

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA  
COMPUTACIONAL ORIENTADA A SERVICIOS  
PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA  
SELECCIÓN DE PROVEEDORES.**

Yuliana Vanesa Puerta Cruz

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA FEBRERO 2011

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA  
COMPUTACIONAL ORIENTADA A SERVICIOS  
PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA  
SELECCIÓN DE PROVEEDORES.**

**Autor**

**Yuliana Vanesa Puerta Cruz**

Trabajo presentado para cumplir requisito al título  
Magister en Ingeniería con énfasis en Sistemas y Computación

**Director**

**MSC. Giovanni Vásquez Mendoza**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA FEBRERO 2011

Cartagena de Indias, 25 de Enero de 2012

Señores:

**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA**  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR**  
L.C.

Respetados Señores:

En calidad de director del trabajo de grado titulado **“Diseño De Una Herramienta Computacional Orientada A Servicios Para La Toma De Decisiones En La Selección De Proveedores”**, presentado por la estudiante **YULIANA PUERTA CRUZ**, certifico que he revisado y considero que ha cumplido con los objetivos propuestos, por lo que estoy de acuerdo en presentarlo formalmente para su calificación y así optar por el título de **MAGISTER EN INGENIERÍA CON ENFASIS EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**.

Atentamente,

---

**Msc. Giovanni Vásquez Mendoza**

Cartagena de Indias, 25 de Enero de 2012

Señores:

**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR  
L.C.**

Respetados Señores:

Por medio de la presente me permito presentar a ustedes para que sea puesto a consideración y evaluación el trabajo de grado **titulado “Diseño De Una Herramienta Computacional Orientada A Servicios Para La Toma De Decisiones En La Selección De Proveedores”**, realizado por mi persona como requisito de grado para optar por el titulo de **MAGISTER EN INGENIERÍA CON ENFASIS EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN.**

Agradeciendo de antemano la atención prestada.

**Atentamente,**

---

**YULIANA VANESA PUERTA CRUZ**

## CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Cartagena de Indias, 25 de Enero de 2012

Yo, **Yuliana Vanesa Puerta Cruz**, manifiesto en este documento mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica de Bolívar los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982 sobre Derechos de Autor, del trabajo final denominado **“DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL ORIENTADA A SERVICIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES”** producto de mi actividad académica para optar el título de **Magister en Ingeniería** de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y extensión. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento que hace parte integral del trabajo antes mencionado y entrego al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

---

Nombre del estudiante

C.C. 32.938.404 de Cartagena

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena de Indias, 25 de Enero de 2012

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la fortaleza, el entendimiento y la paciencia para culminar con éxito esta etapa de formación tan importante en mi vida.*

*A mis madres Ana y Miriam por la formación integral que he recibido que ha servido como base para iniciar y culminar diferentes proyectos en la vida, por su dedicación, por sus esfuerzos y por el amor que me han dado toda la vida, han permitido alcanzar este y muchos más logros.*

*A mi padre por su confianza y amor incondicional durante todos estos años.*

*A mi esposo por ser un bastón de apoyo y de motivación para la culminación de este logro, y por permitirme ver que si podía y que inclusive puedo ir más allá.*

*A todos mis familiares por su apoyo incondicional, especialmente a Jesús Miguel que ha sido mi ejemplo a seguir en la vida por su inteligencia, responsabilidad y talento.*

*Y en especial a Vanessa Lucía, hija a ti te pido excusas por haberte dejado solita en algún tiempo para poder dedicarme a finalizar esta investigación, solo espero que Dios nos de la paciencia y nos ilumine para hacer de ti una gran mujer, y que este y todos los logros alcanzados por tus papitos se conviertan en el ejemplo a seguir para tu formación profesional y humana.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco al profesor Giovanni Vásquez Mendoza por creer en mí, por hacer parte de mi formación académica y espiritual, por sus consejos, sus regaños y sonrisas que yendo más allá de lo académico han permitido crear un lazo paternal muy fuerte, de la misma forma a Juan Contreras Montes, a quien resto mucha admiración y respeto, y quien desde mi formación de pregrado ha sido mi modelo a seguir, por permitirme entrar en este mundo de la investigación y por guiarme a recorrer todo este camino de formación humana y académica.*

