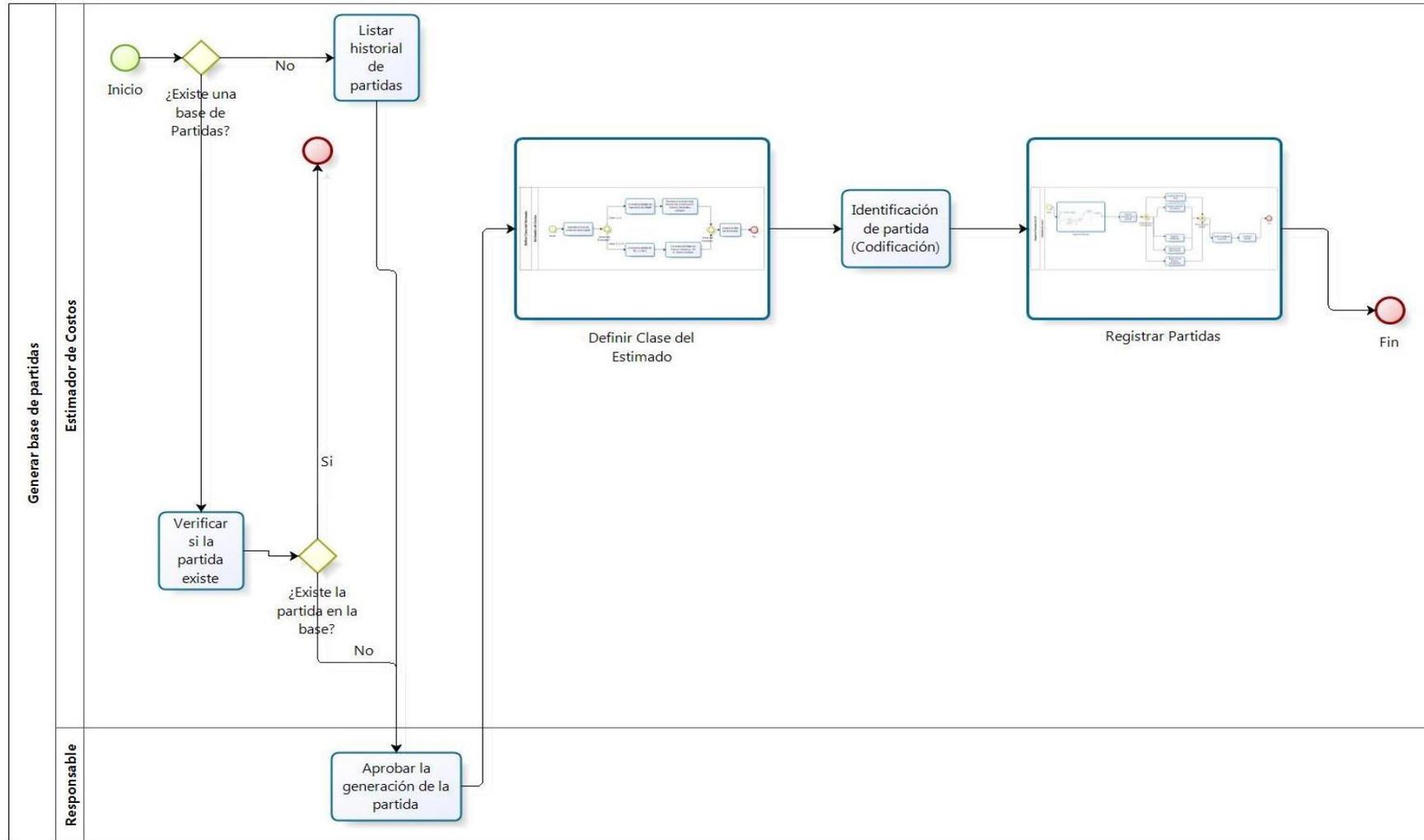


Figura 13: Modelo del Proceso - Generar Base de Partidas.  
Fuente: [Elaboración Propia].

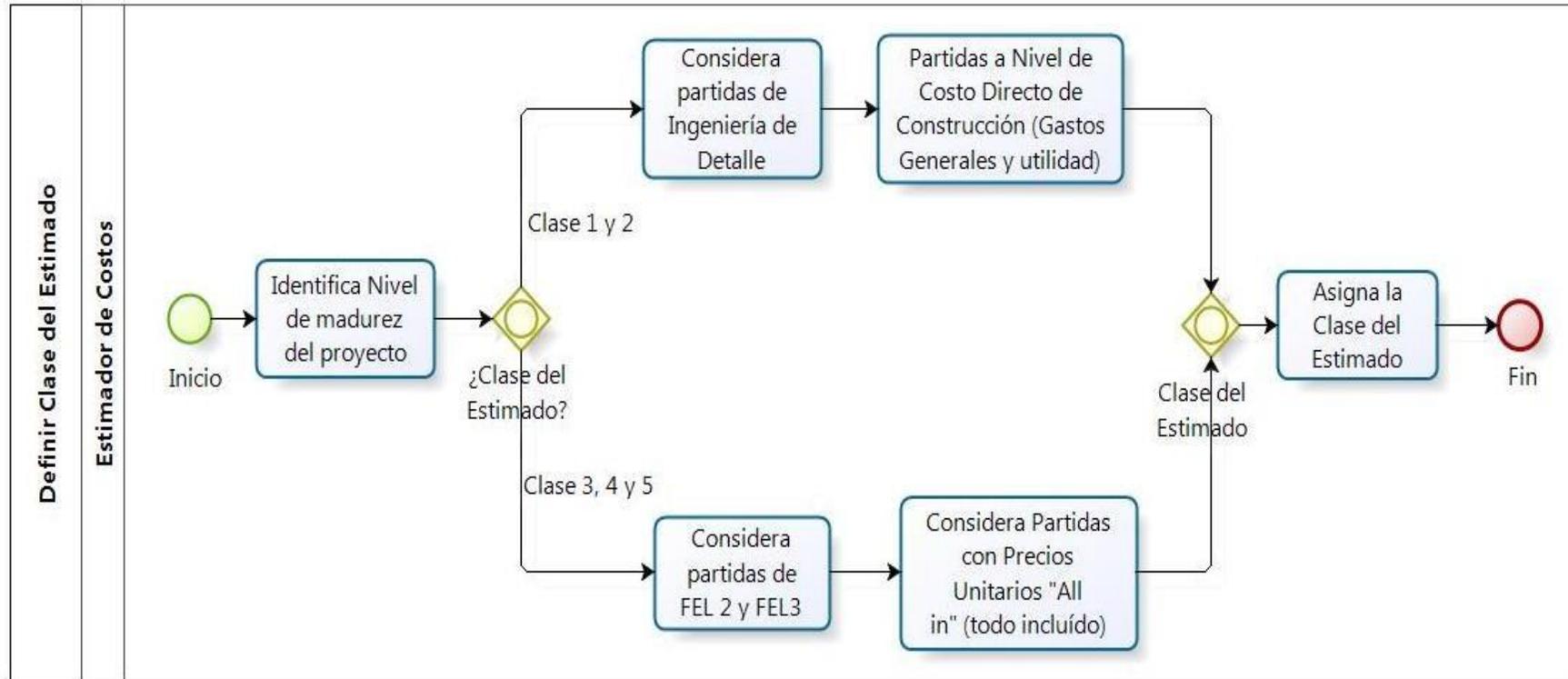


Figura 14: Modelo del Proceso - Definir Clase del Estimado.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

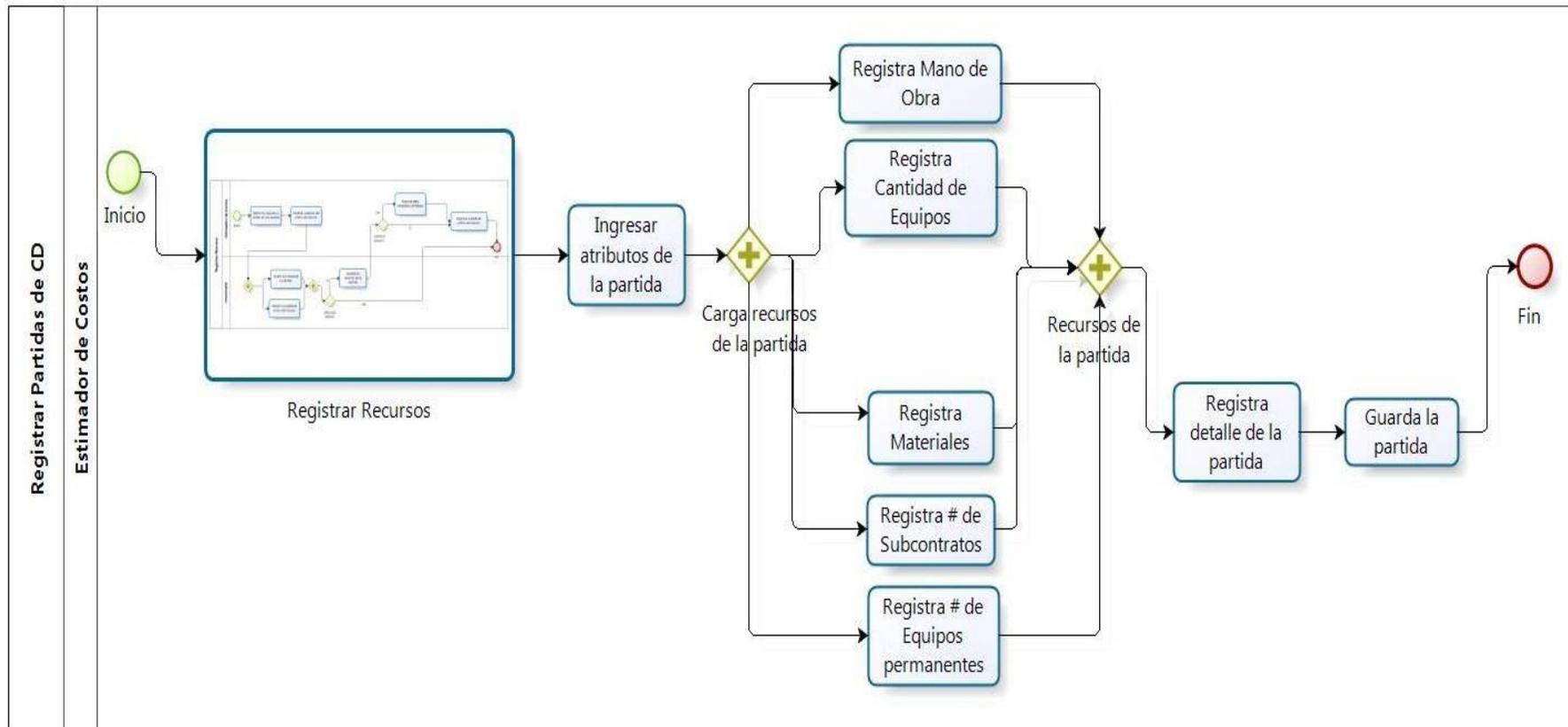


Figura 15: Modelo del Proceso - Registrar Partidas.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

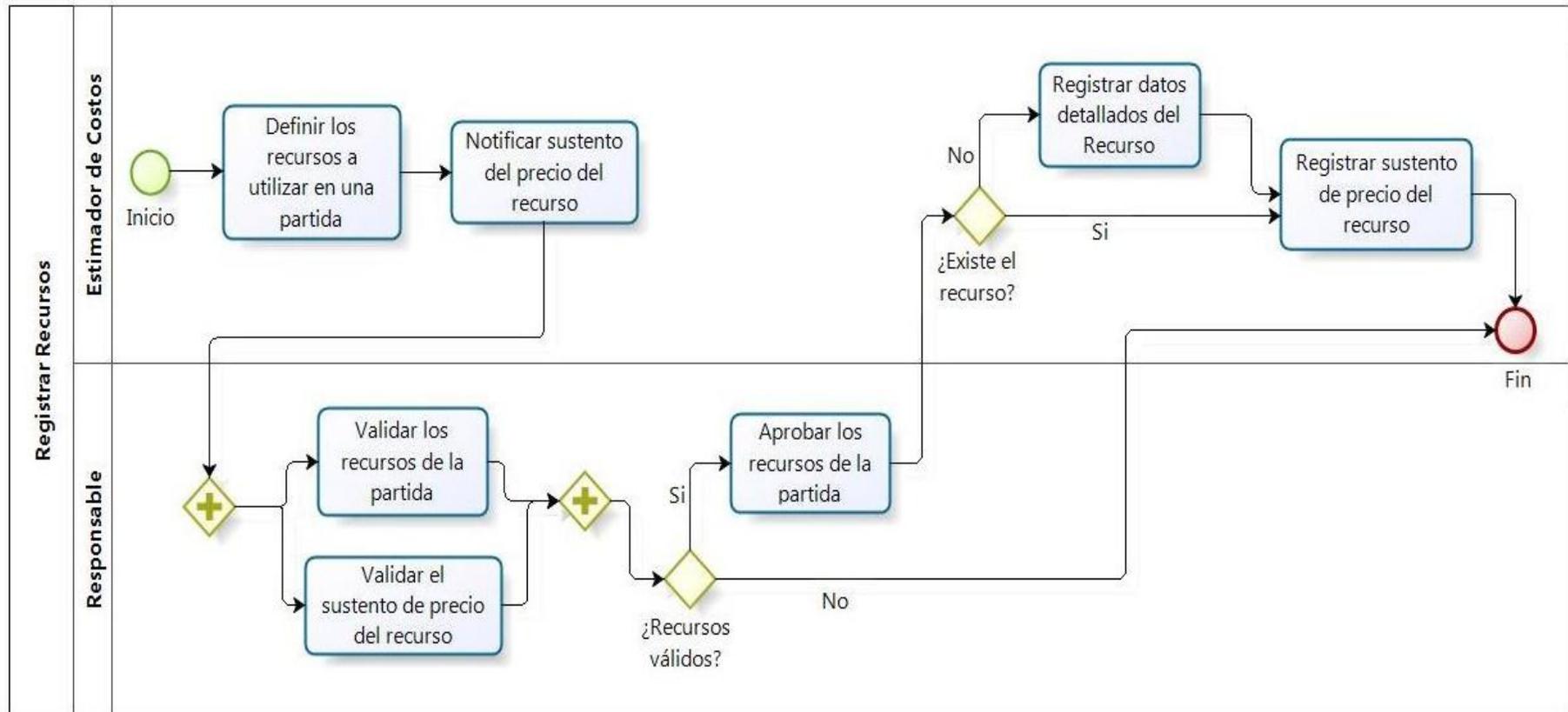


Figura 16: Modelo del Proceso – Registrar Recursos.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

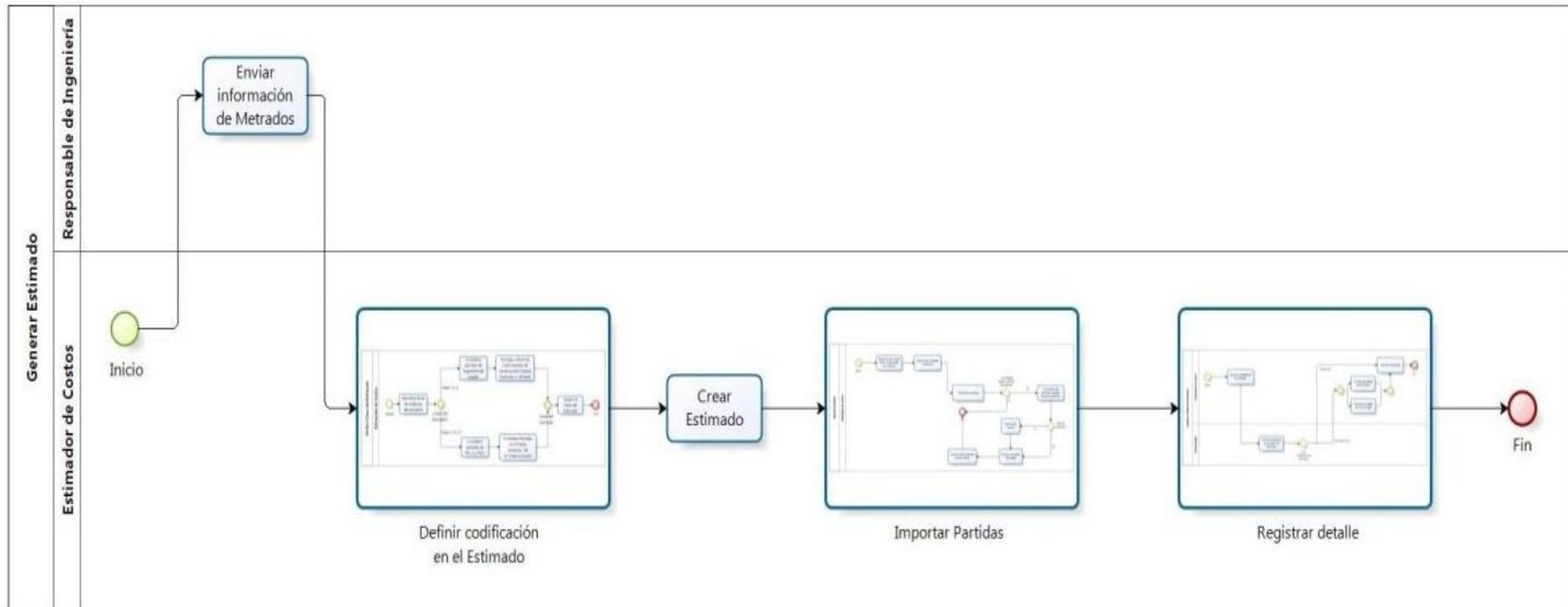


Figura 17: Modelo del Proceso – Generar Estimado.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

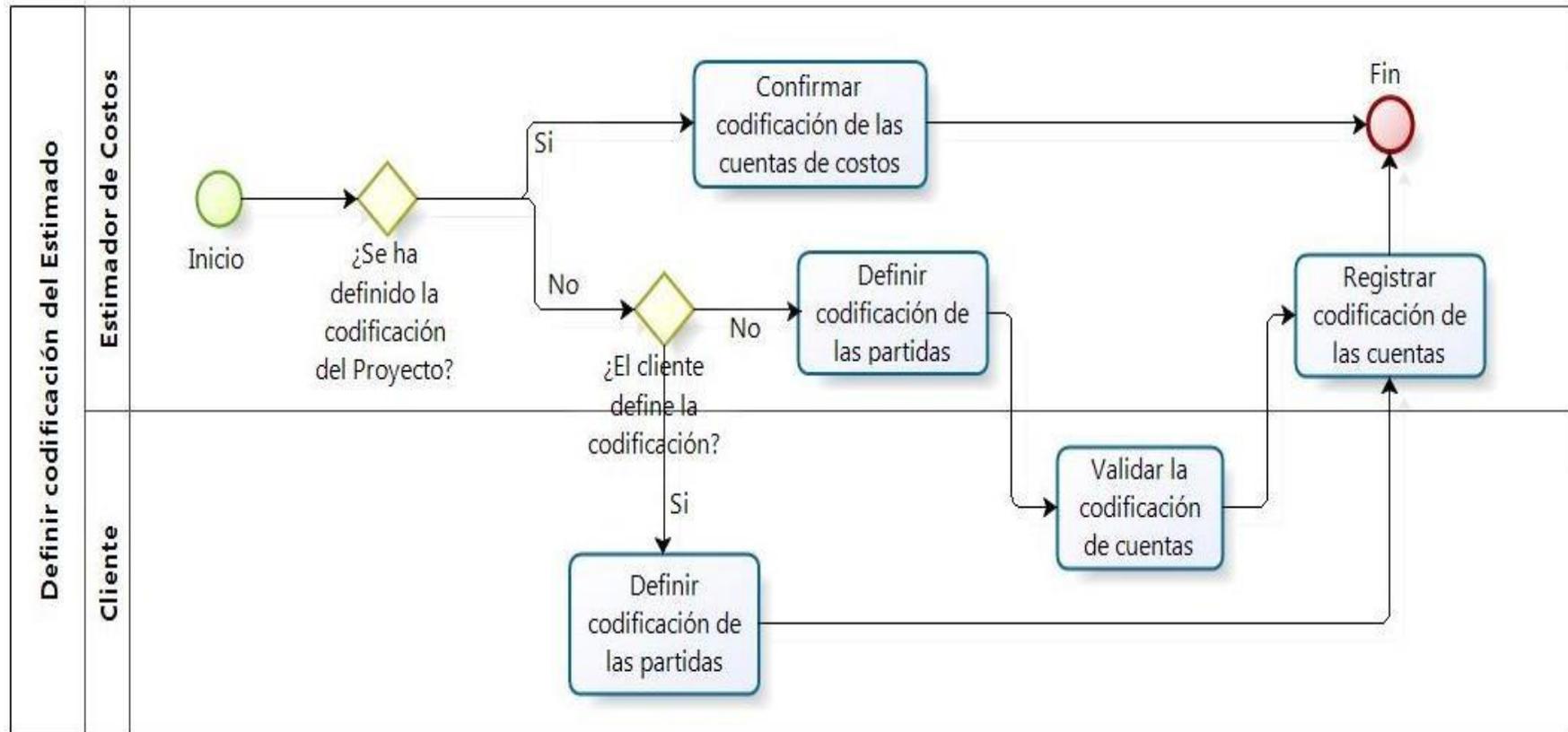


Figura 18: Modelo del Proceso – Definir Codificación del Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

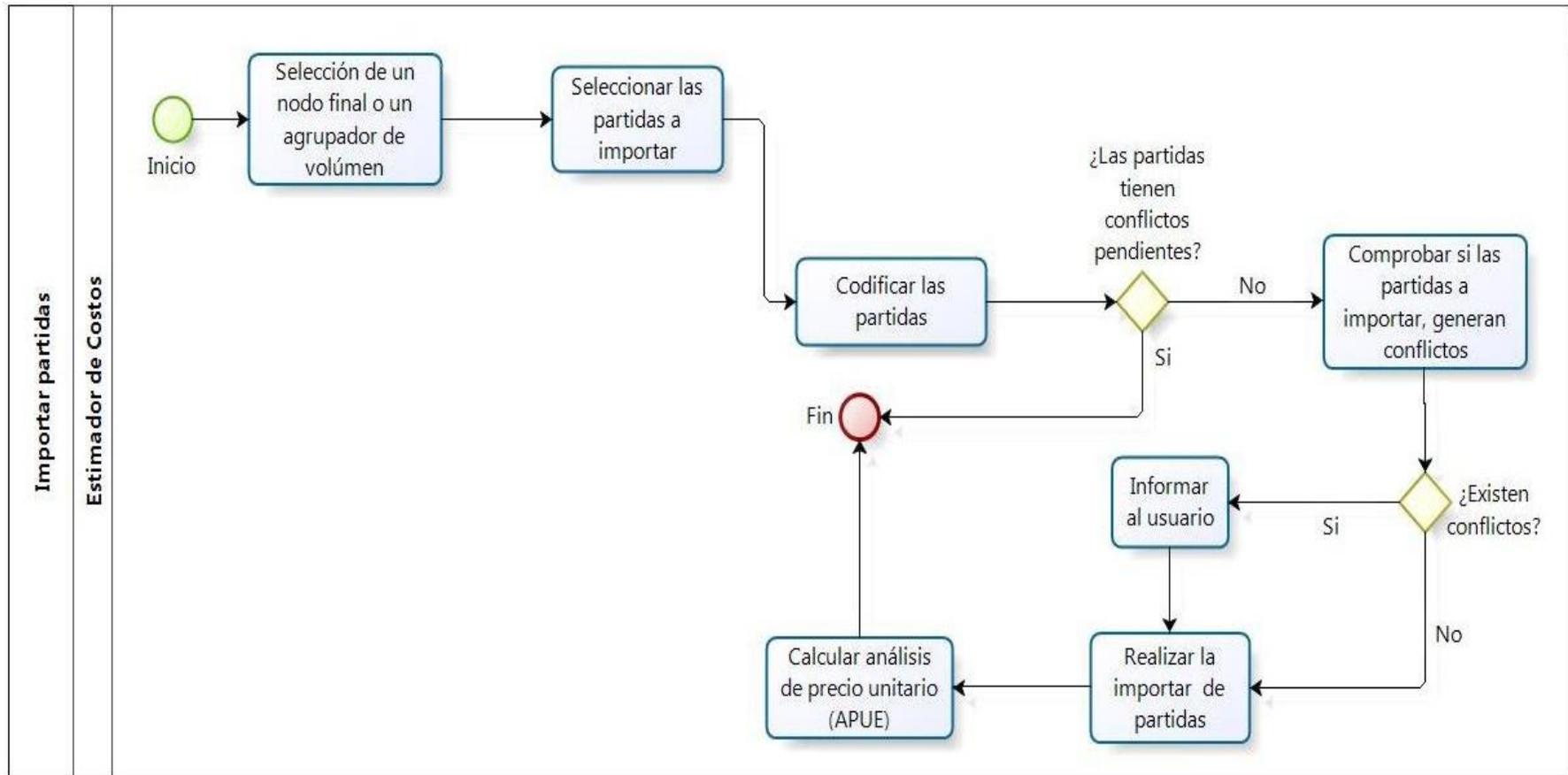


Figura 19: Modelo del Proceso – Importar Partidas.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

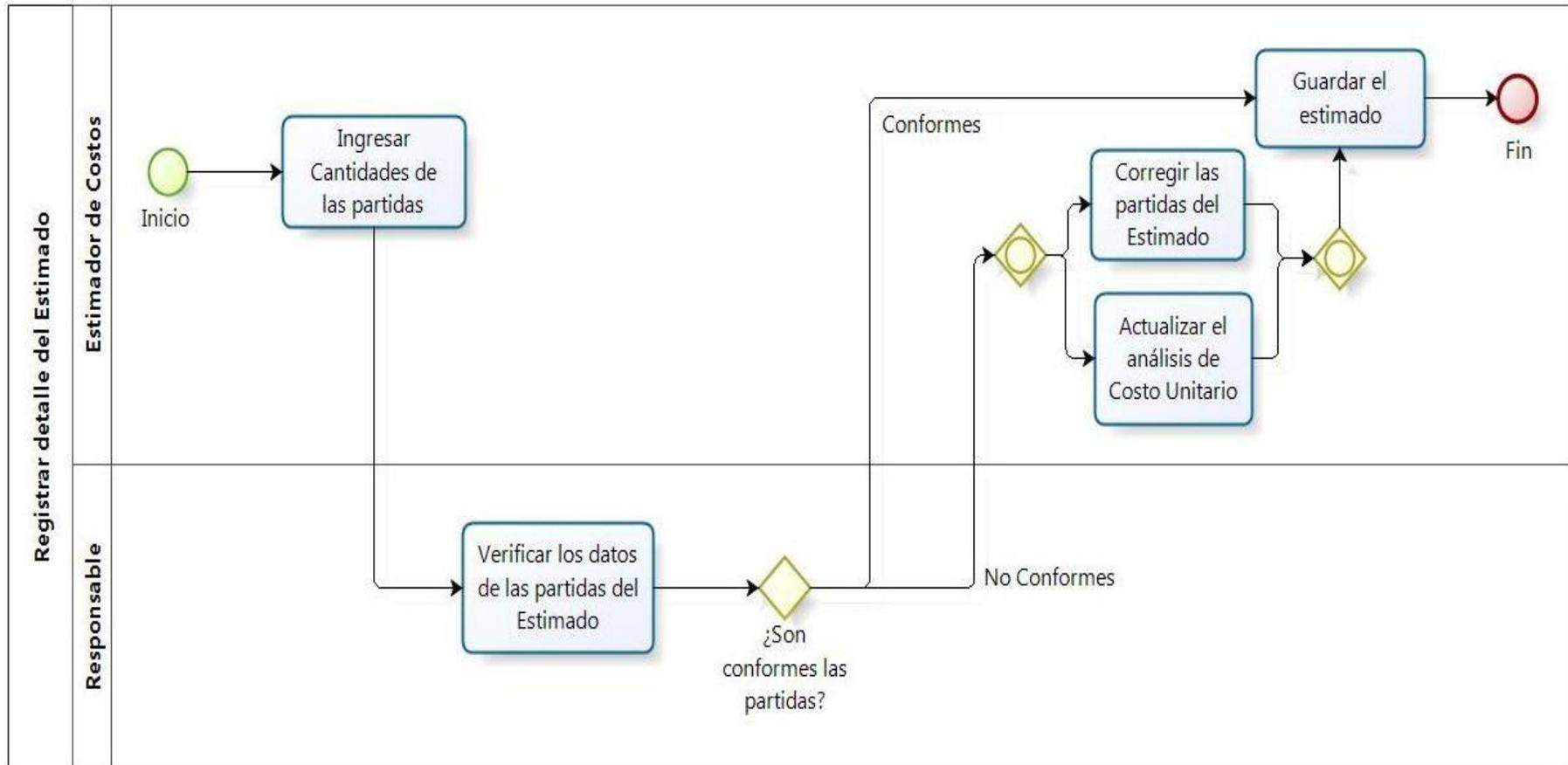


Figura 20: Modelo del Proceso – Registrar detalle del Estimado.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

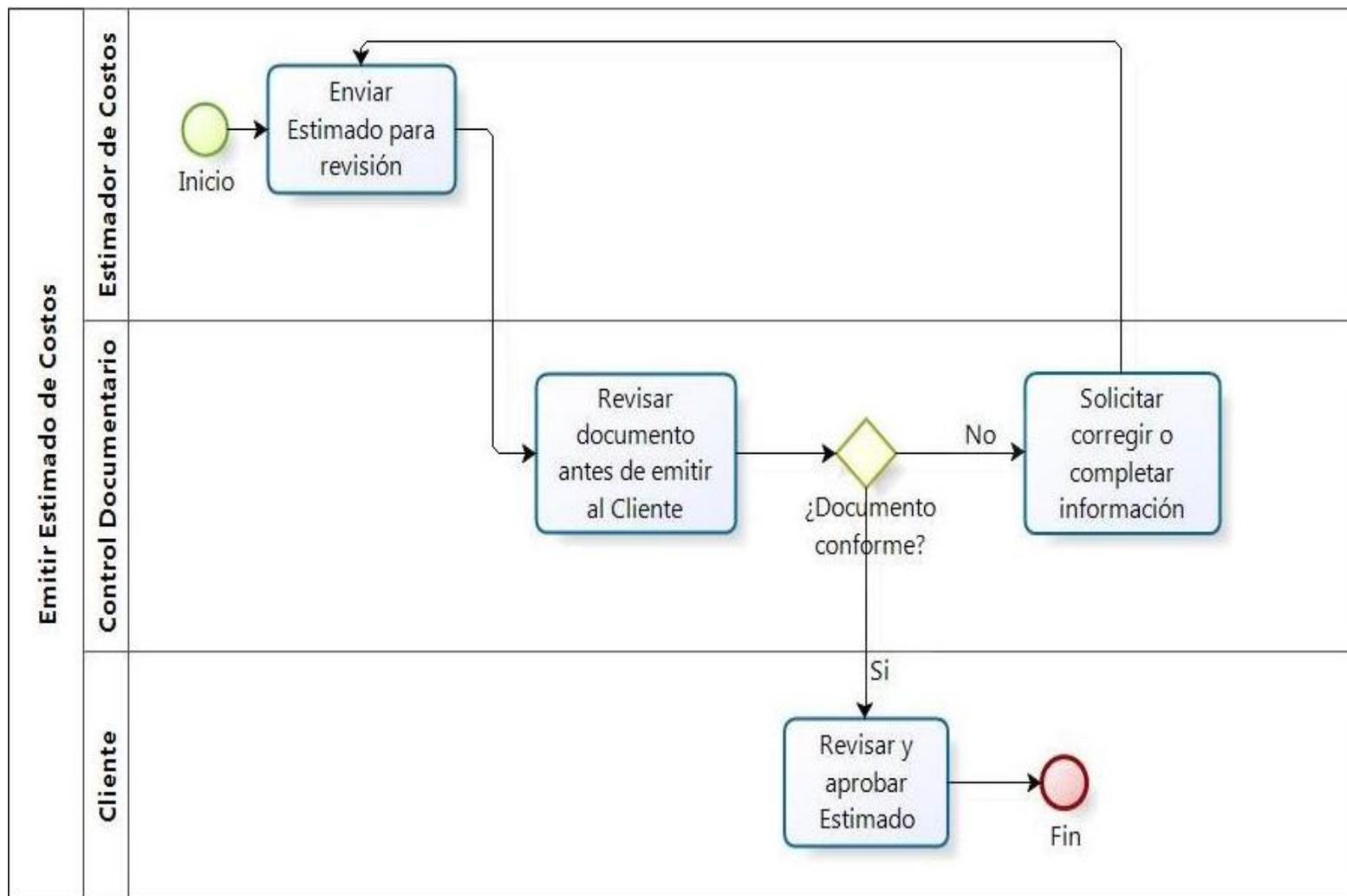


Figura 21: Modelo del Proceso – Emitir Estimado de Costos  
 Fuente: [Elaboración Propia].

## 2.2 Análisis de Requisitos

### 2.2.1 Prototipado Rápido

A continuación se presentan las interfaces prototipo que servirán de apoyo para el análisis del Sistema de Estimación de Costos, presentándolos en 02 Grandes Módulos, el primero que es el Maestro de Costos que se puede decir que es la configuración de las partidas base y el segundo la Estimación de Costos que es el armado de partidas dentro del EDT del Proyecto.

Estas interfaces fueron desarrolladas con Balsamiq mockups<sup>32</sup>, que es una herramienta cloud, ágil y muy intuitiva para proyectos web.

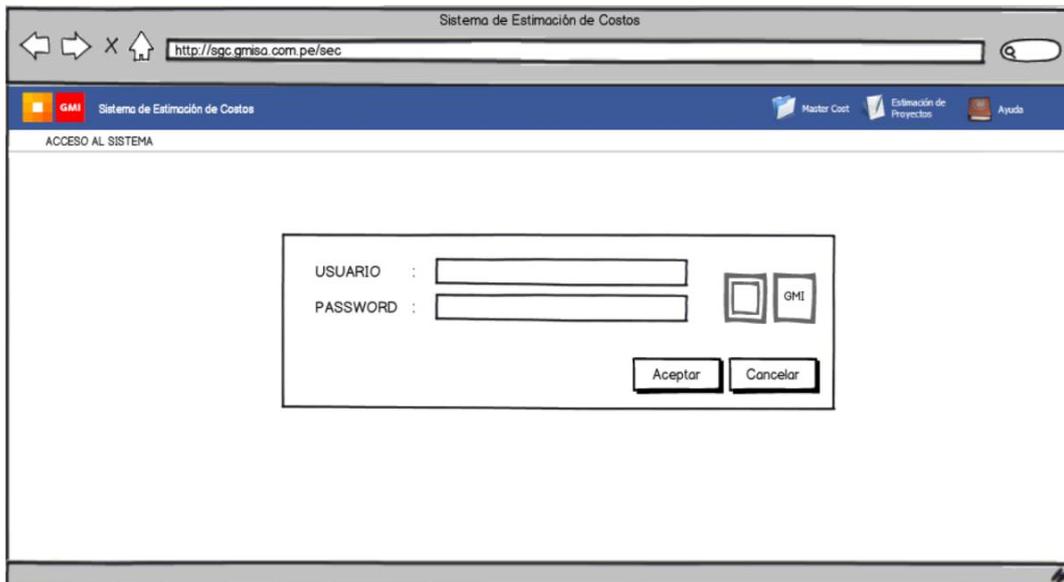


Figura 22: Prototipo de Acceso al Sistema de Estimación de Costos.  
Fuente: [Elaboración Propia].

<sup>32</sup> Balsamiq mockups V.2.2.24, disponible en <http://balsamiq.com/download/> [Accedido el 14 de diciembre del 2014]

2.2.1.1 Prototipos del maestro de costos

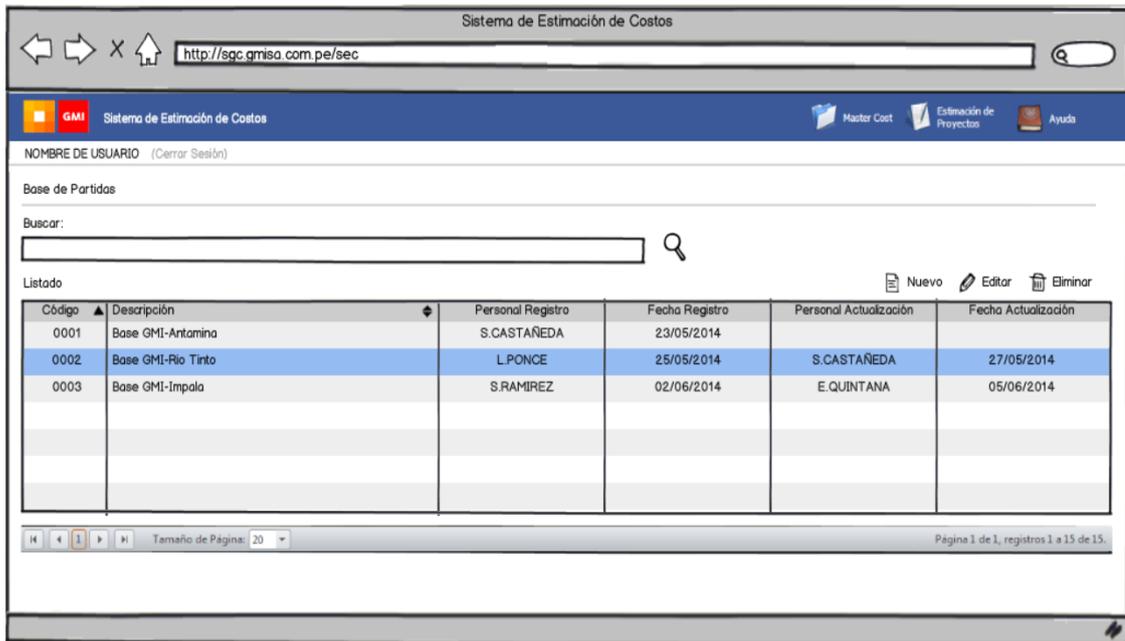


Figura 23: Prototipo del listado Principal de las Bases de Partidas.  
Fuente: [Elaboración Propia].

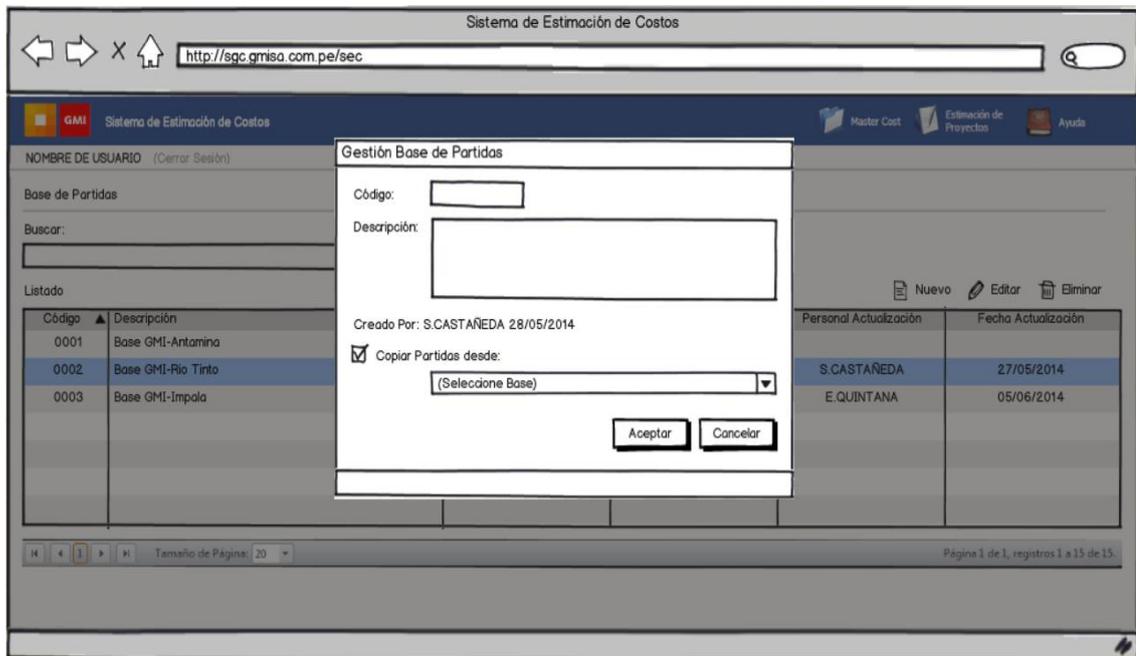


Figura 24: Prototipo del mantenimiento de una Base de Partidas.  
Fuente: [Elaboración Propia].

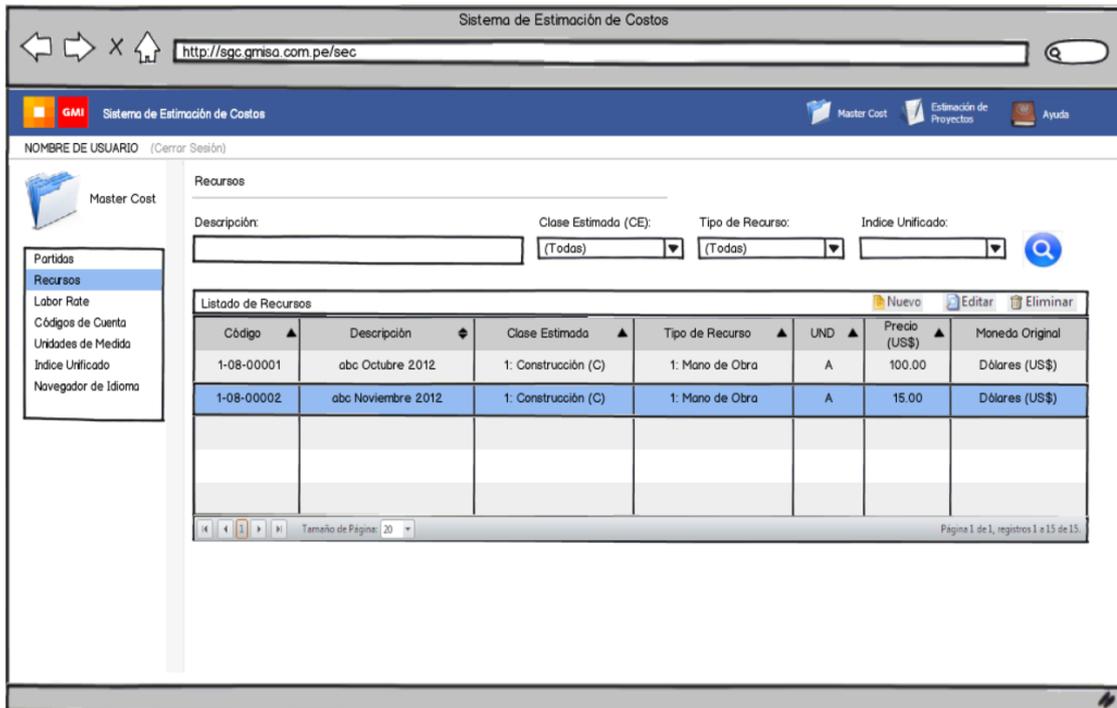


Figura 25: Prototipo del listado Principal de Base de Recursos.  
Fuente: [Elaboración Propia].

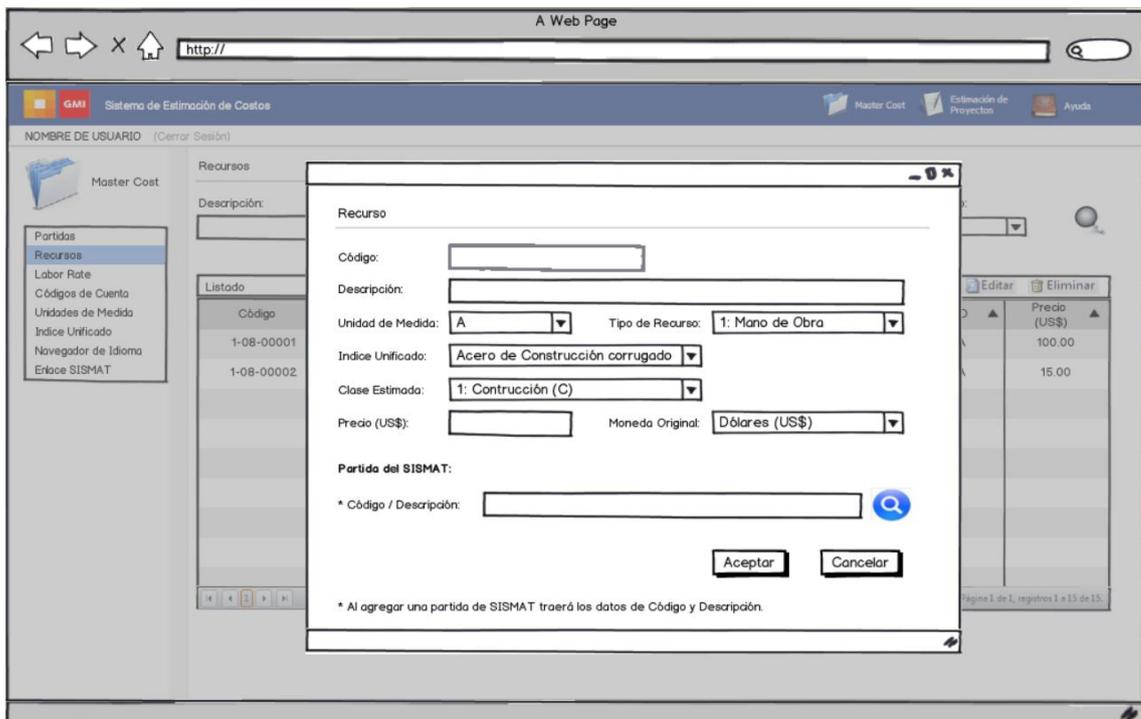


Figura 26: Prototipo del mantenimiento de un Base de Recursos.  
Fuente: [Elaboración Propia].