*A Elías y Nayib por ese equipo de trabajo tan dinámico que conformamos, por meterle la ficha, por ser parte fundamental en la culminación de este trabajo, y en especial por la amistad que se ha logrado a partir de esta experiencia.*

*A Milena por estar a mi lado y colaborarme de manera incondicional durante la ejecución de este trabajo, sin su apoyo no hubiese sido nada fácil.*

*Al departamento de adquisiciones de la Universidad Tecnológica de Bolívar por permitirme tomar como caso de estudio de esta investigación.*

*A todos mis compañeros y amigos de maestría por los lazos de amistad y de conocimiento que se han formado durante todo este tiempo.*

*Y a todos aquellos que directa e indirectamente han permitido la culminación de este trabajo.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Descripción del Problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Formulación del Problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Justificación.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. Objetivos .....</b>	<b>18</b>
1.4.1. Objetivo General:.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos: .....	19
<b>1.5. Metodología de Investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6. Limitaciones.....</b>	<b>22</b>
<b>1.7. Población.....</b>	<b>23</b>
<b>2. SELECCIÓN DE PROVEEDORES .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1. La Toma de Decisiones.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Importancia de los Modelos de Selección de Proveedores. ....</b>	<b>26</b>
<b>2.3. Criterios de Selección de Proveedores.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4. Métodos de Selección .....</b>	<b>30</b>
2.4.1. Métodos de Ponderación .....	31
2.4.2. Métodos de Programación Matemáticos.....	32
2.4.3. Los Métodos Basados en el Coste Total.....	34
2.4.4. Probabilísticos y Modelos Estadísticos.....	34
<b>2.5. Escenarios de Compras.....</b>	<b>37</b>
<b>2.6. Modelo AHP.....</b>	<b>38</b>
<b>3. MODELO DE TOMA DE DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1. Modelo Conceptual.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. Aplicación del Modelo en una Situación Real de Selección de Proveedores. Caso de Estudio Universidad Tecnológica de Bolívar.....</b>	<b>47</b>
3.2.1. Preparación de los Datos .....	47

3.2.2.	Recuperación de las Evaluaciones.....	48
3.2.3.	Aplicación de AHP.....	49
<b>4.</b>	<b>COMPUTACIÓN ORIENTADA A SERVICIOS .....</b>	<b>58</b>
<b>4.1.</b>	<b>Paradigma de Diseño de la Computación Orientada a Servicios (COS)</b>	<b>59</b>
4.1.1.	Servicio.....	60
4.1.2.	Proveedores de servicios .....	60
4.1.3.	Desarrolladores de Aplicaciones.....	61
<b>4.2.</b>	<b>Desarrollo de Software Orientado a Servicios.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>Tecnologías .....</b>	<b>61</b>
A continuación se describen algunas tecnologías utilizadas en el desarrollo de software orientado a servicios.....		
4.2.2.	Modelo De Desarrollo.....	64
4.2.3.	Modelo De Distribución(Saas).....	74
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DE TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES. CASO UTB .....</b>	<b>76</b>
<b>5.1.</b>	<b>Análisis .....</b>	<b>77</b>
5.1.1.	Modelado Del Proceso De Negocios .....	77
5.1.2.	Descripción Del Sistema.....	91
5.1.3.	Matrices De Funcionalidades .....	97
5.1.4.	Especificación de Requerimientos .....	100
5.1.5.	Diagramas de Caso de Uso .....	100
<b>5.2.</b>	<b>Diseño.....</b>	<b>110</b>
5.2.1.	Diagrama de Componentes .....	110
5.2.2.	Diagrama de Despliegue.....	112
5.2.3.	Diagrama de Clases .....	113
5.2.4.	Mapa De Servicios.....	114
5.2.5.	Contrato Por Cada Servicio.....	115
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>121</b>
<b>6.1.</b>	<b>Verificación del cumplimiento de las preguntas de investigación .....</b>	<b>122</b>
<b>6.2.</b>	<b>Verificación de las Salidas del Modelo y del Servicio de Selección de Proveedores (SSP) Aplicados a Casos de Estudio.....</b>	<b>123</b>