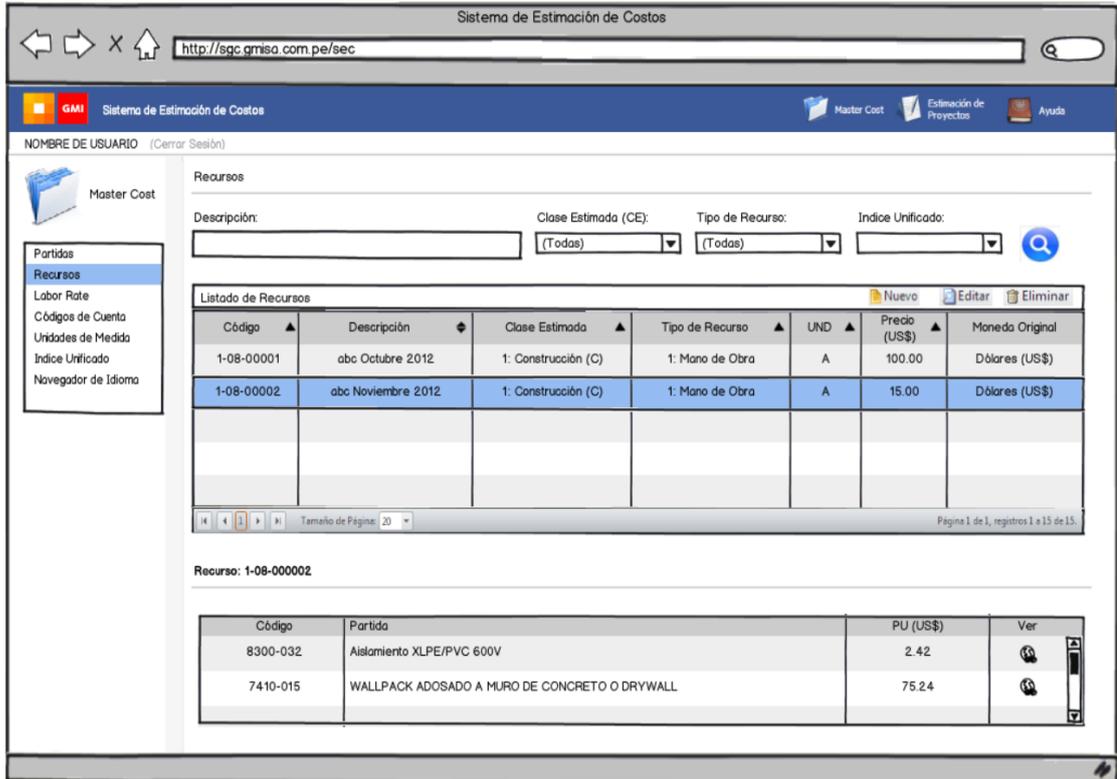


Figura 27: Prototipo del listado de Partidas donde se encuentra un recurso.  
Fuente: [Elaboración Propia].

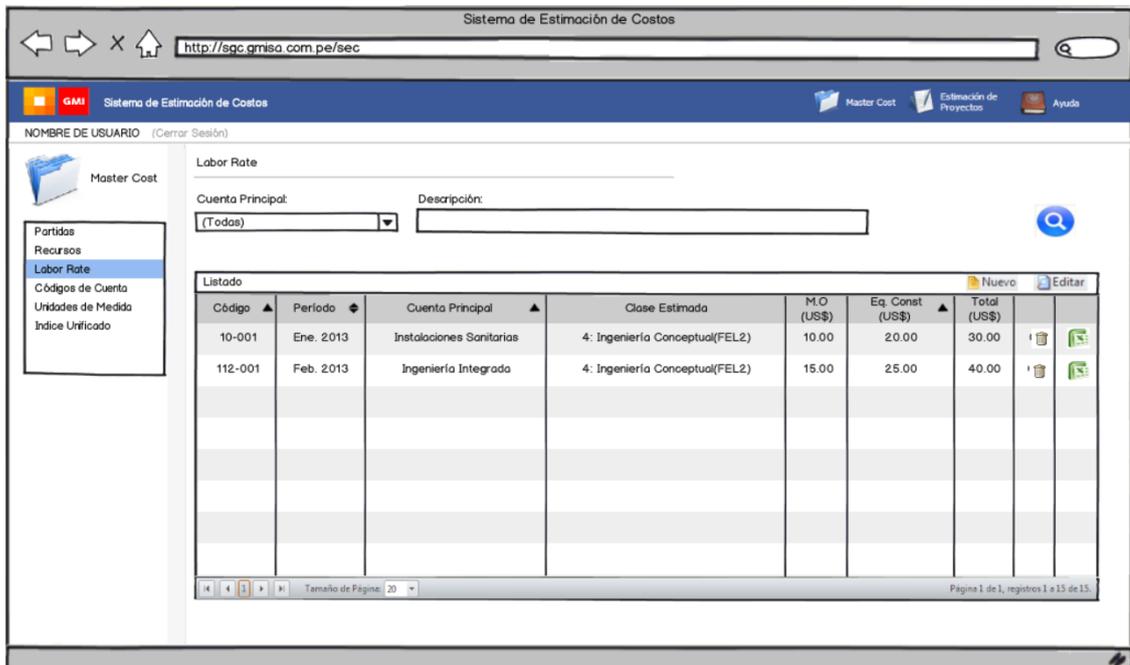


Figura 28: Prototipo del listado Principal de los Labor Rate.  
Fuente: [Elaboración Propia].

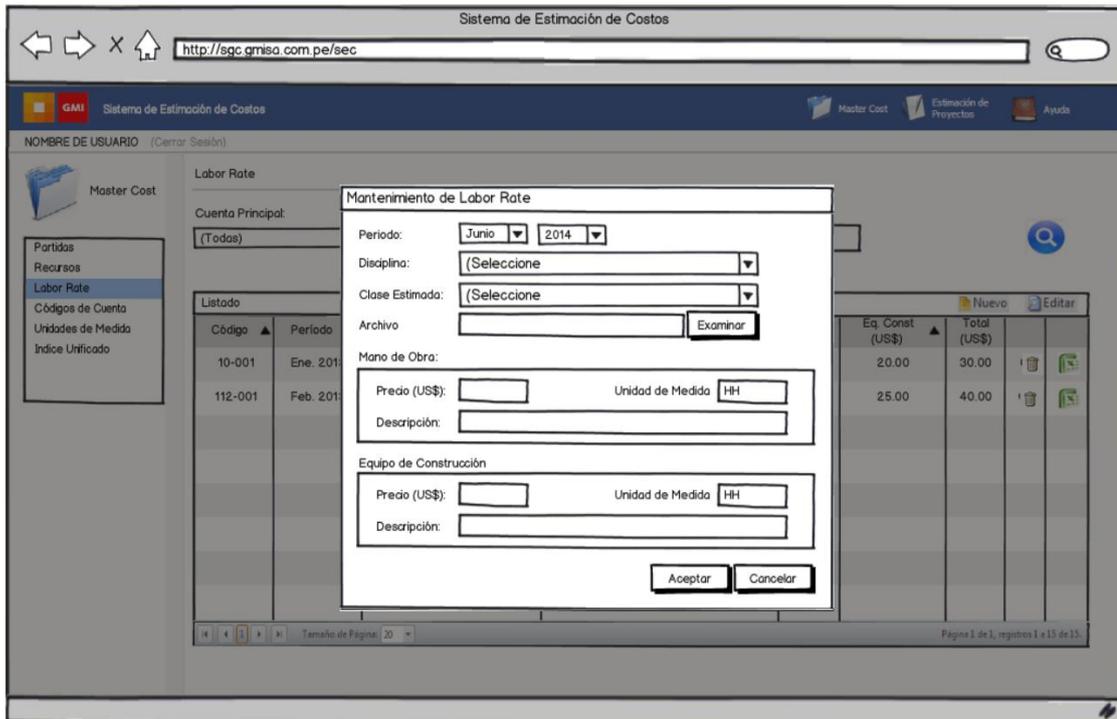


Figura 29: Prototipo del Mantenimiento de Labor Rate.  
Fuente: [Elaboración Propia].

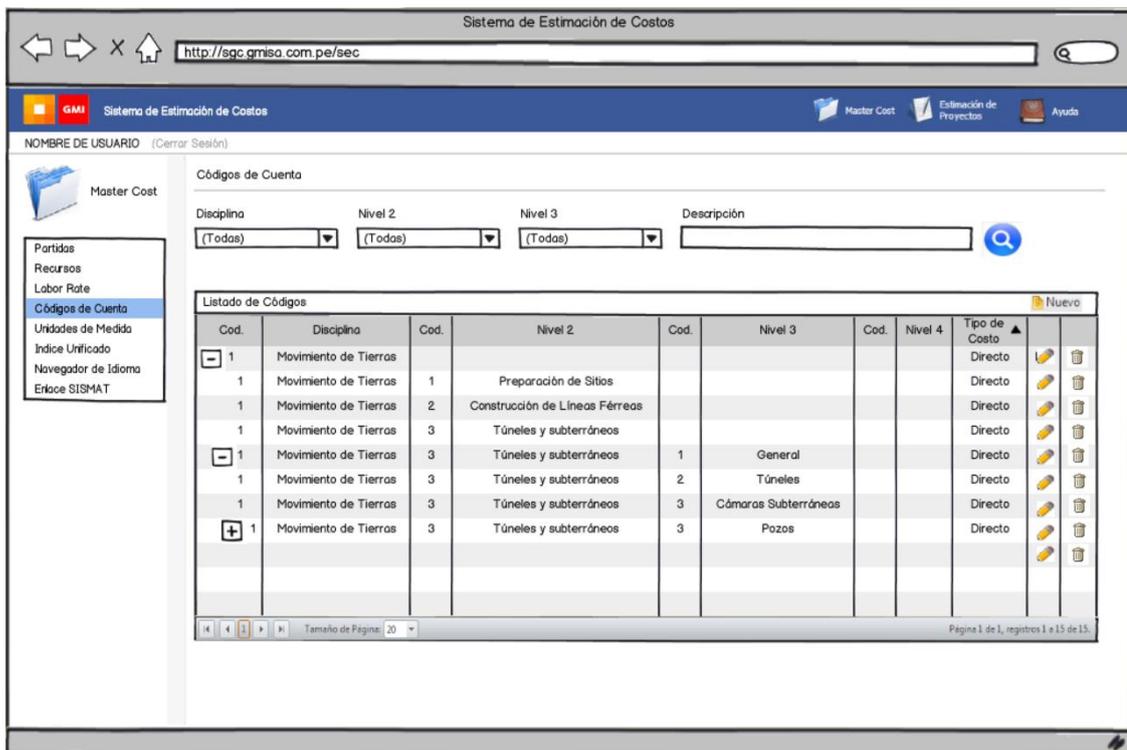


Figura 30: Prototipo del listado Principal de los Código de Cuenta.  
Fuente: [Elaboración Propia].

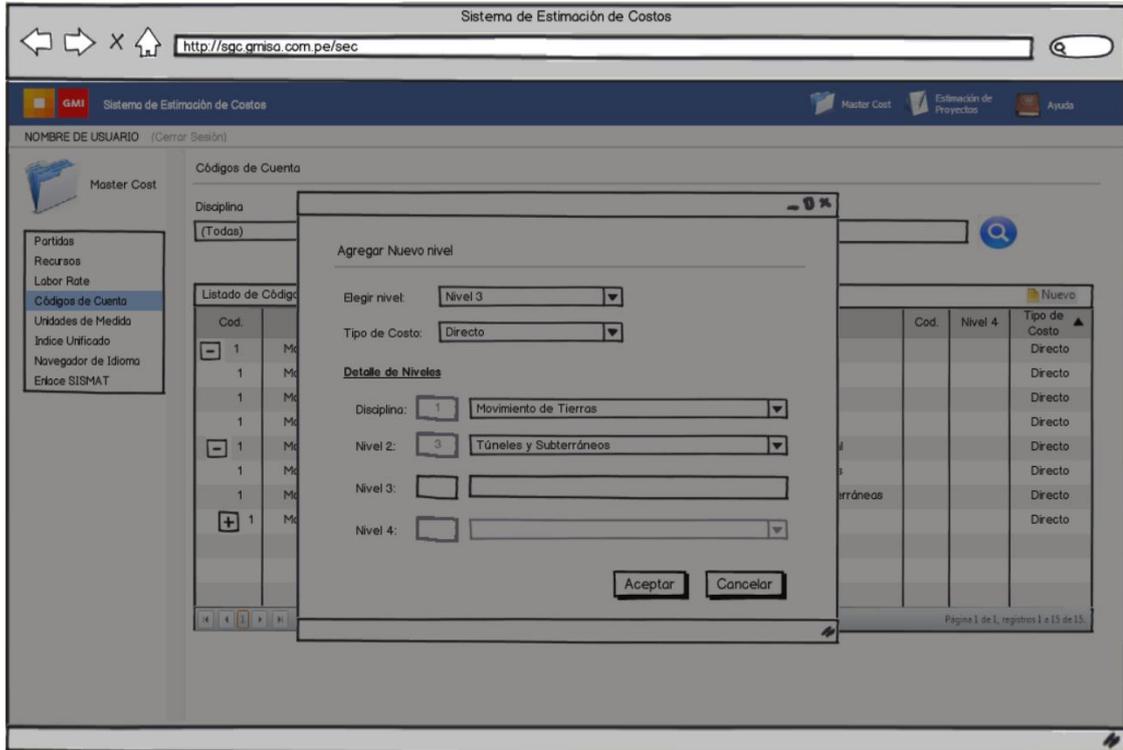


Figura 31: Prototipo del Mantenimiento de los Códigos de Cuenta de una Partida.  
Fuente: [Elaboración Propia].

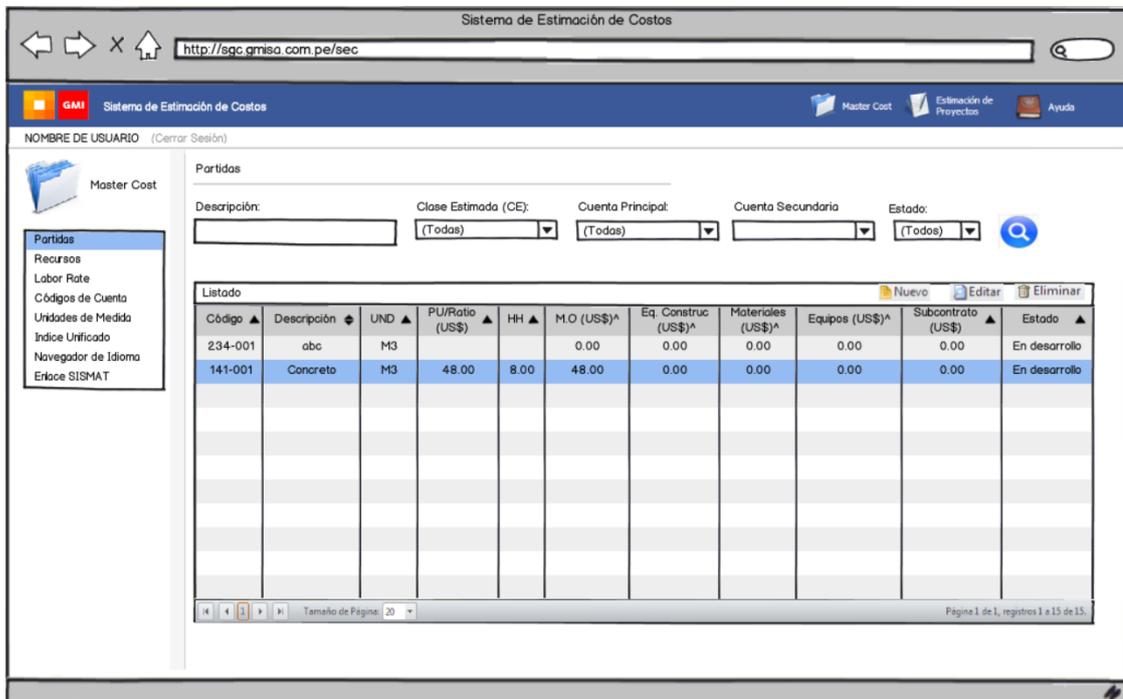


Figura 32: Prototipo del listado Principal de Partidas.  
Fuente: [Elaboración Propia].

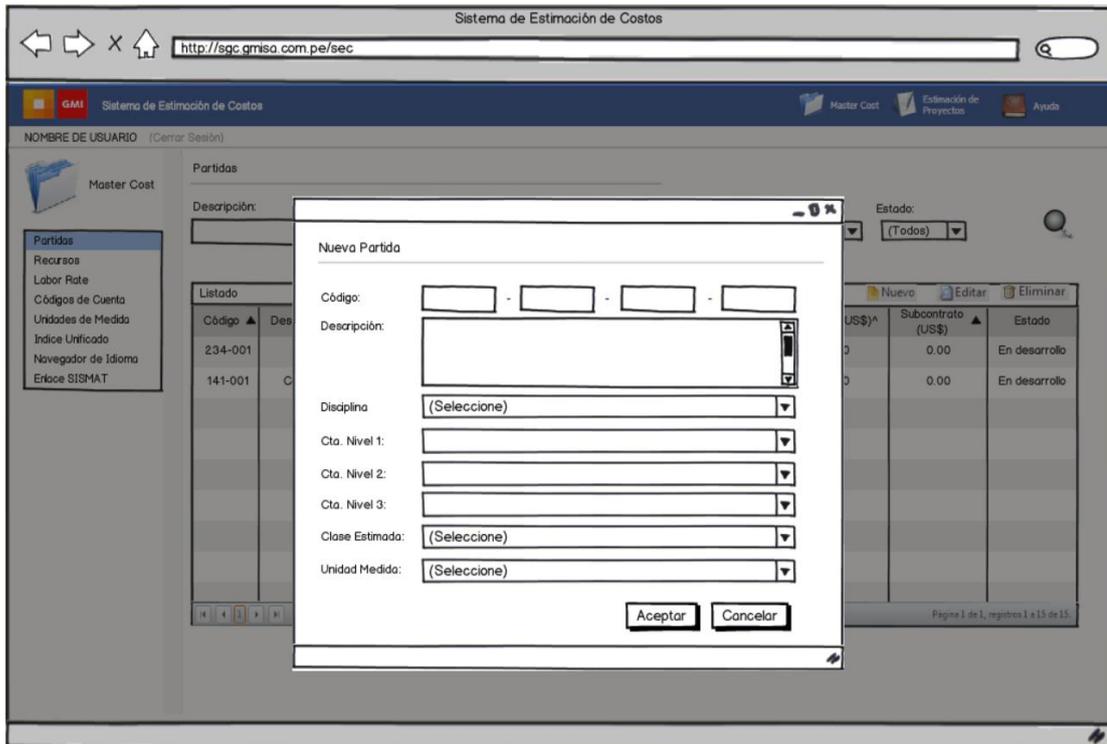


Figura 33: Prototipo del Mantenimiento de Partidas.  
Fuente: [Elaboración Propia].

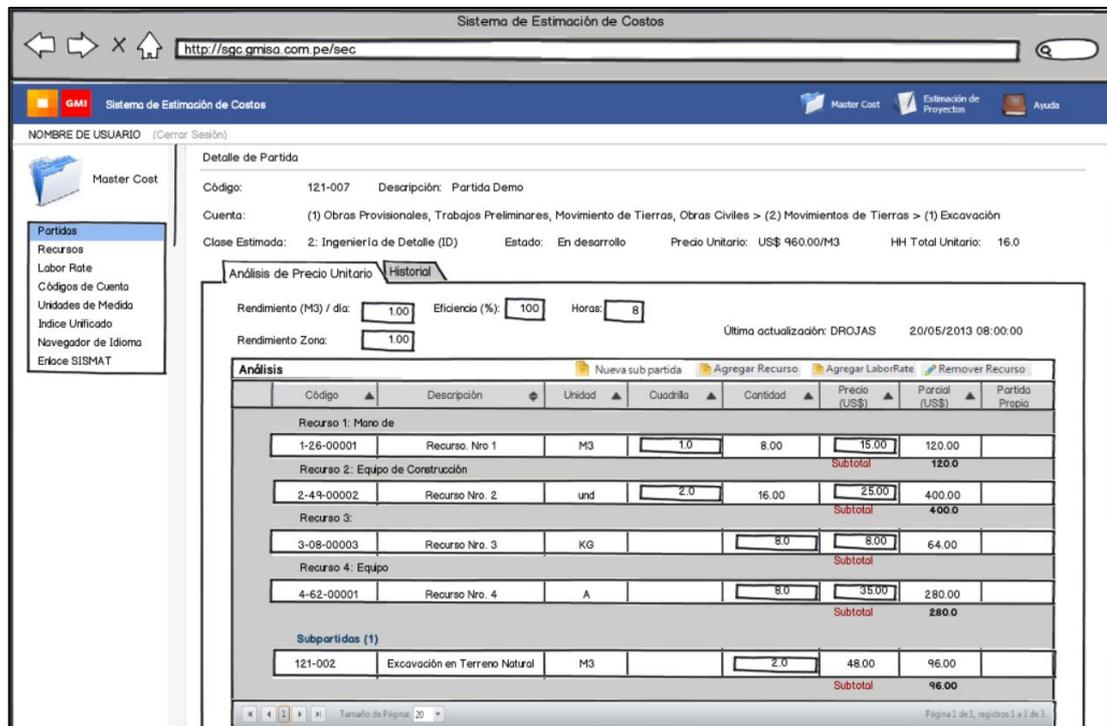


Figura 34: Prototipo del Análisis de Precio de una Partida.  
Fuente: [Elaboración Propia].

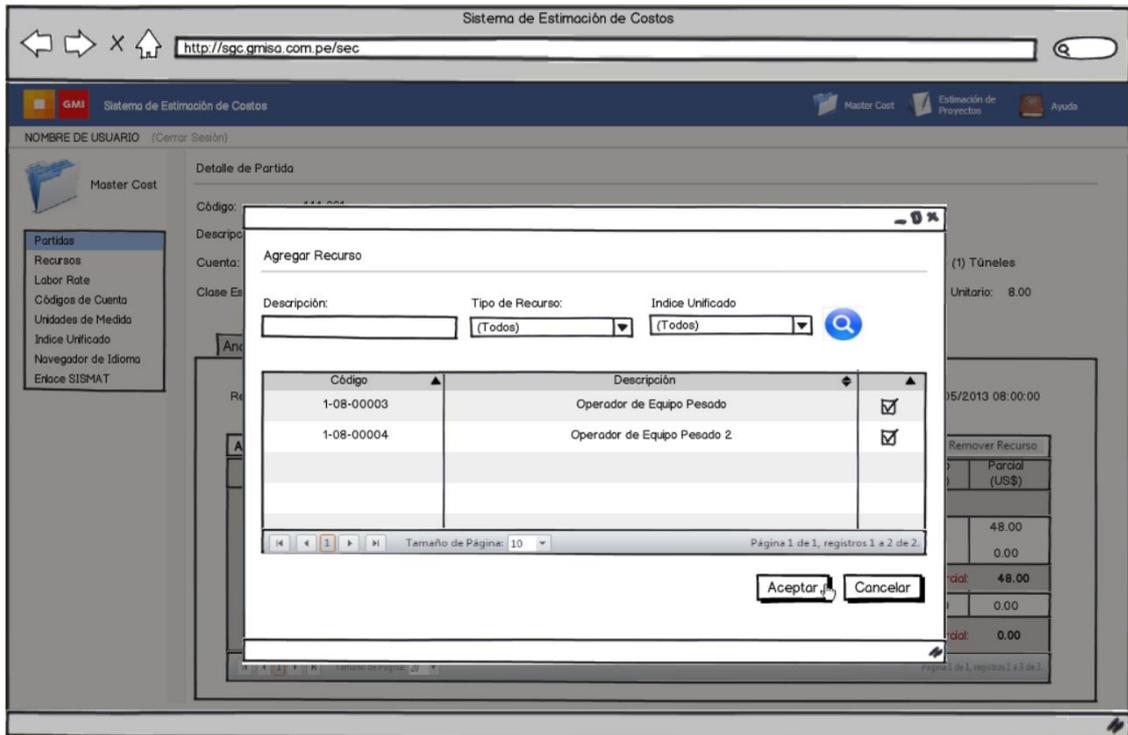


Figura 35: Prototipo de la importación de los recursos a un Análisis de Precio.  
Fuente: [Elaboración Propia].

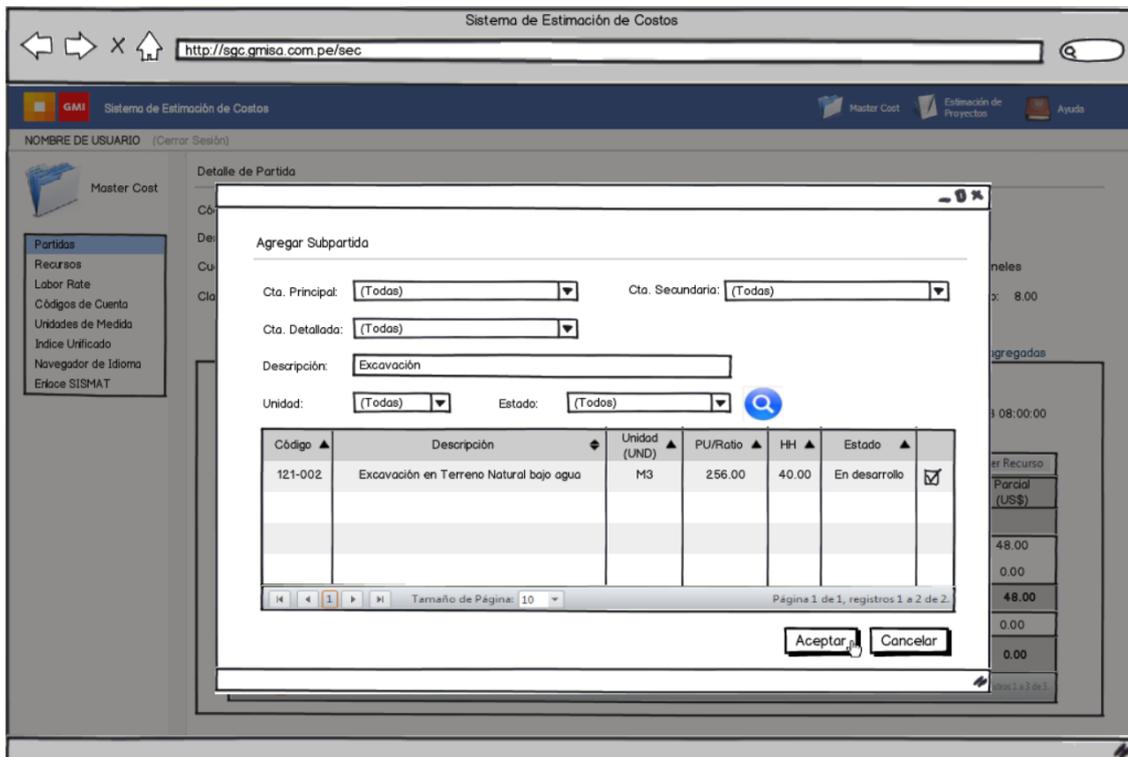


Figura 36: Prototipo de la importación de una Partida (SubPartida) al Análisis de Precio.  
Fuente: [Elaboración Propia].

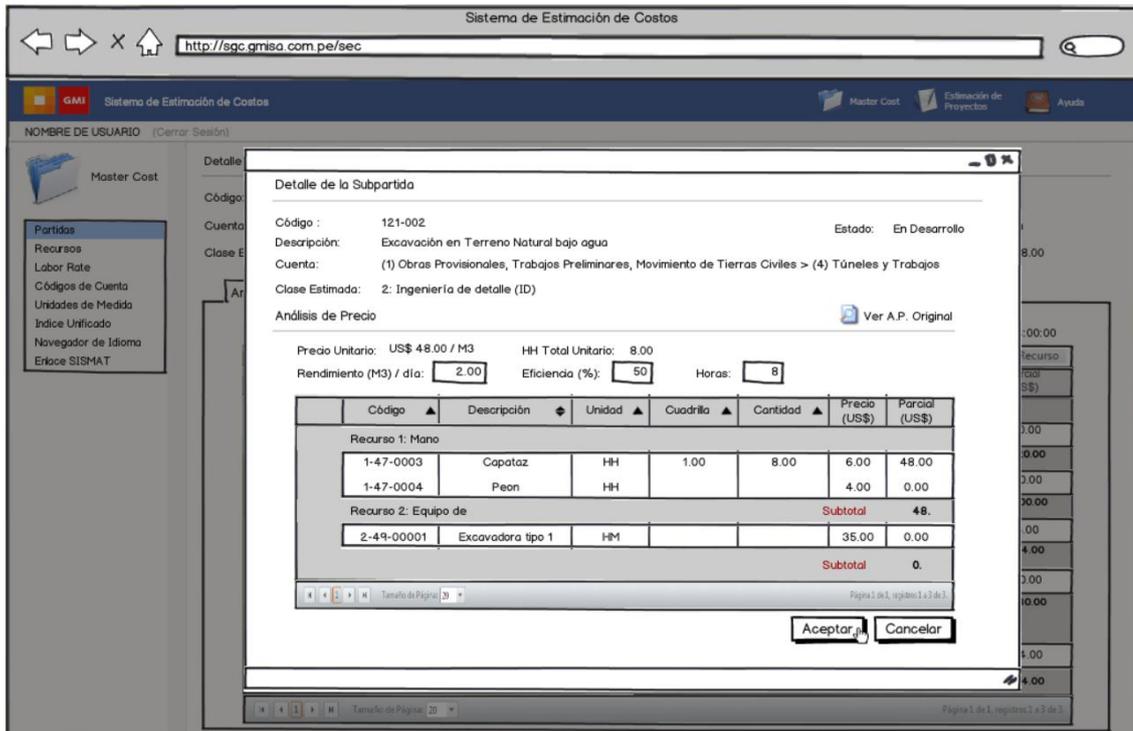


Figura 37: Prototipo del Detalle de una SubPartida dentro de un Análisis de Precio.  
Fuente: [Elaboración Propia].

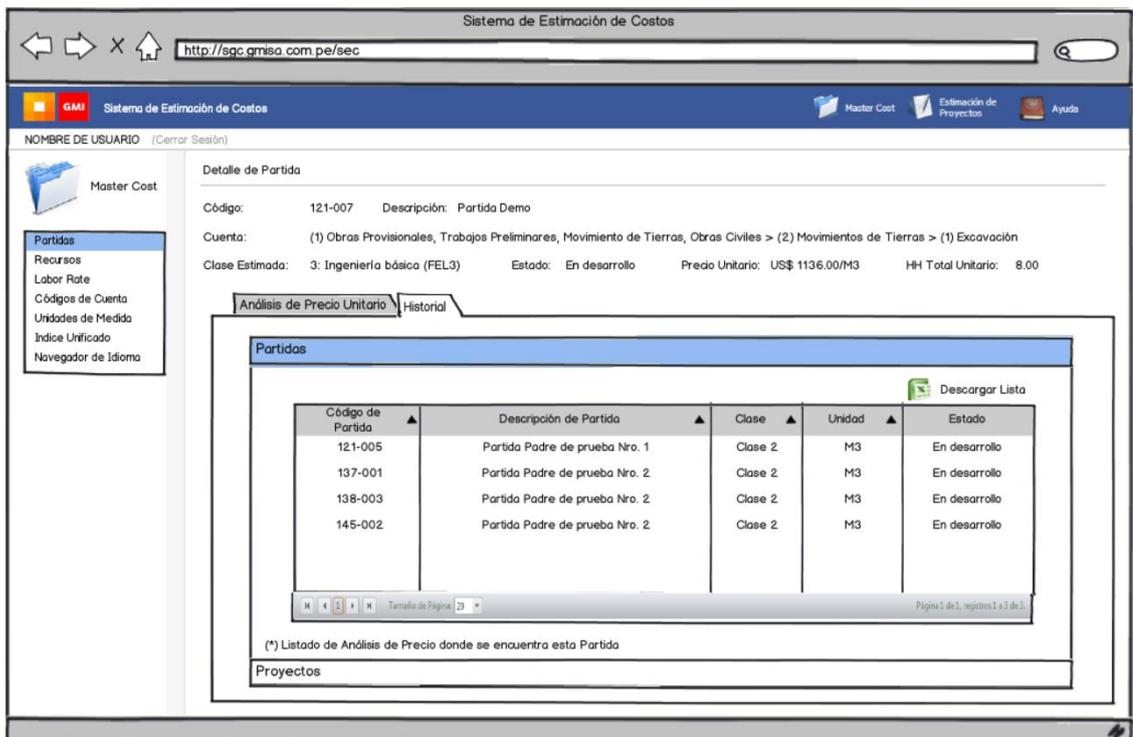


Figura 38: Prototipo del listado de los Análisis de Precio donde se encuentra una Partida.  
Fuente: [Elaboración Propia].

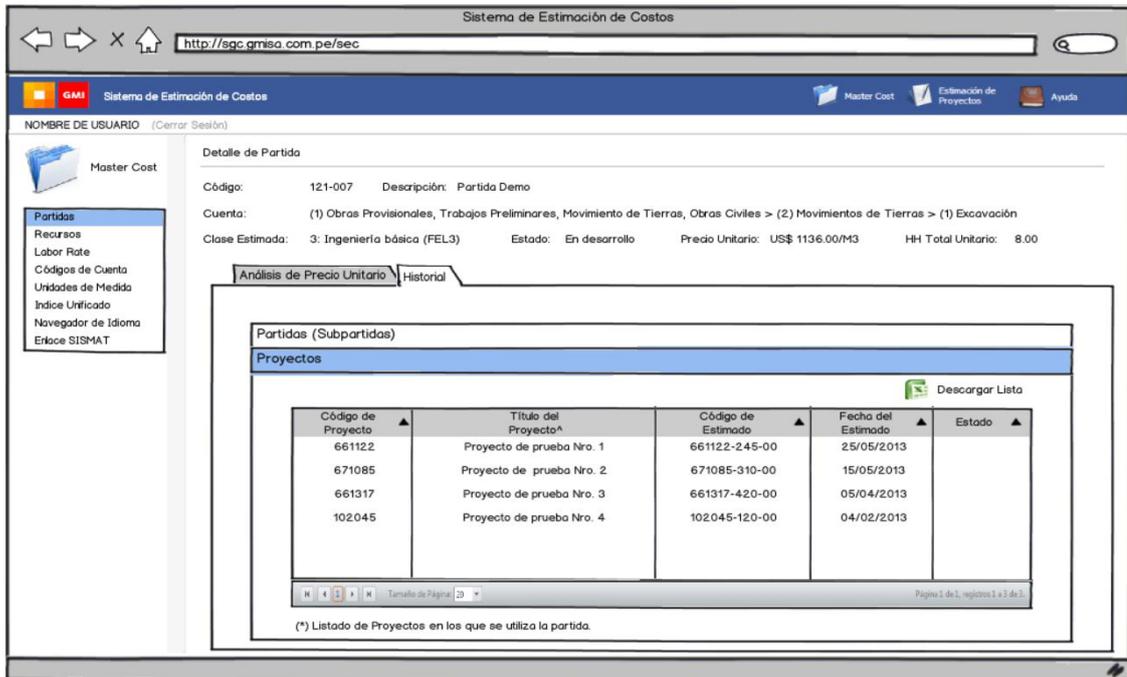


Figura 39: Prototipo del listado de los Proyectos donde se encuentra una Partida.  
Fuente: [Elaboración Propia].

### 2.2.1.2 Prototipos para la estimación de costos

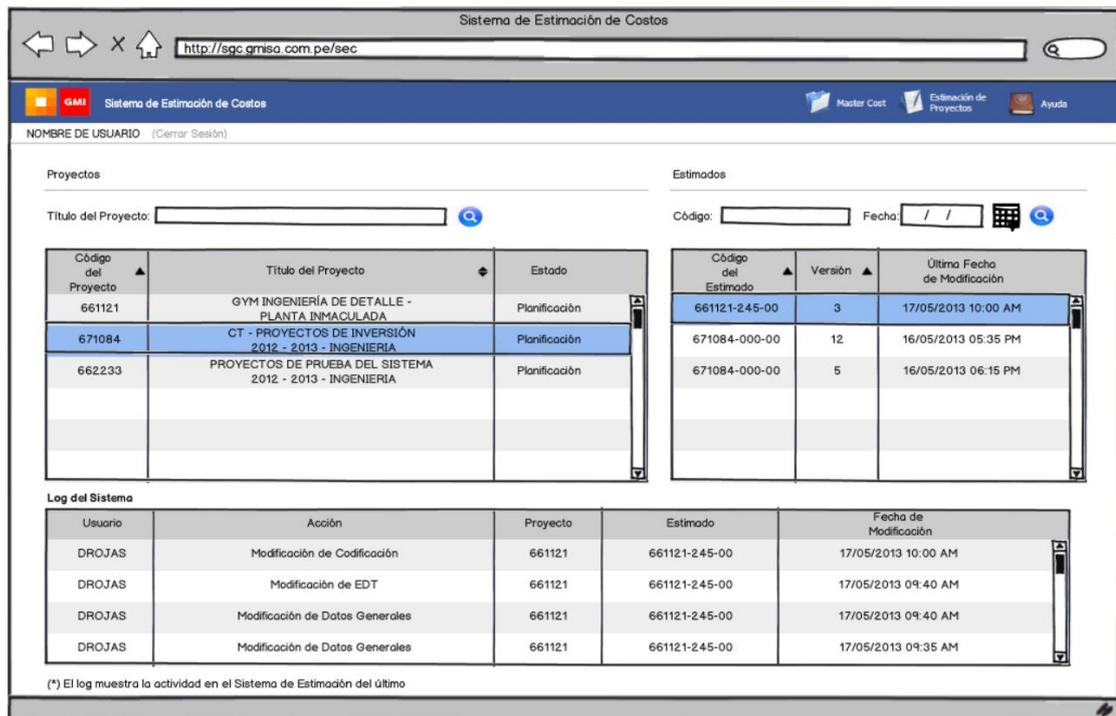


Figura 40: Prototipo del listado Principal de las Estimaciones por Proyecto.  
Fuente: [Elaboración Propia].

**Sistema de Estimación de Costos**

http://sgc.gmisa.com.pe/sec

**Sistema de Estimación de Costos** | Master Cost | Estimación de Proyectos | Ayuda

NOMBRE DE USUARIO (Cerrar Sesión)

**DATOS GENERALES DEL PROYECTO**  
671084 - PROYECTOS DE PRUEBA 2013 - INGENIERIA

Código GMI: 671084 Propuesta: 944806 - Contrato de Prueba para el caso de ejemplo

Código del Cliente: CODCLI-0001

Título: PROYECTOS DE PRUEBA 2013 - INGENIERIA

Jefe de Proyecto: ROJAS QUINECHE, DANTE Control de Proyecto: ROJAS QUINECHE, DANTE

Estado: Planificación Tamaño: Grande

Fecha de Inicio: 01 / 01 / 2013 Fecha de Cierre: 31 / 12 / 2013

Contratación: Suma Alzada

Línea de Negocio: EPCM

Mercado: Transporte

División: Petróleo y Gas

(\*) Información del Sistema de Control de Proyectos - SISCON

Aceptar Cancelar

Figura 41: Prototipo para mostrar los datos generales de un Proyecto.  
Fuente: [Elaboración Propia]

**Sistema de Estimación de Costos**

http://sgc.gmisa.com.pe/sec

**Sistema de Estimación de Costos** | Master Cost | Estimación de Proyectos | Ayuda

NOMBRE DE USUARIO (Cerrar Sesión)

**CONFIGURACIÓN**  
671084 - PROYECTOS DE PRUEBA 2013 - INGENIERIA

Tipo de Cambio Costo Indirecto

Detalle de Tipos de Cambio

Fecha de Registro: 10 / 04 / 2013

Nuevo Eliminar

Tipo de Moneda	Símbolo	Tipo de Cambio
Dólares	US\$	2.70
Euros	€	3.35
Libro Esterlina	£	4.20
Peso Argentino		

\* El tipo de cambio se encuentra en Soles (S/.)

(\*) Información del Sistema de Control de Proyectos - SISCON

Aceptar Cancelar

Figura 42: Prototipo para la configuración del Tipo de Cambio de monedas.  
Fuente: [Elaboración Propia].

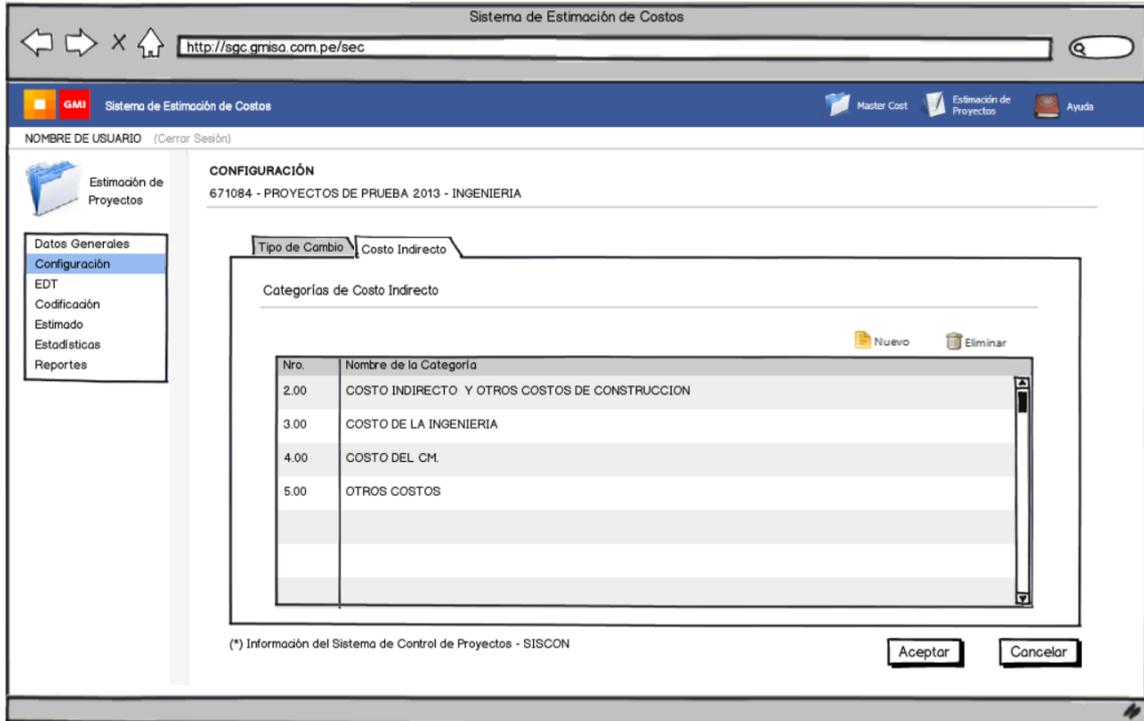


Figura 43: Prototipo para la configuración de los Costos Indirectos para el Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

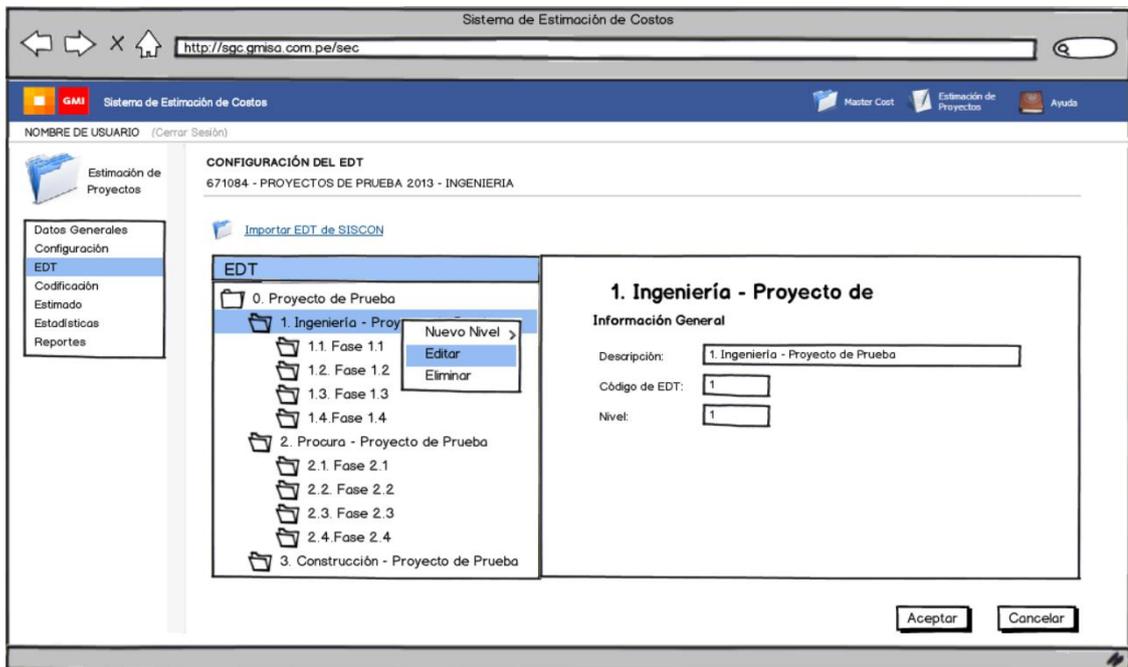


Figura 44: Prototipo para la creación e importación del EDT de un Proyecto.  
Fuente: [Elaboración Propia].