<b>6.3. Análisis y Discusión de Resultados de Aplicación del Modelo y de la Herramienta a Casos de Estudio. ....</b>	<b>132</b>
6.3.1. Análisis Porcentual del Cumplimiento de Proveedores .....	132
6.3.2. Comparación de Resultados obtenidos en la aplicación del modelo, del software y del análisis de resultados. ....	136
<b>6.4. Análisis y Discusión de Resultados Técnicos del Proyecto.....</b>	<b>143</b>
6.4.1. Visión General .....	143
6.4.2. Cumplimiento de Principios de la Computación Orientada a Servicios .145	
• Estandarización De Contratos.....	145
• Bajo Acoplamiento. ....	146
• Reusabilidad. ....	147
6.4.3. Cumplimiento de los Requerimientos .....	151
<b>6.5. Impacto Organizacional generado por la aplicación del modelo en el proceso de Selección de Proveedores-caso UTB .....</b>	<b>154</b>
<b>6.6. Contribuciones del Trabajo .....</b>	<b>155</b>
<b>7. REFERENTES BIBLIOGRAFICOS.....</b>	<b>160</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Criterios de Selección de Proveedores (Dickson, 1966).....	28
Tabla 2.2 Criterios de Selección de Proveedores (Weber et al, 1991) .....	29
Tabla 2.3 Clasificación de los métodos de selección .....	31
Tabla 2.4 Ventajas y Desventajas de los Modelos de Selección. (Aguezzoul et al, 2006) .....	36
Tabla 2.5 Métodos de Selección de Proveedores según el tipo de adquisición (Aguezzoul, et al, 2006).....	38
Tabla 2.6 Escala de Criterios .....	41
Tabla 3.1 Criterios y Factores para la Selección de Proveedores en UTB. ....	48
Tabla 3.2 Evaluación de Encuestas Proveedores UTB.....	49
Tabla 3.3 Evaluación de Encuestas Proveedores UTB.....	49
Tabla 3.4 Calificación de los Criterios .....	50
Tabla 3.5 Matriz de Comparación General.....	51
Tabla 3.6 Matriz de Comparación por pares por Factores. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 3.7 Matriz Normalizada por Factores .....	52
Tabla 3.8 Medias, Consistencias y Valores Finales. Evaluación de Factores. ....	53
Tabla 3.9 Matriz de Comparación por Pares por Criterios .....	54
Tabla 3.10 Matriz Normalizada para Criterios. ....	55
Tabla 3.11 Vector de Prioridades, Vector de Consistencias y Valores Finales.....	56
Tabla 3.12 Matriz de Prioridad de las Alternativas. ....	56
Tabla 3.13 Vector de Prioridad Global. ....	57
Tabla 4.1 . Cuadro Comparativo entre Saas y legacy .....	75
Tabla 5.1 Descripción Proceso Solicitud de Pedido.....	79
Tabla 5.2 Descripción Proceso Cotización de Productos.....	80
Tabla 5.3 Descripción Proceso Adjudicación de Compra .....	83
Tabla 5.4 Descripción Proceso Elaboración y Firma de Orden de Compra.....	84
Tabla 5.5 Descripción Proceso Elaboración y Firma de la Orden de Compra .....	85
Tabla 5.6 Descripción Proceso Legalización Orden de Compra.....	88
Tabla 5.7 Descripción Proceso Salida de Almacén.....	89
Tabla 5.8 Matriz de Funcionalidades Vs Aplicaciones .....	99
Tabla 5.9 Matriz de Funcionalidades Vs Procesos .....	100
Tabla 5.10 Caso de Uso Evaluación. ....	102
Tabla 5.11 Caso de Uso Gestión de la Configuración de la Evaluación. ....	103
Tabla 5.12 Caso de Uso Selección. ....	105
Tabla 5.13 Caso de Uso Gestión de Proveedores. ....	107
Tabla 5.14 Caso de Uso Gestión de Configuración. ....	108

Tabla 5.15 Caso de Uso Gestión de Organización. ....	110
Tabla 5.16 Contrato Servicio de Evaluación de Servicios.....	116
Tabla 5.17 Contrato Servicio de Selección de Proveedores.....	117
Tabla 5.18 Contrato Servicio Notificación de Solicitud a Proveedores.....	117
Tabla 5.19 Contrato Servicio de Sincronización de Datos.....	118
Tabla 5.20 Contrato Servicio de Log.....	119
Tabla 5.21 Contrato Servicio de Autenticación. ....	120
Tabla 6.1 Matriz de Comparación. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.2 Análisis de Alternativas. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.3 Cumplimiento de RNF en Diagrama de Despliegue.....	152
Tabla 6.4 Cumplimiento de RNF en Diagrama de Despliegue.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.5 Calificación de Criterios Caso 1.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.6 Resultados Aplicación SSP-Caso 1.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.7 Calificación de Criterios Caso 2.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.8 Resultados Aplicación SSP-Caso 2.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.9 Calificación de Criterios Caso 3.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.10 Resultados Aplicación SSP-Caso 3.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabla 6.13 Aplicación del Principio de Abstracción..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Representación gráfica del problema.....	40
Figura 3.1 Modelo Conceptual .....	46
Figura 3.2 Representación Grafica del Problema de Selección de Proveedores ..	50
Figura 4.1 Principio de Acoplamiento (Earl, 2007).....	65
Figura 4.2 Principio de Reusabilidad (Earl, 2007).....	66
Figura 4.3 Estandarización de los Contratos de los Servicios (Earl, 2007).....	67
Figura 4.4 Principio de Abstracción (Earl, 2007).....	68
Figura 4.5 Principio de Concatenación (Earl, 2007).....	69
Figura 4.6 Principio de Autonomía (Earl, 2007) .....	70
Figura 4.7 Principio de Carencia de Estado en los Servicios (Earl, 2007).....	71
Figura 4.8 Principio de Descubrimiento (Earl, 2007).....	72
Figura 5.1 Diagrama de Proceso Solicitud de Pedido.....	78
Figura 5.2 Diagrama de Proceso Cotización de Productos.....	80
Figura 5.3 Diagrama de Proceso Adjudicación de Compra .....	82
Figura 5.4 Diagrama de Proceso Elaboración y Firma de la Orden de Compra ....	84
Figura 5.5 Diagrama de Proceso Recepción de Materiales. ....	86
Figura 5.6 Legalización Orden de Compra.....	87
Figura 5.7 Salida de Almacén .....	90
Figura 5.8 Diagrama de Actividades Configuración de la Evaluación.....	92
Figura 5.9 Diagrama de Actividades Evaluación del Servicio. ....	93
Figura 5.10 Diagrama de Actividades Evaluación General del Proveedor.....	94
Figura 5.11 Diagrama de Flujo-Proceso Selección de Proveedores.....	95
Figura 5.12 Diagrama de Actividades Registro de Proveedores.....	96
Figura 5.13 Diagrama de Actividades Notificación de Solicitud de Cotización. ....	97
Figura 5.14 Diagrama General .....	100
Figura 5.15 Evaluación.....	101
Figura 5.16 Gestión de la Configuración de la Evaluación.....	102
Figura 5.17 Selección.....	104
Figura 5.18 Gestión de Proveedores.....	106
Figura 5.19 Gestión de Configuración.....	107
Figura 5.20 Gestión de Organización.....	109
Figura 5.21 Diagrama de Componentes .....	110
Figura 5.22 Diagrama de Despliegue.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 5.23 Diagrama de Clases.....	113

## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es la construcción de un modelo de toma de decisiones como apoyo en la selección de proveedores, su aplicación a un caso de estudio, y su posterior implementación, permitiendo la automatización de este proceso tan delicado y riguroso para las organizaciones.