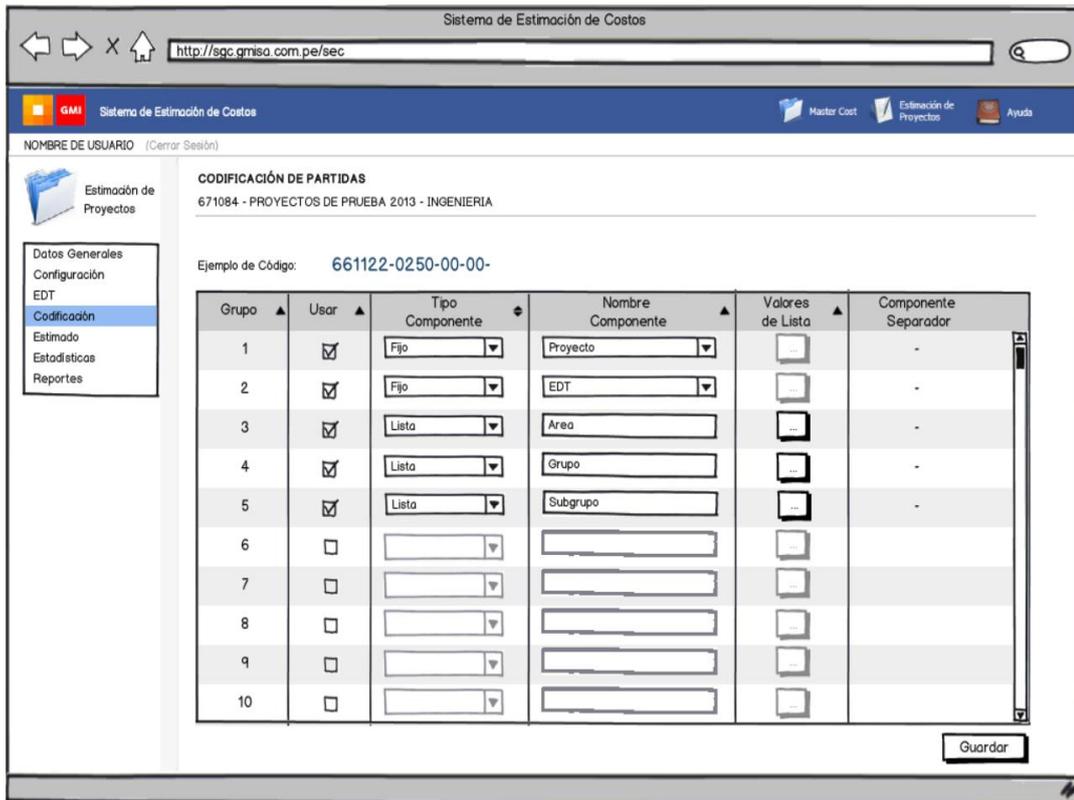


Figura 45: Prototipo para la configuración de Codificación de las Partidas de un Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

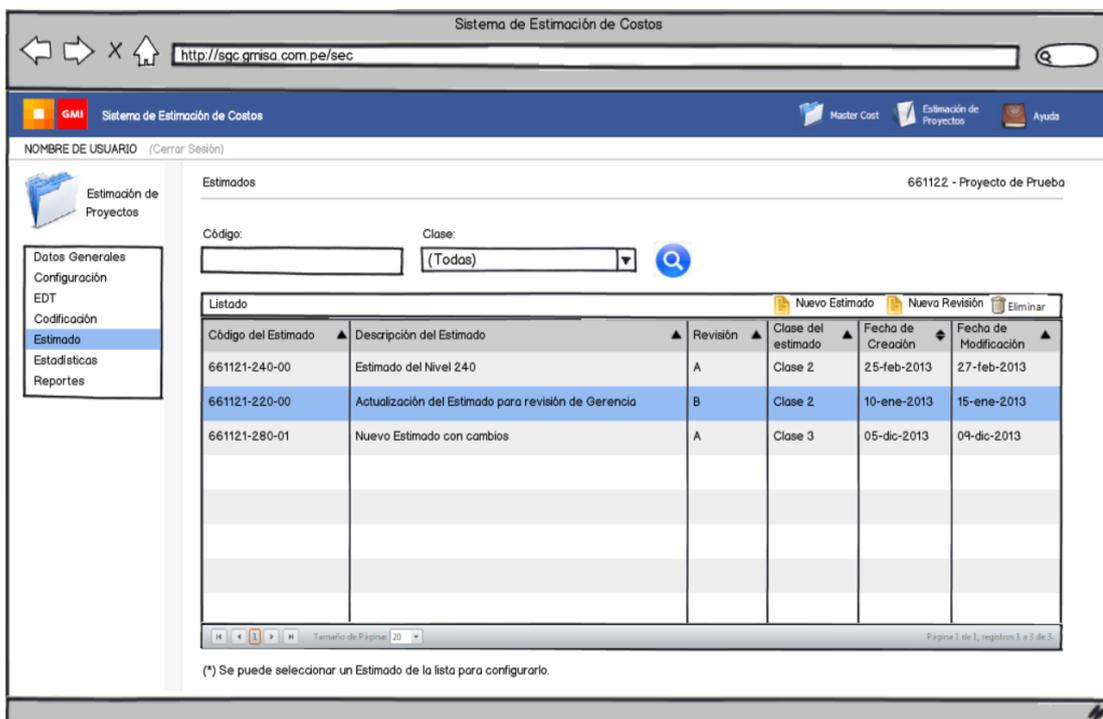


Figura 46: Prototipo para el Listado Principal de las Estimaciones.  
Fuente: [Elaboración Propia].

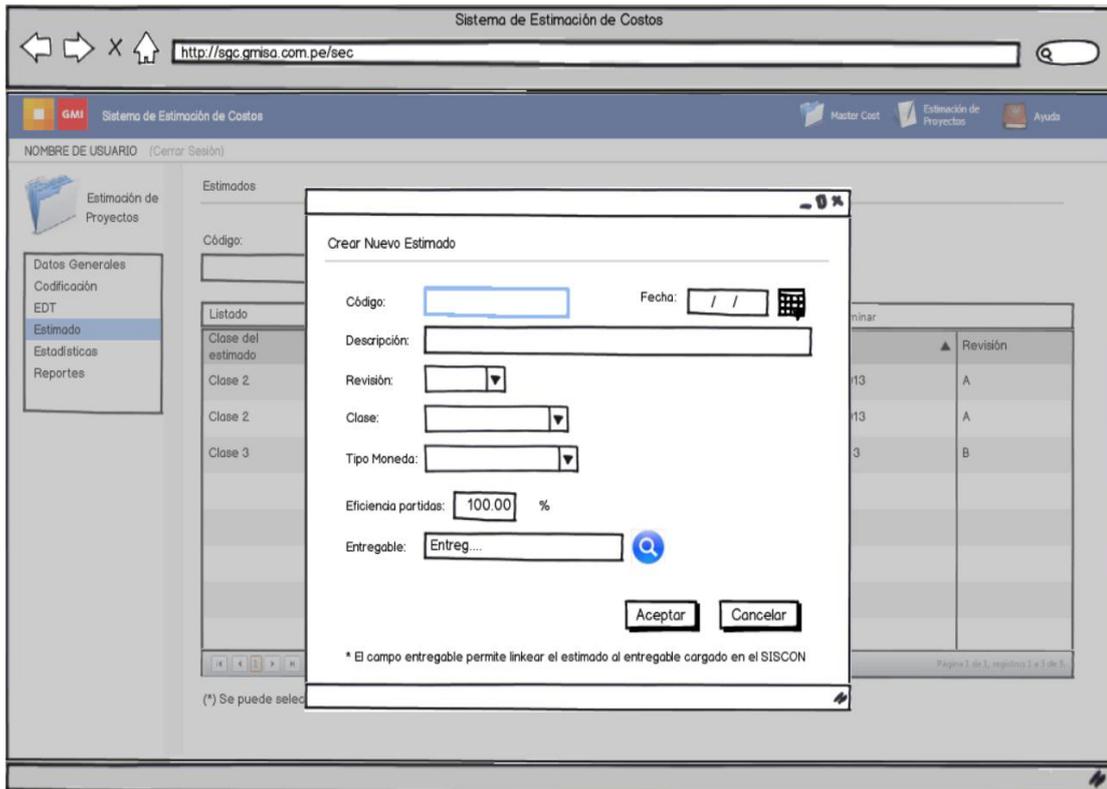


Figura 47: Prototipo para el Registro Base de una Estimación.  
Fuente: [Elaboración Propia].

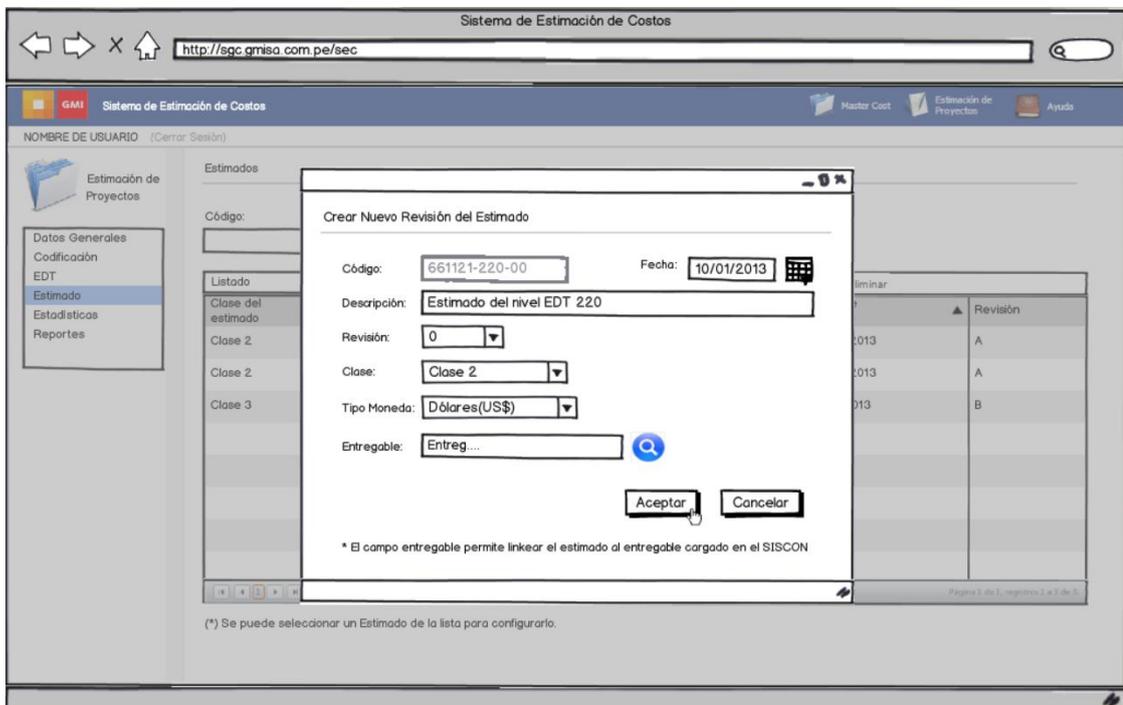


Figura 48: Prototipo para el Registro de una Revisión de un Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

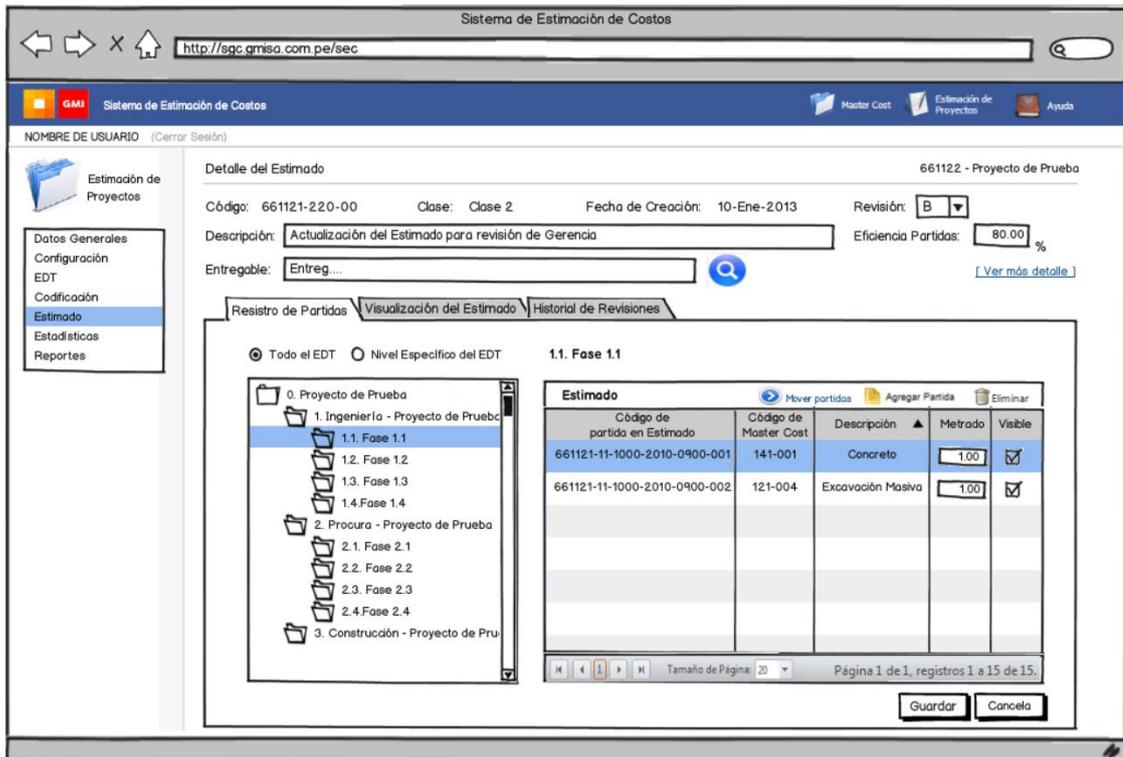


Figura 49: Prototipo para la cálculo del Detalle (Partidas Registradas) de un Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia]

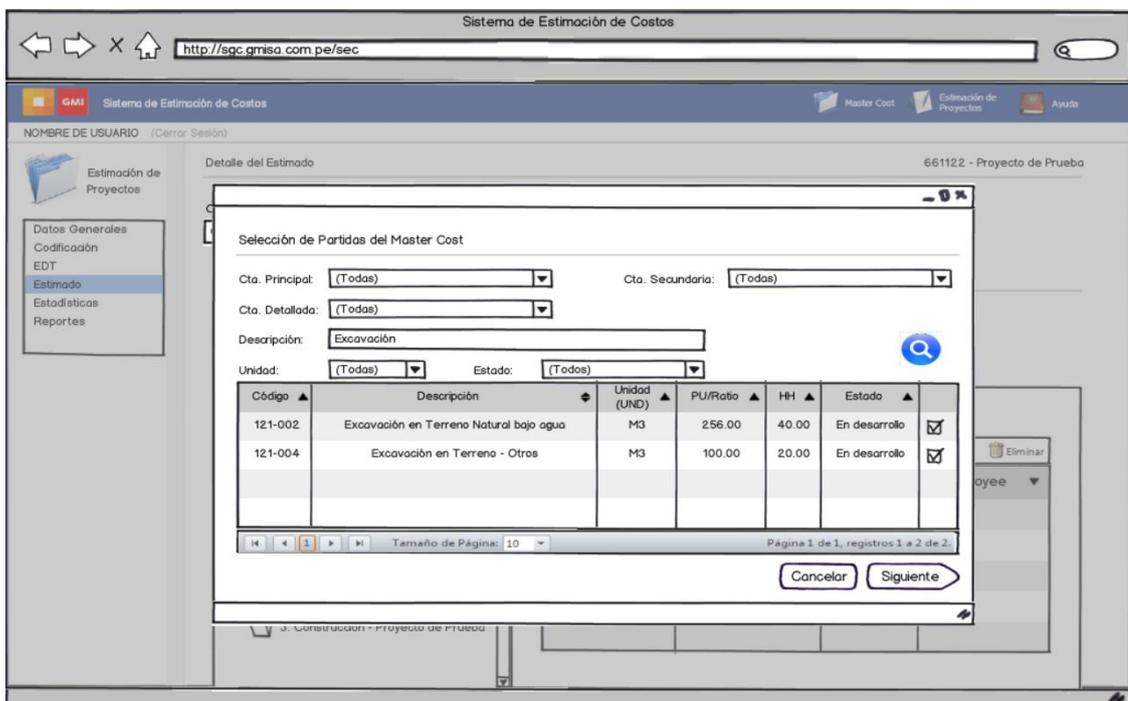


Figura 50: Prototipo para la selección de partidas al Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

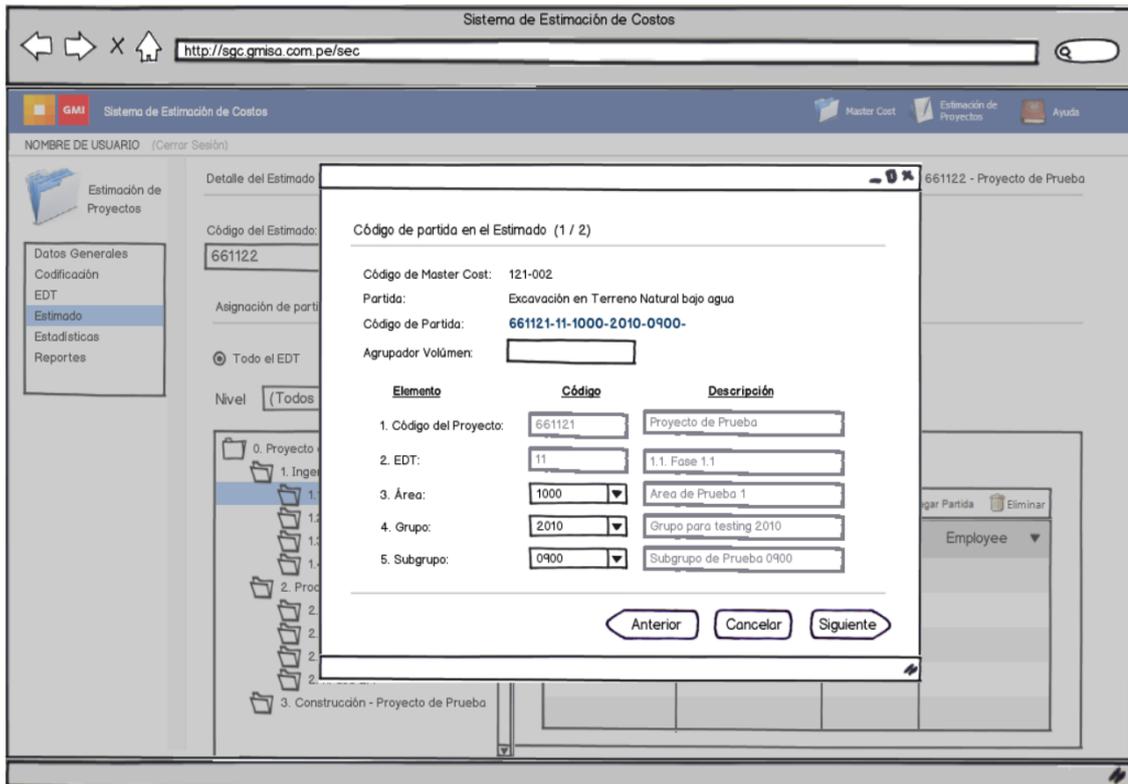


Figura 51: Prototipo para la asignación de Código a las Partidas seleccionados de un Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

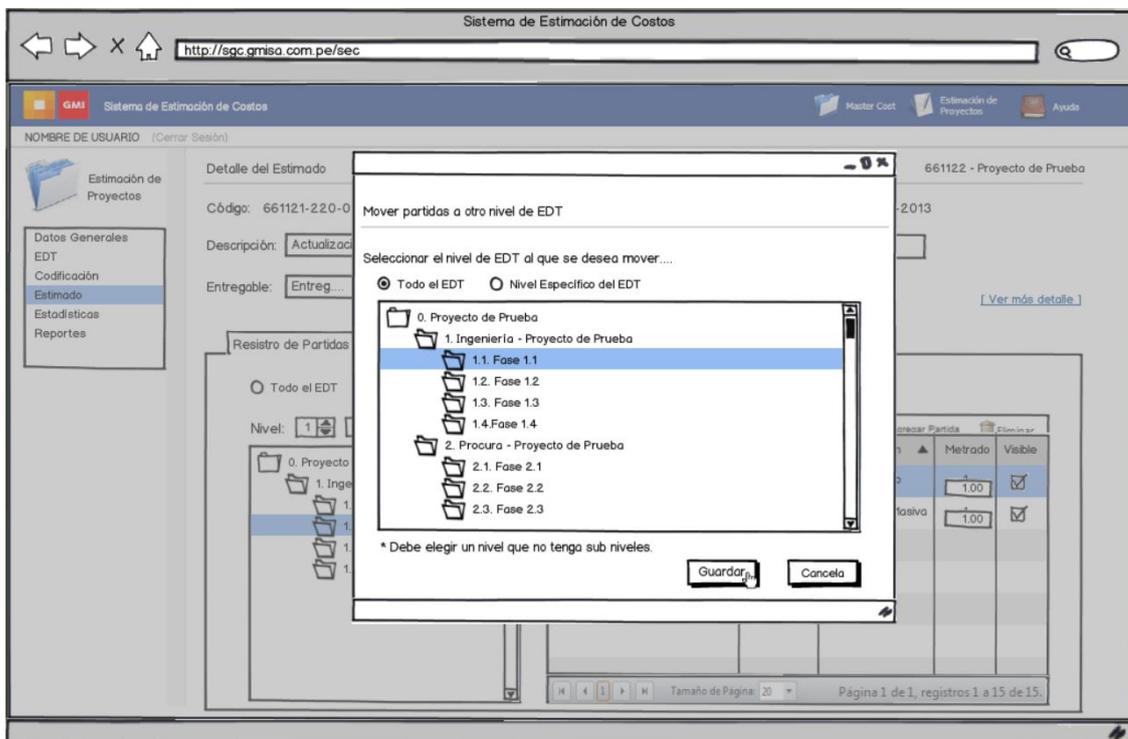


Figura 52: Prototipo para mover una partida dentro de un Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

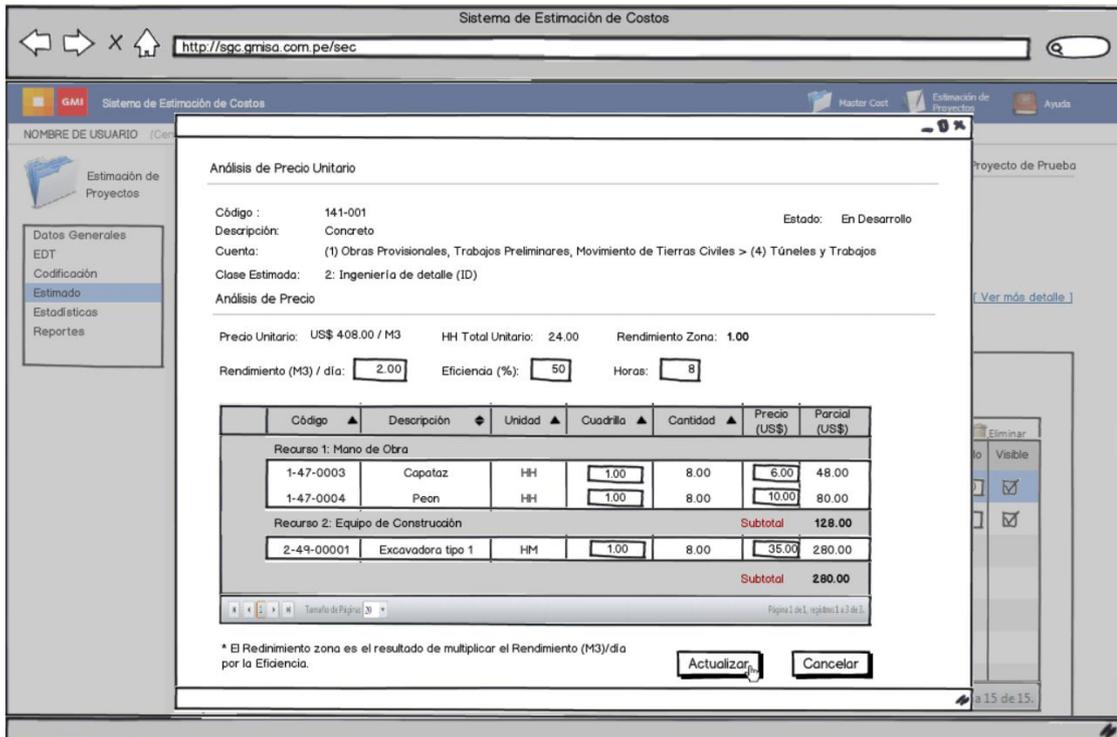


Figura 53: Prototipo para la actualización del Precio Unitario de una Partida dentro de un Estimado.  
Fuente: [Elaboración Propia].

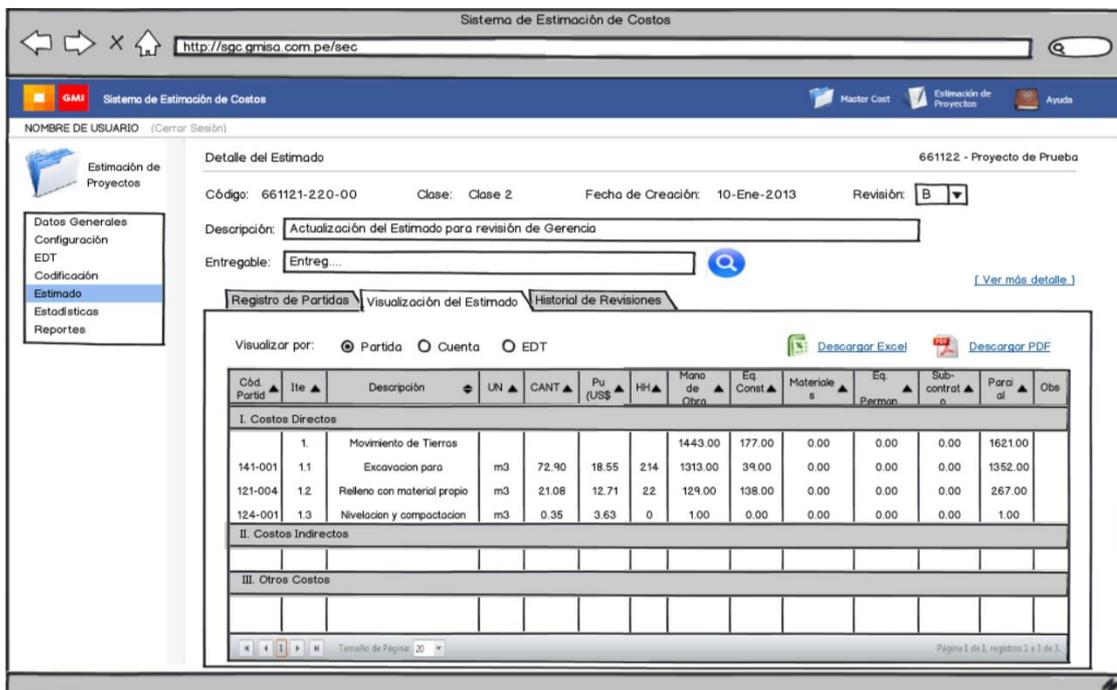


Figura 54: Prototipo para la visualización de un estimado a nivel de Partidas.  
Fuente: [Elaboración Propia].

Detalle del Estimado 661122 - Proyecto de Prueba

Código: 661121-220-00    Clase: Clase 2    Fecha de Creación: 10-Ene-2013    Revisión: B

Descripción: Actualización del Estimado para revisión de Gerencia

Entregable: Entreg...

Visualizar por:  Partida  Cuenta  EDT

**Estimado detallado - Nivel 1**

EDT	Nivel	Descripción	UNID	CANT.	Pu (US\$)	HH	Mano de Obra (US\$)	Eq. Const. (US\$)	Materiales (US\$)	Eq. Perman. (US\$)	Sub-contrato (US\$)	Parcial (US\$)	Obs.
<b>I. Costos Directos</b>													
0100	1	Ingeniería		7.56	138.74	89	610.00	18.00	420.00	0.00	0.00	1049.00	
0200	1	Compras		9.45	69.59	45	323.00	10.00	325.00	0.00	0.00	658.00	
0300	1	Construcción		5.65	177.25	70	467.00	23.00	511.00	0.00	0.00	1001.00	
<b>II. Costos Indirectos</b>													
<b>III. Otros Costos</b>													

Figura 55: Prototipo para la visualización de un Estimado a nivel de su EDT.  
Fuente: [Elaboración Propia].

Reportes 661122 - Proyecto de Prueba

- Estimado CAPEX detallado**  
Este reporte muestra el CAPEX detallado(Todas las partidas) ordenado por EDT
- Estimado Agrupado por EDT**  
Este reporte muestra el Estimado agrupado por cada nivel del EDT
- Análisis de Precios Unitarios**  
Este reporte muestra las Partidas y sus respectivos Analisis de Precios

Figura 56: Prototipo para el listado de Reportes del Sistema.  
Fuente: [Elaboración Propia].

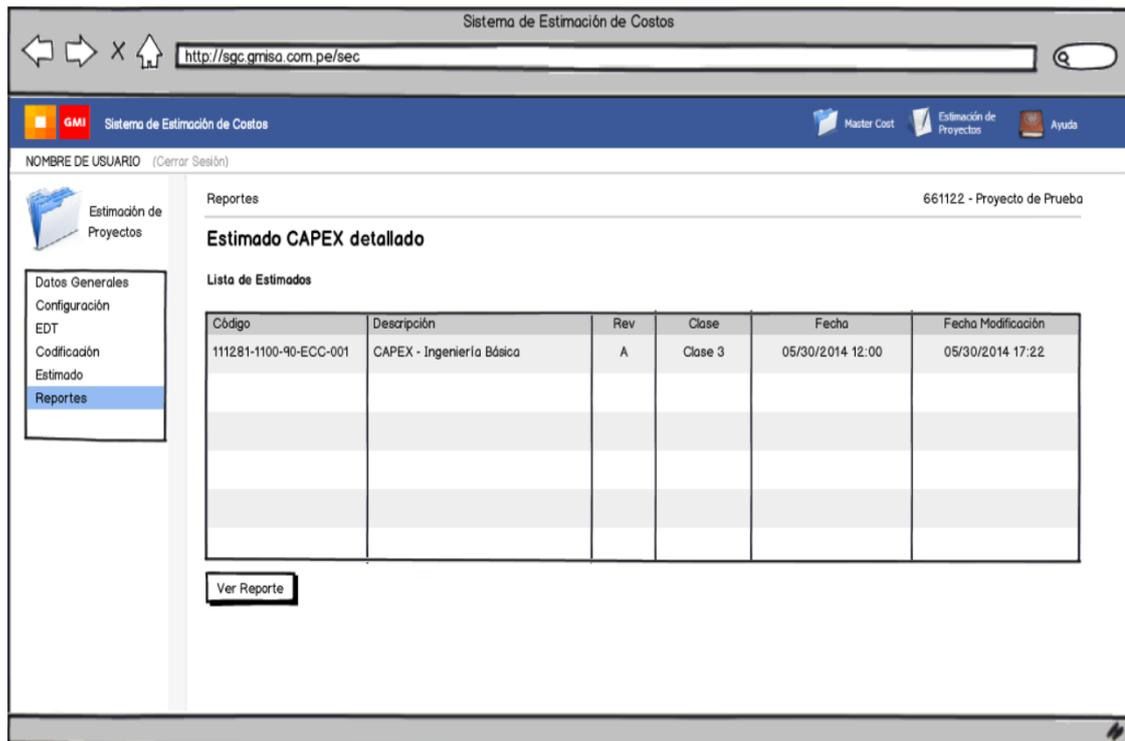


Figura 57: Prototipo para seleccionar un Estimado que se requiere generar el Reporte.  
Fuente: [Elaboración Propia].

### 2.2.2 Modelo de Casos de Uso

MODELO DE CASOS DE USO – MAESTRO DE COSTOS

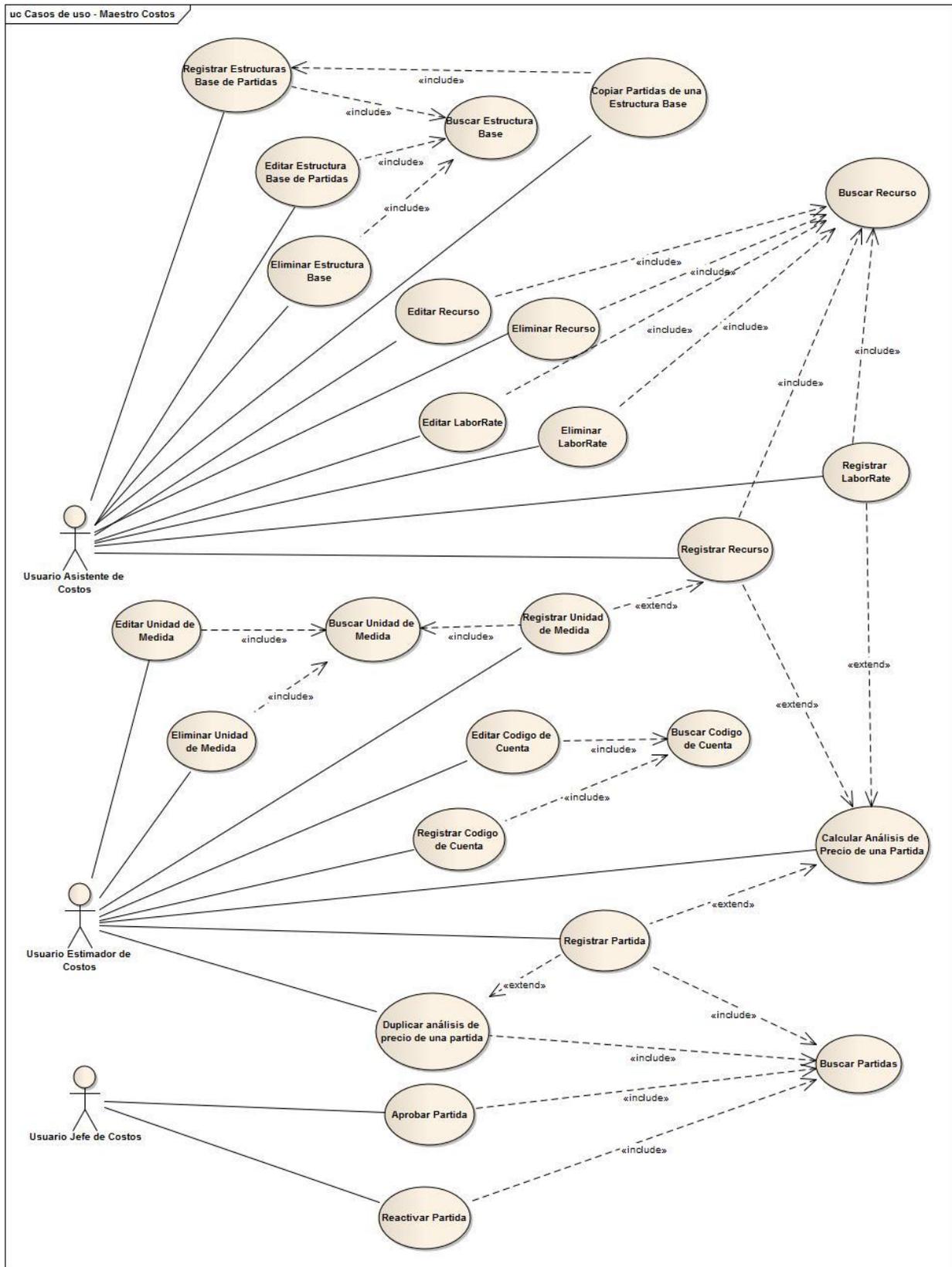


Figura 58: Modelo de Casos de Uso - "Maestro de costos".  
Fuente: [Elaboración Propia].

MODELO DE CASOS DE USO – ESTIMACIÓN DE COSTOS

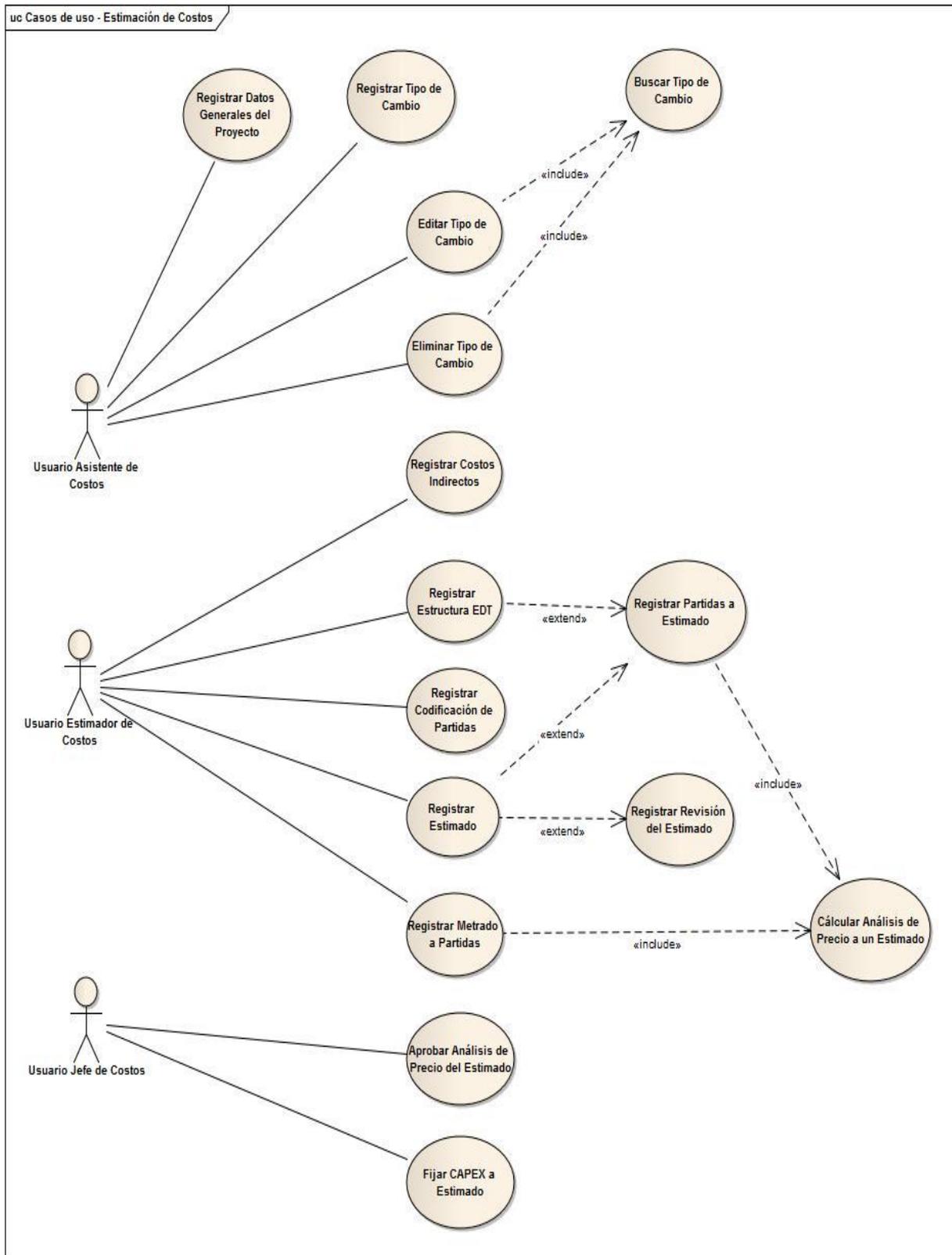


Figura 59: Modelo de Casos de Uso - "Estimación de costos".  
Fuente: [Elaboración Propia].

### **2.2.1 Modelo de Dominio**

El objetivo del modelo de dominio es presentar un bosquejo de la estructura de datos que podrá almacenar la información del sistema de estimación de costos.

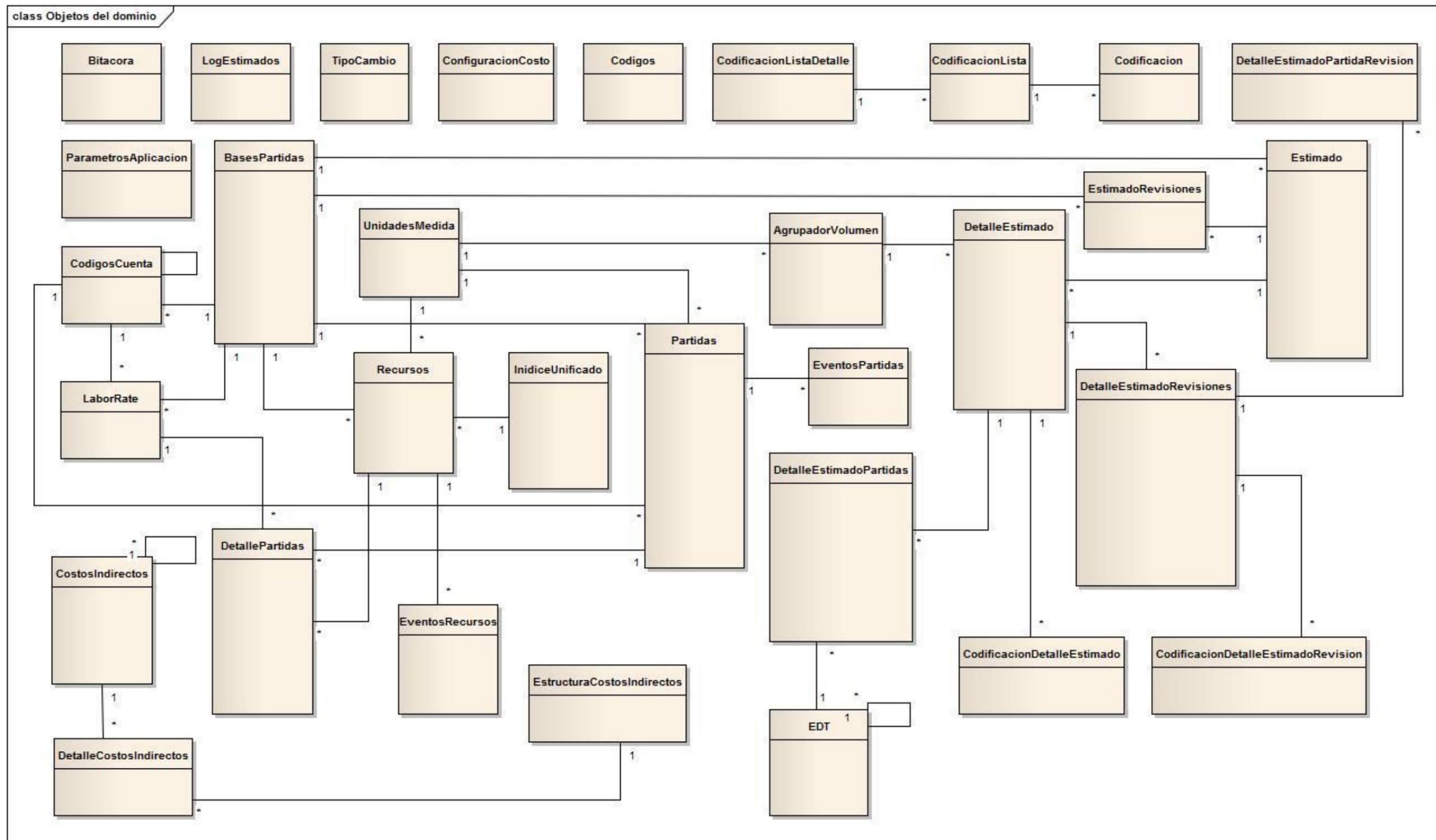


Figura 60: Modelo de dominio del sistema de estimación de costos.  
Fuente: [Elaboración Propia].

## 2.3 Análisis y Diseño Preliminar

### 2.3.1 Descripción de los Casos de Uso

#### 1. CASO DE USO: REGISTRAR BASE DE PARTIDAS

##### Resumen

Código	MC-001
Nombre	Registro de base de partidas
Descripción	Es una base de datos de partidas que permite llevar el control por cliente, generalmente son creadas con el fin de guardar ciertos precios de recursos acordados con clientes diferentes.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Media

##### Curso Normal

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario ingresa un código y una descripción para el registro.
2	El sistema obtiene y muestra el usuario logueado y fecha actual de registro
3	El usuario acepta el ingreso del registro
4	El sistema verifica que el código ingresado no exista en otra base. {Ex01}
5	El sistema crea el registro y actualiza la información.
6	El sistema guarda en bitácora.

##### Excepciones

Ex01	El código de la base ya existe
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema informa al usuario que el código ingresado ya existe
2	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 02: Detalle CU - "Registrar base de partida".  
Fuente: [Elaboración Propia].*

#### 2. CASO DE USO: EDITAR BASE DE PARTIDAS

##### Resumen

Código	MC-002
Nombre	Edición de una base de partidas
Descripción	El Asistente de Costos podrá modificar la información de una estructura base.

Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Baja

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona el registro que desea editar.
2	El sistema obtiene el ID del registro seleccionado, busca los datos y los muestra en la ventana.
3	El sistema, deshabilita la opción de copiar partidas, ya que esta opción no se permite al editar el registro.
4	El usuario ingresa un nuevo código y/o una nueva descripción al registro.
5	El sistema obtiene y muestra en pantalla el usuario de registro, fecha de registro, usuario logueado (usuario de edición) y fecha actual (fecha de edición).
6	El usuario acepta la edición del registro
7	El sistema verifica que el código ingresado no exista en otra base. {Ex02}
8	El sistema edita el registro y actualiza la información.
9	El Sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex02	El código de la base existe
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema informa al usuario que el código ingresado ya existe.
2	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 03: Detalle CU - "Editar base de partida".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**3. CASO DE USO: ELIMINAR BASE DE PARTIDAS**

**Resumen**

Código	MC-003
Nombre	Eliminar una base de partidas
Descripción	El Asistente de Costos podrá eliminar la información de una estructura base.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Baja

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>

1	El usuario selecciona el registro que desea eliminar.
2	El sistema consulta si el usuario está seguro de realizar dicha acción.
3	El usuario decide si Procede o Cancela la acción
4	Si es que procede, el Sistema obtiene el ID del registro seleccionado, busca los datos y valida que la base no tenga partidas creadas. {Ex03}
5	El sistema realiza la acción seleccionada y actualiza la información.
6	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex03	La Estructura contiene partidas
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema informa al usuario que la Estructura contiene partidas.
2	El sistema consulta si de todas maneras se quiere eliminar el registro.
3	El usuario decide si Proceder o Cancelar la acción.

*Tabla 04: Detalle CU - "Eliminar una base de partidas".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**4. CASO DE USO: COPIAR PARTIDAS DE UNA BASE EXISTENTE**

**Resumen**

Código	MC-004
Nombre	Copiar partidas de una base existente
Descripción	Esta función permitirá al usuario Asistente de Costos realizar una copia de todas las partidas de una Estructura Base y replicarlas en una nueva.
Actores	Usuario Asistente de Costos, Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Media

**Curso Normal**

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	- Al menos una estructura base registrada
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario ingresa un código y una descripción para crear el registro.
2	El sistema obtiene y muestra el usuario logueado y fecha actual de registro
3	El usuario debe de marca la opción de "copiar partidas desde", y selecciona un base ya registrada.
4	El usuario acepta el ingreso del registro
5	El sistema verifica que el código ingresado no exista en otra base. {Ex04}
6	El sistema crea una copia de las partidas de la base seleccionada. Crea la nueva base y agrega la copia de las partidas dentro de esta

	estructura.
7	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex04	El código de la base ya existe
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema informa al usuario que el código ingresado ya existe
2	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 05: Detalle CU - "Copiar partidas de una base existente".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

5.

**CASO DE USO: REGISTRAR RECURSO**

**Resumen**

Código	MC-005
Nombre	Registrar recurso
Descripción	Esta función permitirá al Asistente de Costos registrar los recursos para que luego sean usados en el análisis de precio de las partidas.
Actores	Usuario Asistente de Costos, Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	- Al menos una estructura base registrada
	- Registro de Unidad de Medida
	- Registro de Índice unificado
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario ingresa una descripción, unidad de medida, tipo de recurso, índice unificado, tipo de moneda y un precio para el registro del recurso.
2	El usuario acepta el ingreso del registro
3	El sistema verifica que la descripción no haya sido ingresado anteriormente para la misma estructura base. {Ex05}
4	El sistema registra y actualiza la información.
5	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex05	La descripción del recurso ya existe en la misma base
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>

1	El sistema informa al usuario que la descripción ya existe en la misma base de estructura.
2	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 06: Detalle CU - “Registrar recurso”.  
Fuente: [Elaboración Propia].*

**6. CASO DE USO: EDITAR RECURSO**

**Resumen**

Código	MC-006
Nombre	Editar recurso
Descripción	Esta función permitirá al usuario Asistente de Costos realizar una edición de un recurso.
Actores	Asistente de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	- Al menos una estructura base registrada
	- Registro de Unidad de Medida
	- Registro de Índice unificado
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
	El usuario selecciona el registro que desea editar.
1	El usuario ingresa la información (descripción, unidad de medida, tipo de recurso, índice unificado, tipo de moneda y/o precio) que desea modificar.
2	El usuario acepta la edición del registro
3	El sistema verifica que la descripción no haya sido ingresado anteriormente para la misma estructura base. {Ex06}
4	El sistema registra y actualiza la información.
5	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex06	La descripción del recurso ya existe en la misma base
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema informa al usuario que la descripción ya existe en la misma base de estructura.
2	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 07: Detalle CU - “Editar recurso”.  
Fuente: [Elaboración Propia].*

## 7. CASO DE USO: ELIMINAR RECURSO

### Resumen

Código	MC-007
Nombre	Eliminar recurso
Descripción	Esta función permitirá al usuario Asistente de Costos eliminar los recursos que se han creado por error y que no están siendo utilizados en ninguna partida.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Baja

### Curso Normal

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona el registro que desea eliminar.
2	El sistema consulta si es que el usuario está seguro de eliminar el recurso seleccionado.
3	Si es que el usuario procede, el sistema obtiene los datos del recurso y valida si es que no está siendo utilizado en una partida para poder eliminarlo {Ex07}
4	El sistema realiza la acción se seleccionada y actualiza la información.
5	El sistema guarda en bitácora.