Inicialmente se realizó una exhaustiva investigación acerca del proceso de selección de proveedores, se listaron los principales criterios de selección que diferentes autores han identificado a través del tiempo, y los diferentes métodos de toma de decisiones que se han implementado para automatizar este proceso, entre los cuales se escogió AHP como el más adecuado, considerando que permite evaluar múltiples criterios de diferentes índoles (cualitativo y cuantitativo).

Posteriormente se diseñó el modelo conceptual de selección de proveedores, estableciendo sus entradas, proceso y salida, para su verificación se implementó el caso de estudio del departamento de abastecimientos de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Se revisó el paradigma de la Computación Orientada a Servicios, cada uno de sus principios, y se puso a consideración como el enfoque a seguir en el diseño e implementación de la aplicación.

A partir del modelo Conceptual y del levantamiento de información en el departamento de abastecimientos de la UTB, se construyó el modelo lógico correspondiente al análisis y diseño de la aplicación siguiendo el enfoque COS. Por último se realizó la implementación del modelo y las respectivas pruebas que permitieron la verificación y validación de la herramienta.

# 1. INTRODUCCIÓN

---

En la presente tesis de maestría se diseña un modelo conceptual y de implementación como solución a la problemática de la incertidumbre en la selección de proveedores que afrontan cierto tipo de organizaciones, también se estudió y aplicó el paradigma de computación orientada a servicios en el desarrollo de los componentes de software que conforman la implementación del modelo diseñado.

A lo largo del trabajo se puso a consideración el caso de estudio del departamento de adquisiciones de la Universidad Tecnológica de Bolívar. En este apartado se presenta como introducción las bases metodológicas de este trabajo. El numeral 1.1 muestra la descripción del problema, en el 1.2 se realiza la formulación del problema, el 1.3 muestra la justificación, el 1.4 describe los objetivos, en el 1.5 se describe la metodología de investigación, en el ítem 1.6 se muestran las limitaciones del trabajo y finalmente en el ítem 1.7 se describe la población.

### ***1.1. Descripción del Problema***

La Universidad Tecnológica de Bolívar, es una institución de educación superior de carácter privado, que cuenta con una clara definición y organización de sus procesos de negocios, estructurados como procesos académicos y administrativos

Algunos de los procesos administrativos cuentan con certificación bajo normatividad ICONTEC, lo cual obliga a mantener una debida documentación de los mismos. Se destacan los procesos de: Inventario, Almacén, Contabilidad, Recursos Humanos, Abastecimientos, entre otros.

Para el caso de Abastecimientos se ha logrado identificar a través de consultas y entrevistas realizadas a los funcionarios que el proceso de evaluación y selección de proveedores que se realiza actualmente es muy rudimentario, no se hace uso de herramientas tecnológicas que brinden apoyo a la toma de decisiones, quedando expuesta a la subjetividad de quien toma la decisión.

Christopher (1998) afirma que de la competencia entre compañías, que hoy en día se da entre las cadenas de suministro, aquella que posibilite mayor valor agregado para el cliente al menor costo posible resultará vencedora. Administrar la cadena de suministro se ha convertido en un arma competitiva clave para las empresas, pero antes es necesario consolidar la gestión de sus procesos de negocio, en especial el proceso de gestión de compras, a partir del uso de herramientas computacionales que le permitan una acertada selección de proveedores y una permanente evaluación de los mismos.

La institución ha realizado esfuerzos para automatizar sus procesos de negocios, desde hace algún tiempo se ha implementado una herramienta ERP, llamada SIFAD, la cual ha sido de mucha utilidad, pero su poca orientación al negocio hace que se descuiden ciertos aspectos importantes, como es el caso de la evaluación y la selección de proveedores, tampoco se evidencian servicios de inteligencia de negocios.