### Excepciones

Ex07	El recurso está siendo usado al menos una partida
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema busca el recurso en todas las partidas de la estructura base.
2	El sistema informa al usuario que la descripción ya existe en la misma base de estructura.
3	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 08: Detalle CU - "Eliminar recurso".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

## 8. CASO DE USO: REGISTRAR LABORATE

### Resumen

Código	MC-008
Nombre	Registrar laborate
Descripción	Esta función permitirá al usuario Asistente de Costos registrar Laborate que es el conjunto de 2 recursos de los tipos, Mano de obra y Equipo de construcción para usarlos en el análisis de precio de una partida.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes.
	- Registro de código de cuenta.
	- Registro de clase estimada.
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario ingresa el periodo, disciplina, clase estimada, del laborate.
2	El sistema muestra los 2 tipos de recurso que se ingresarán deshabilitando la unidad de medida ya que solo pueden ser de tipo horas hombre(HH)
3	Opcionalmente el usuario puede adjuntar un archivo Excel que es el documento físico laborate que se desea registrar.
4	El usuario acepta el registro de la información ingresada
5	El sistema valida si la información es correcta (tamaño y extensión del archivo) Ex{08}.
6	Si la información es correcta, el sistema registra la información asignando un código único al laborate, y actualiza la información.
7	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex08	Archivo adjuntado incorrecto
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema lee los parámetros de tamaño y extensión establecidos y las compara con los ingresados.
2	El sistema informa al usuario que el documento es inválido.
3	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 09: Detalle CU - "Registrar laborate".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**9. CASO DE USO: EDITAR LABORATE**

**Resumen**

Código	MC-009
Nombre	Editar laborate
Descripción	Esta función permitirá al usuario Asistente de Costos editar la información del Laborate ingresado.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Media

**Curso Normal**

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes.
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona el registro del laborate a editar.

2	El sistema obtiene el laborate seleccionado y muestra sus datos, además muestra si el laborate está siendo usado en alguna partida.
3	El usuario ingresa los nuevos datos del periodo, disciplina, recursos o clase estimada que desea editar.
4	El usuario también puede eliminar, descargar o cambiar el documento adjunto del laborate.
5	El usuario acepta la información que se va a editar.
6	El sistema valida si la información es correcta (tamaño y extensión del archivo). {Ex09}
7	Si la información es correcta el sistema edita el laborate con la nueva información
8	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex09	Archivo adjuntado incorrecto
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema lee los parámetros de tamaño y extensión establecidos y las compara con los ingresados.
2	El sistema informa al usuario que el documento es inválido.
3	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 10: Detalle CU - "Editar laborate".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**10. CASO DE USO: ELIMINAR LABORATE**

**Resumen**

Código	MC-010
Nombre	Eliminar laborate
Descripción	Esta función permitirá al usuario Asistente de Costos eliminar los laborate registrados por error y que no se estén utilizando en ninguna partida.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Baja.

**Curso Normal**

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes.
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona el registro del laborate a eliminar
2	El sistema consulta si el usuario está seguro de proceder con la acción.
3	Si el usuario procede, el sistema valida que el laborate no se encuentra asociado en el análisis de precio de una partida. {Ex10}
4	El sistema elimina el laborate y actualiza la información.
5	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex09	Laborate asociado a una partida
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema busca todas las partidas que en su análisis de precio contenga al laborate que se quiere eliminar.
2	El sistema informa al usuario que el laborate está asociado a al menos una partida.
3	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 11: Detalle CU - "Eliminar laborate".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**11. CASO DE USO: REGISTRAR UNIDAD DE MEDIDA**

**Resumen**

Código	MC-011
Nombre	Registrar unidad de medida
Descripción	El registro de unidad de medida es un proceso indispensable para el registro de recursos
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario ingresa un código y una descripción para el registro.
2	El usuario acepta el ingreso del registro
3	El sistema verifica que el código ingresado no pertenezca a otra unidad de medida dentro de la misma base. {Ex10}
4	El sistema crea el registro y actualiza la información.
5	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex10	El código de la unidad de medida ya existe
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema informa al usuario que el código ingresado ya existe
2	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 12: Detalle CU - "Registrar unidad de medida".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**12. CASO DE USO: EDITAR UNIDAD DE MEDIDA**

**Resumen**

Código	MC-012
Nombre	Editar unidad de medida
Descripción	Esta función permitirá al usuario realiza una edición de unidad de medida.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Media

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona el registro del listado para editar.
2	El usuario ingresa un nuevo código y/o una descripción que desea modificar el registro.
3	El usuario acepta el ingreso del registro
4	El sistema verifica que el código ingresado no pertenezca a otra unidad de medida dentro de la misma base. {Ex11}
5	El sistema edita el registro y actualiza la información.
6	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex11	El código de la unidad de medida ya existe
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema informa al usuario que el código ingresado ya existe
2	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 13: Detalle CU - "Editar unidad de medida".  
Fuente: [Elaboración Propia].*

**13. CASO DE USO: ELIMINAR UNIDAD DE MEDIDA**

**Resumen**

Código	MC-013
Nombre	Eliminar unidad de medida
Descripción	Esta función permitirá al usuario eliminar el registro de una unidad de medida, validando que no se encuentre usado por algún recurso.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Media

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Que ningún recurso use la unidad de medida

Nro.	Paso
1	El usuario selecciona el registro del listado para eliminar.
2	El sistema obtiene el ID de la unidad de medida y verifica que no esté siendo usado en algún recurso. {Ex12}
3	El sistema consulta al usuario si está seguro de proceder a eliminar la unidad de medida o desea cancelar.
4	Si el usuario confirma la acción, el sistema procede a eliminar el registro y actualiza la información.
5	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex12	La unidad de medida está siendo usada por algún recurso
Nro.	Paso
1	El sistema busca en todos los recursos de la partida base los registros que usan la unidad de medida que se va a eliminar.
2	El sistema informa al usuario que la unidad de medida se encuentra usada por algún recurso.
3	El sistema guarda en bitácora.

Tabla 14: Detalle CU - "Eliminar unidad de medida".

Fuente: [Elaboración Propia].

**14. CASO DE USO: REGISTRAR PARTIDA**

**Resumen**

Código	MC-014
Nombre	Registrar partida.
Descripción	Esta función permitirá al usuario registrar la partida, que es el maestro y la unidad base en el análisis de precio.
Actores	Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Los códigos de cuenta deben de estar registrados
	Las unidades de medida deben de estar registradas.
Nro.	Paso
1	El usuario ingresa una descripción, los códigos de cuenta, la clase estimada, la unidad de medida y opcionalmente un detalle que se asignará como el complemento.
2	El sistema dependiendo de los datos ingresados asigna un código y un correlativo dependiendo del último ingresado.
3	El usuario acepta los datos ingresados.

4	El sistema registra la partida y actualiza la información.
5	El sistema guarda en bitácora.

Tabla 15: Detalle CU - "Registrar partida".

Fuente: [Elaboración Propia].

**15. CASO DE USO: CÁLCULO DE ANÁLISIS DE PRECIO**

**Resumen**

Código	MC-015
Nombre	Cálculo de análisis de precio de una partida.
Descripción	Esta función permitirá al usuario obtener el análisis de precio de una partida según los recursos ingresados, rendimiento, eficiencia y horas trabajadas.
Actores	Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Que la partida tenga al menos un recurso.
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona e ingresa a una partida del listado.
2	El sistema muestra los detalles de la partida.
3	El usuario registra el rendimiento, eficiencia y horas a la partida.
4	El usuario selecciona ingresar recursos, laborate o incluso una SubPartida.
5	El sistema solo muestra los recursos, laborate SubPartida (aprobadas) dependiendo de la clase de la partida.
6	El usuario ingresa los recursos, laborate y SubPartida necesarios.
7	El sistema calcula los precios unitarios de cada uno de los ítems ingresados y actualiza el nuevo valor de la partida.
8	El sistema guarda en bitácora.

Tabla 16: Detalle CU - "Cálculo de análisis de precio unitario".

Fuente: [Elaboración Propia].

**16. CASO DE USO: DUPLICAR ANÁLISIS DE PRECIO**

**Resumen**

Código	MC-016
Nombre	Duplicar análisis de precio de una partida.
Descripción	Esta función permitirá al usuario realizar una copia rápida de un análisis de precio existente, a otro completamente vacío.

Actores	Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Media

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Que la partida no tenga ningún recurso.
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona e ingresa a una partida del listado.
2	El sistema muestra los detalles de la partida.
3	El usuario selecciona la opción duplicar análisis de precio.
4	El sistema muestra una ventana con todos las partidas aprobadas y que sean de la misma clase.
5	El usuario selecciona una partida de la lista y acepta.
6	El sistema obtiene todos los recursos, laborate y SubPartidas de la partida seleccionada y los duplica en la partida destino.
7	El sistema calcula los precios unitarios de cada uno de los ítems ingresados y actualiza el nuevo valor de la partida.
8	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 17: Detalle CU - “Duplicar análisis de precio de una partida”.  
Fuente: [Elaboración Propia].*

**17. CASO DE USO: REGISTRAR TIPO DE CAMBIO**

**Resumen**

Código	MC-017
Nombre	Registrar tipo de cambio de moneda
Descripción	Esta función permitirá al usuario registrar los valores del tipo de cambio actual (cambio de soles a dólares) para calcular el precio de los estimados de costos.
Actores	Usuario Asistente de Costos
Frecuencia	Baja

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Registro del estimado de costos
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema solicita una fecha de registro que por defecto muestra la fecha actual.
2	El usuario mantiene o modifica la fecha de registro y graba.
3	El sistema registra la fecha y solicita el ingreso de un nuevo tipo de cambio (soles a dólares).

4	El usuario selecciona la moneda dólares, ingresa el costo actual en soles, y acepta el registro {Ex 13}.
5	El sistema lee los datos ingresados, registra y actualiza la información.
6	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex13	El tipo de cambio se encuentra vacío
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema verifica que se halla ingresado un valor para el tipo de cambio.
2	El sistema informa al usuario debe de ingresar un valor en el tipo de cambio.
3	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 18: Detalle CU - “Registrar tipo de cambio”.  
Fuente: [Elaboración Propia].*

**18. CASO DE USO: REGISTRAR ESTRUCTURA EDT**

**Resumen**

Código	MC-018
Nombre	Registrar estructura EDT
Descripción	Esta función permitirá al usuario desglosar el proyecto en paquetes con la finalidad de identificar etapas y poder presentar diferentes estimados con la misma estructura.
Actores	Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Media

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Registro del estimado de costos
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema muestra la estructura EDT en un árbol de elementos.
2	El usuario selecciona un nodo de la estructura EDT (el nodo no debe de ser un agrupador ni contener agrupadores) {Ex14}
3	El usuario realiza clic derecho sobre el nodo y selecciona Nuevo Nivel.
4	El sistema crea el nuevo nodo debajo del nodo seleccionado y solicita que se ingrese un Código EDT, una descripción y el Orden.
5	El sistema agrega el Nivel de forma automática, registra y actualiza la información.
6	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex14	El nodo seleccionado es un agrupador o contiene agrupadores
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema obtiene el nodo selecciona y consulta si es de tipo agrupador.
2	El sistema obtiene los hijos directos del nodo seleccionado y consulta si al menos uno es agrupador.
3	El sistema consulta si se cumplen alguno de los pasos 1 y 2, de ser así informa al usuario.
4	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 19: Detalle CU - "Registrar estructura EDT".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**19. CASO DE USO: REGISTRAR ESTIMADO DE COSTOS**

**Resumen**

Código	MC-019
Nombre	Registrar estimado de costos
Descripción	Esta función permitirá al usuario registrar los diferentes estimados de costos (revisiones) que se presentan al cliente.
Actores	Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Registro del estimado de costos
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario ingresa a la opción de estimados y selecciona ingresar nuevo.
2	El sistema muestra una pantalla solicitándole al usuario ingresar fecha (por defecto la fecha actual), base de partida (sirve para filtrar solo las partidas que pertenezcan a la base), el código, descripción, revisión, clase, tipo de moneda y la eficiencia por defecto en las partidas.
3	El usuario ingresa la información.
4	El sistema valida que el código con la revisión no exista en otro estimado. {Ex15}
5	El sistema registra el estimado y actualiza la información.
6	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex15	El código y Revisión ya existe en otro estimado
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema valida que no exista otro estimado con el mismo código y revisión que el que se está registrando.
2	El sistema informa al usuario que seleccione otro código o revisión.
3	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 20: Detalle CU - "Registrar estimado de costos".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**20. CASO DE USO: CALCULAR ANÁLISIS DE PRECIO DE UN ESTIMADO**

**Resumen**

Código	MC-020
Nombre	Calcular análisis de precio de un estimado
Descripción	Esta función permitirá al usuario obtener el análisis de precio por EDT del estimado, dependiendo de las partidas ingresadas, metrados y rendimiento.
Actores	Usuario Estimador de Costos
Frecuencia	Alta

**Curso Normal**

Precondición	- El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	- Registro de partidas base.
	- Partidas aprobadas.
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El usuario selecciona un nodo de la estructura EDT. (el nodo debe de ser un agrupador o un nodo que no contenga otros nodos) {Ex16}
2	El usuario selecciona agregar partidas.
3	El sistema muestra un listado de todas las partidas del maestro de costos que se encuentran aprobadas.
4	El usuario selecciona las partidas que desea importar. Debe de seleccionar al menos una {Ex17}
5	El sistema obtiene las partidas seleccionadas y muestra una ventana tipo wizard para configurar su codificación de estas.
6	El usuario ingresa la codificación de las partidas y acepta los cambios.
7	El sistema verifica que las partidas seleccionadas anteriormente no se encuentren ya registradas en el mismo nodo EDT {Ex18}
8	El sistema ingresa las partidas al nodo EDT seleccionada, y solicita registrar el metrado de cada partida.
9	El usuario ingresa el metrado de las partidas una a una.

10	El sistema actualiza el análisis de precio del EDT del estimado y de todo el estimado.
11	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex16	El nodo seleccionado no es un agrupador o no es el último nivel
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema obtiene el nodo seleccionado y consulta si es de tipo agrupador.
2	El sistema obtiene el nodo seleccionado y consulta si pertenece al último nivel de la estructura EDT
3	Si alguna de las condiciones anteriores no se cumple, entonces el sistema notifica al usuario.
4	El sistema guarda en bitácora.
Ex17	No se han seleccionado partidas
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema cuenta todas las partidas que se dese ingresar al estimado.
2	Si el valor de 0, entonces notifica al usuario que debe seleccionar al menos una.
3	El sistema guarda en bitácora.
Ex18	Las partidas seleccionadas ya se encuentran en el mismo nodo EDT
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema obtiene el código de las partidas seleccionadas
2	El sistema obtiene el código de las partidas del nodo EDT.
3	Si al menos un coincide, cancela la operación sin perder los datos seleccionados y notifica al usuario las partidas que están creando conflictos.
4	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 21: Detalle CU - "Calcular análisis de precio de un estimado".*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

**21. CASO DE USO: APROBAR ANÁLISIS DE PRECIO DE UN ESTIMADO**

**Resumen**

Código	MC-021
Nombre	Aprobar análisis de precio de un estimado.
Descripción	Esta función permitirá al usuario que una vez presentadas al cliente, aprobar las estimaciones para que no sean alteradas en el transcurso de la ejecución del proyecto.
Actores	Usuario Jefe de Costos
Frecuencia	Media

**Curso Normal**

Precondición	El usuario debe de tener los accesos correspondientes
	Registro del estimado de costos
	El estimado debe de contar con análisis de precio
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema muestra la lista de los estimados que se han registrado.
2	El usuario selecciona un estimado de la lista y selecciona la opción de Aprobar.
3	El sistema verifica que tenga análisis de precio.{Ex20}
4	El sistema consulta al usuario si está seguro de aprobar el estimado, ya que una vez aprobado no se podrá editar.
5	El usuario confirma la acción, el sistema actualiza la información
6	El sistema guarda en bitácora.

**Excepciones**

Ex20	El estimado debe de tener análisis de precio
<b>Nro.</b>	<b>Paso</b>
1	El sistema obtiene el estimado seleccionado y busca si presenta al menos una partida en toda la estructura EDT.
2	Si no tiene partidas es porque no tiene análisis de precio.
3	El sistema informa al usuario que al menos debe de tener una partida registrada.
4	El sistema guarda en bitácora.

*Tabla 22: Detalle CU - "Aprobar análisis de precio de un estimado".  
Fuente: [Elaboración Propia].*

**2.3.2 Diagrama de Robustez**

(Rebeca 2007), en su trabajo de investigación indica que, los diagramas de robustez Ilustran gráficamente las interacciones entre los objetos participantes de un caso de uso. Estos estereotipos pueden ser:

- Objetos de interfaz (Pantalla)
- Objetos de Entidad (Almacenamientos)
- Objetos de control (Gestores)

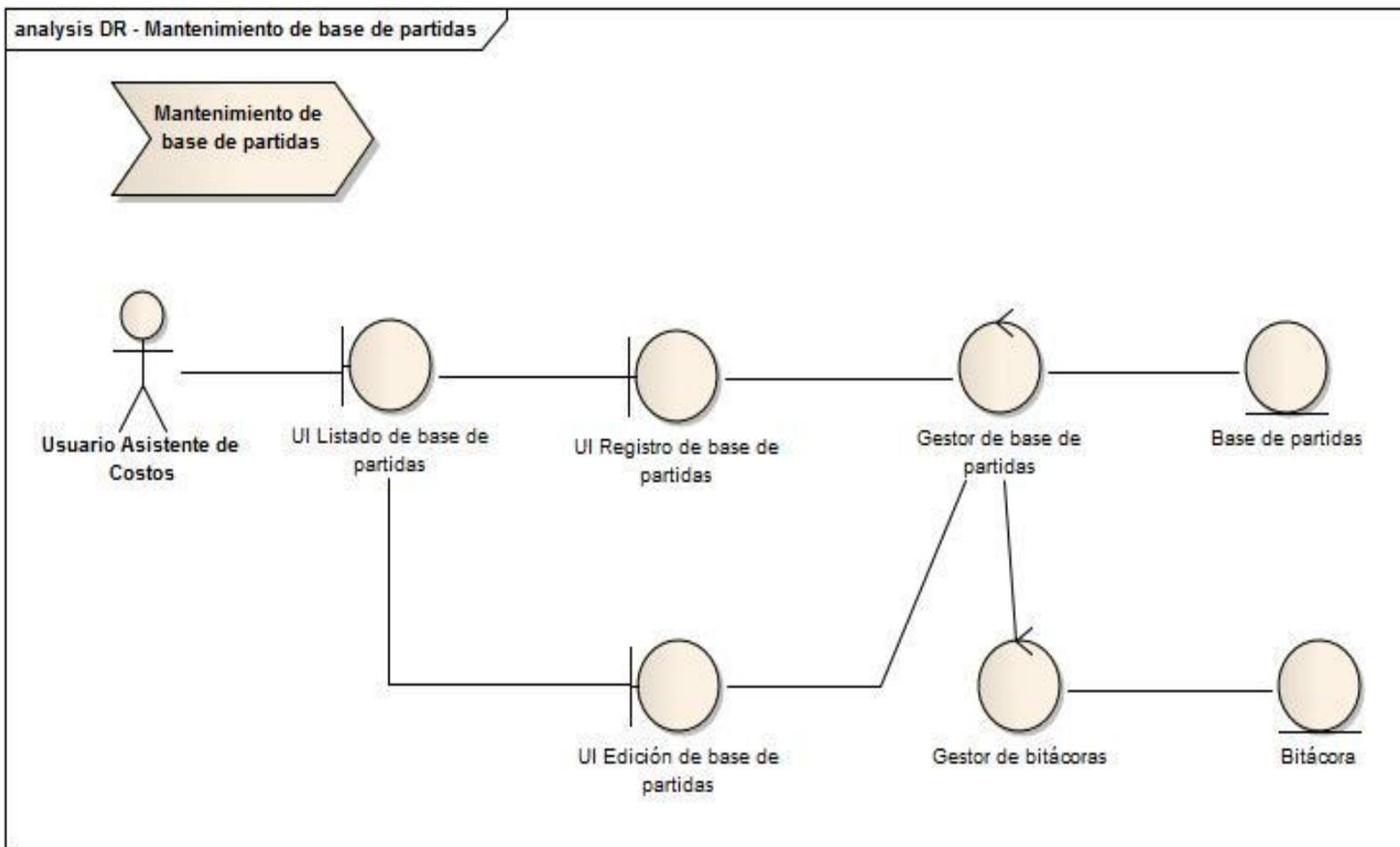


Figura 61: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de base de partidas".  
Fuente: [Elaboración Propia].

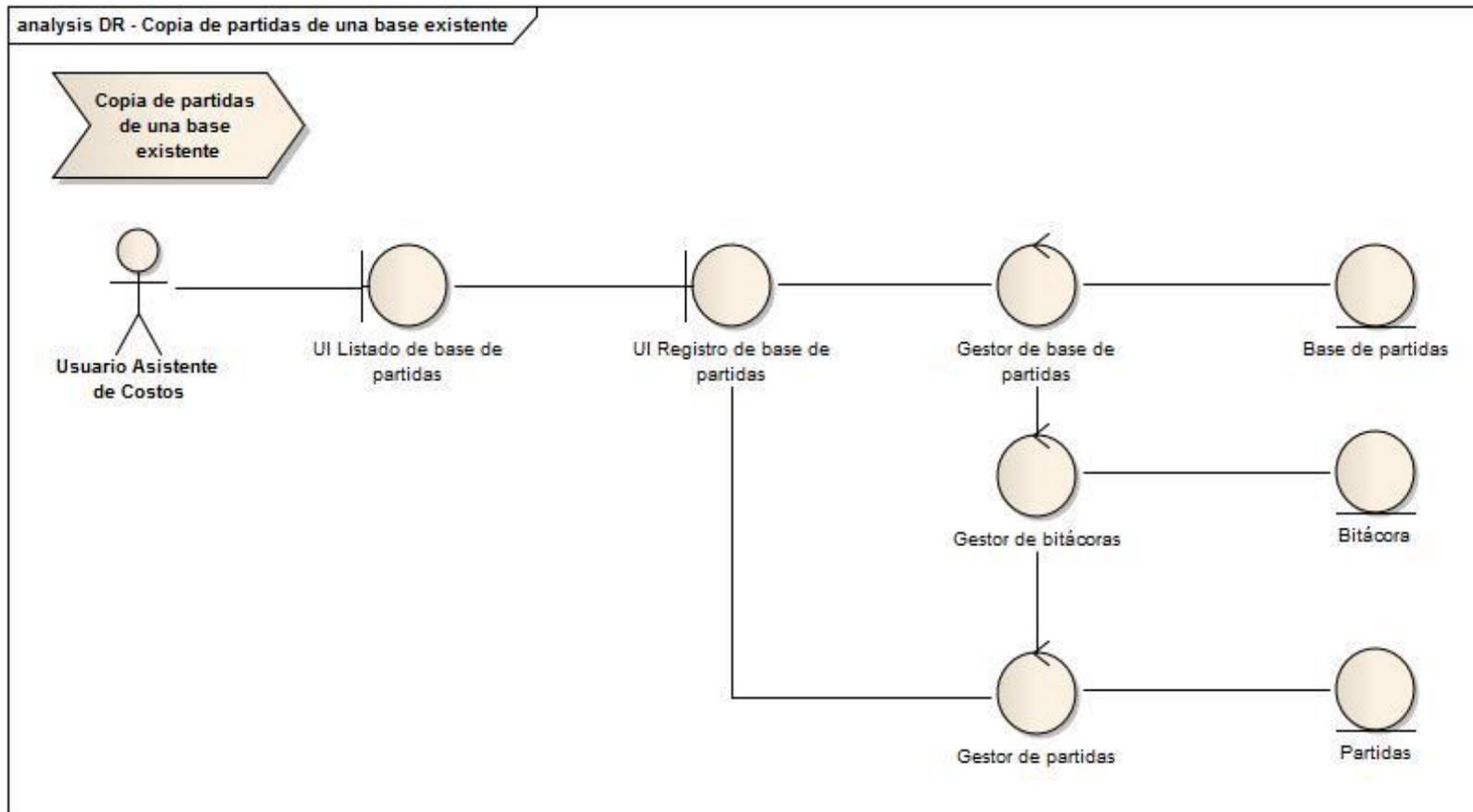


Figura 62: Diagrama de Robustez - "Copia de partidas de una base existente".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

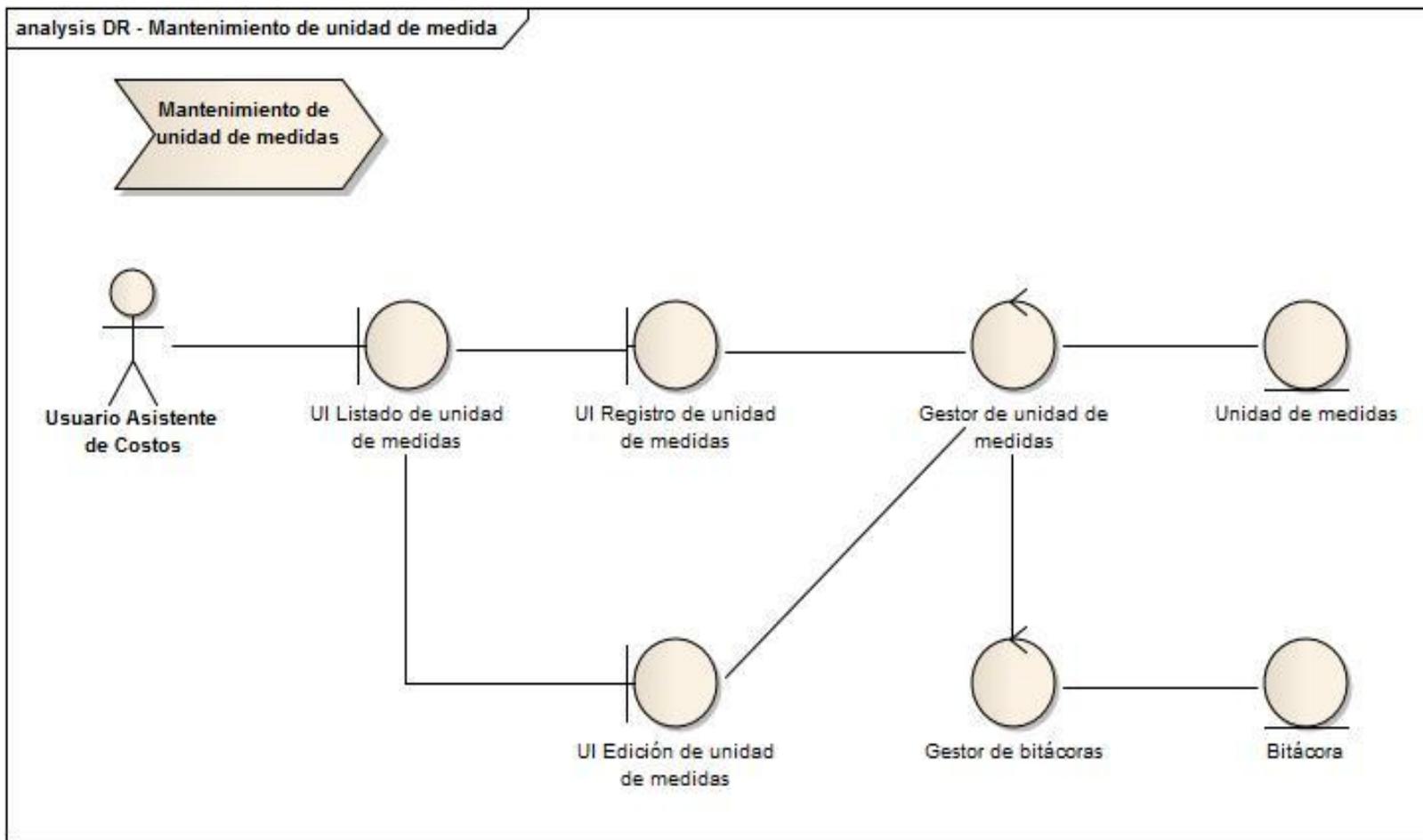


Figura 63: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de unidad de medida".  
Fuente: [Elaboración Propia].

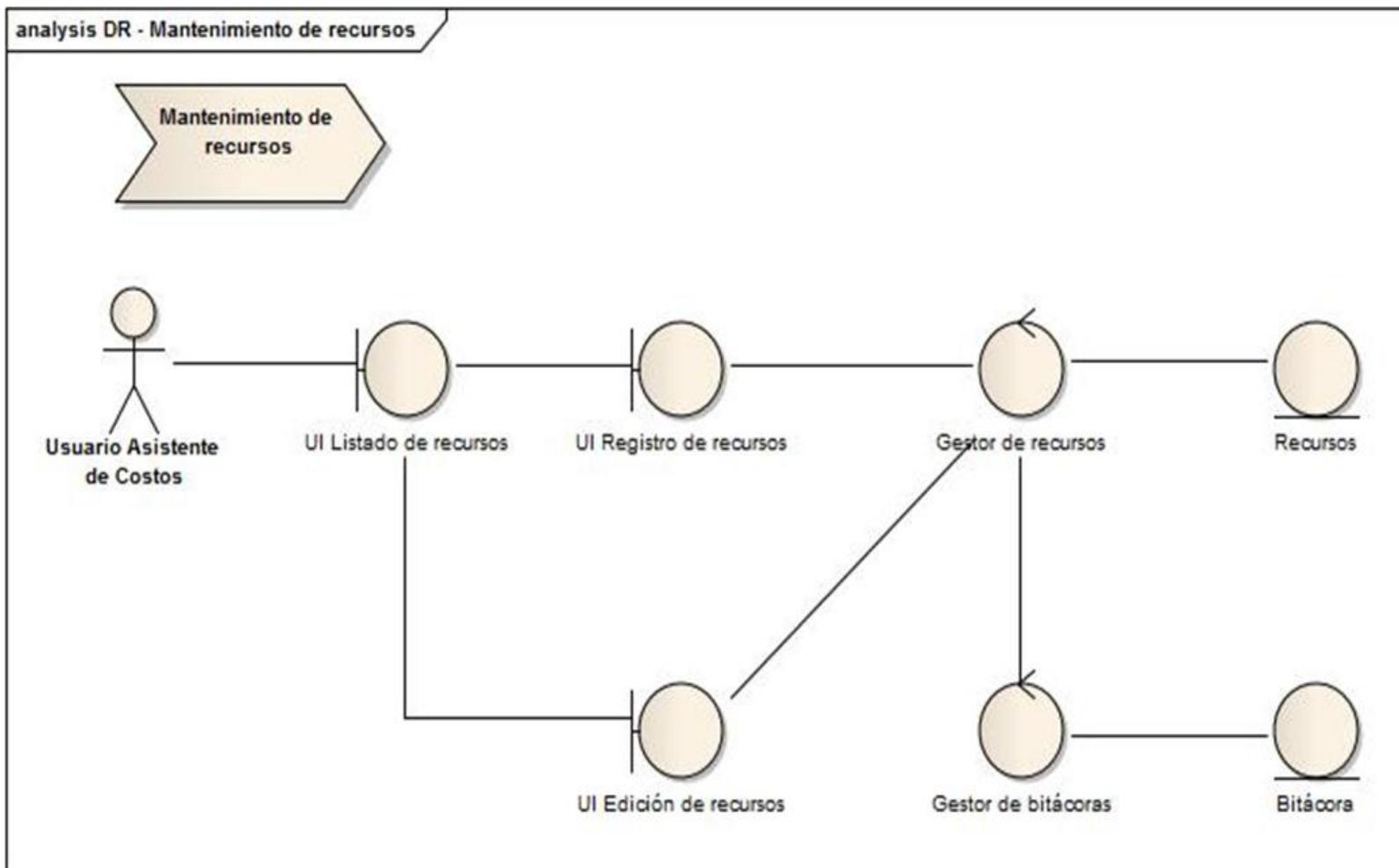


Figura 64: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de recursos".  
Fuente: [Elaboración Propia].

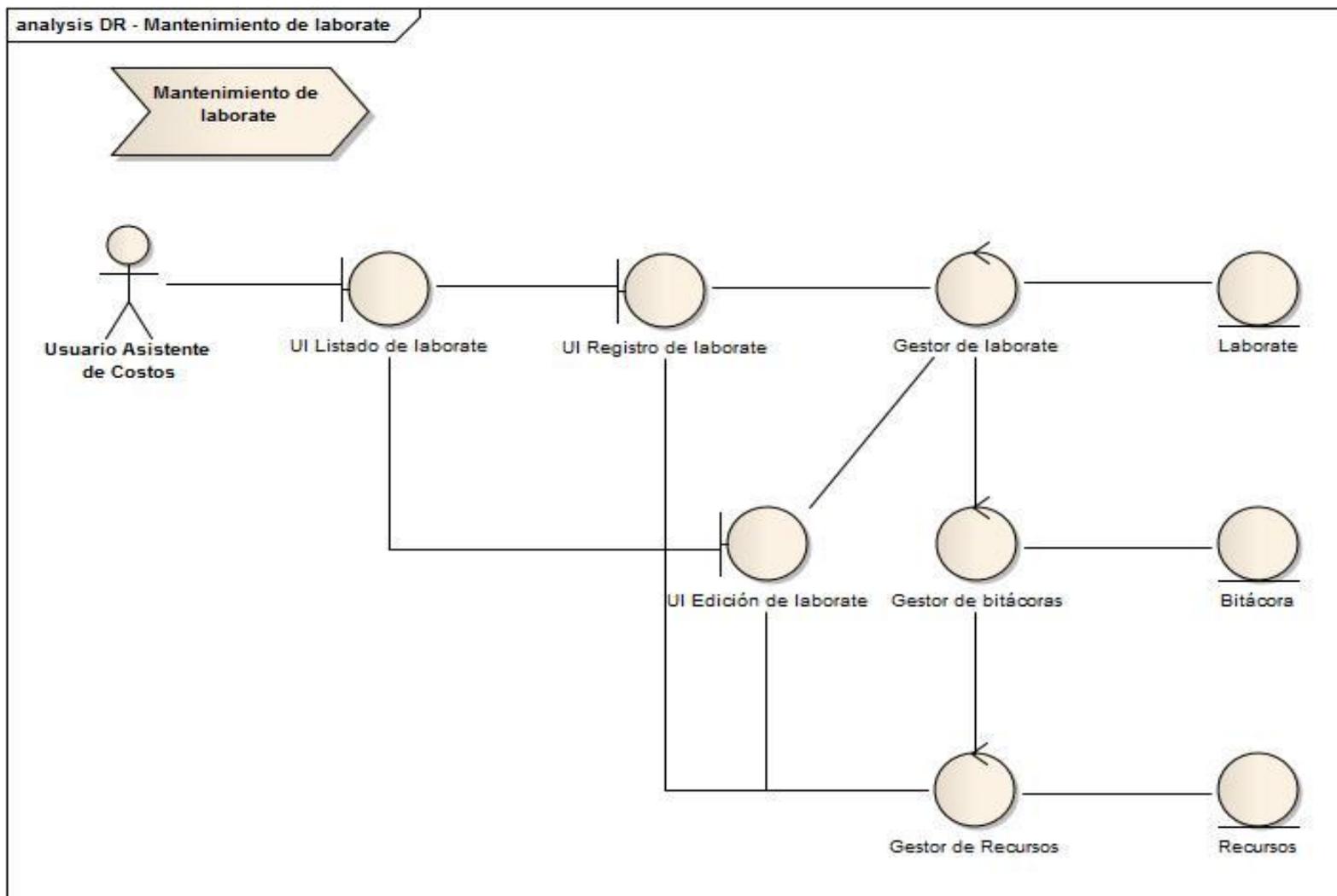


Figura 65: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de laborate".  
Fuente: [Elaboración Propia].

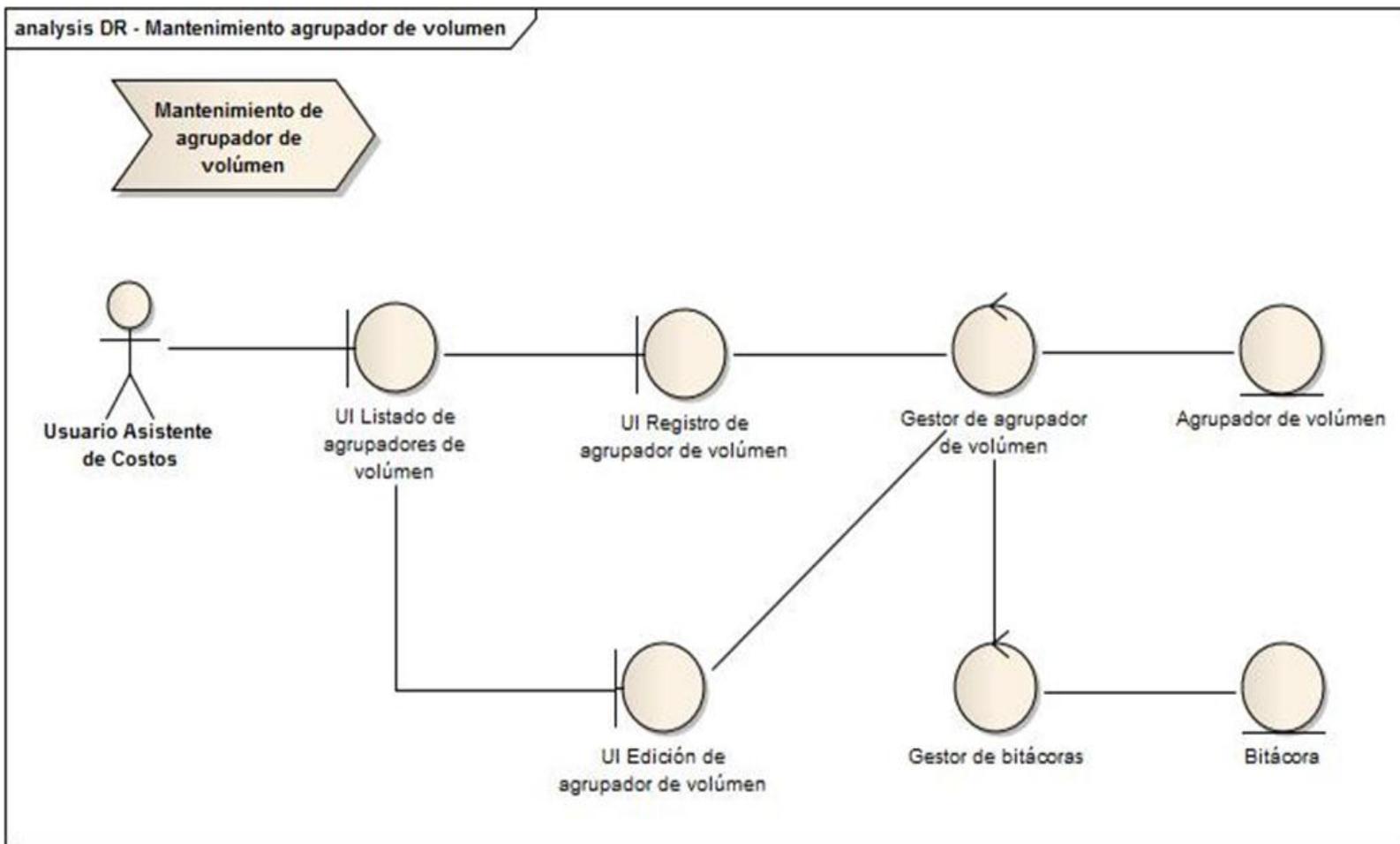


Figura 66: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de agrupador de volumen".  
Fuente: [Elaboración Propia].

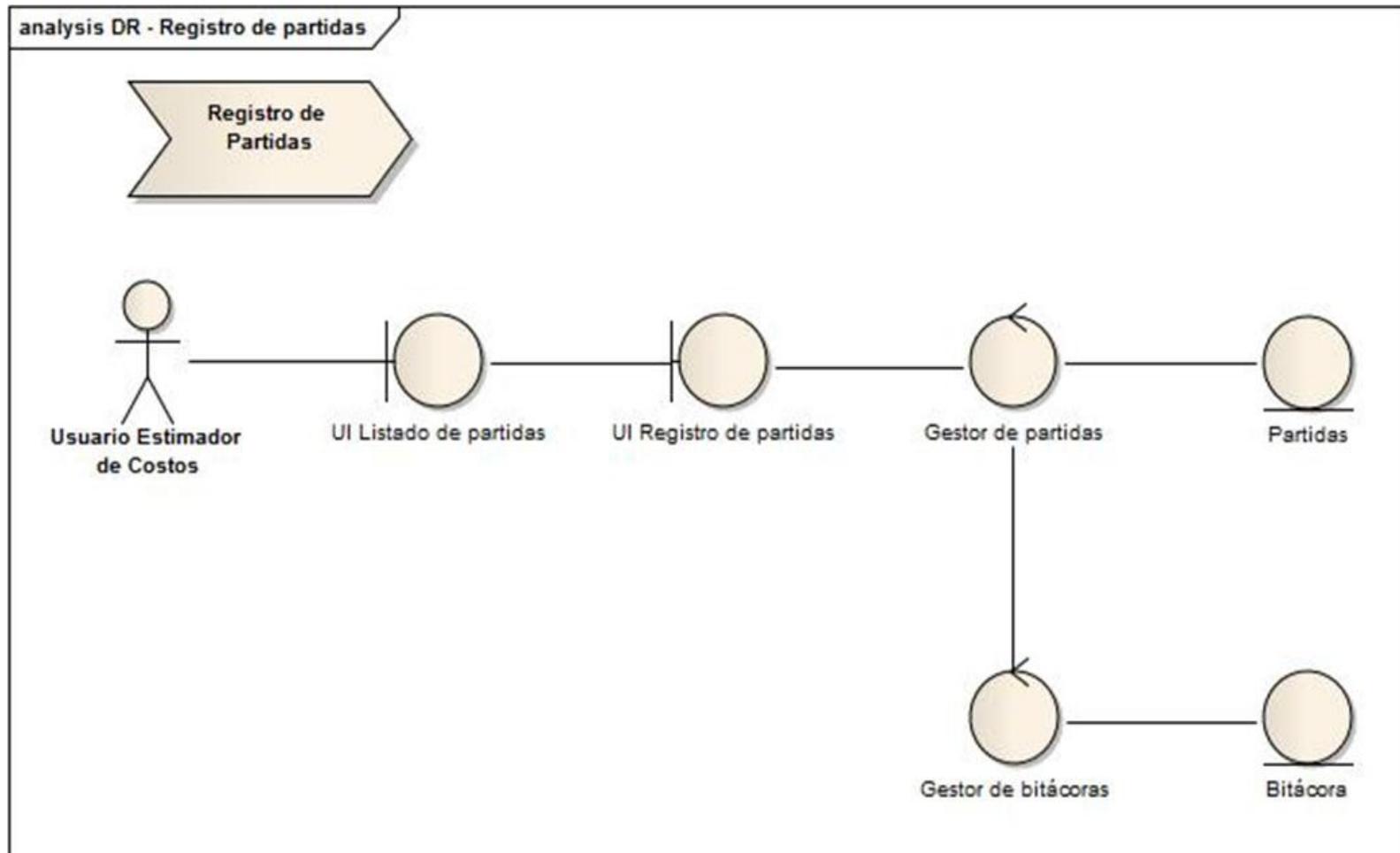


Figura 67: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de partidas".  
Fuente: [Elaboración Propia].

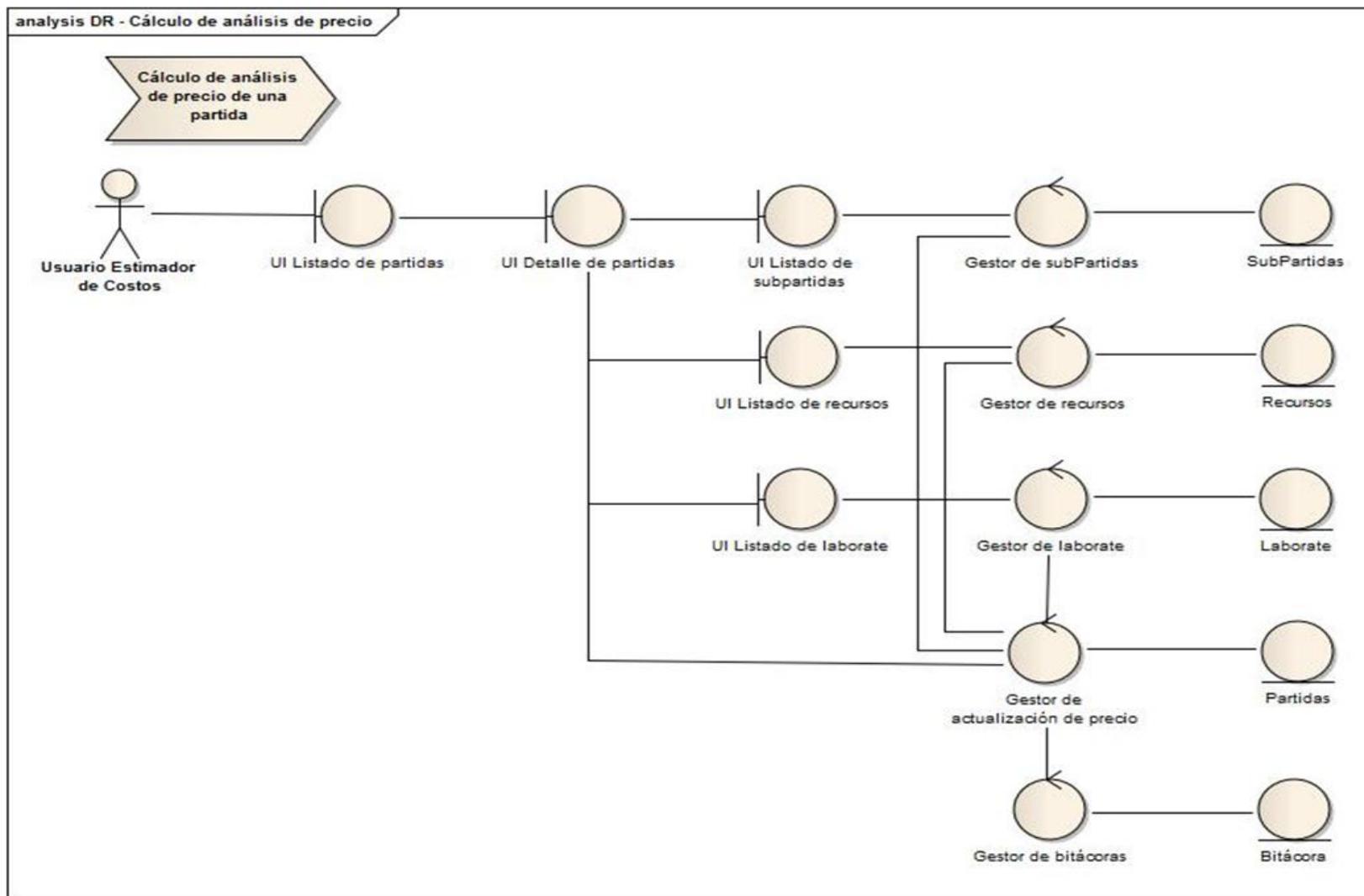


Figura 68: Diagrama de Robustez - "Cálculo de análisis de precio de una partida".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

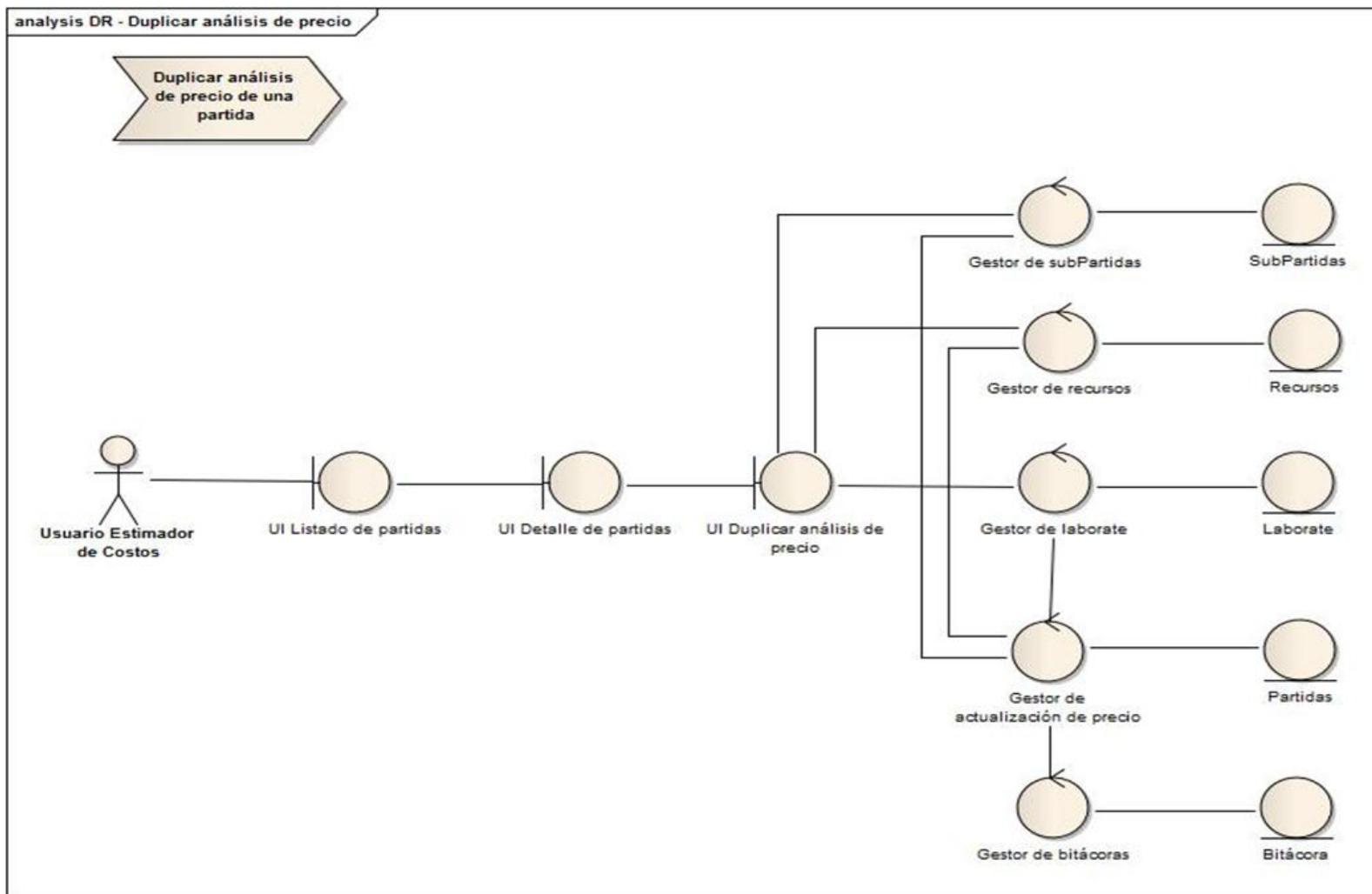


Figura 69: Diagrama de Robustez - "Duplicar análisis de precio de una partida".  
Fuente: [Elaboración Propia].

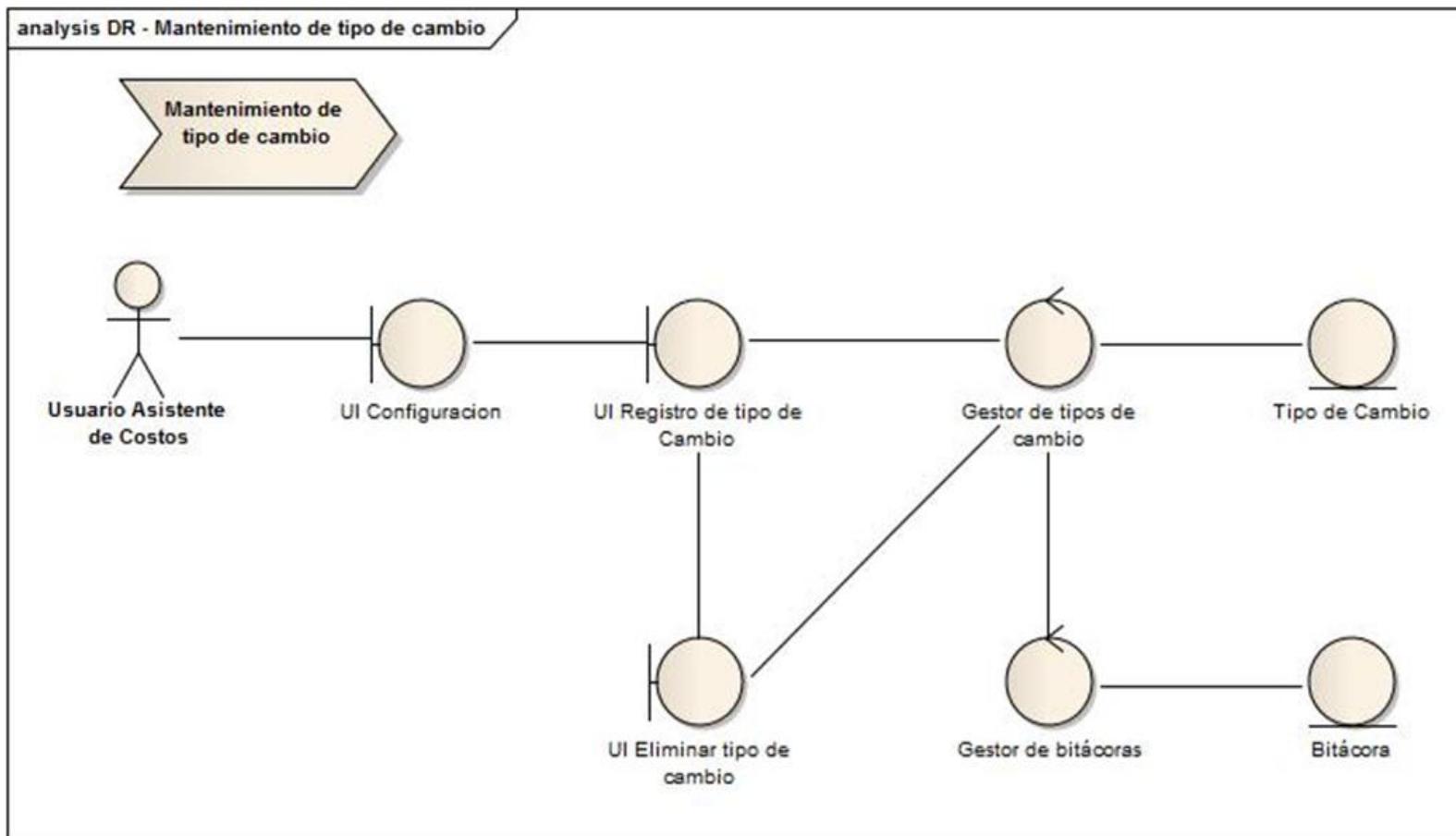


Figura 70: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de tipo de cambio".  
Fuente: [Elaboración Propia].

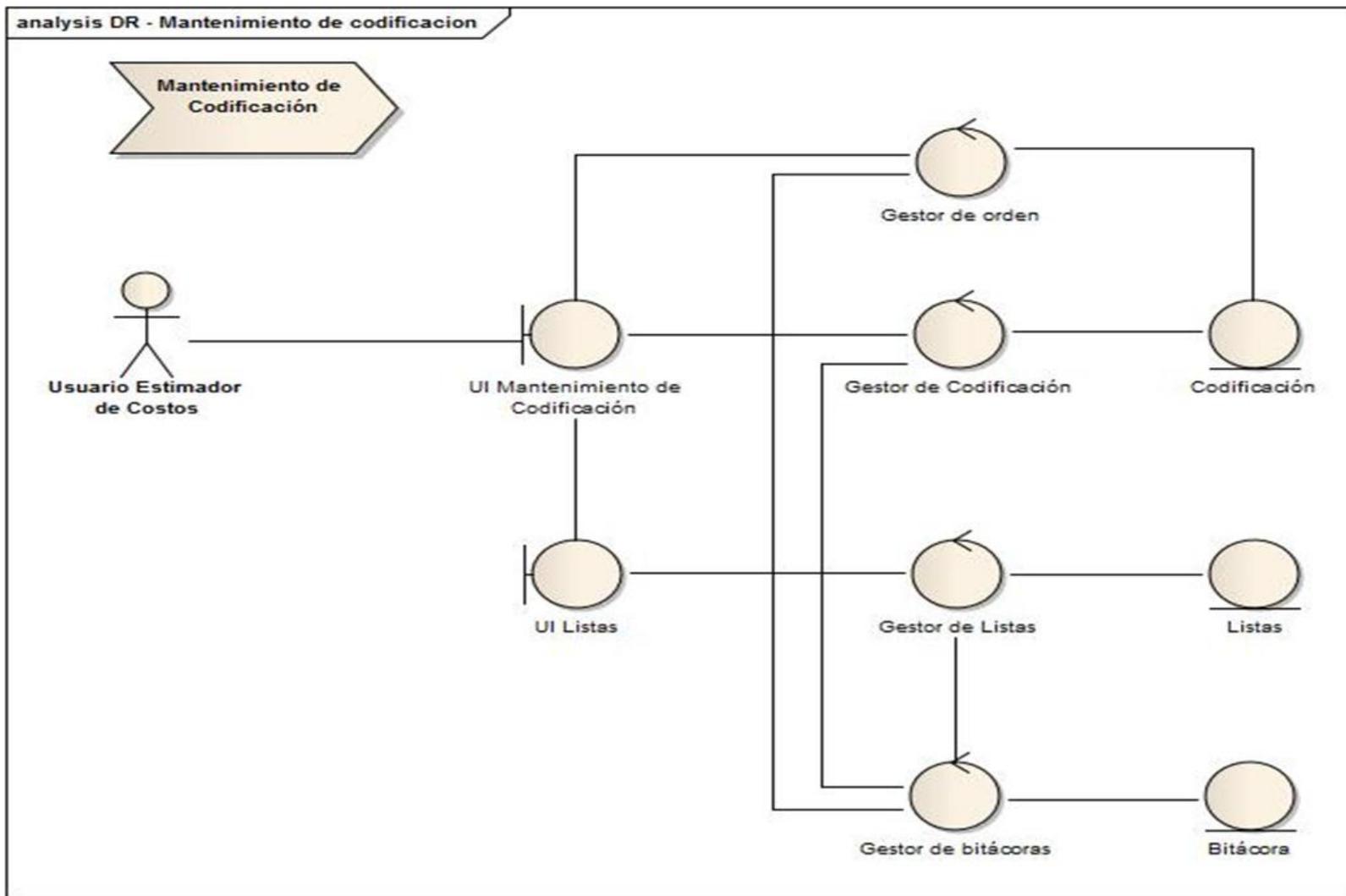


Figura 71: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de codificación".  
Fuente: [Elaboración Propia].

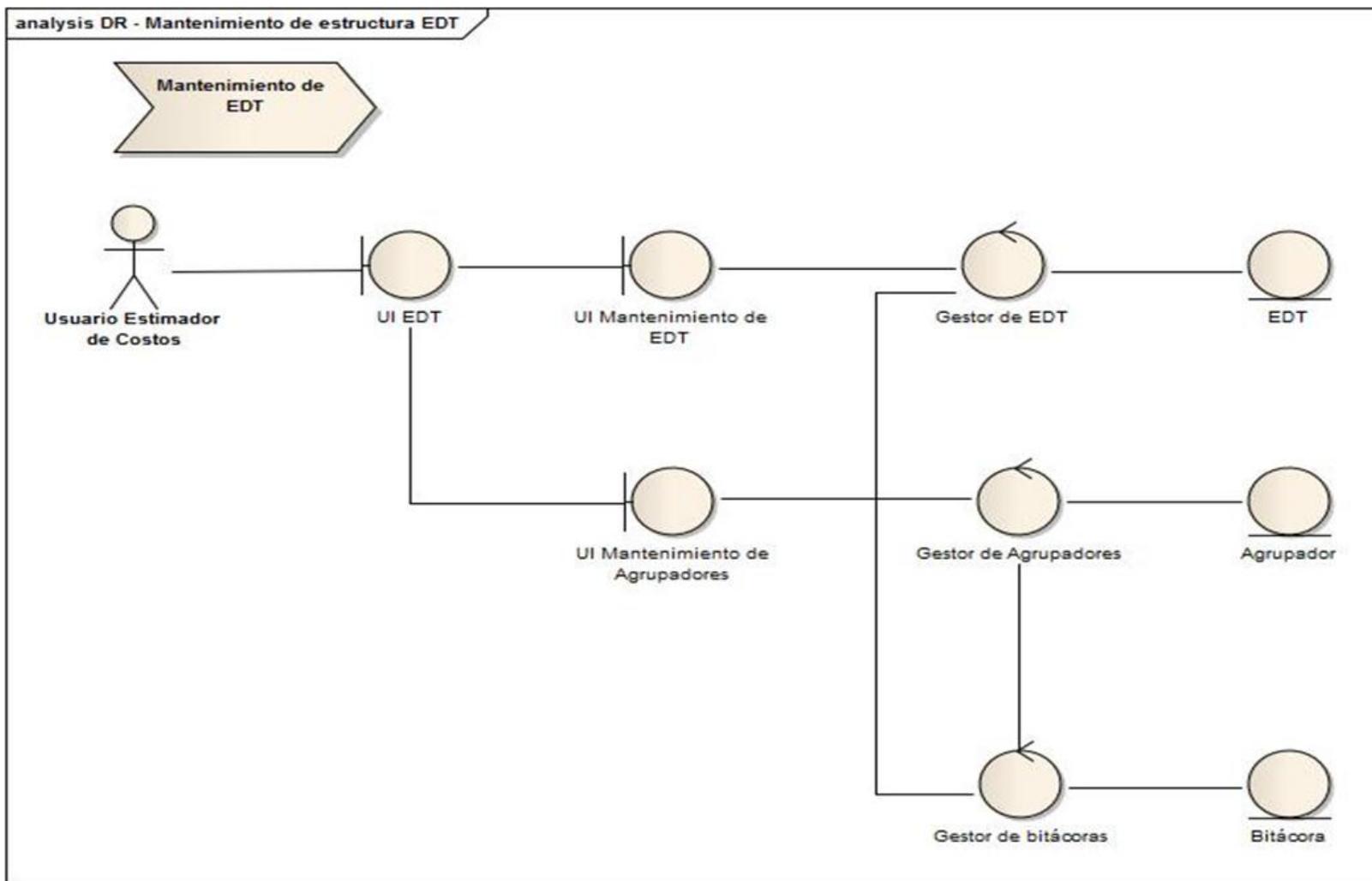


Figura 72: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de EDT".  
Fuente: [Elaboración Propia].

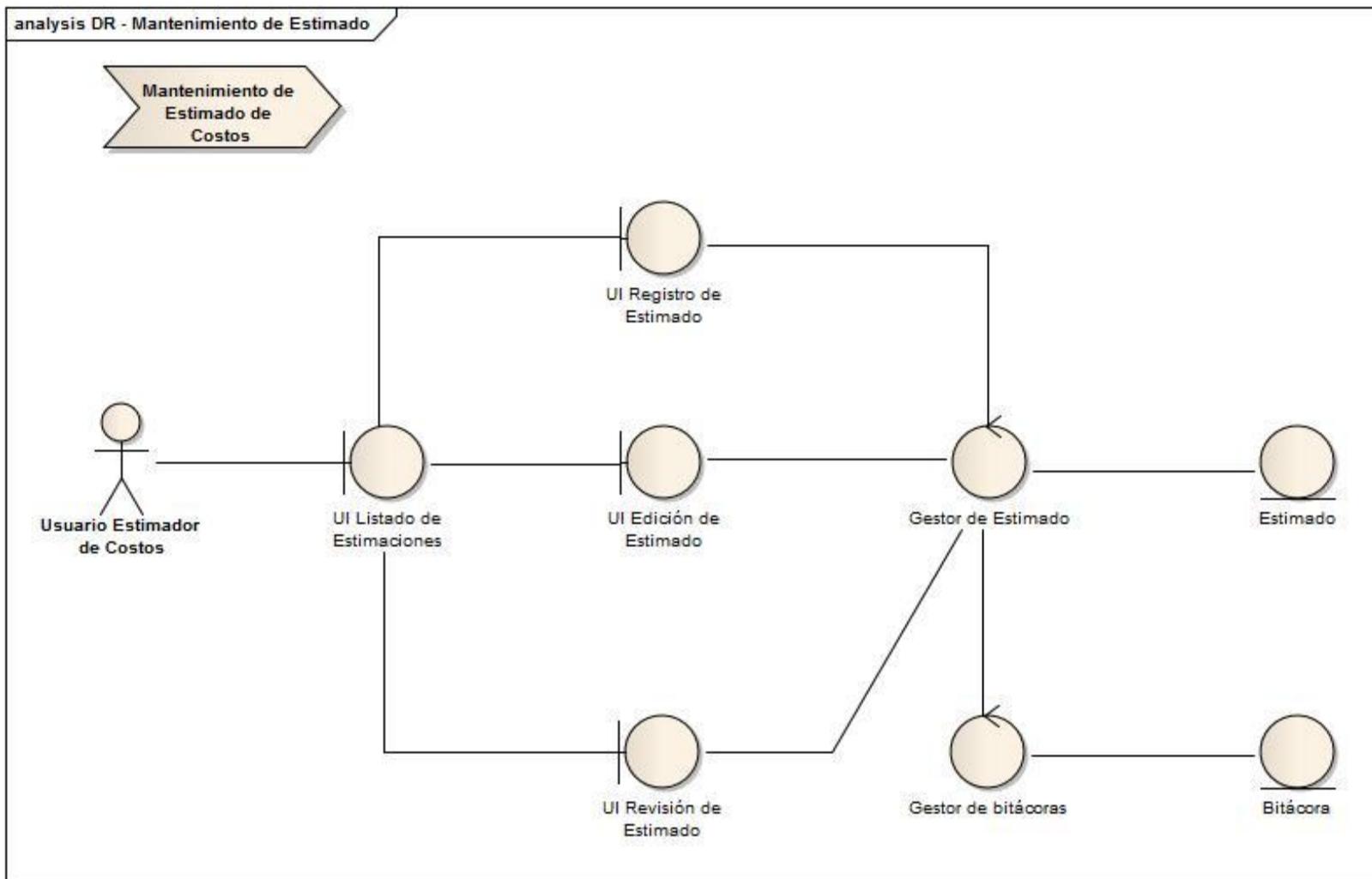


Figura 73: Diagrama de Robustez - "Mantenimiento de estimado de costos".  
Fuente: [Elaboración Propia].

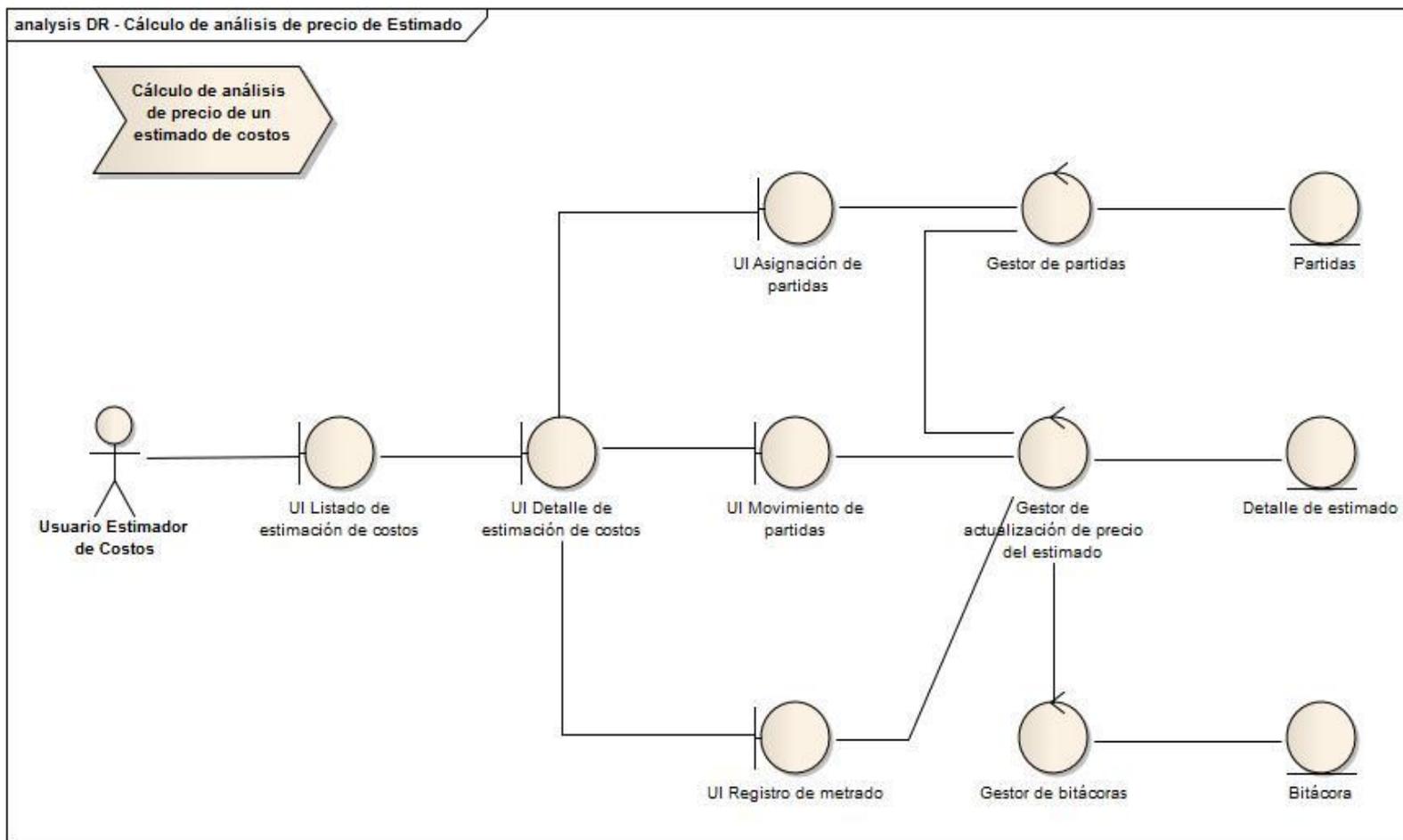


Figura 74: Diagrama de Robustez - "Cálculo de análisis de precio de un estimado de costos".  
Fuente: [Elaboración Propia].

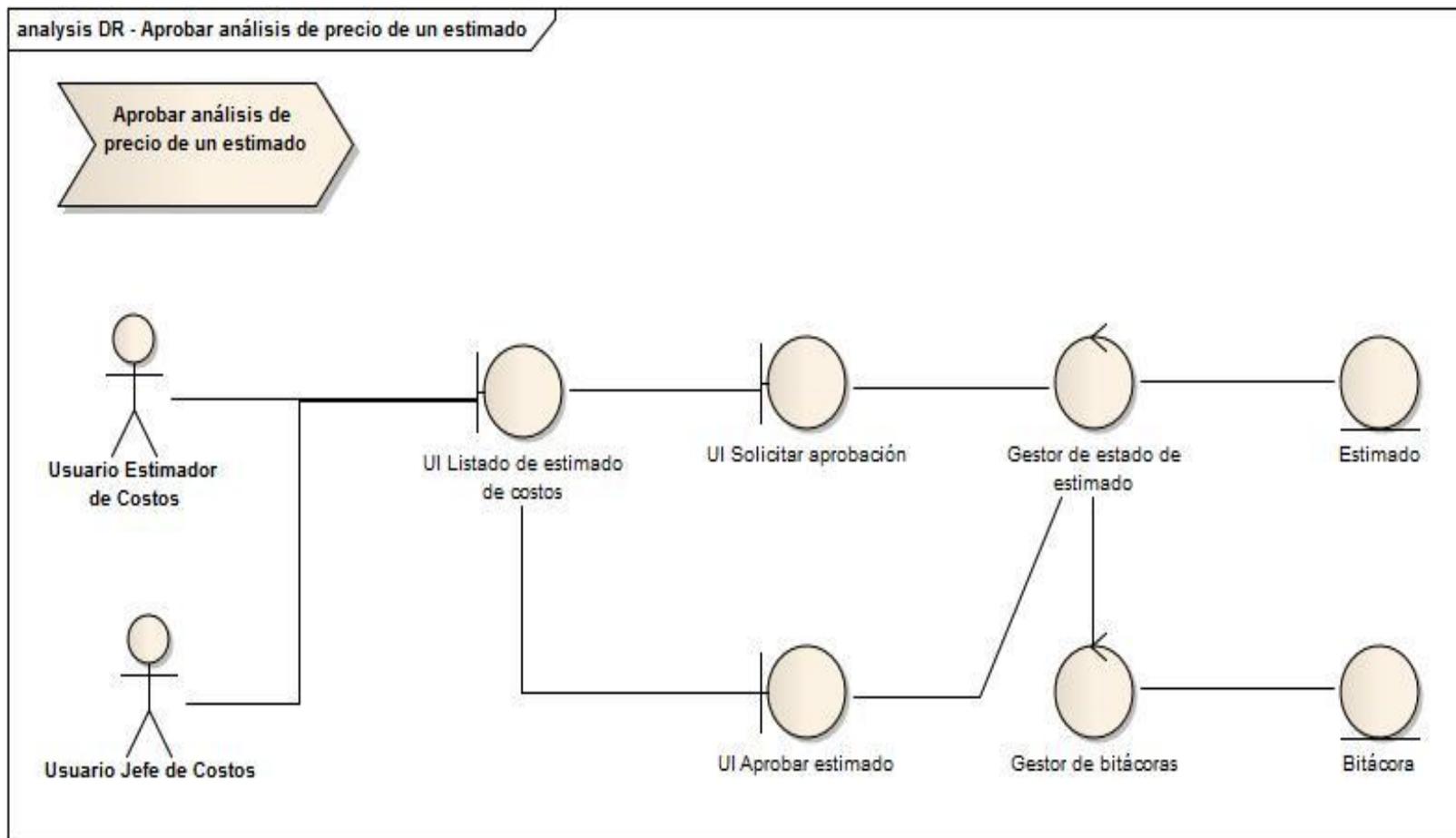


Figura 75: Diagrama de Robustez - "Aprobar análisis de costos".  
Fuente: [Elaboración Propia].

## **2.4 Diseño**

### **2.4.1 Diagramas de Secuencias**

El diagrama de secuencia es el núcleo del modelo dinámico, y muestra todos los cursos alternos que pueden tomar todos nuestros casos de uso. Los diagramas de secuencias se componen de 4 elementos que son: el curso de acción, los objetos, los mensajes y los métodos (operaciones).

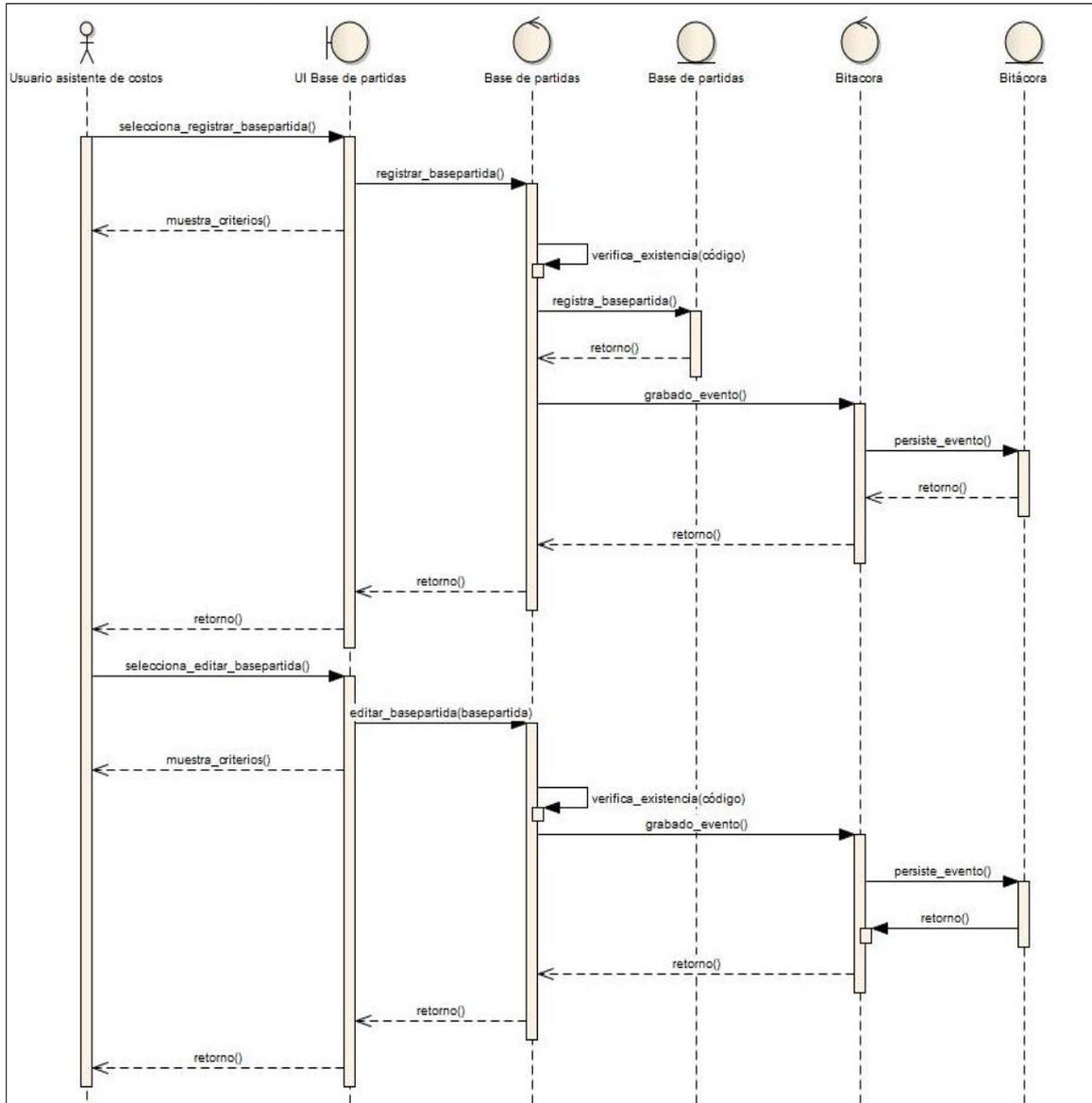


Figura 76: Diagrama de Secuencia - “Mantenimiento de base de partidas”.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

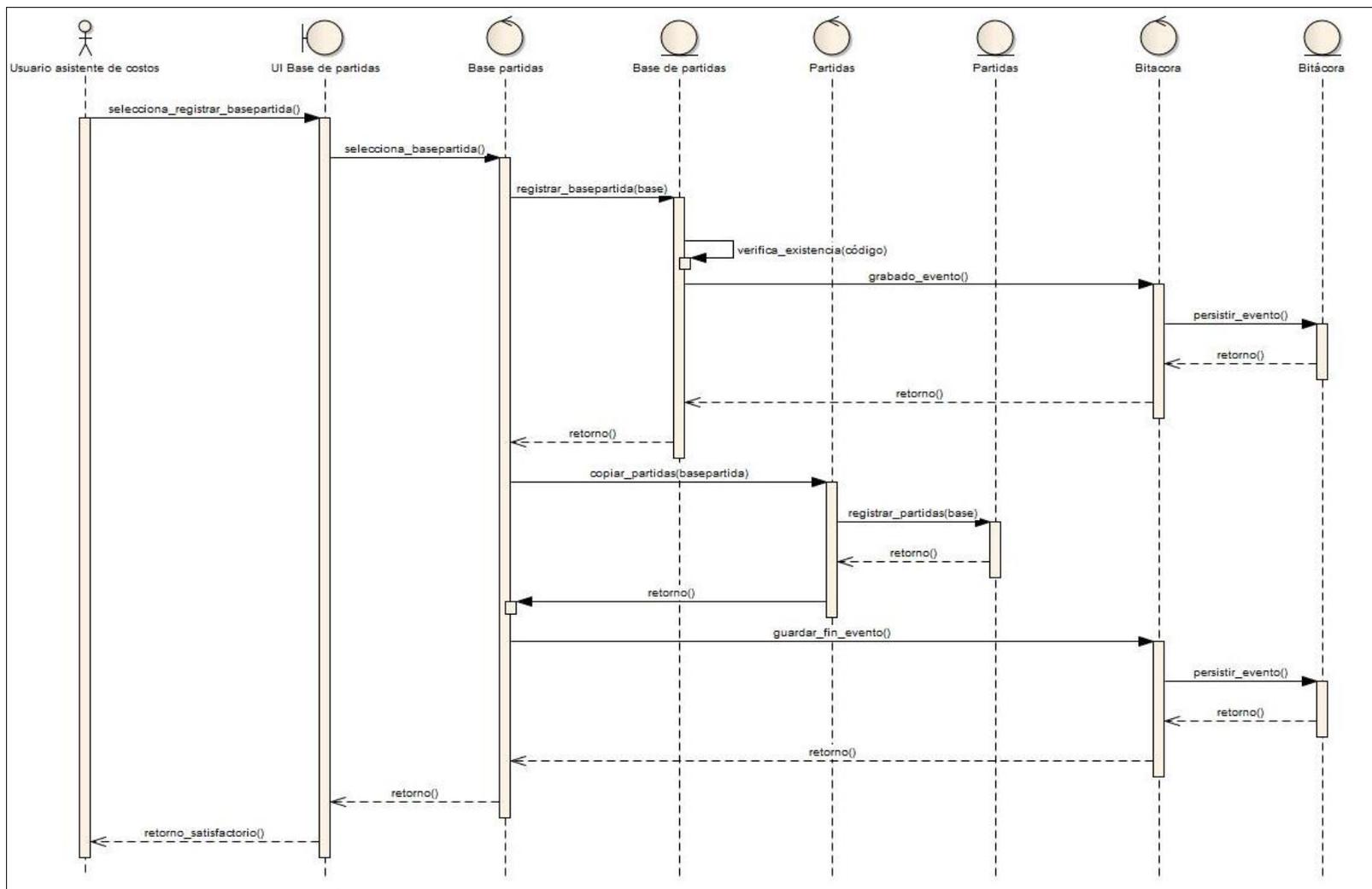


Figura 77: Diagrama de Secuencia - "Copiar partidas de una base de partidas".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

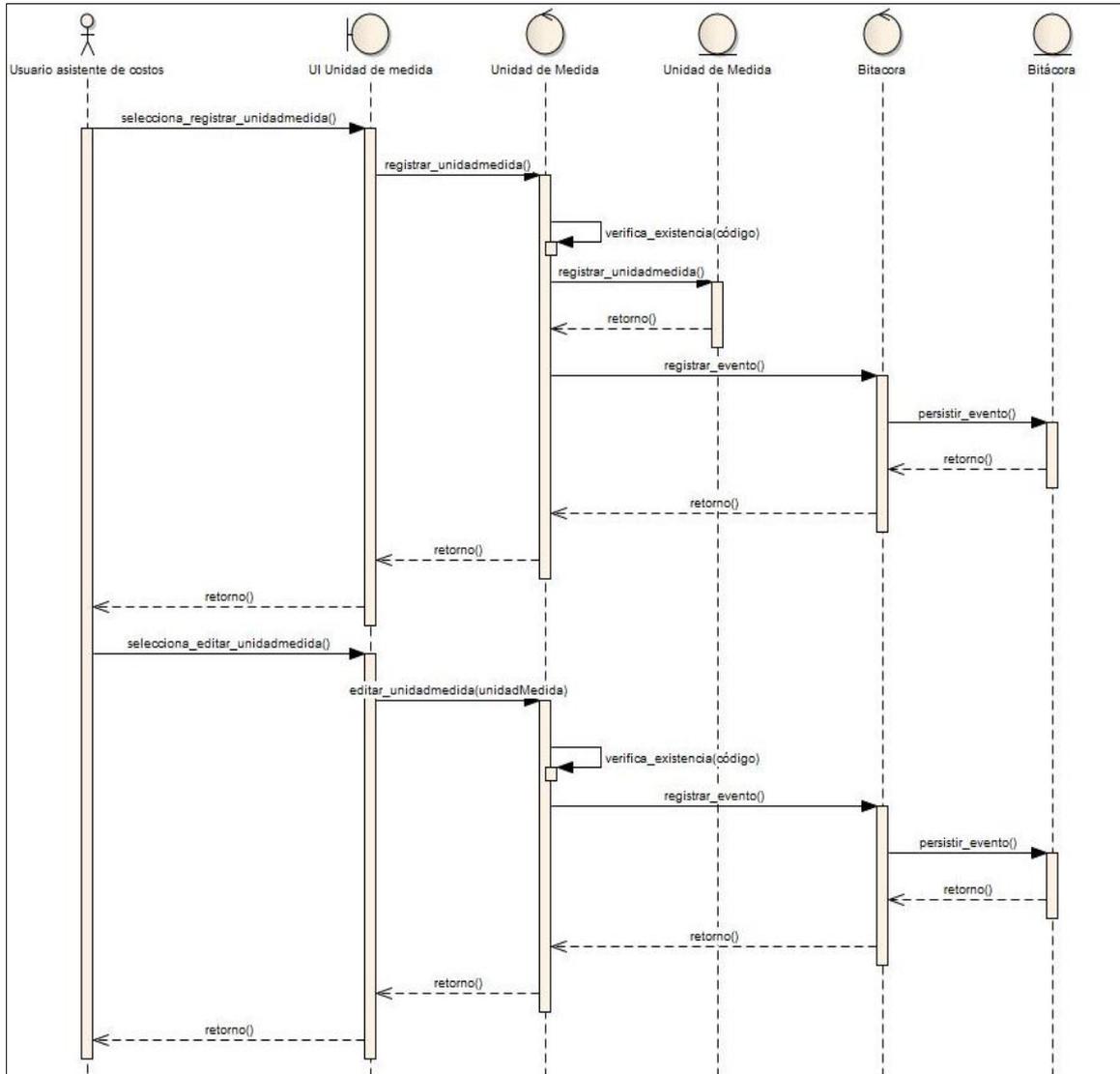


Figura 78: Diagrama de Secuencia - "Mantenimiento de unidades de medida".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

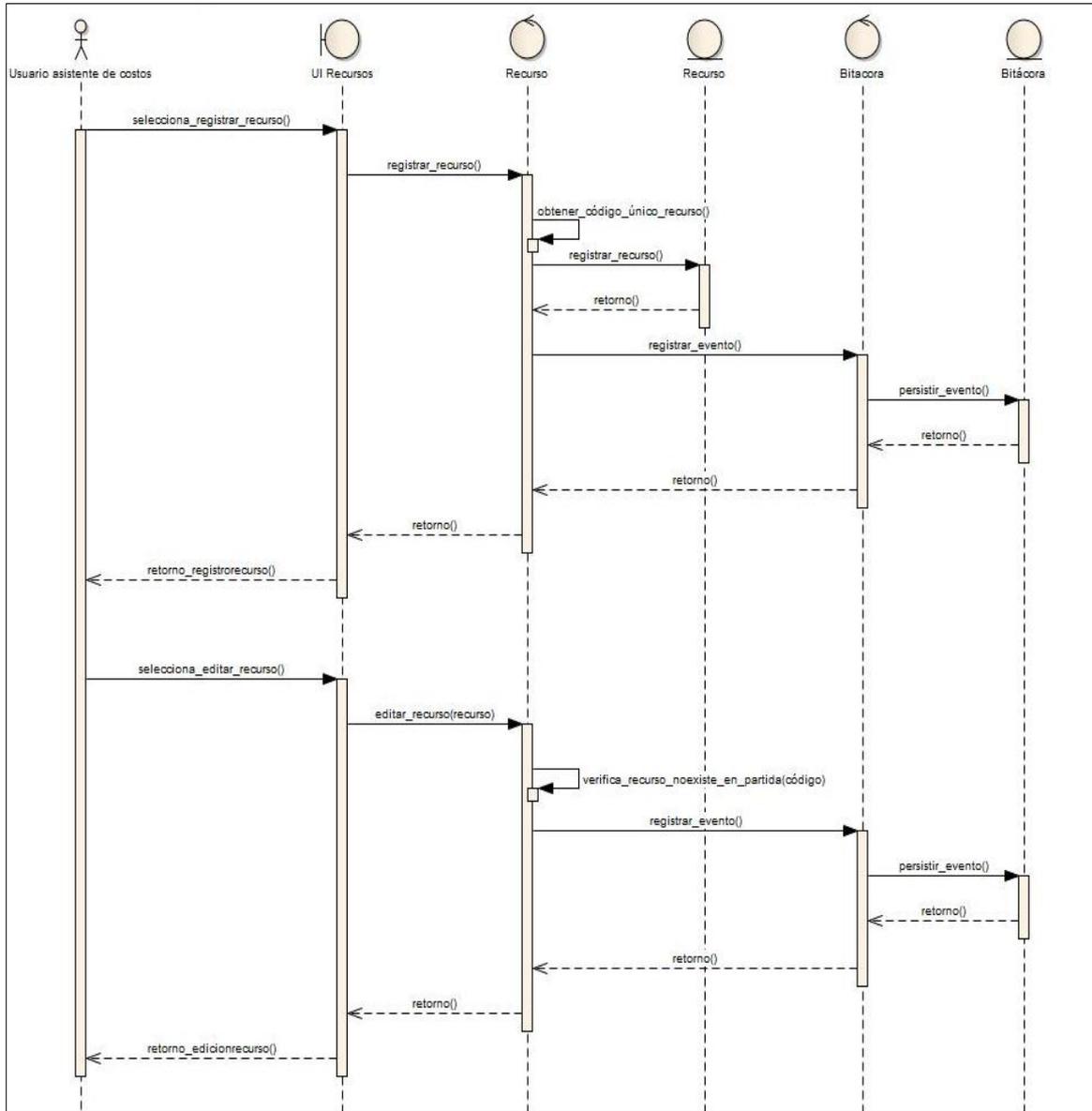


Figura 79: Diagrama de Secuencia - "Mantenimiento de recursos".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

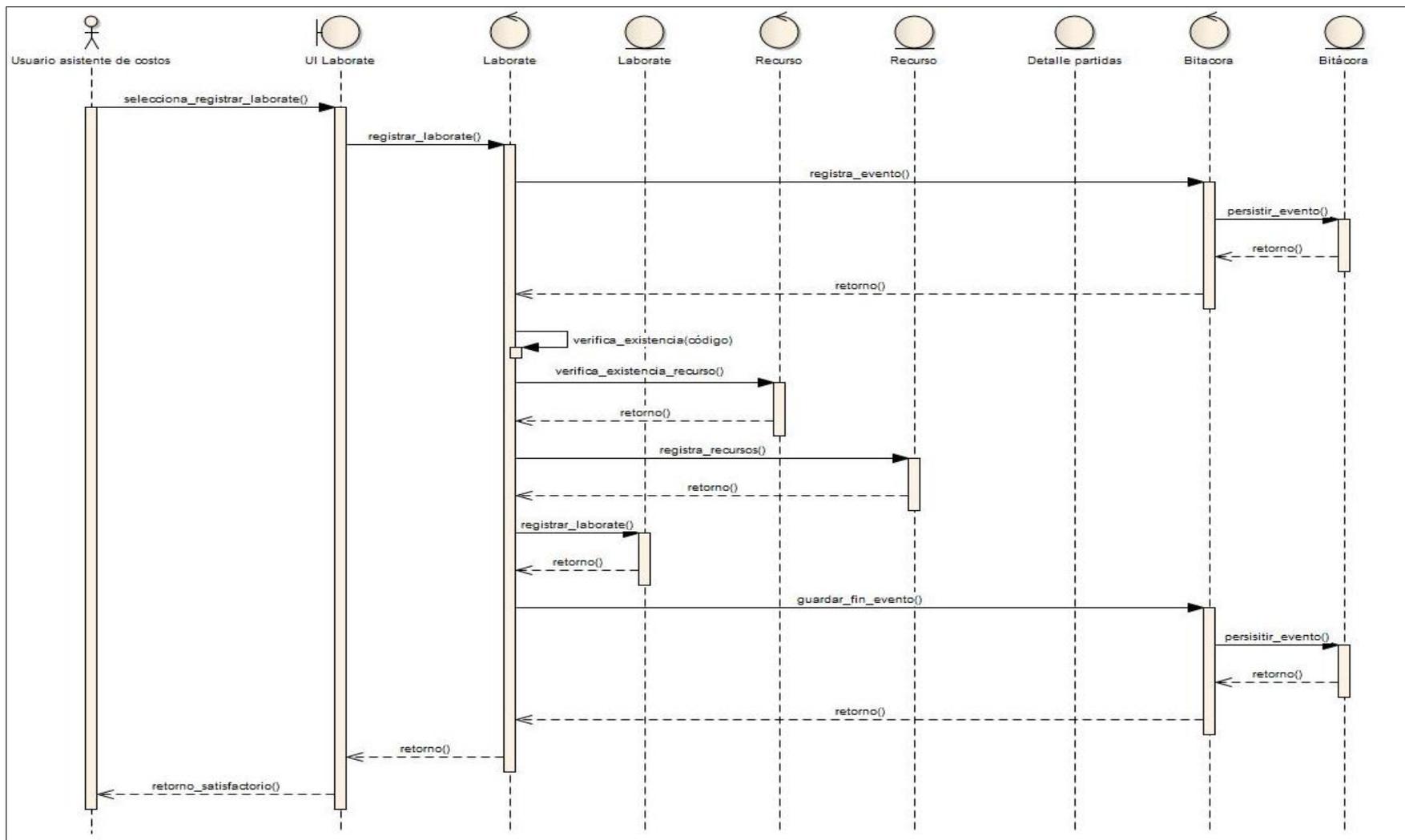


Figura 80: Diagrama de Secuencia - "Mantenimiento de laborates".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

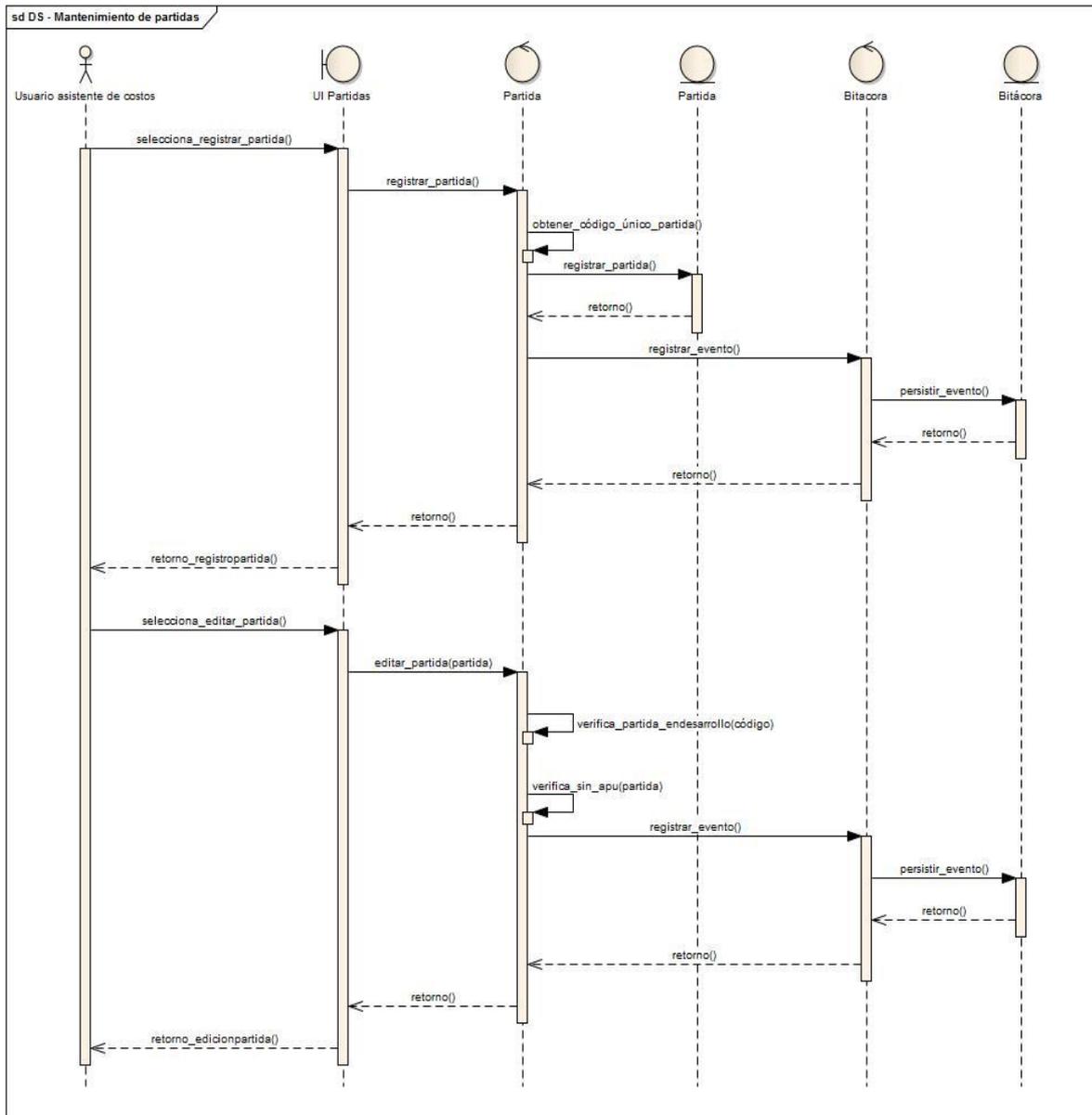


Figura 81: Diagrama de Secuencia - "Mantenimiento de partidas".