La literatura muestra que muchas compañías pierden anualmente millones de dólares por emplear procedimientos domésticos en la selección de proveedores, que a pesar de la expansión del uso de la Internet y de las redes privadas, las personas encargadas de los procesos de compras en grandes compañías internacionales lo siguen haciendo de la manera tradicional (contacto directo, teléfono, etc.) por el desconocimiento y/o desconfianza en el manejo y empleo de las nuevas tecnologías, de acuerdo a Stambro R. et al (2000). Caso similar al que ocurre en la Universidad Tecnológica de Bolívar, en lo que respecta al proceso de gestión de compra. Según Galle W. P (1999) el uso de nuevas tecnologías cobra día a día más importancia para establecer relaciones comerciales entre compradores y proveedores

La acertada toma de decisiones para la gestión de compras (y por ende el proceso de selección de proveedores), es fundamental si las empresas desean ser competitivas en un mercado global; sin embargo, el proceso es altamente complicado por el hecho de que deben evaluarse un alto número de criterios Wang et al (2006), tanto de manera cualitativa como cuantitativa, que obliga al

empleo de métodos como: el método de costo total de propietario de Bhuta K.S. , (2002); el método del modelo matricial de Gregory (1986); el proceso de análisis jerárquico ; entre otros, los cuales solo serán efectivos si se emplean herramientas computacionales debido a la gran cantidad de información que debe ser procesada y analizada permanentemente.

De acuerdo a Visión Colombia uno de los obstáculos para el desarrollo de la ciencia, tecnología y la innovación en el país y del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, es la falta de información que permita tomar decisiones relevantes y para diseñar estrategias efectivas para el desarrollo.

Es vital para la institución, adquirir estas herramientas tecnológicas que den apoyo a la toma de decisiones, y principalmente para el departamento de abastecimientos, al momento de escoger a sus proveedores.

## **1.2. Formulación del Problema**

**P1:** ¿Es posible diseñar un modelo y una herramienta computacional que lo soporte, basado en los principios de la Computación Orientada a Servicios que haga más productivo el proceso en la Universidad Tecnológica de Bolívar?

**P2:** ¿Cuál es el método multicriterial más adecuado para la selección de proveedores?

**P3:** ¿Cómo se lleva a cabo la selección de proveedores en la UTB?

**P4:** ¿Cuáles son las variables que afectan la selección de proveedores en la UTB?

**P5:** ¿Cuáles serían los servicios adecuados para soportar la selección de proveedores en la UTB?

**P6:** ¿Cómo validamos el cumplimiento de los principios y criterios de diseño de SOA en la implementación del servicio de selección de proveedores de la UTB?

### **1.3. Justificación**

La toma de decisiones es un proceso que consiste en seleccionar una de varias alternativas o criterios. Esta selección puede llegar a ser un problema complejo, dependiendo de la cantidad y el tipo de variables que incidan en la selección.

En cuanto a los distintos eslabones de la cadena de suministros, la toma de decisión es un proceso complejo, en especial cuando se trata de la selección de proveedores en el proceso de compra, puesto que los criterios que deben considerarse son numerosos, además de ser de naturaleza cualitativa, algunos, y cuantitativa, otros.

La gestión de los proveedores es un proceso fundamental en la administración de la cadena de suministros, hay que considerar que en gran parte la calidad de los productos o servicios depende de la calidad de los insumos. Es por ello que el personal encargado de seleccionar a los proveedores debería contar con herramientas que le permitan utilizar los datos y la experiencia como apoyo en el proceso de selección, haciendo uso de las bondades de la inteligencia de negocios.