Fuente: [Elaboración Propia].

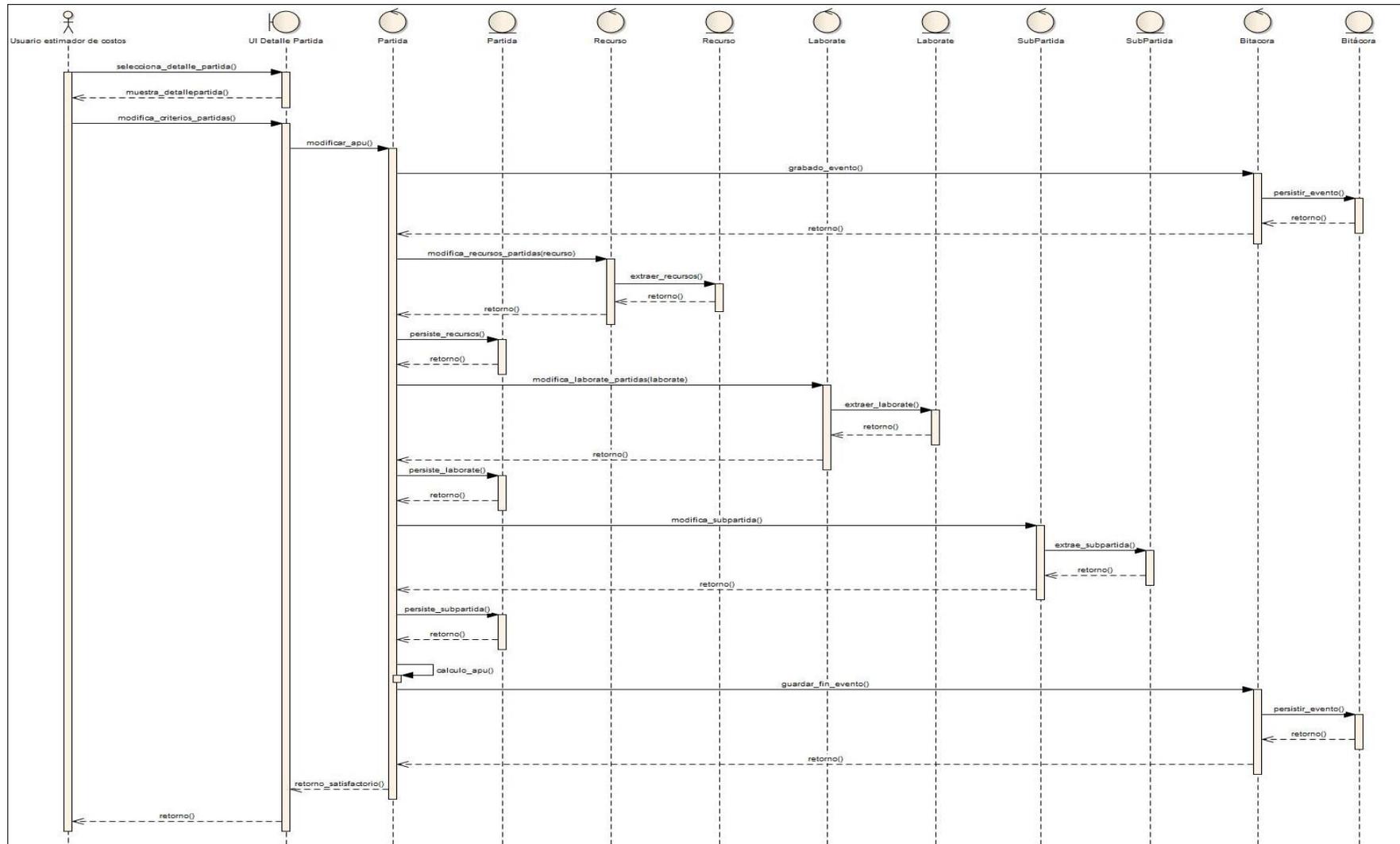


Figura 82: Diagrama de Secuencia - “Análisis de precio de partida”.  
Fuente: [Elaboración Propia].

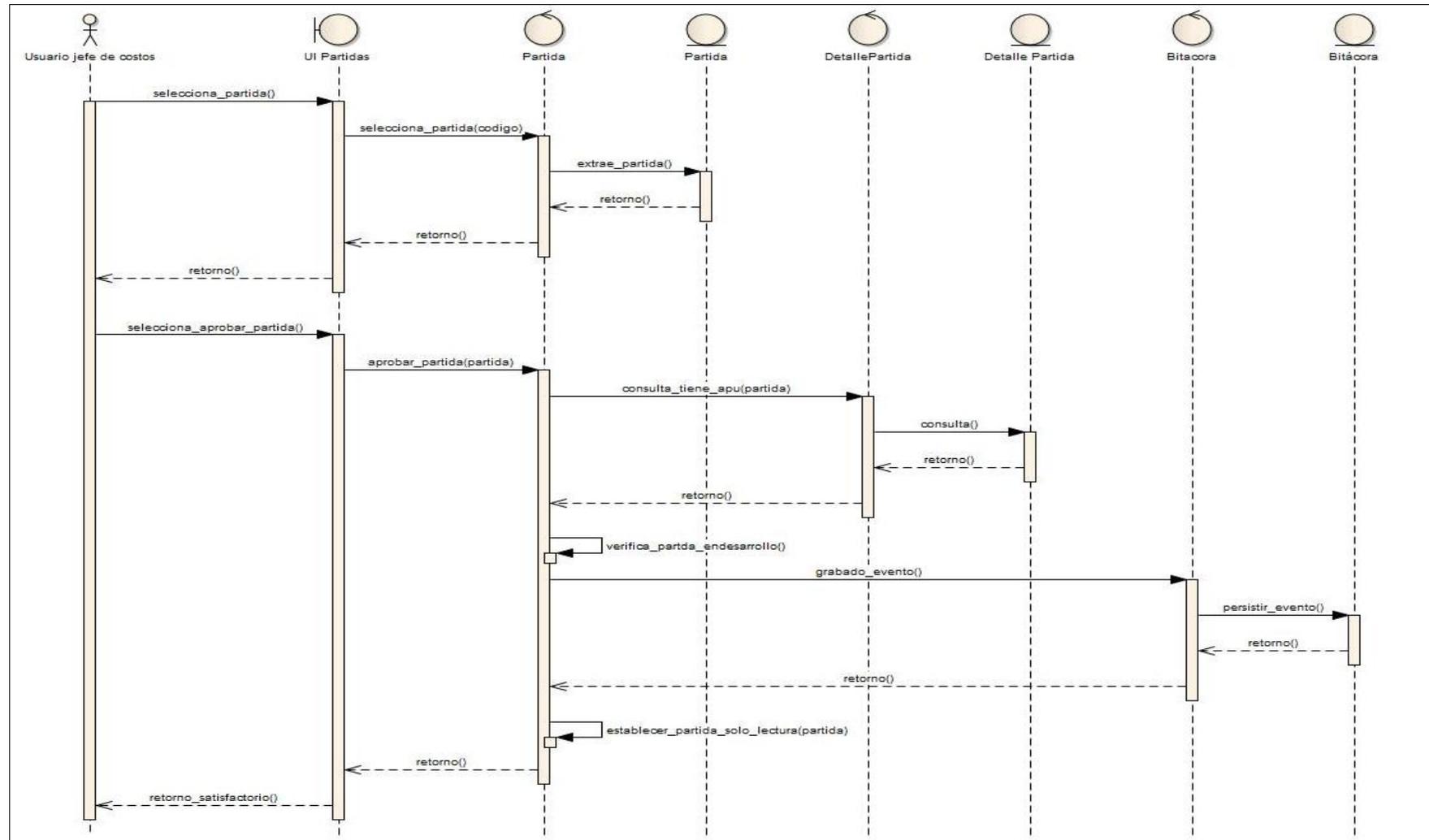


Figura 83: Diagrama de Secuencia - "Aprobar partida".  
Fuente: [Elaboración Propia].

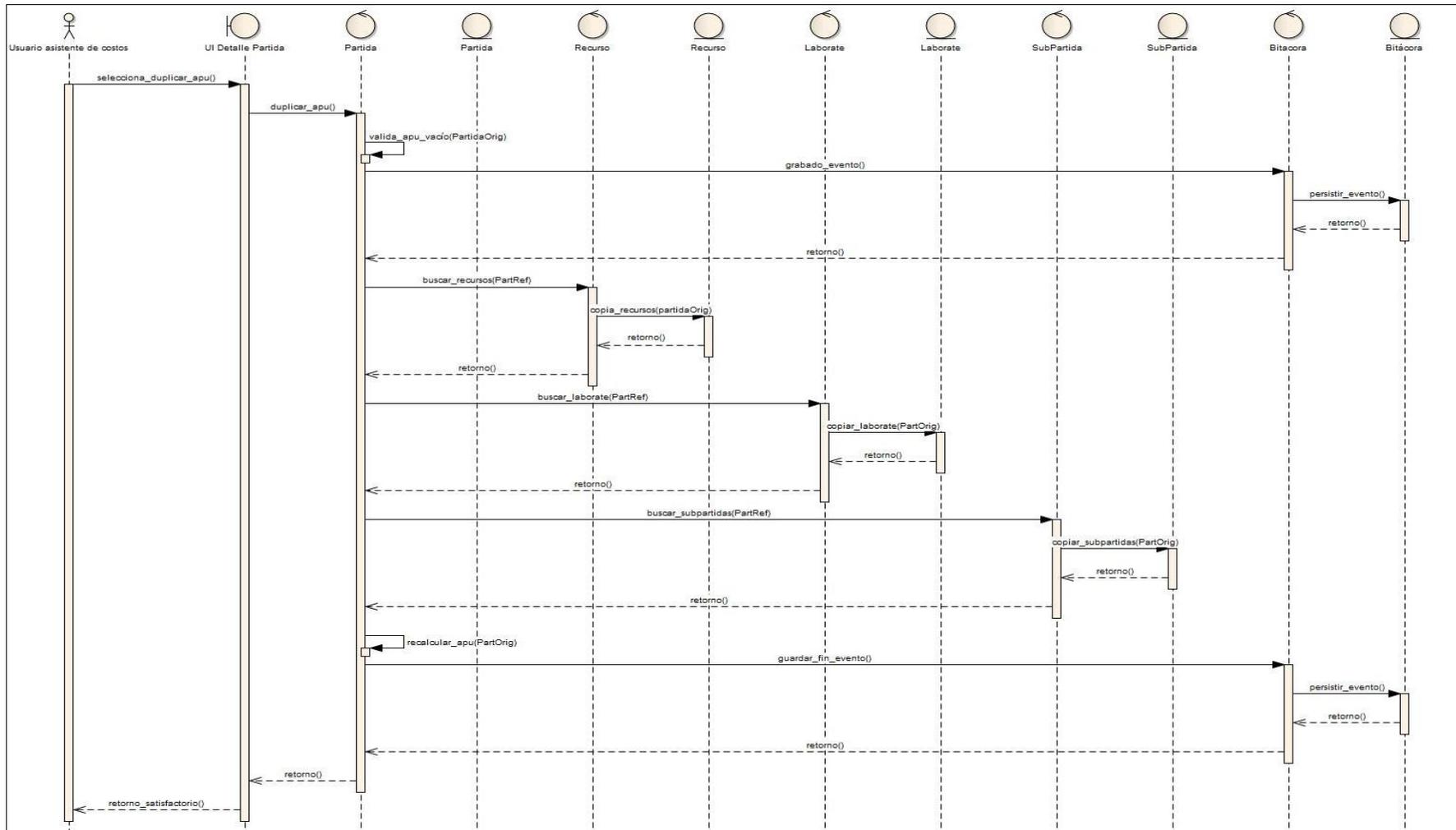


Figura 84: Diagrama de Secuencia - “Duplicar análisis de precio de partida”.  
Fuente: [Elaboración Propia].

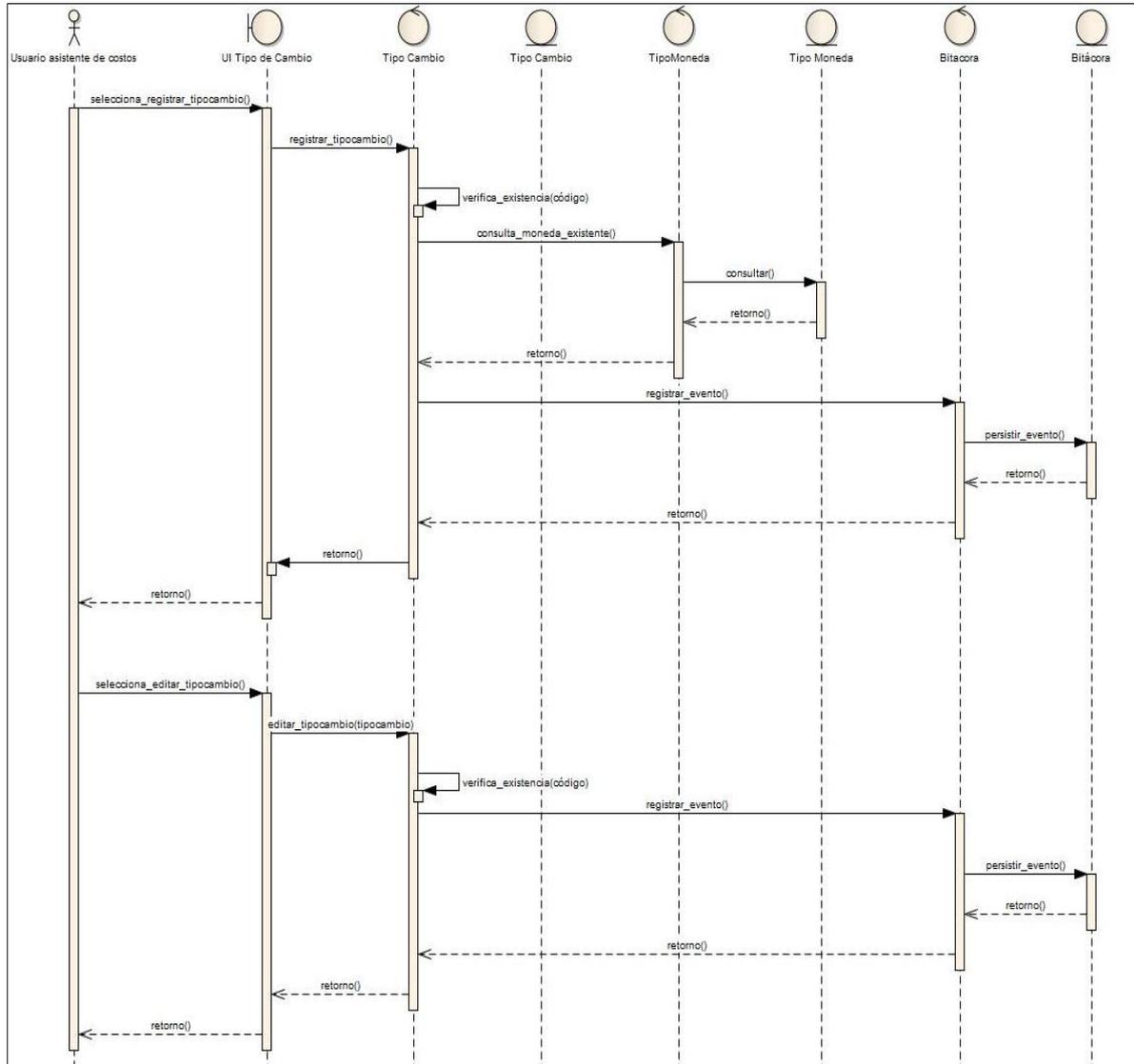


Figura 85: Diagrama de Secuencia - "Mantenimiento de tipo de cambio".  
Fuente: [Elaboración Propia].

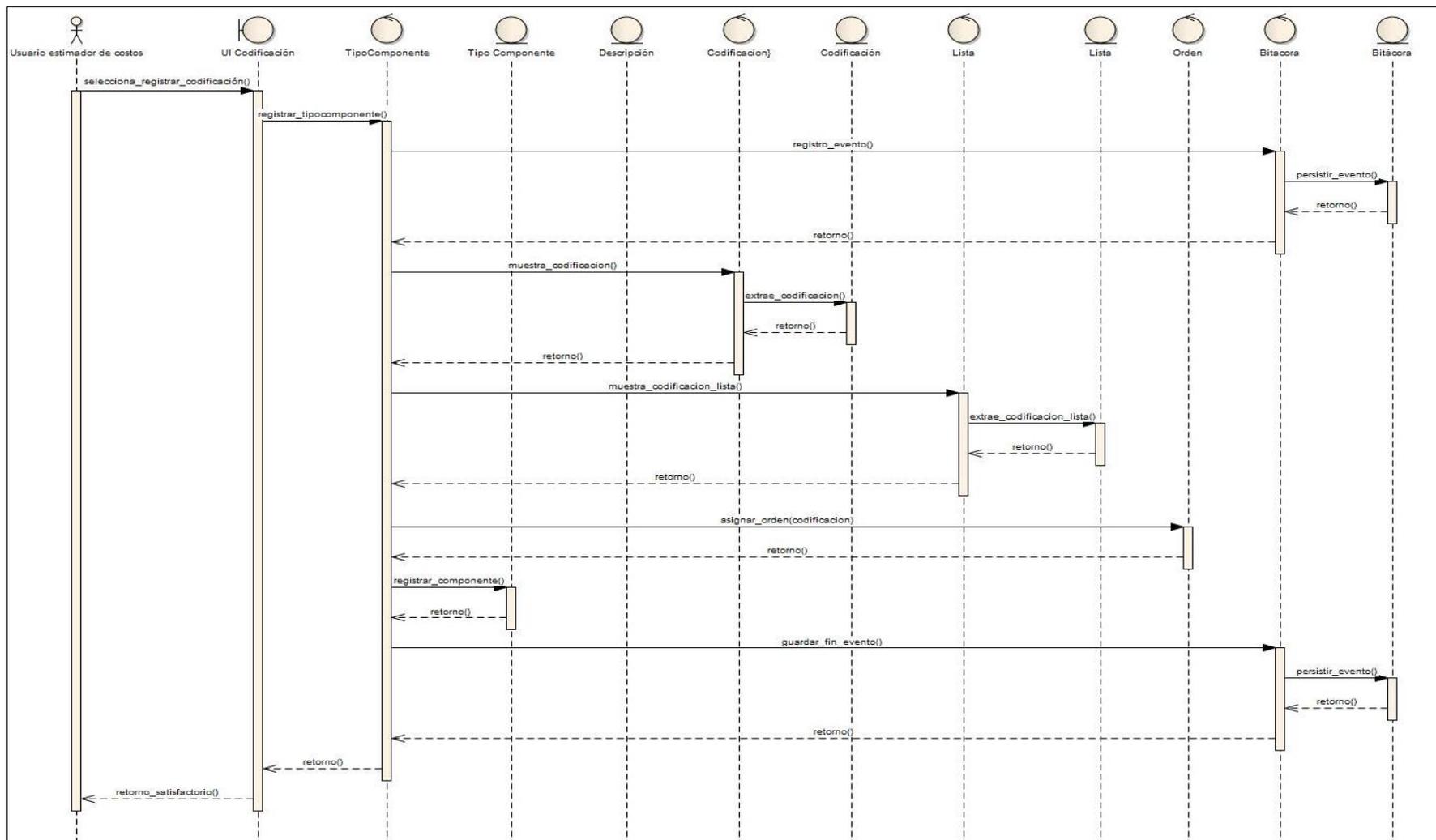


Figura 86: Diagrama de Secuencia - "Mantenimiento de codificación de partidas".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

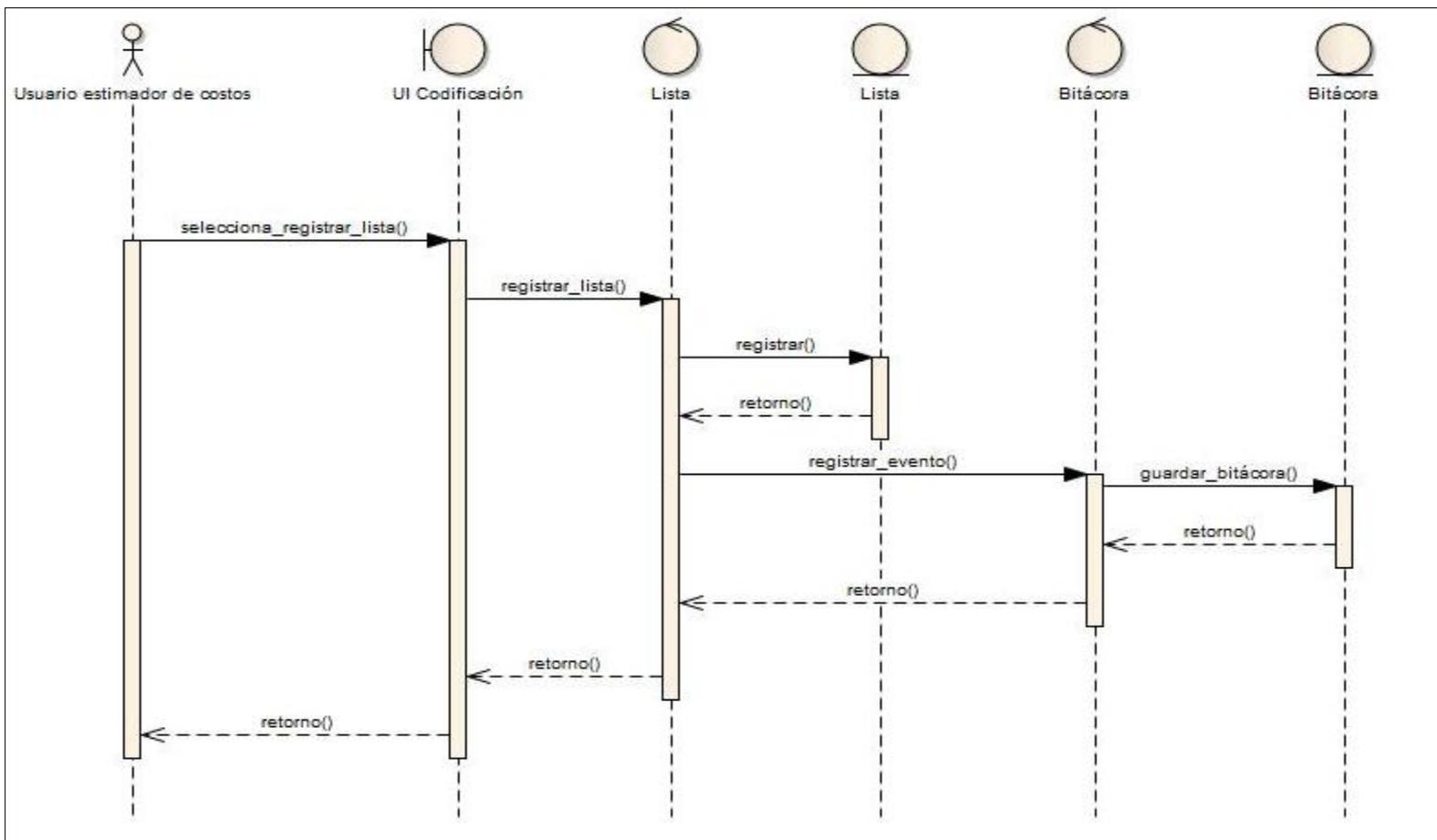


Figura 87: Diagrama de Secuencia - "Registro de listas en codificación".  
Fuente: [Elaboración Propia].

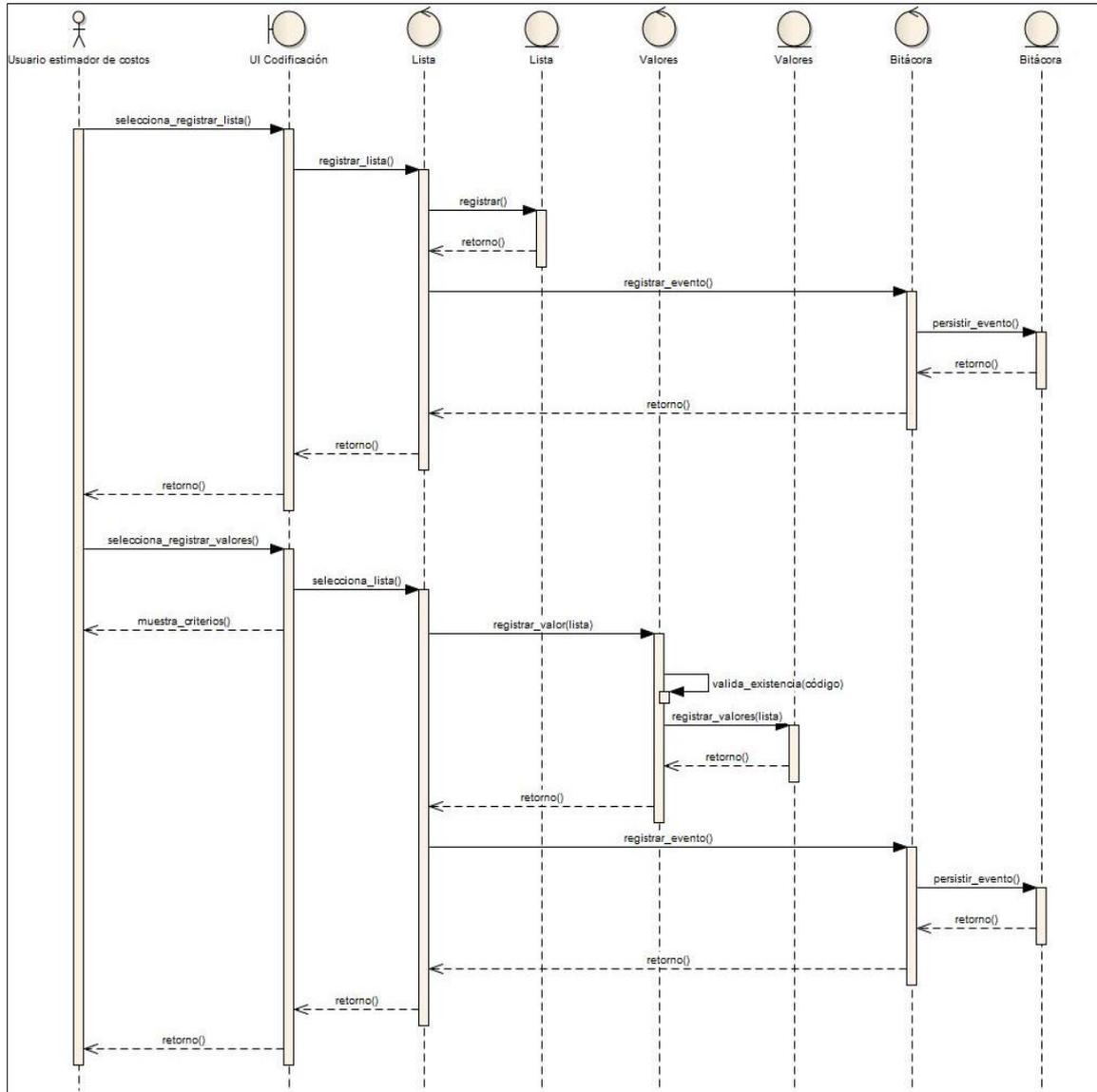


Figura 88: Diagrama de Secuencia - "Registro de valores en listas".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

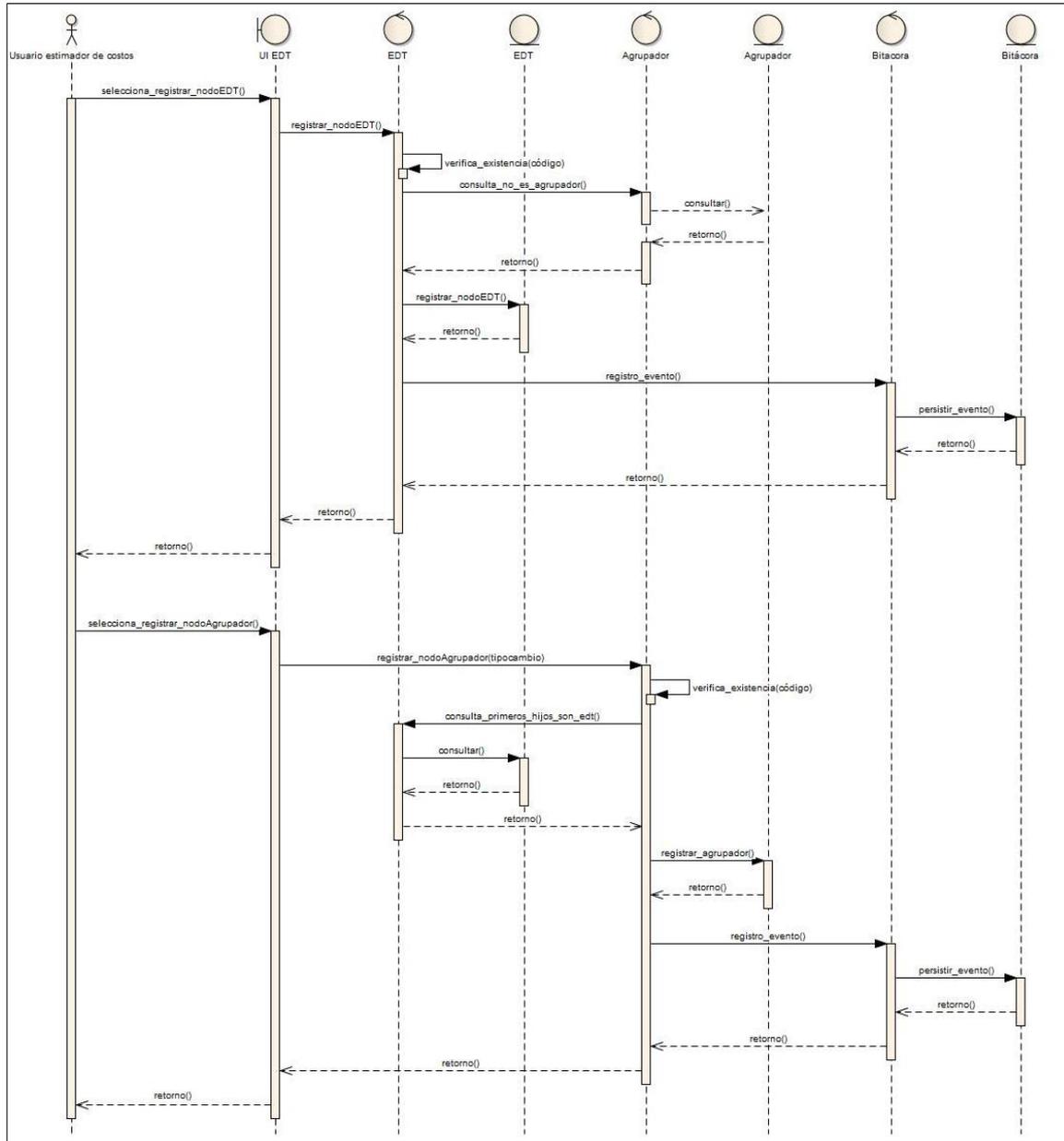


Figura 89: Diagrama de Secuencia - “Registro de estructura de desglose del proyecto (EDT)”.

Fuente: [Elaboración Propia].

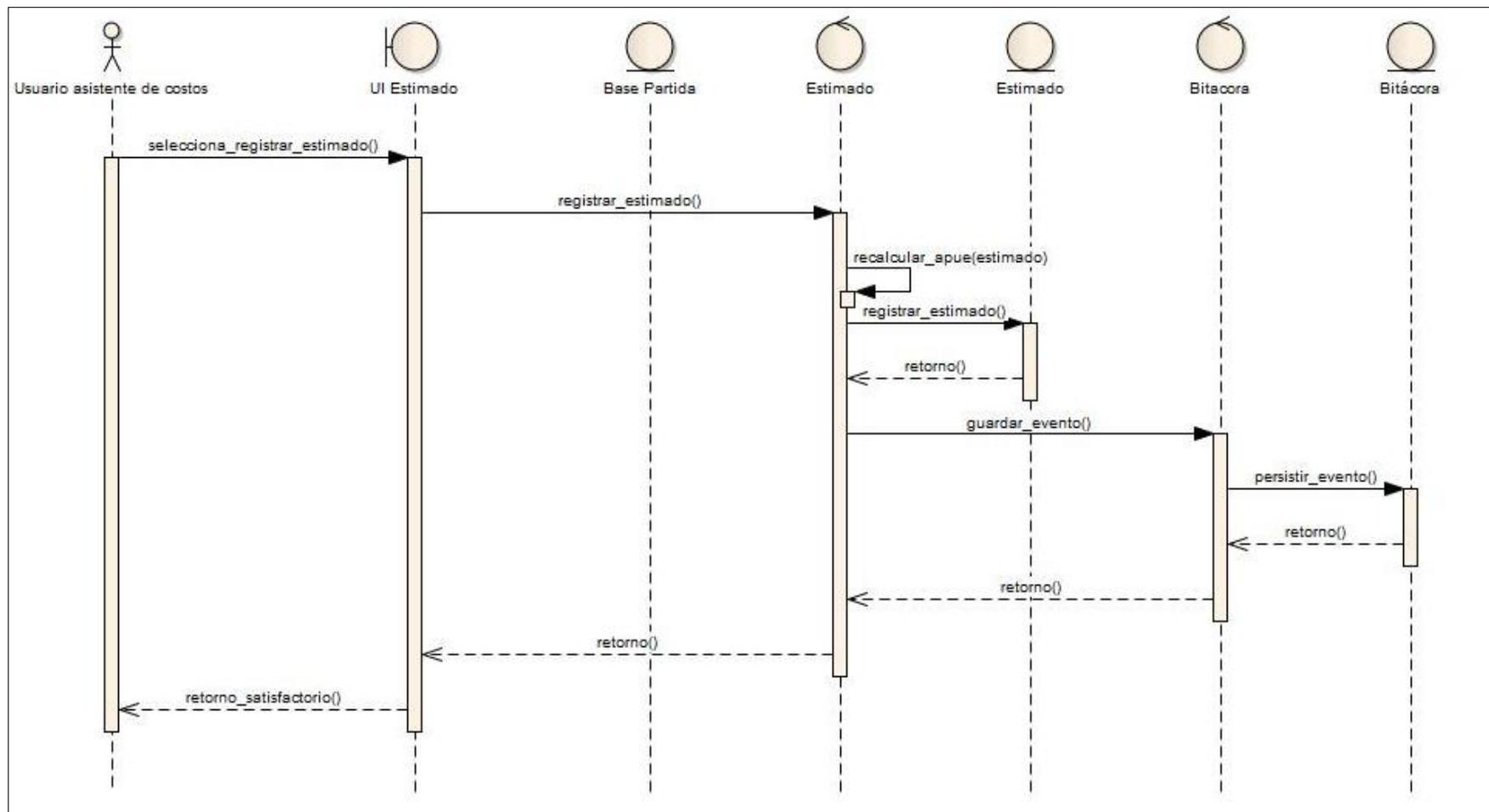


Figura 90: Diagrama de Secuencia - "Mantenimiento de estimado de costos".  
Fuente: [Elaboración Propia].

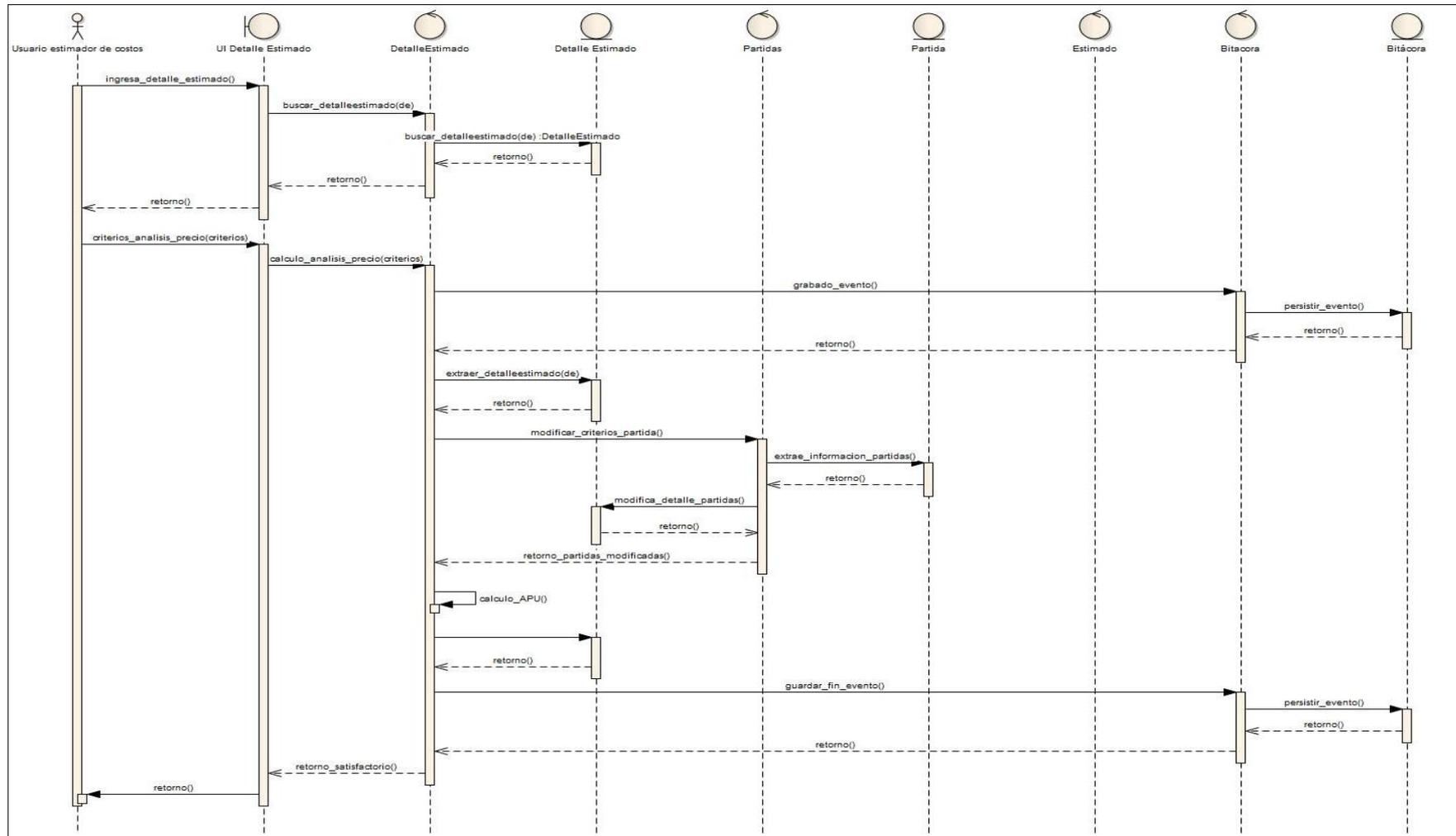


Figura 91: Diagrama de Secuencia - “Análisis de precio de estimado de costos (APUE)”.  
Fuente: [Elaboración Propia].

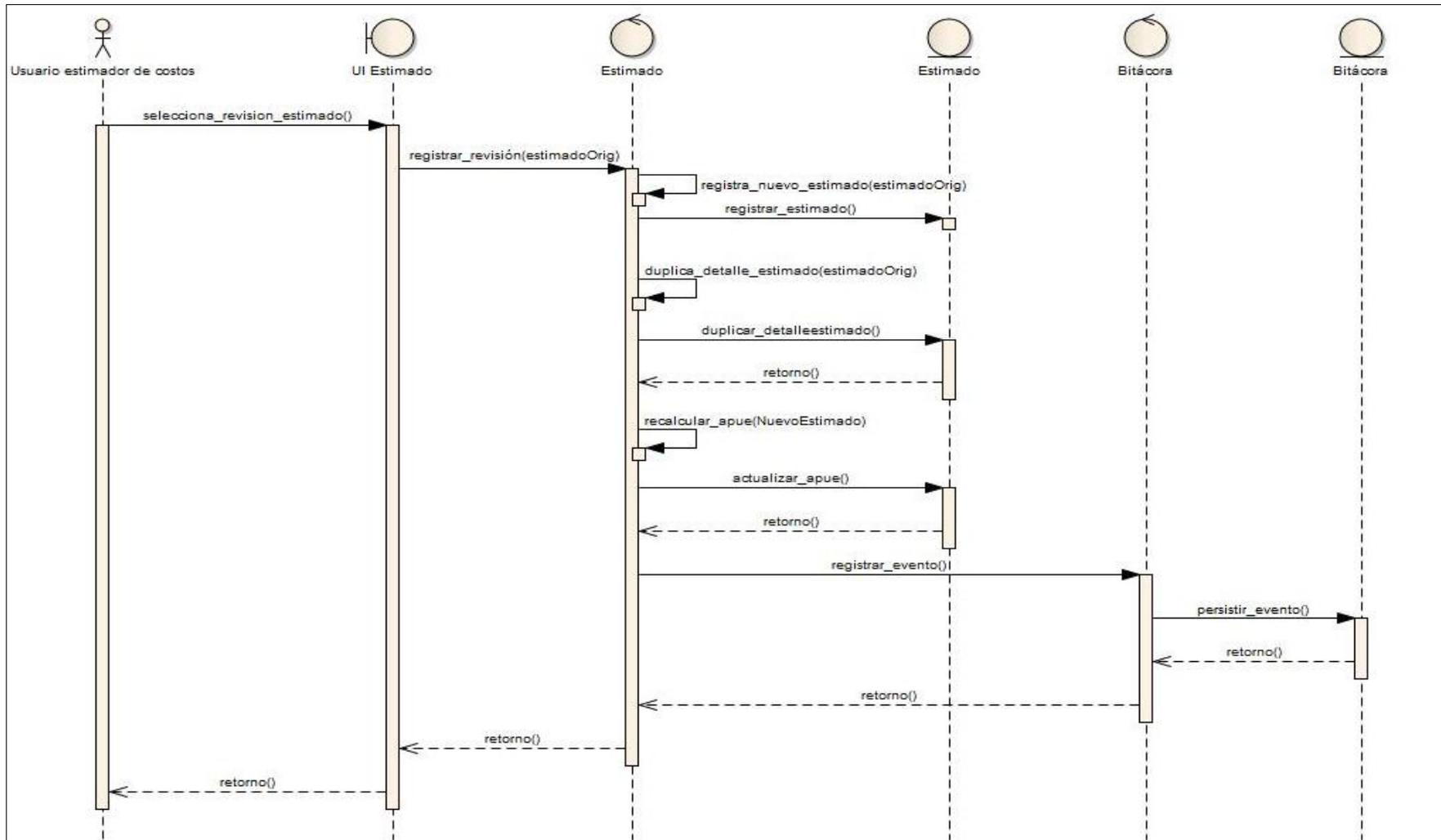


Figura 92: Diagrama de Secuencia - “Registro de revisión de estimado”.  
 Fuente: [Elaboración Propia].

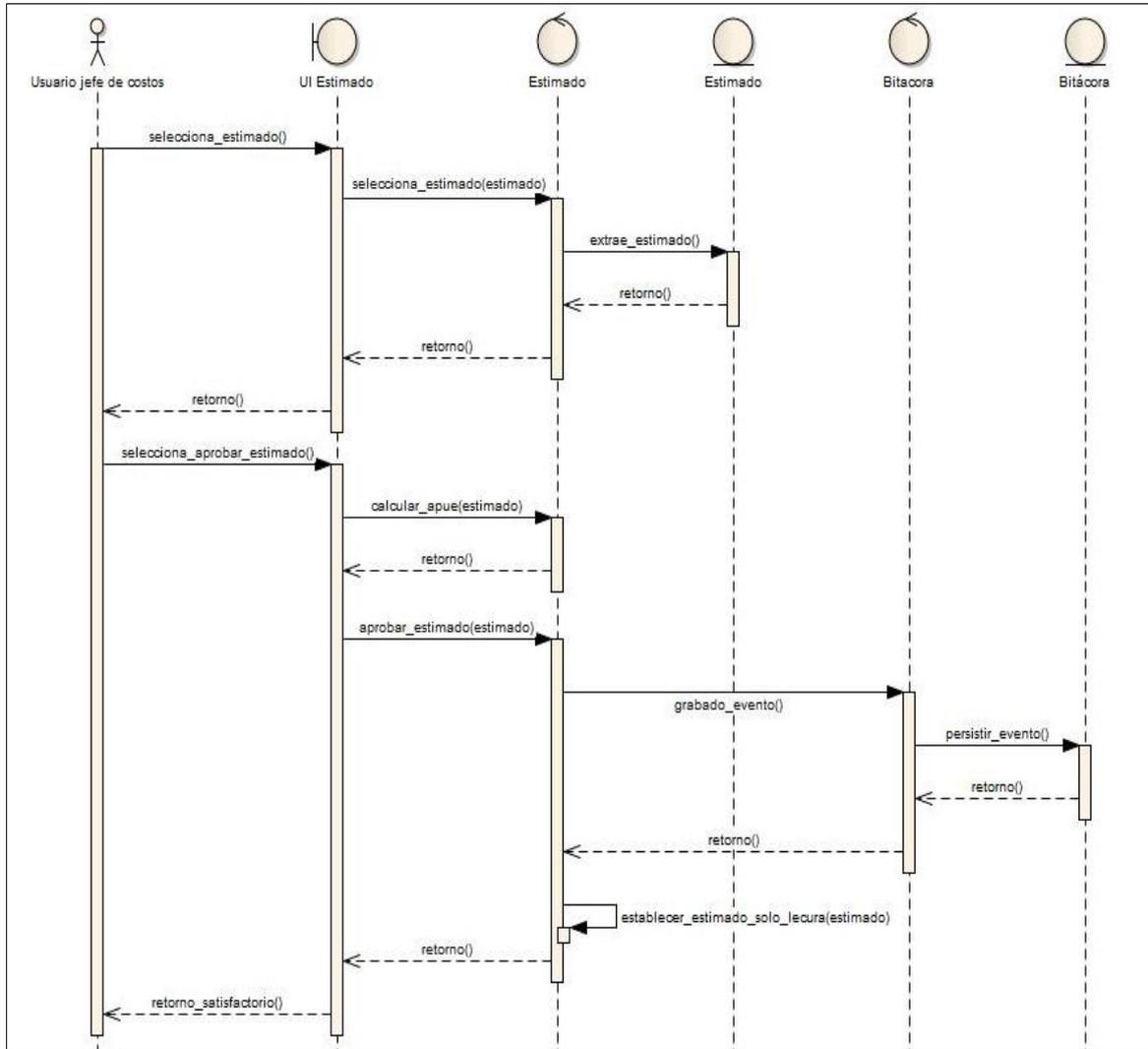


Figura 93: Diagrama de Secuencia - "Aprobar estimado de costos".  
 Fuente: [Elaboración Propia].

2.4.2 Diagrama de Clases

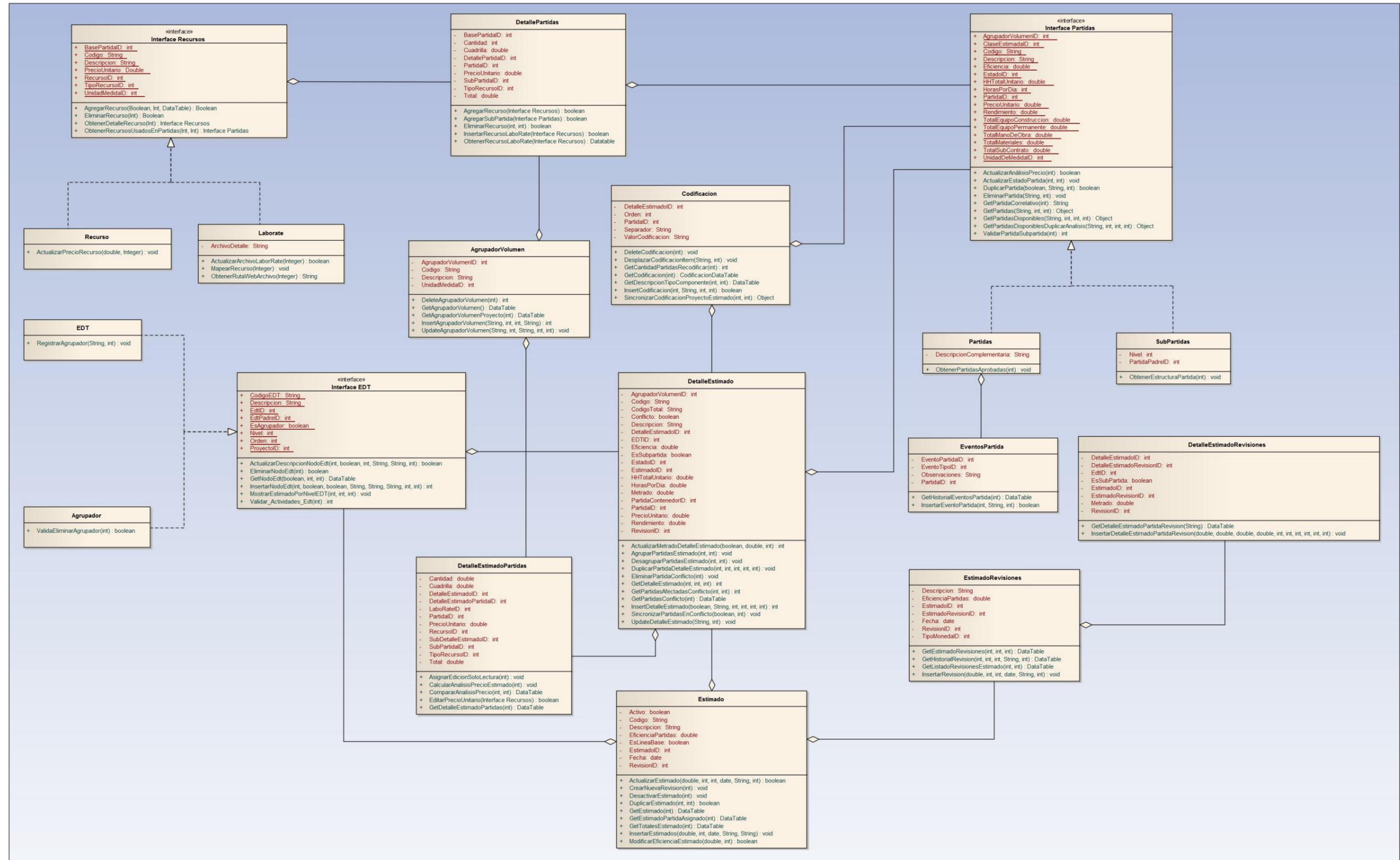


Figura 94: “Diagrama de clases – sistema de estimación de costos”.  
Fuente: [Elaboración Propia].

## 2.5 Implementación

A continuación se describe las fases principales que se tuvieron en cuenta en la implementación del sistema de estimación de costos, así como los datos necesarios para poder desplegar la aplicación.

### 2.5.1 Plataforma Técnica

El Sistema de Estimación de Costos debe de ser desplegado en un servidor Web IIS (Internet Information Server) versión 7 como servidor de aplicación.

### 2.5.2 Seguridad

El acceso al Sistema de Estimación de Costos contiene seguridad desde su primera pantalla. Es decir, el usuario no puede acceder a ninguna parte u opción del sistema sin antes no haberse autenticado.

El sistema aplica los siguientes comportamientos de seguridad.

- Autenticación: El colaborador de la empresa debe tener un juego de credenciales (usuario y contraseña). Estas credenciales puede ser una cuenta de Google asociada a la empresa o el usuario y contraseña asociado al Directorio Activo de la empresa.
- Autorización: Cada usuario del sistema posee diferentes roles de acuerdo a su interacción con el sistema y sus funciones que tiene en la empresa (Administrador del Sistema, Usuarios del Sistema, etc.).

El sistema también aplica el criterio de auditoría para tener un constante rastreo y evidencia de todas las acciones que realiza el usuario en el sistema

### 2.5.3 Persistencia

El sistema persiste su información en bases de datos relacionales las cuales deberán encontrarse en entornos físicos deferentes del servidor de aplicaciones.

### 2.5.4 Acceso

El acceso al sistema puede realizarse tanto dentro de la empresa como fuera de ella. Por ende se podrá acceder al sistema siempre y cuando el usuario tenga una conexión de internet activa.

### 2.5.5 Vista Lógica

El sistema de Estimación de Costos está concebido en un modelo de n-capas: Capa Cliente, Capa de Presentación, Capa de Negocios, Capa de Acceso a Datos, y Capa de Datos, las cuales se detalla a continuación.

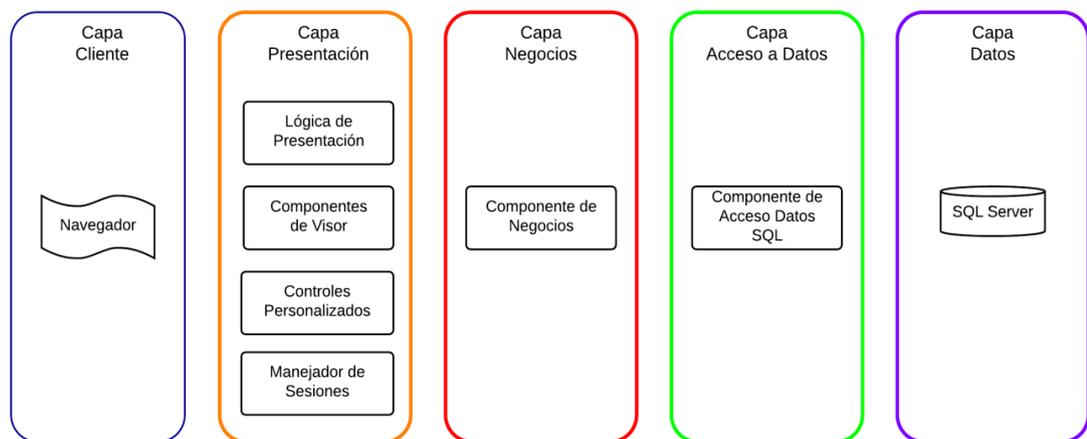


Figura 95: Representación de la vista lógica del sistema de estimación de costos.  
Fuente: [Elaboración Propia].

#### **Capa Cliente**

En esta capa se encuentra una serie de scripts y hojas de estilos los cuales son renderizados en el navegador del usuario. Cabe resaltar que en esta capa se muestra la información final al usuario; además esta capa se caracteriza interactuar directamente con el usuario.

#### **Capa de Presentación**

La capa de presentación está conformada por diversos componentes de lado de servidor que son renderizados en cliente. Esta capa se basa principalmente en el motor ASP.NET y los controles Telerik 2013 para renderizar los diversos componentes solicitados en la interfaz cliente. También cuenta con componentes

de generación de archivos Excel y Word para archivos que son devueltos al usuario.

**Capa de Negocios**

Esta capa está basada en tecnología .NET y permite la comunicación entre la capa de presentación y la capa de acceso a datos.

**Capa de Acceso a Datos**

Esta capa está compuesta por un grupo de datasets (tipados y no tipados) los cuales se comunican con procedimientos almacenados localizados en un servidor de base de datos. En casos de fuentes de datos diversas, esta capa se comunica con la fuente de datos y la transforma su resultado a un dataset.

**Capa de Datos**

La capa de datos se encuentra compuesta por diferentes fuentes de datos que permiten no solo persistir la información del sistema sino que su consulta e integración con otros.

**2.5.6 Vista de Despliegue**

En esta vista se presenta la distribución de los componentes para el sistema.

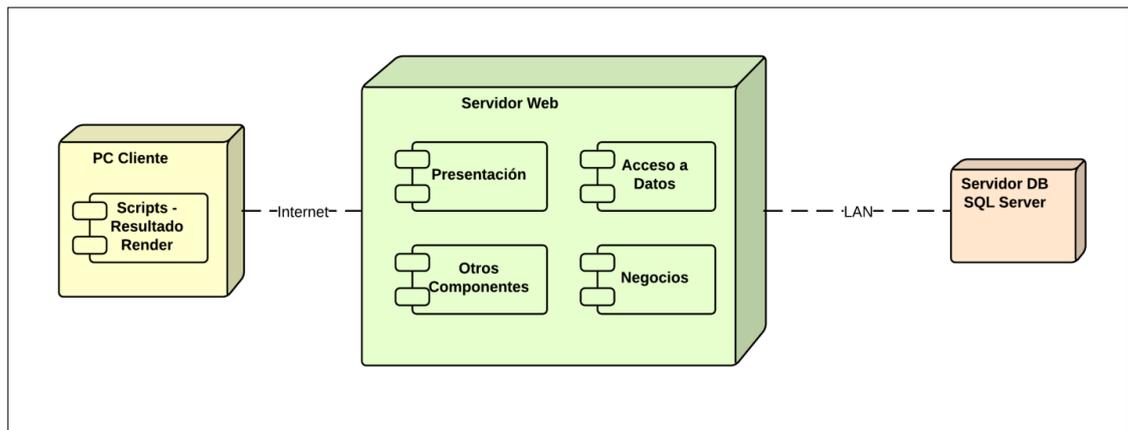


Figura 96: Representación gráfica del diagrama de despliegue.  
Fuente: [Elaboración Propia].

**Detalle de la configuración**

- El PC Cliente debe encontrarse con una conexión a internet activa.
- El servidor web debe tener una conexión a internet.
- La conexión entre el servidor web y las diversas fuentes de datos debe realizarse a través de una red de área local (LAN).
- El servidor web debe ejecutar el servicio Internet Information Service (IIS) además debe ejecutar .NET Framework 4.0
- Las fuentes de datos es un servidor de base de datos SQL Server 2008 R2.

**Datos técnicos de la arquitectura**

A continuación se listan los requisitos técnicos en cuanto a software y hardware del ambiente de producción.

Requisitos de Software	Requisitos de Hardware
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Operativo Microsoft Windows Server 2008 Enterprise.</li> <li>• Microsoft .Net Framework 4.0.</li> <li>• Internet Information Server 7.</li> <li>• Microsoft SQLServer 2008.</li> <li>• Crystal Report 2008.</li> </ul>	<p><b>Servidor Web</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador Intel Xeon.</li> <li>• Memoria RAM 16GB.</li> <li>• Disco Duro 400GB con 2 particionales lógicas.</li> <li>• Ancho de Banda 100Mbps.</li> </ul> <p><b>Servidor Base de Datos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador Intel Xeon.</li> <li>• Memoria RAM 40GB.</li> <li>• Disco Duro 350GB con 2 particionales lógicas.</li> <li>• Ancho de Banda 100Mbps.</li> </ul>

*Tabla 23: Tabla de los requisitos técnicos de la arquitectura.  
Fuente: [Elaboración Propia].*



## CAPÍTULO III: DISCUSIÓN

En este capítulo se evaluará si la hipótesis planteada es este proyecto cumple con dar solución al problema resolver, esto se realiza a través de la contrastación de la hipótesis que para este proyecto es apoyado por indicadores como: Tiempo, Costos y Satisfacción del usuario final, usando el Método Pre-Test y Post-Test.

### 3.1 Planteamiento de la hipótesis

Para nuestro proyecto se planteó la siguiente hipótesis:

“El desarrollo de un sistema informático web que adopte las Recomendaciones de la AACE International, mejora y automatiza el proceso de estimación de costos en la empresa Graña y Montero Ingenieros S.A.C.”

Variable Independiente (VI): El desarrollo de un sistema informático web que adopte las Recomendaciones de AACE International.

Variable Dependiente (VD): Mejorar y automatizar del proceso de estimación de costos en proyectos de ingeniería para la empresa Graña y Montero Ingenieros S.A.C.

Estas variables van a ser medidas a través de los siguientes indicadores:

- Tiempo
- Costos
- Satisfacción del usuario

La inferencia de la validez de la hipótesis será comprobada si del total de indicadores medidos (tiempo, costos y, satisfacción del usuario), por lo menos dos de estos son aceptados.

### 3.2 Contrastación de la hipótesis

Para todas los **Indicadores Cuantitativos** se procederá de la siguiente manera:

- Paso 1: Definición de la variable a evaluar.
- Paso 2: Planteamiento de la hipótesis estadística.
- Paso 3: Definición del nivel de significancia, para todos será del 5%. Por lo tanto el Nivel de Confianza ( $1-\alpha = 0.95$ ) será del 95%.
- Paso 4: Definición del tipo de prueba a aplicar, para todos será la distribución Normal Z.
- Paso 5: Tabulación de valores obtenidos antes y después de la implementación del sistema web.
- Paso 6: Cálculo del Promedio Muestral usando las expresiones:

$$\bar{X}_A = \frac{\sum_{i=1}^n X_{Ai}}{n}$$

$$\bar{X}_D = \frac{\sum_{i=1}^n X_{Di}}{n}$$

Se entiende que A significa Antes y D significa Después de la implementación del sistema web, aquí como en las siguientes expresiones.

- Paso 7: Cálculo de la Varianza Muestral, que es el promedio de todos los valores obtenidos antes y después del estímulo, usando las expresiones:

$$\sigma_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ai} - \bar{X}_A)^2}{n - 1}$$

$$\sigma_D^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Di} - \bar{X}_D)^2}{n - 1}$$

- Paso 8: Cálculo Estadístico de la Prueba, que es la diferencia al cuadrado de las diferencias obtenidas, entre el valor observado y la media, antes y después del estímulo, usando la expresión:

$$Z_c = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_D}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_D^2}{n_D}\right)}}$$

- Paso 9: Búsqueda del Valor Crítico de Z en las tablas estadísticas de la Distribución Z.
- Paso 10: Redacción de la conclusión de la prueba estadística.

El método de Análisis para los **Indicadores Cualitativos** será el siguiente:

- Paso 1: Definición de la Variable a evaluar.
- Paso 2: Planteamiento de la Hipótesis Estadística.
- Paso 3: Formulación de la encuesta a aplicar y procesamiento de los resultados utilizando las tablas correspondientes ver Anexo I.
- Paso 4: Cálculo del Promedio Muestral, tomando los resultados del respectivo subtítulo del Anexo 2 se hacen uso de las expresiones:

$$PN_A = \frac{\sum_{i=1}^n NA_i}{n}$$

$$PN_D = \frac{\sum_{i=1}^n ND_i}{n}$$

Dónde:

- $PN_A$  = Promedio del antes de la implementación del sistema web.
- $NA_i$  = Puntaje total de la pregunta i – ésima.
- $n$  = Número de preguntas
- $PN_D$  = Promedio después de la implementación del sistema web.
- $ND_i$  = Puntaje total de la pregunta i – ésima.

- Paso 5: Cálculo de la Desviación Estándar Muestral, que es el promedio de todos los valores obtenidos antes y después del estímulo, usando las expresiones:

$$S_D^2 = \int d = \frac{n \sum_{i=1}^n D^2 - (\sum_{i=1}^n D_i)^2}{n(n-1)}$$

Dónde:

$S_D^2$  = Desviación Estándar

D = Diferencia

$D_i$  = Diferencia de promedio de la pregunta  $i$  – ésima.

n = Numero de preguntas

- Paso 6: Definición del Tipo de Prueba a aplicar, para todos será la distribución t de Student para SEIS (6) preguntas de la encuesta.
- Paso 7: Cálculo Estadístico de la prueba usando la expresión:

$$t_c = \frac{\bar{D}\sqrt{n}}{\sqrt{S_D^2}}$$

- Paso 8: Cálculo del Valor Crítico de t, se busca en las tablas de Distribución de t de Student con Nivel de Significancia, para todos será del  $\alpha= 5\%$ , por lo tanto el Nivel de Confianza ( $1-\alpha = 0.95$ ) será del 95%, y con  $n-1=6-1=1$  grados de libertad y se obtiene:

$$t(1- \alpha) (n-1) = t(1-0.05)(6-1) = 2.0150$$

- Paso 10: Redacción de la Conclusión de la prueba estadística.

### 3.2.1 Indicador: Tiempo

Se mide el tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales en la gestión de inscripciones.

Pre-Test ( $T_1$ ): Medición previa de la variable dependiente a ser utilizada.

Post-Test ( $T_2$ ): Corresponde a la nueva medición de la variable dependiente a ser utilizada.

Dónde:

$T_1$ \_\_\_\_\_  $O$ \_\_\_\_\_  $T_2$

$T_1$ : Tiempo que toma realizar los requerimientos con el proceso anterior.

$O$ : (Aplicación de la variable independiente) El desarrollo de un sistema informático web de estimación de costos de proyectos de ingeniería que adopte las Recomendaciones de AACE International.

$T_2$ : Tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales con el sistema informático web de estimación de costos de proyectos.

A continuación, se muestran las mediciones hechas a la variable correspondiente:

Dónde:

$X_{Ai}$ : Tiempo medido en segundos que toma realizar los requerimientos funcionales con la forma habitual del proceso de estimación de costos.

$X_{Di}$ : Tiempo medido en segundos que toma realizar los requerimientos funcionales después de la implementación del sistema web.

Requerimiento Funcional	Tiempo actual	Tiempo con el Sistema	$X_{Ai}$	$(X_{Ai})^2$	$X_{Di}$	$(X_{Di})^2$
Registro de estructura base	00:02:28	00:00:44	148	21,904	44	1,936
Copiar partidas de una estructura base	00:08:16	00:01:27	496	246,016	87	7,569
Registro de recursos	00:01:57	00:00:39	117	13,689	39	1,521
Registro de laborate	00:02:25	00:00:48	145	21,025	48	2,304
Registro de unidades de medida	00:01:31	00:00:33	91	8,281	33	1,089
Registro de códigos de cuenta	00:03:49	00:00:55	229	52,441	55	3,025
Registro de partidas	00:07:29	00:02:04	449	201,601	124	15,376
Cálculo del análisis de precio	00:20:17	00:06:19	1,217	1,481,089	379	143,641
Registro de tipo de cambio de moneda	00:01:33	00:00:39	93	8,649	39	1,521
Registro de costos indirectos	00:03:24	00:00:54	204	41,616	54	2,916
Registro de estructura EDT	00:12:09	00:02:39	729	531,441	159	25,281

Registro de estimado de costos	00:03:47	00:00:56	227	51,529	56	3,136
Registro de revisión de estimado de costos	00:01:21	00:00:21	81	6,561	21	441
Registro de metrado	00:01:39	00:00:24	99	9,801	24	576
Registro de partidas a estimado de costos	00:30:11	00:11:22	1,811	3,279,721	682	465,124
Cálculo del análisis de precio a estimado de costos	00:20:45	00:07:21	1,245	1,550,025	441	194,481
<b>Totales</b>			<b>7,381</b>	<b>7,525,389</b>	<b>2,285</b>	<b>869,937</b>

*Tabla 24: Variación de datos históricos del indicador Tiempo.*

*Fuente: [Elaboración Propia].*

Cálculo del Promedio Muestral:

$$\bar{X}_A = \frac{\sum_{i=1}^n X_{Ai}}{n} = \frac{7381}{16} = 461.3125$$

$$\bar{X}_D = \frac{\sum_{i=1}^n X_{Di}}{n} = \frac{2285}{16} = 142.8125$$

Cálculo de la Varianza Muestral:

$$\sigma_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ai} - \bar{X}_A)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ai})^2 - n(\bar{X}_A)^2}{n-1} =$$

$$\frac{7,525,389 - 16(461.3125)^2}{15} = \sigma_A^2 = 274696.0958$$

$$\sigma_D^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Di} - \bar{X}_D)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Di})^2 - n(\bar{X}_D)^2}{n-1} =$$

$$\frac{869,937 - 16(142.8125)^2}{15} = \sigma_D^2 = 36240.6958$$

Cálculo Estadístico de la Prueba:

$$Z_c = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_D}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_D^2}{n_D}\right)}} = \frac{461.3125 - 142.8125}{\sqrt{\left(\frac{274696.0958}{16} + \frac{36240.6958}{16}\right)}} = \frac{318.5}{\sqrt{(17168.5059 + 2265.0435)}} =$$

$$\frac{318.5}{139.4043} = Z_c = 2.2847$$

Valor Crítico de Z en las Tablas estadísticas de la Distribución Z:

$$Z_{(\alpha)} = Z_{(0.05)} = Z_{(0.95)} = 1.6449$$

**Hipótesis estadística:**

- Hipótesis  $H_0$ : El tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales antes de la Implementación del sistema web es menor o igual que el tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales después de la implementación del sistema web antes mencionado.
- Hipótesis  $H_i$ : El tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales antes de la Implementación del sistema web es mayor o igual que el tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales después de la implementación del sistema web antes mencionado.

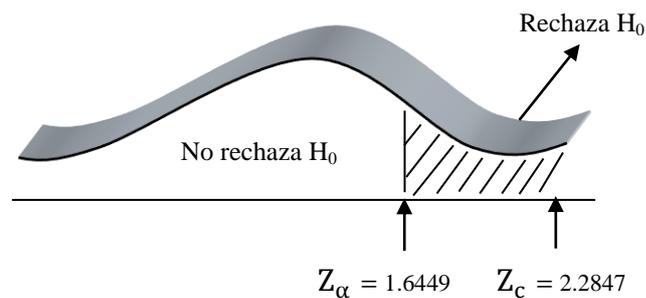
$H_0: O_1 - O_2 = 0$  Hipótesis nula

No hay diferencia alguna entre dos muestras.

$H_i: O_1 - O_2 > 0$  Hipótesis alternativa

Si hay diferencia

Región de aceptación o rechazo:



*Figura 97: Región de aceptación o rechazo del indicador tiempo.  
Fuente: [Elaboración Propia].*

**Conclusión**

Puesto que  $Z_c = 2.2847$  calculado es mayor que  $Z_\alpha = 1.6449$  y estando este valor dentro de la región de rechazo, entonces se rechaza  $H_0$  y por consiguiente se acepta  $H_i$ , se concluye entonces que el tiempo que toma

realizar los requerimientos funcionales después de la implementación del sistema web **es menor** al tiempo antes de la implementación del sistema web.

### 3.2.2 Indicador: Costo

Se mide los costos que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes.

Pre-Test ( $C_1$ ): Medición previa de la variable dependiente a ser utilizada.

Post-Test ( $C_2$ ): Corresponde a la nueva medición de la variable dependiente a ser utilizada.

Dónde:

$$C_1 \text{_____} O \text{_____} C_2$$

$C_1$ : Costos que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes con el proceso anterior.

O: (Aplicación de la variable independiente) El desarrollo de un sistema informático web adoptando las recomendaciones de AACE International.

$C_2$ : Costos que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes con el sistema informático web adoptando las recomendaciones de AACE International.

A continuación, se muestran las mediciones hechas a la variable correspondiente:

Dónde:

$X_{Ai}$ : Costos en soles que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes con la forma habitual del proceso de estimación de costos.

$X_{Di}$ : Costos en soles que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes después de la implementación del sistema web.

Procesos importantes	Perfil del responsable	Ratio (S./)H H	Tiempo promedio sin el Sistema	Tiempo promedio con el Sistema	Ratio (S./)M M	Tiempo actual (Min)	Tiempo propuesto (Min)	X <sub>Ai</sub>	X <sub>Di</sub>	(X <sub>Ai</sub> ) <sup>2</sup>	(X <sub>Di</sub> ) <sup>2</sup>
Proceso de análisis de precio de una partida	Estimador de Costos	57.19	03:25:57	01:43:09	0.953	205.95	103.15	196.30	98.32	38,535.53	9,666.65
Proceso de análisis de precio de un estimado de costos	Estimador de Costos	57.19	03:57:49	01:58:12	0.953	237.82	118.20	226.68	112.66	51,383.33	12,693.24
Proceso de asignación de partidas al EDT de un estimado	Estimador de Costos	57.19	01:53:56	00:46:15	0.953	113.93	46.25	108.60	44.08	11,793.41	1,943.40
Proceso de reporte de CAPEX detallado por EDT	Jefe de Costos	115.56	00:55:52	00:18:07	1.926	55.87	18.12	107.60	34.89	11,577.59	1,217.50
<b>Totales</b>								<b>639.18</b>	<b>289.96</b>	<b>113,289.85</b>	<b>25,520.794</b>

Tabla 25: Variación de datos históricos del indicador Costos.  
Fuente: [Elaboración Propia].

Cálculo del Promedio Muestral:

$$\bar{X}_A = \frac{\sum_{i=1}^n X_{Ai}}{n} = \frac{639.18}{4} = 159.7951$$

$$\bar{X}_D = \frac{\sum_{i=1}^n X_{Di}}{n} = \frac{289.96}{4} = 72.49$$

Cálculo de la Varianza Muestral:

$$\sigma_A^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ai} - \bar{X}_A)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ai})^2 - n(\bar{X}_A)^2}{n-1} =$$

$$\frac{113289.85 - 4(159.7951)^2}{3} = \sigma_A^2 = 3717.335$$

$$\sigma_D^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Di} - \bar{X}_D)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{Di})^2 - n(\bar{X}_D)^2}{n-1} =$$

$$\frac{25520.794 - 4(72.49)^2}{3} = \sigma_D^2 = 1500.5264$$

Cálculo Estadístico de la Prueba:

$$Z_c = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_D}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_D^2}{n_D}\right)}} = \frac{159.7951 - 72.49}{\sqrt{\left(\frac{3717.335}{4} + \frac{1500.5264}{4}\right)}} = \frac{87.3051}{\sqrt{(929.3338 + 375.1316)}}$$

$$= \frac{87.3051}{36.1174} = Z_c = 2.4173$$

Valor Crítico de Z en las Tablas estadísticas de la Distribución Z:

$$Z_{(\alpha)} = Z_{(0.05)} = Z_{(0.95)} = 1.6449$$

**Hipótesis estadística:**

- Hipótesis  $H_0$ : Los Costos en soles que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes antes de la implementación del sistema web es menor o igual que los costos en soles que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes después de la implementación del sistema web antes mencionado.
- Hipótesis  $H_i$ : Los costos en soles que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes antes de la implementación del sistema web es mayor o igual que los costos en soles que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes después de la implementación del sistema web antes mencionado.

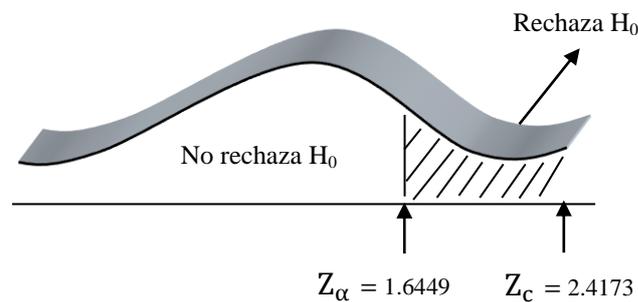
$H_0: O_1 - O_2 = 0$  Hipótesis nula

No hay diferencia alguna entre dos muestras.

$H_i: O_1 - O_2 > 0$  Hipótesis alternativa

Si hay diferencia

Región de aceptación o rechazo:



*Figura 98: Región de aceptación o rechazo del indicador costo.  
Fuente: [Elaboración Propia].*

Conclusión

Puesto que  $Z_c = 2.4173$  calculado es mayor que  $Z_\alpha = 1.6449$  y estando este valor dentro de la región de rechazo, entonces se rechaza  $H_0$  y por consiguiente se acepta  $H_i$ , se concluye entonces que los costos que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes con el uso del sistema informático web *son menores* a los costos que resultan de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes con el uso del sistema informático web.

### 3.2.3 Indicador: Satisfacción del usuario

Se mide el nivel de satisfacción del usuario al realizar los procesos de estimación de costos con el proceso anterior y utilizando el sistema informático web adoptando las recomendaciones de AACE International propuesto. Esta medición se realiza mediante la aplicación de una encuesta a los principales involucrados en el área donde se realiza los procesos de estimación de costos.

Pre-Test (S1): Medición previa de la variable dependiente a ser utilizada.

Post-Test (S2): Corresponde a la nueva medición de la variable dependiente a ser utilizada.

Dónde:

$S_1$ \_\_\_\_\_O\_\_\_\_\_  $S_2$

$S_1$ : Satisfacción del usuario al realizar los procesos de estimación de costos con el proceso anterior.

O: (Aplicación de la variable independiente) El desarrollo de un sistema informático web adoptando las recomendaciones de AACE International.

$S_2$ : Satisfacción del usuario al realizar los procesos de estimación de costos utilizando el sistema informático web adoptando las recomendaciones de AACE International.

A continuación, se muestran las mediciones hechas a la variable correspondiente:

Dónde:

$d_i$ : diferencia medida del promedio de la satisfacción del usuario.

$d_i^2$ : diferencia al cuadrado, medida del promedio de la satisfacción del usuario.

Descripción	Con el proceso actual	Con el sistema propuesto	$d_i$	$d_i^2$
¿Considera usted que el tiempo que demanda realizar el cálculo del análisis de precio de un estimado de costos, es muy excesivo?	2.250	0.583	1.667	2.778
¿Considera usted que se cometen errores al momento de realizar las operaciones para el cálculo de un estimado de costos?	2.417	0.667	1.750	3.063
¿Considera usted que la información almacenada se encuentra vulnerable y no disponible para los usuarios?	2.083	0.500	1.583	2.507
¿Las modificaciones que se realizan en un análisis de costos son de forma lenta y dependen en el cálculo de otras operaciones?	2.167	0.333	1.833	3.361
¿Considera que existen actividades en el proceso de análisis de precio de un estimado, que son repetitivas?	2.500	0.333	2.167	4.694
¿La obtención y reutilización de la información de un anterior estimado es de forma lenta y complicada?	2.583	0.333	2.250	5.063
<b>Total</b>			<b>11.25</b>	<b>21.466</b>

Tabla 26: Variación de datos históricos del indicador satisfacción del usuario final.

Fuente: [Elaboración Propia].

$$\sum d_i = 11.25$$

$$\sum d_i^2 = 21.466$$

$$\bar{d}_i = \frac{\sum d_i}{n} = \frac{11.25}{6} = 1.875$$

Encontrando la desviación estándar:

$$s_d = \sqrt{\frac{n \sum d_i^2 - (\sum d_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{6(21.466) - (11.25)^2}{6(6-1)}} = 0.273$$

**Hipótesis estadística:**

$H_0: O_1 - O_2 = 0$  Hipótesis nula

No hay diferencia alguna entre dos muestras.

$H_1: O_1 - O_2 > 0$  Hipótesis alternativa

Si hay diferencia

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

**Función de prueba:**

$$t_c = \frac{\bar{d}_i}{s_d} \sqrt{n}$$

Valor Crítico de “t” de student:

$$t_t(1-\alpha)(n-1)$$

$$t_t(1-0.05)(6-1)$$

$$t_t(0.95)(5) = 2.0150$$

$$t_t = 2.0150$$

$$t_c = \frac{1.875}{0.273} \sqrt{6} = 16.842$$

Región de aceptación o rechazo:

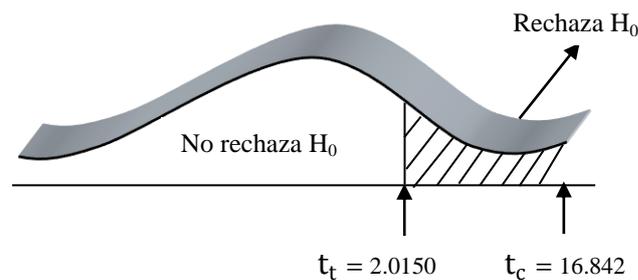


Figura 99: Región de aceptación o rechazo del indicador satisfacción del usuario.  
Fuente: [Elaboración Propia].

Se concluye  $t_c = 16.842$  es mayor que  $t_t = 2.0150$

Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ :  $O_1 - O_2 > 0$

Es decir, se concluye que los usuarios *están satisfechos* con el sistema propuesto y opinan que con el uso de éste en el proceso de estimación de costos de proyectos de se han solucionado los principales problemas que ocurrían, además de hacerles más eficiente el desarrollo de sus actividades durante el proceso.

### 3.3 Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos en las mediciones hechas a los indicadores son los siguientes:

Indicadores:

▪ Tiempo:

Se concluye  $T_1 > T_2$ , por tanto SE ACEPTA  $H_i: O_1 - O_2 > 0$

▪ Costos:

Se concluye  $C_1 > C_2$ , por tanto SE ACEPTA  $H_i: O_1 - O_2 > 0$

▪ Satisfacción del Usuario:

Se concluye  $S_2 > S_1$ , por tanto SE ACEPTA  $H_i: O_2 - O_1 > 0$

Por lo tanto, de acuerdo a estos resultados se cumple la regla de inferencia establecida, ya que los 3 indicadores son aceptados y se concluye que la HIPÓTESIS:

“El desarrollo de un sistema informático web que adopte las Recomendaciones de la AACE International, mejora y automatiza el proceso de estimación de costos en la empresa Graña y Montero Ingenieros S.A.C.”

**ES ACEPTADA.**

## CONCLUSIONES

- La adaptación de las practicas recomendadas de ACCE International fue complicada, tediosa y tomo tiempo llevarla a cabo, ya que se tuvo que establecer varias reuniones con los responsables directos en el proceso de estimación de costos para poder coordinar tiempos, recopilar los requerimientos funcionales y hacer las pruebas pertinentes para lograr dicha adaptación.
- El sistema informático web ha sido implementado basado en un proceso que adapta las recomendaciones de la AACE International y las necesidades de los proyectos de ingeniería de la empresa.
- Se realizó el estudio preliminar para determinar los requerimientos funcionales del sistema informático web, utilizando la metodología ágil ICONIX con su notación UML.
- Los 36 prototipos (bosquejos) de las interfaces del sistema han sido desarrollados con Balsamiq mockups, que es una herramienta cloud, ágil y muy intuitiva para proyectos web.
- Para el desarrollo de los diagramas de la metodología ICONIX, se ha utilizado la herramienta Enterprise Architect que nos permite tener esquemas de trabajo según la metodología que seleccionemos, además cuenta con asistentes que nos permiten generar las clases y métodos principales del proyecto.
- Se implementó el sistema de estimación de costos usando como lenguaje de programación ASP.Net framework 4.0, con controles Telerik 2013 Q3, para las interfaces de interacción con el usuario se usó Html5, CSS y JQuery. Como gestor de base de datos SQL Server 2008 y Team Foundation Server como controlador de versiones.

- Con la implementación del sistema web adoptando las recomendaciones de AACE International, se logra reducir el tiempo que toma realizar los requerimientos funcionales para los procesos de estimación de costos. Con el proceso anterior se tomaba un tiempo de 123.07 horas, con el Sistema Web un tiempo de 38.08 horas, mostrándose una reducción, en un 69.06%
- Con la implementación del sistema web adoptando las recomendaciones de AACE International, se logra reducir los costos de los recursos utilizados en la gestión de procesos importantes para la estimación de costos. Con el proceso anterior el costo es S/. 639.18, y con el Sistema Web el costo es S/. 289.96, lográndose una reducción, del 54.64%
- Se logra aumentar la satisfacción de los usuarios responsables del proceso de estimación de costos tras la implantación del sistema web, realizando la medición a través de una encuesta, midiendo la satisfacción del usuario sin y con el sistema web, sin el sistema web el 91.67% encontraron siempre o casi siempre, demoras, errores y/o problemas al momento de realizar el proceso de estimación de costos, y un 8.33% pocas veces o nunca, luego de implantar el sistema web la satisfacción del usuario aumento a 93.06% y se redujo a un 6.94% las demoras, errores y/o problemas al momento de realizar el proceso de Estimación de Costos.

## **RECOMENDACIONES**

- Se sugiere que en el área de costos de la empresa, siempre exista una persona profesional certificada en ingeniería de costos por AACE International para que brinde capacitaciones y apoyo ante cualquier circunstancia que se requiera, con la finalidad de asegurar el buen uso del sistema implementado en la estimación de costos.
- Debido a los diferentes cambios en los proyectos de ingeniería, se sugiere que para posteriores investigaciones se revisen nuevamente las recomendaciones de la ACCEI, por si podrían haber aumentado o actualizado en el tiempo.
- Se sugiere dar a conocer a través de manuales de usuario las funcionalidades del sistema a todos los colaboradores responsables en el proceso de Estimación de Costos, para así poder realizar las operaciones del cálculo, sin mayor inconvenientes y de forma más eficiente.
- Se sugiere que los usuarios que tendrán la administración del sistema web desarrollado, reciba la capacitación correspondiente del sistema implantado, para que sea el Key User o el Administrador del Sistema, para algún inconveniente que se presente con el sistema.
- Realizar las copias de seguridad pertinentes para evitar problemas posteriores y que los usuarios puedan obtener y reutilizar la información de un anterior estimado de forma rápida y sencilla.
- Se sugiere realizar pruebas de usabilidad y estrés para mejorar la experiencia del usuario con respecto al sistema.
- Se sugiere realizar mediciones frecuentes de los indicadores evaluados con el objetivo de mantener una mejora continua del sistema.

## REFERENCIAS

- AACE International, 2014. AACE International. Disponible en: <http://www.aacei.org/> [Accedido el 12 de Mayo del 2014].
- Ayllon, J.A., 2007. Herramientas para la planificación y control de costes de un proyecto. Universidad Autónoma de Madrid.
- Bizagi. 2013. BPMN Business Process Modeling Notation.
- Borowicz, J.J., 2013. AACE International Recommended Practice 46R-11 Required Skills and Knowledge of Project Cost Estimating.
- Bradley, B.E., 2009. AACE International Recommended Practice 31R-03 Reviewing, Validating, and Documenting the Estimate.
- Challal, A., & Tkiouat, M. 2012. The Design of Cost Estimating Model of Construction Project : Application and Simulation, 2012 July, 15–26.
- Christensen, P. & Dysert, L., 2011. RP 17R-97 Cost Estimate Classification System. , p.13.
- EcuRed. 2014. ICONIX. Metodología ligera o pesada, Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/ICONIX> [Accedido el 13 de Diciembre del 2014].
- Figari, R., 2014. Criterios para la gestión de proyectos de capital (Capex) y clasificación de estimados de costo Rev. 0., Lima.
- Forigua, S. P., & Ballesteros, O. A. 2007. Propuesta de un Modelo de Análisis para Estimación del Tamaño del Software y Gestión de Costos y Riesgos a Partir de Requerimientos Funcionales. Pontificia Universidad Javeriana.
- Garimella, K., Lees, M., & Williams, B. 2011. BPM (Gerencia de Procesos de Negocio) Tomado del Libro BPM.
- Hollmann, J.K., 2012. Total Cost Management an Integrated Approach to Portfolio , Program , and Project Management First Edit. J. K. Hollmann, ed.
- Leopoldo Varela, A. 2009. Ingenierís de Costos Teoría y Práctica en Construcción, Pag. 6-7.
- Marroquín Liu, D. 2010. Aplicabilidad de los Métodos de Análisis de Retrasos en los Proyectos de Construcción Nacionales.
- Monzón, C. B. 2011. Metodología y Estrategias para la Elaboración de Estimados de Costos para el Desarrollo de Proyectos en México.
- Pascual, A., 2014. Real Academia Española. Apuntes. Disponible en: <http://www.rae.es/> [Accedido el 8 de Abril del 2014].
- Pickett, T., 2014. AACE International Recommended Practice 34R-05 Basis of Estimate.

- Planisware, 2014. About Planisware. Disponible en: <http://www.planisware.com/> [Accedido el 21 de Agosto del 2014].
- PMBOK-PMI, 2013. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Edit. Project Management Institute, 5ta ed.
- Project Management Institute, 2013. Guía del PMBOK 5ta ed.,
- Project Objects Ltd, 2014. Tools for Project Management. Disponible en: <http://www.projectobjects.com/why-project-objects> [Accedido el 29 de Octubre del 2014].
- Purisaca Vigil, A. 2008. Implementación de un Sistema Informático de Gestión Documentaria para Mejorar el Servicio de Atención a los Usuarios de la Municipalidad Distrital de Jayanca. Universidad Señor de SIPAN.
- De San Martin, Carla, 2007. Uso de la Metodología ICONIX,
- Sillak, G.C., 2003. AACE International Recommended Practice 20R-98 Project Code of Accounts.
- S10, 2014. Información de los módulos S10. Disponible en: <http://www.s10peru.com/software.php> [Accedido el 18 de Julio del 2014].
- Taskjuggler, 2014. About TaskJuggler. Disponible en: <http://www.taskjuggler.org/index.php> [Accedido el 23 de Abril del 2014].

# **ANEXOS**



8. ¿Se puede obtener y reutilizar la información de un anterior estimado de forma rápida y sencilla?

Siempre       Casi siempre       Pocas veces       Nunca

9. ¿Considera que el proceso de realizar un estimado de costos puede automatizarse a través de un sistema informático?

SI       NO

## Encuesta 02

### *Uso del Sistema Informático Web, adoptando las recomendaciones de la AACCE Internacional para la Estimación de Costos en proyectos de ingeniería.*

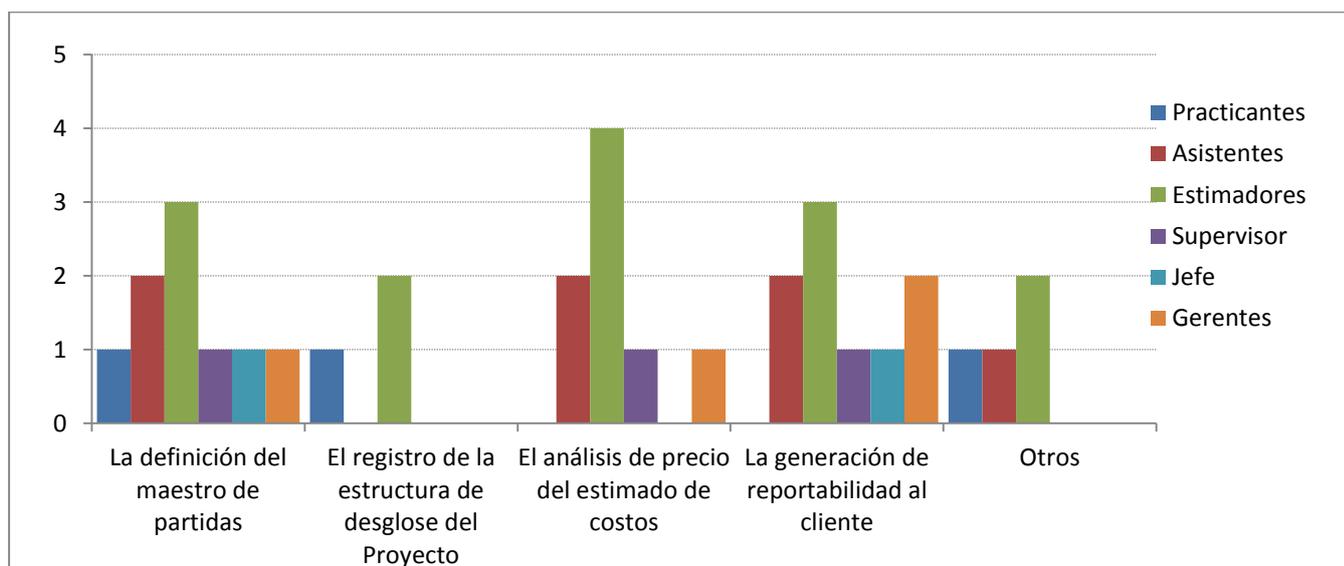
1. ¿Considera usted que con el uso del sistema informático web implantado, ha mejorado el tiempo de respuesta en el cálculo del análisis de precios de estimados?  
 SI  NO
  
2. ¿Considera usted que la automatización del proceso de estimación de costos a través del sistema informático web, le ayuda a desarrollar de forma más eficiente sus actividades?  
 Siempre  Casi siempre  Pocas veces  Nunca
  
3. ¿Considera usted que con el sistema informático web implantado es más fácil ubicar información anterior de estimados y poder reutilizarla?  
 SI  NO
  
4. ¿Considera usted que al mantener almacenada la información en el sistema se encuentra más segura y disponible para los usuarios?  
 Siempre  Casi siempre  Pocas veces  Nunca
  
5. ¿En qué medida piensa que ha impactado la implantación del sistema informático web en relación al proceso habitual?  
 Empeoró  Sigue igual  En algo mejoró  A mejorado
  
6. ¿Considera que el sistema informático web implantado, abarca todos los procesos habituales que se realizaban anteriormente por el área de costos?  
 Siempre  Casi siempre  Pocas veces  Nunca
  
7. ¿Siente que la implantación del sistema informático web de análisis de precios de estimados de costos, le brinda un valor agregado al área inclusivamente a la empresa?  
 SI  NO

## ANEXO 02: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Pregunta 01:

¿Qué proceso considera que es el más complicado al momento de realizar una estimación de costos?

Pregunta	Pract.	Asist.	Estim.	Super.	Jefe	Gerentes
La definición del maestro de partidas	1	2	3	1	1	1
El registro de la estructura de desglose del Proyecto	1	0	2	0	0	0
El análisis de precio del estimado de costos	0	2	4	1	0	1
La generación de reportabilidad al cliente	0	2	3	1	1	2
Otros	1	1	2	0	0	0



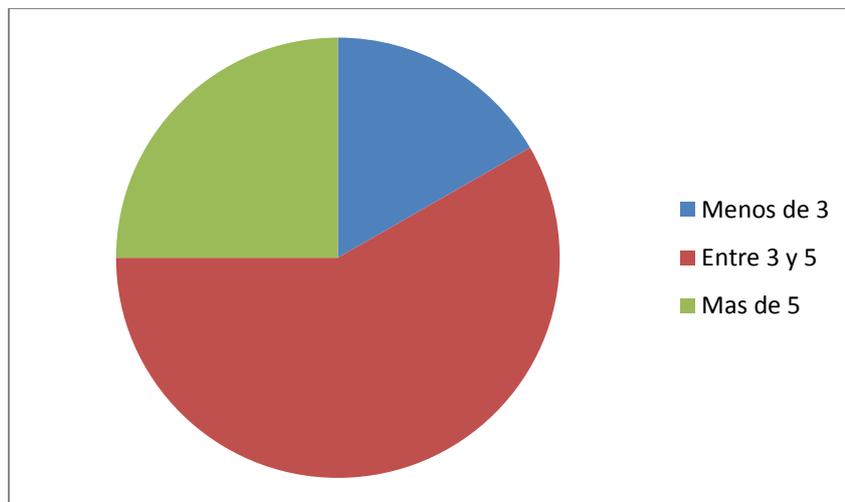
### Análisis:

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican que el mayor problema con el uso habitual se encuentra en el proceso de generación de reportes al cliente, seguido de la definición del maestro de partidas y el análisis de precio del estimado.

### Pregunta 02:

¿Actualmente, cuantas personas podrían participar en promedio para la realización un estimado de costos de un proyecto mediano?

Alternativa	Respuestas
Menos de 3	2
Entre 3 y 5	7
Más de 5	3



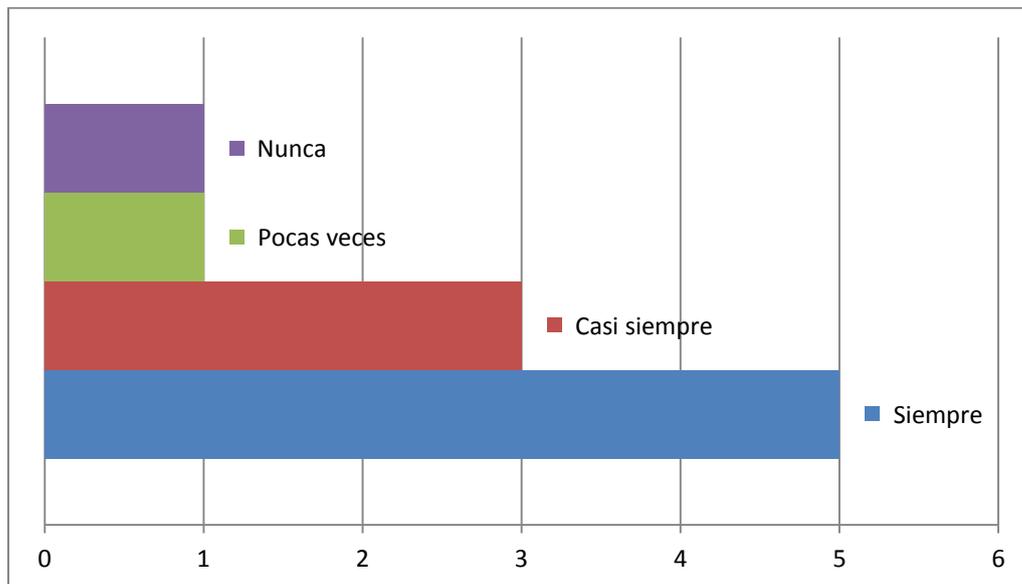
#### Análisis:

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican que en promedio se usan de 3 a 5 colaboradores en un proyecto de tamaño mediano para una estimación de costos. Incluso es más probable que se necesite más colaboradores (Más de 5) que menos del promedio

### Pregunta 03:

¿Considera usted que el tiempo que demanda realizar el cálculo del análisis de precio de un estimado de costos, es muy excesivo?

Alternativa	Respuestas
Siempre	5
Casi siempre	3
Pocas veces	1
Nunca	1



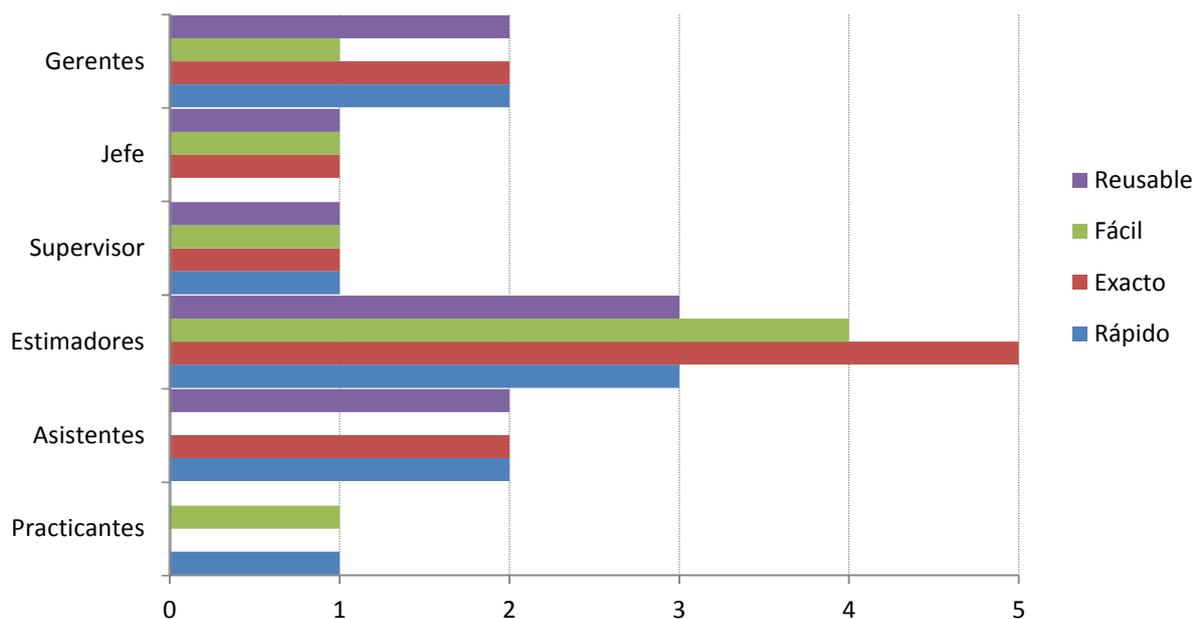
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican que la mayoría de personas que trabajan en el estimado concluyen que el tiempo que les demanda realizar la gestión del estimado actualmente, es excesivo.

**Pregunta 04:**

¿Qué indicadores valoraría usted, en el proceso de análisis de precio de un estimado de costos? Puede marcar más de una opción

Alternativa	Pract.	Asist.	Estim.	Super.	Jefe	Gerentes
Rápido	1	2	3	1	0	2
Exacto	0	2	5	1	1	2
Fácil	1	0	4	1	1	1
Reusable	0	2	3	1	1	2



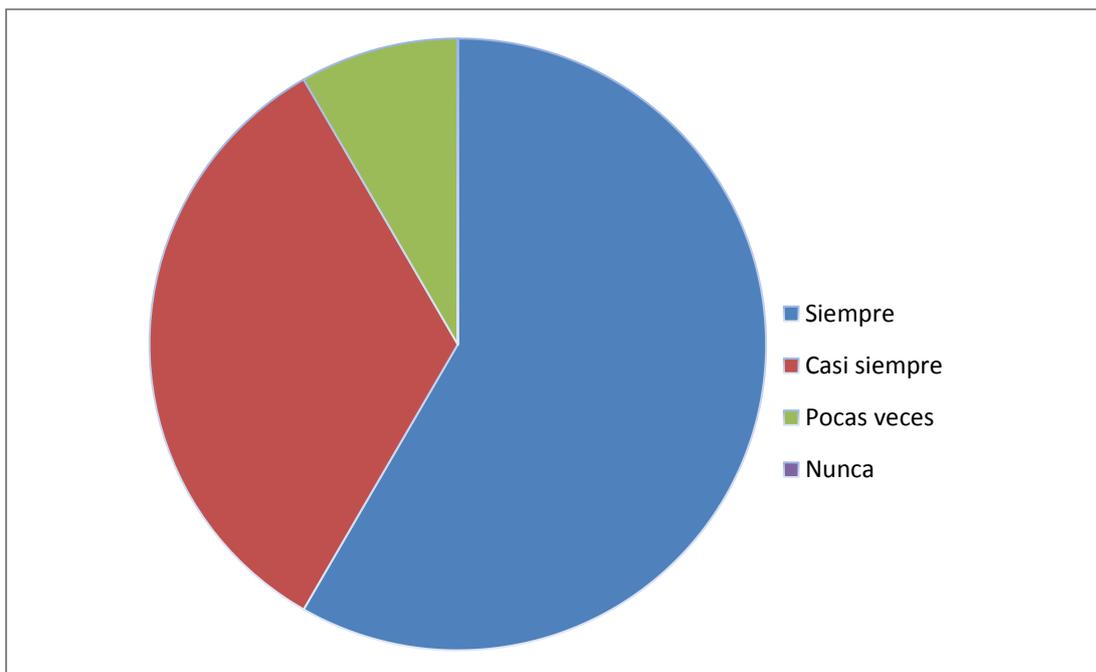
### Análisis:

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican que depende mucho del rol el valor que le dan a la gestión del estimado, mientras que los practicantes y asistentes se inclinan por la rapidez del cálculo, los estimadores, el supervisor, jefe y gerentes se preocupan porque sea Exacto y Reusable.

### Pregunta 05:

¿Considera usted que se cometen errores al momento de realizar las operaciones para el cálculo un estimado de costos?

Alternativa	Respuestas
Siempre	7
Casi siempre	4
Pocas veces	1
Nunca	0



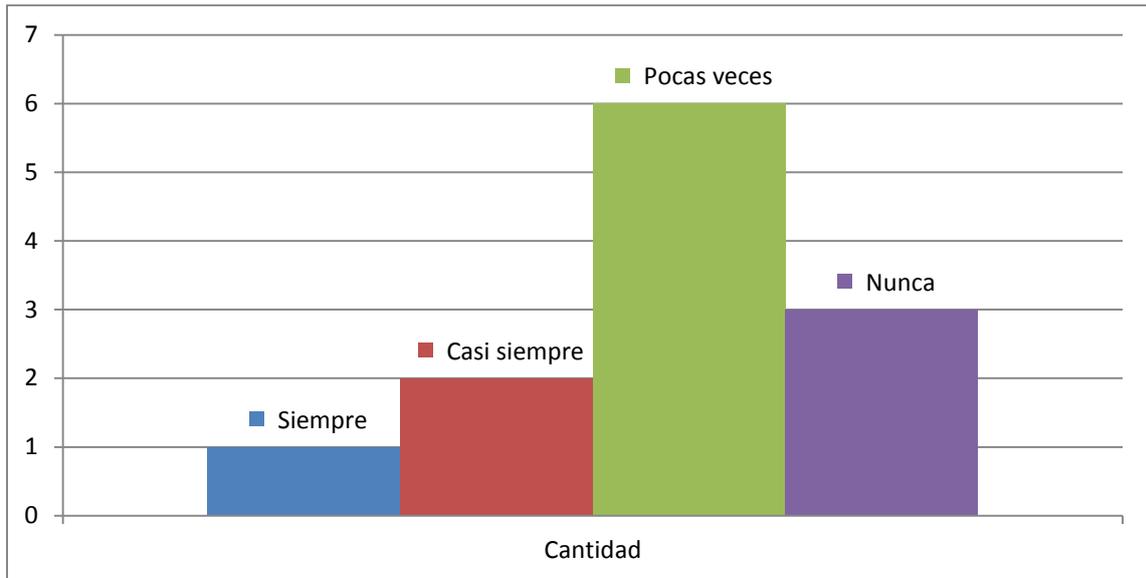
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta concluyen que de todos los colaboradores encuestados, casi el 60% es consciente que con la forma actual se comenten errores de cálculo.

**Pregunta 06:**

¿Las modificaciones que se realizan en un análisis de costos son de forma rápida y son independientes en el cálculo de otras operaciones?

Alternativa	Respuestas
Siempre	1
Casi siempre	2
Pocas veces	6
Nunca	3



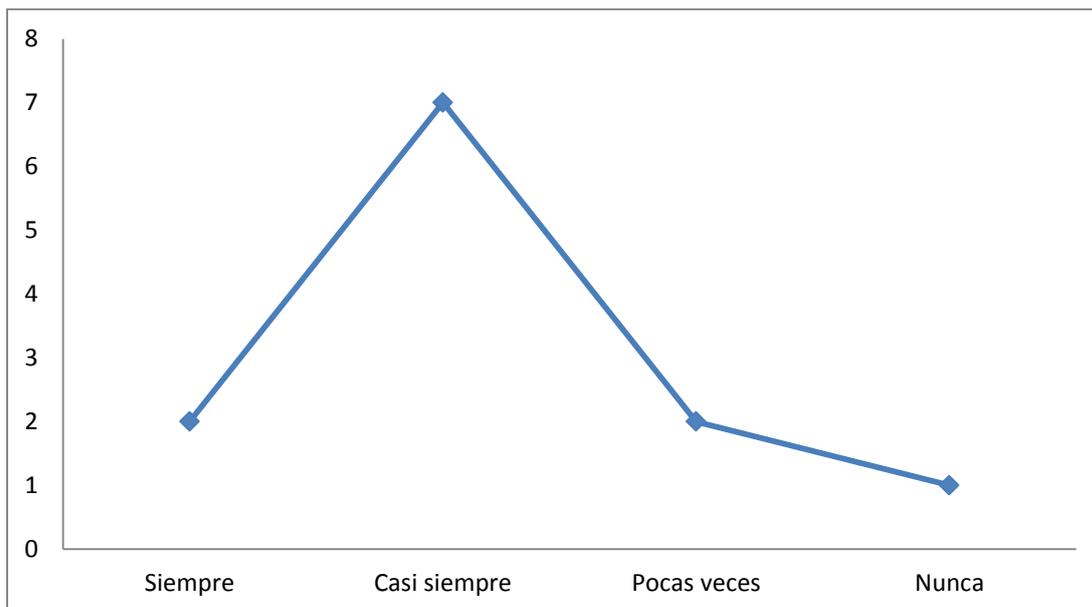
### **Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta concluyen en que pocas veces y hasta nunca la gestión de la estimación de costos son de forma rápida y que en la mayoría de casos no comparten información, generando sobre esfuerzos de trabajo y análisis con precios no actualizados.

### **Pregunta 07:**

¿Considera que existen actividades en el proceso de análisis de precio de un estimado, que son repetitivas y que con una mejor definición, se podrían obviar o mejorar?

<b>Alternativa</b>	<b>Respuestas</b>
Siempre	2
Casi siempre	7
Pocas veces	2
Nunca	1



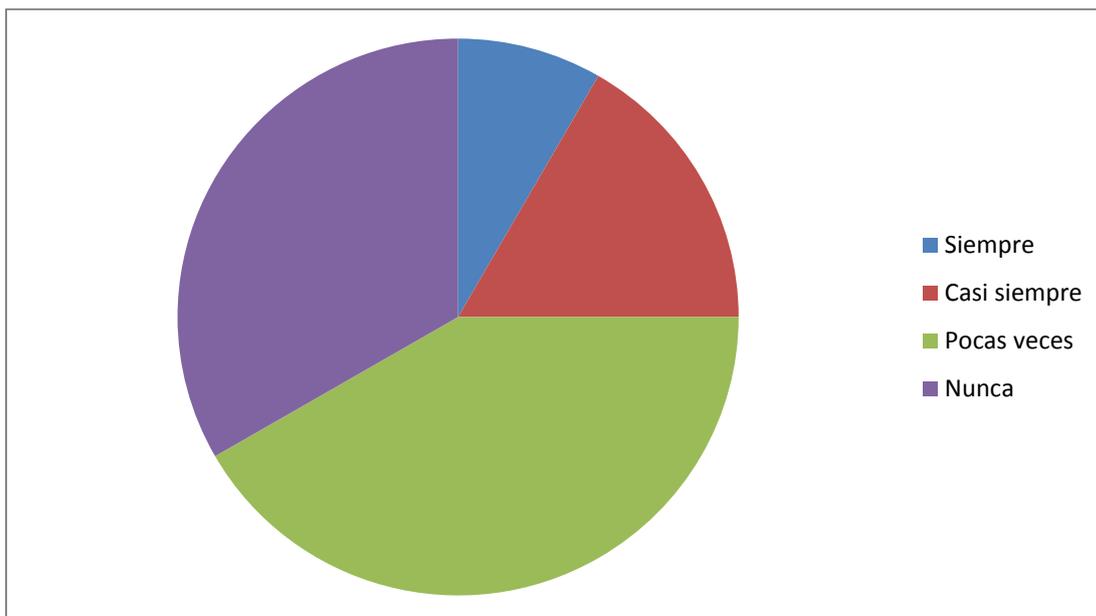
### **Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican que la mayoría de encuestados consideran que el proceso actual puede ser automatizado, incluso en la tendencia de resultados se le da un valor bien bajo (1 punto) al valor “nunca”. Este es un indicador muy fuerte de la necesidad del sistema propuesto.

### **Pregunta 08:**

¿Se puede obtener y reutilizar la información de un anterior estimado de forma rápida y sencilla?

<b>Alternativa</b>	<b>Respuestas</b>
Siempre	1
Casi siempre	2
Pocas veces	5
Nunca	4



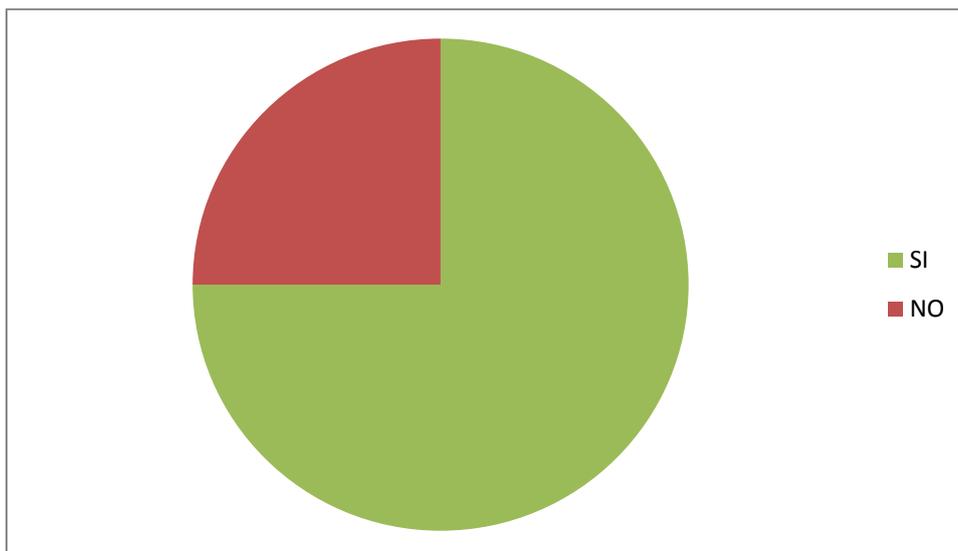
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican que la gran mayoría de colaboradores que trabajan en el estimado con la forma actual, están de acuerdo en que no se puede reutilizar la información trabajada, con lo que provoca sobre esfuerzos de trabajo en vano y pérdida de tiempo realizando procesos rutinarios.

**Pregunta 09:**

¿Considera que el proceso de realizar un estimado de costos puede automatizarse a través de un sistema informático?

Alternativa	Respuestas
SI	9
NO	3



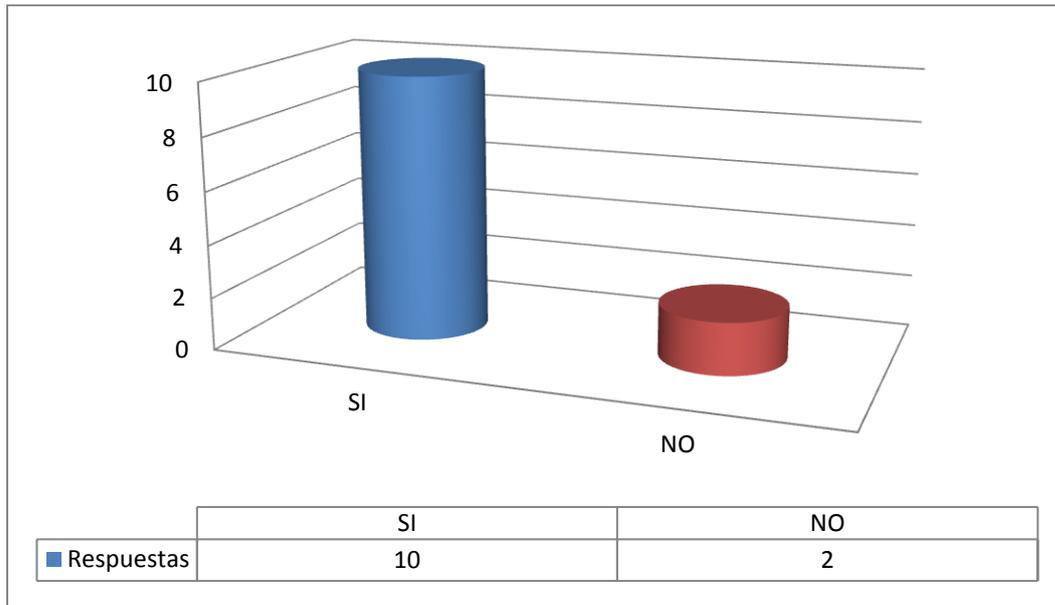
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta son muy importantes debido a que el 75% indican y son conscientes que el proceso actual puede ser mejorado a través de un sistema informático siempre y cuando se adecue con su mecanismo de trabajo cumpliendo las recomendaciones de la asociación internacional para estimados de costos AACEI.

**Pregunta 10:**

¿Considera usted que con el uso del sistema informático web implantado, ha mejorado el tiempo de respuesta en el cálculo del análisis de precios de estimados?

Alternativa	Respuestas
SI	10
NO	2



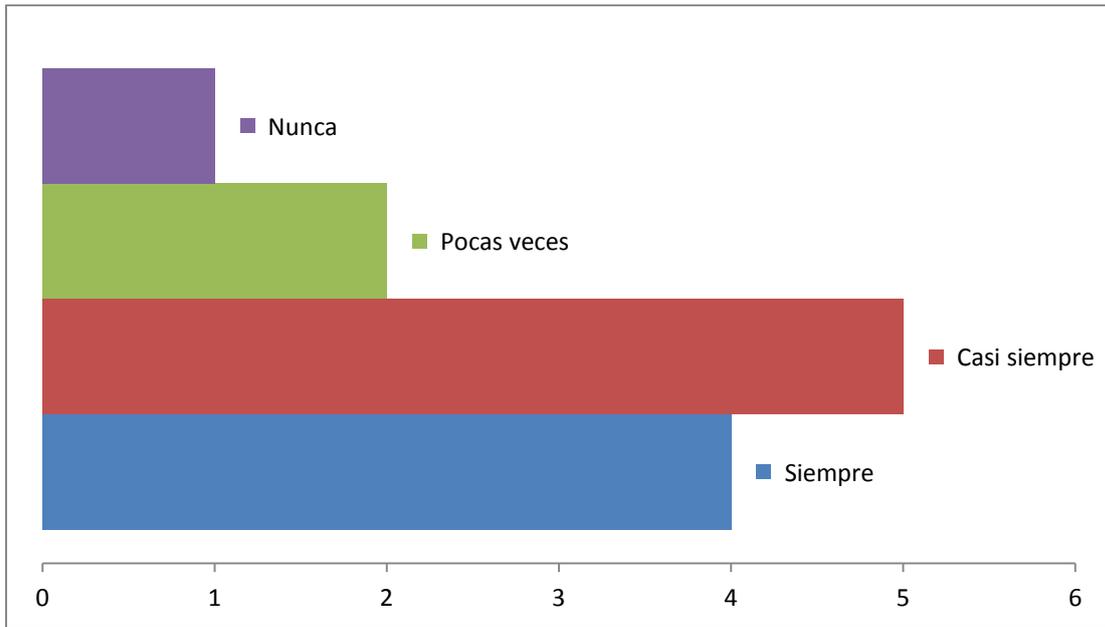
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican en líneas generales que ha habido una mejora en cuanto a la disminución de tiempos en la gestión del estimado de costos, con el uso del prototipo del sistema propuesto.

**Pregunta 11:**

¿Considera usted que la automatización del proceso de estimación de costos a través del sistema informático web, le ayuda a desarrollar de forma más eficiente sus actividades?

Alternativa	Cantidad
Siempre	4
Casi siempre	5
Pocas veces	2
Nunca	1



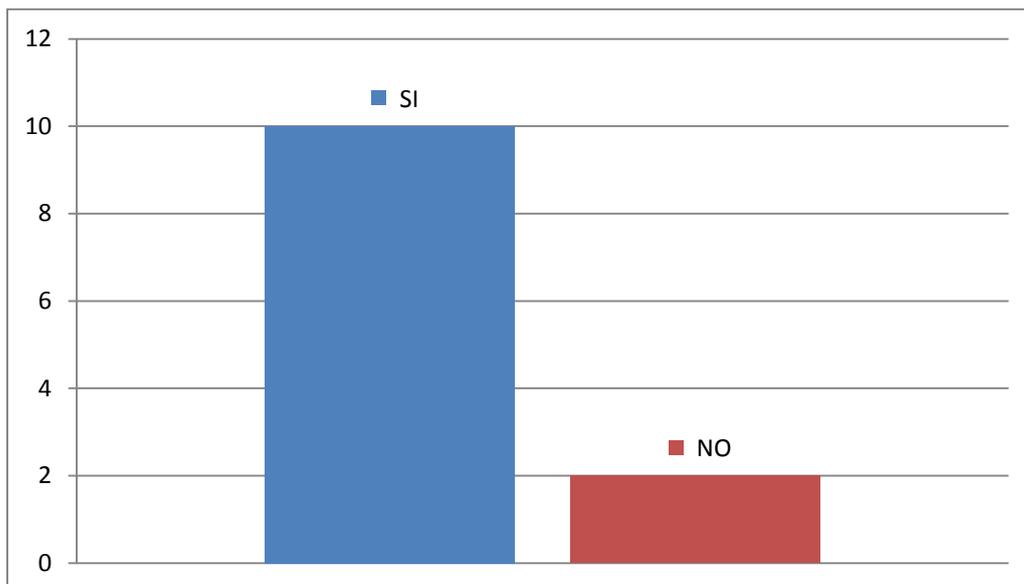
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta indican que los colaboradores que usan el sistema sienten que están siendo más eficaces a la hora de gestionar el estimado de costos, y que están confiando en la información que presentan.

**Pregunta 12:**

¿Considera usted que con el sistema informático web implantado es más fácil ubicar información anterior de estimados y poder reutilizarla?

Alternativa	Respuestas
SI	10
NO	2



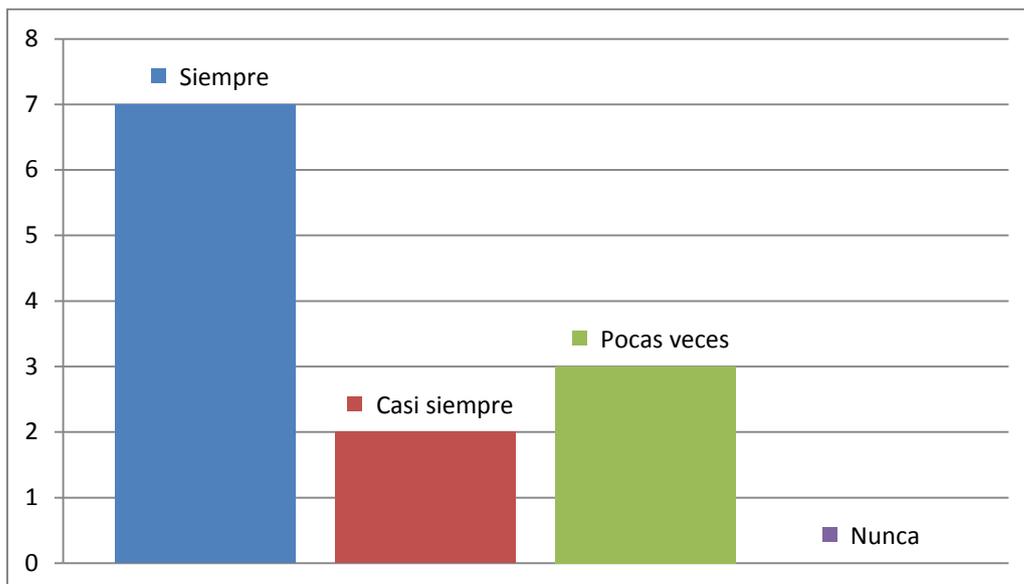
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta son muy importantes, debido a que se puede notar que se está reutilizando la información histórica en otros proyectos, lo cual permite al colaborador simplificar su trabajo y con ello eliminar tiempos de actividades duplicadas con el uso del sistema.

**Pregunta 13:**

¿Considera usted que al mantener almacenada la información en el sistema se encuentra más segura y disponible para los usuarios?

Alternativa	Cantidad
Siempre	7
Casi siempre	2
Pocas veces	3
Nunca	0



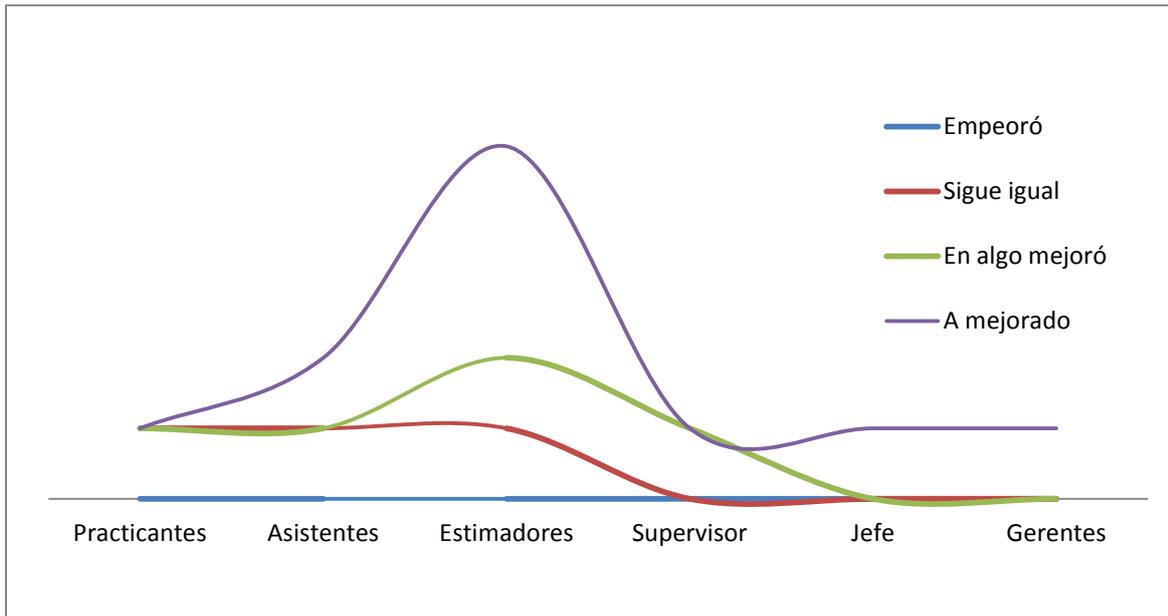
### Análisis:

Los resultados de la encuesta para esta pregunta concluyen que la información se encuentra sincronizada y disponible en todo momento, lo que permite a los colaboradores realizar sus trabajos sin mayores inconvenientes logrando una mayor efectividad y cumplimiento en los tiempos pactados.

### Pregunta 14:

¿En qué medida piensa que ha impactado la implantación del sistema informático web en relación al proceso habitual?

Rol	Empeoró	Sigue igual	En algo mejoró	A mejorado
Practicantes	0	1	0	0
Asistentes	0	1	0	1
Estimadores	0	1	1	3
Supervisor	0	0	1	0
Jefe	0	0	0	1
Gerentes	0	0	0	1



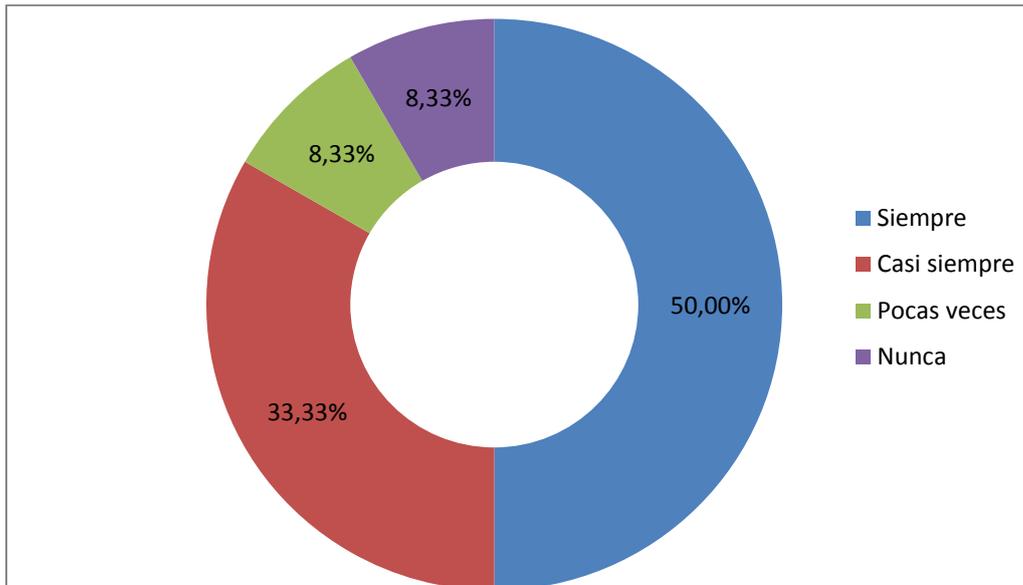
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta son muy importantes debido a que brinda información por rol de los encuestados, concluyendo que existe aceptación por los estimadores, jefe, supervisor y gerentes al indicar que se nota una mejora en relación al proceso habitual.

**Pregunta 15:**

¿Considera que el sistema informático web implantado, abarca todos los procesos habituales que se realizaban anteriormente por el área de costos?

Alternativa	Respuestas
Siempre	6
Casi siempre	4
Pocas veces	1
Nunca	1



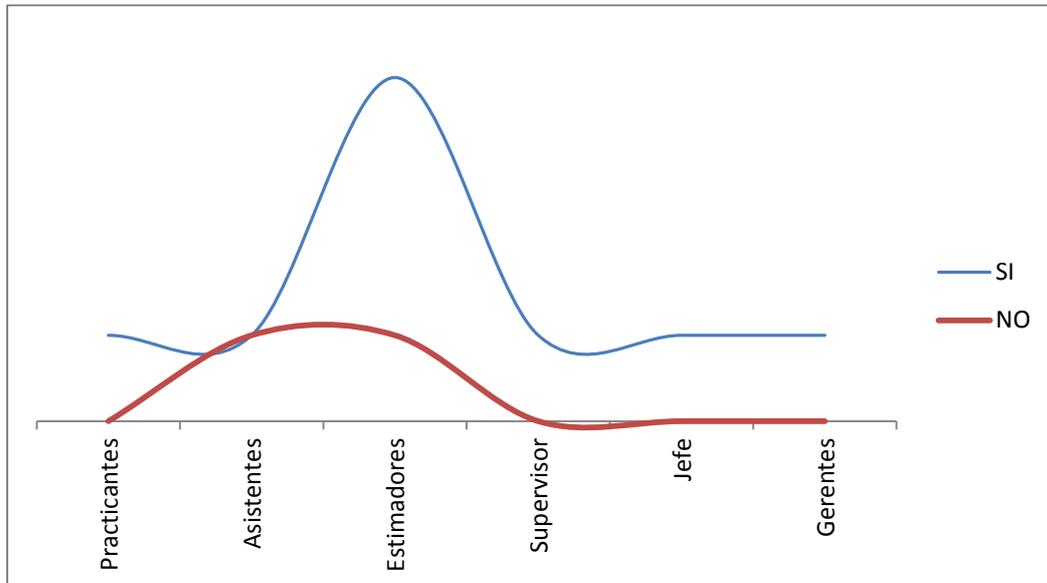
**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta son muy importantes debido a que al tener una aceptación de más del 80% (Valores de “siempre” y “casi siempre”), se puede deducir que el sistema está cumpliendo con las recomendaciones de la ACCEI para la estimación de costos, ya que es la metodología que se usa actualmente en el área.

**Pregunta 16:**

¿Siente que la implantación del sistema informático web de análisis de precios de estimados de costos, le brinda un valor agregado al área inclusivamente a la empresa?

Alternativa	SI	NO
Practicantes	1	0
Asistentes	1	1
Estimadores	4	1
Supervisor	1	0
Jefe	1	0
Gerentes	1	0



**Análisis:**

Los resultados de la encuesta para esta pregunta concluyen que el tener un sistema informático para la gestión de estimación de costos, le brinda a la empresa un valor agregado, ya que para los clientes es muy importante la confianza y la transparencia en estos procesos.

## ANEXO 03: GENERACIÓN DE LOS DATOS PRESENTADOS EN LA DISCUSION

### Datos históricos – Indicador tiempo

Los datos presentados en este cuadro han sido calculados de dos maneras, la primera para hallar el tiempo actual y el segundo el tiempo con el sistema.

Procedimiento para calcular el tiempo actual:

- Se seleccionó 05 proyectos de manera aleatoria
- Se tomó los tiempos individuales de cada proceso con ayuda de un especialista del área de costos.
- Se repitió 03 veces el ejercicio por cada proceso y por cada proyecto.
- Como resultado parcial se calculó el promedio de cada proyecto en los 03 ejercicios por proceso
- Como resultado final, se calculó el promedio en tiempo de cada uno de los proyectos, tomando como valor parcial el promedio de cada ejercicio.

A continuación se explica en base a una tabla ejemplo como se pudo determinar el valor de los datos para el indicador tiempo.

	Proy 01	Proy 02	Proy 03	Proy 04	Proy 05
E01 - Registro de EB	T <sub>0101</sub>	T <sub>0102</sub>	T <sub>0103</sub>	T <sub>0104</sub>	T <sub>0105</sub>
E02 - Registro de EB	T <sub>0201</sub>	T <sub>0202</sub>	T <sub>0203</sub>	T <sub>0204</sub>	T <sub>0205</sub>
E03 - Registro de EB	T <sub>0301</sub>	T <sub>0302</sub>	T <sub>0303</sub>	T <sub>0304</sub>	T <sub>0305</sub>

*Fórmula para el resultado parcial por ejercicio de cada proyecto:*

$$R_{p01} = \left( \frac{T_{0101} + T_{0201} + T_{0301}}{3} \right)$$

*Fórmula para el resultado final del proceso*

$$R_f = \left( \frac{R_{p01} + R_{p02} + \dots + R_{p05}}{5} \right)$$

Procedimiento para calcular el tiempo con el sistema:

- En cada proceso se agregó en el sistema un script que tiene la finalidad de registrar la fecha actual al momento de inicio y al fin del proceso, tomando los tiempos individuales.
- Una vez registrado los tiempos individuales se agarró una muestra de 15 valores aleatorios y se obtuvo su promedio.

### **Datos históricos – Indicador Costo**

Los datos presentados en este indicador están basados en el ratio promedio de cada uno de los perfiles responsables de cada proceso. Este ratio ha sido representado por hora y luego expresado en minutos para poder ser multiplicado por el tiempo usado en cada proceso. El tiempo ha sido calculado usando la misma metodología que el indicador tiempo.

Los procesos presentados han sido seleccionados por ser los de mayor representatividad al momento de realizar el cálculo estimado del proyecto.

Por motivos de confidencialidad no se nos permite publicar la hoja de detalle de los perfiles de la empresa, pero los datos que presentamos no son tan diferentes a lo real.

## ANEXO 04: PRESUPUESTO DETALLADO DEL PROYECTO

### 1. Presupuesto para personal

Cargo	Nombres	Costo
<b>Investigadores</b>	Bach. Castañeda Muñoz, Saúl	S/. 2,500.00
	Bach. Liñan Ponce, Luis A.	S/. 2,500.00
<b>Asesor</b>	Ing. Piminchumo Flores, Jorge	S/. 2,000.00
<b>Subtotal</b>		<b>S/. 7,000.00</b>

### 2. Presupuesto para servicios

Bienes		Cantidad	Alquiler o Compra	Costo (S/.)
<b>Materiales</b>	Papel Bond A4	2 millares	C	50.00
	Engrapador	1 unid.	C	7.00
	Perforador	1 unid.	C	7.00
	Caja de Grapas	1 unid.	C	4.00
	CD	10 unid.	C	8.00
	Lápices	6 unid.	C	3.00
	Lapicero	6 unid.	C	3.00
	Juego de Cartuchos	2 unid.	C	100.00
	Corrector	3 unid.	C	6.00
	Folder Manila	20 unid.	C	10.00
<b>Equipos</b>	Laptop Core i5 (Cuarta Generación)	2 unid.	A	2,000.00
	Impresora Lexmark Z615	1 unid.	A	50.00
<b>Software</b>	Microsoft Windows 8	1 unid.	-	-
	MS Office 2013	1 unid.	-	-
	Enterprise Architect	1 unid.	C	170.00

	Dreamweaver 8	1 unid.	C	80.00
	Sql Server 2008	1 unid.	-	-
	Visual Studio 2012	1 unid.	-	-
	Controles Telerik	1 unid.	-	-
	Bizagi BPM 10.1	1 unid.	-	-
<b>Subtotal</b>				<b>2,498.00</b>

### 3. Servicios

		Cantidad	Alquiler o Compra	Costo (S/.)
<b>Servicios</b>	Internet	-	A	200.00
	Telefonía	-	A	100.00
	Movilidad y Viáticos	-	A/C	300.00
	Fotocopiado	-	C	50.00
	Anillado / Espiralado	-	C	50.00
	Empastado	3 unid.	C	39.00
<b>Subtotal</b>				<b>739.00</b>