Desarrollar una entidad computacional orientada al servicio, que apoye de forma inteligente al momento de tomar decisiones en la selección de proveedores, en miras de optimizar el proceso de compras representa una alternativa para alcanzar mayor competitividad frente a un mercado tan cambiante. Considerando la cantidad y la característica de criterios que se deben tener en cuenta en el proceso de selección de proveedores, empleando modelos multicriteriales para la toma de decisiones.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General:**

Diseñar un modelo conceptual multicriterial, y un prototipo como modelo de implementación, que apoye la toma de decisiones sistemática y automatizada de

la selección de proveedores, guiados por los principios de la computación orientada al servicio.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

1. Identificar los principios de diseño y las bases tecnológicas de la Computación Orientada a Servicios aplicables en el desarrollo del servicio de selección de proveedores.
2. Revisar y analizar los distintos métodos multicriterios existentes empleados en la selección con el fin de escoger el más adecuado en contextos que incluyan múltiples criterios.
3. Diseñar el modelo de selección de proveedores aplicando el método de toma de decisiones escogido para el caso de estudio.
4. Definir las variables y/o criterios que afectan el proceso de selección de proveedores en la Universidad Tecnológica de Bolívar.
5. Revisar y analizar el proceso de selección de proveedores en la Universidad Tecnológica de Bolívar, para construir el caso de estudio en el que se va aplicar del modelo.
6. Diseñar los servicios del modelo para la selección de proveedores.
7. Validar el servicio para toma de decisiones en procesos de gestión en la Universidad Tecnológica de Bolívar mediante el uso de pruebas funcionales.

#### ***1.5. Metodología de Investigación***

A través del tiempo se ha venido trabajando en el desarrollo de metodologías de investigación orientadas a proyectos relacionados con el área de los sistemas de información, en este trabajo se han puesto a consideración las propuestas de los autores Peffers et al (2007) y Hevner et al (2004), y se han tomado aspectos de ambas con el fin de construir la metodología de investigación a seguir.

Peffers et al (2007) proponen la metodología DSRM (Design Science Research Methodology), la cual incorpora los principios procedimientos y prácticas

necesarias para llevar a cabo investigaciones en el área de los sistemas de información, esta metodología se enmarca en un modelo de proceso nominal y un modelo mental para presentar y evaluar los resultados de la investigación. El proceso incluye seis etapas: identificación del problema y motivación, la definición de los objetivos de la solución, el diseño y desarrollo, la demostración, evaluación y comunicación.

Hevner et al (2004) desarrollan una metodología basada en la ciencia del diseño, que tiene como objetivo describir los resultados de la investigación en los sistemas de información, a través de un marco conceptual conciso y con directrices claras para la comprensión, ejecución y evaluación de la investigación. El proceso se basa en el conocimiento y la comprensión del dominio del problema y su solución se logra en la construcción y aplicación de los artefactos diseñados, para lo cual proponen los siguientes lineamientos: diseñar los artefactos, mirar la relevancia del problema, diseñar las evaluaciones, identificar el rigor y las contribuciones del trabajo y la forma cómo van a ser dados a conocer los resultados.

A continuación se describen cada uno de los pasos de la metodología que se siguió en el desarrollo de este trabajo:

- **Identificación y Motivación del Problema**

En la identificación del problema se realizó una exhaustiva revisión del estado del arte de la problemática que representa la selección de proveedores y de las técnicas que se han empleado para su solución, de esta revisión se logró ver que: “Con la finalidad de ser cada vez más productivas hoy en día las organizaciones se preocupan por gestionar de forma adecuada sus procesos de negocios y con los avances tecnológicos se les ha permitido optimizar la forma como los llevan a cabo. Se evidencian diferentes herramientas tecnológicas que permiten la administración de los recursos empresariales y cada vez están más orientadas a los procesos, pero muy pocas se dedican a atender la necesidad de escoger de

forma adecuada a los proveedores, teniendo en cuenta que es un proceso crítico que llega a ocasionar pérdidas representativas a nivel empresarial”. La identificación del problema se describe en detalle en la sección 1.1.

También se identificaron diferentes trabajos del área de administración en los cuales se realizan estudios de distintos métodos de toma de decisiones que se pueden aplicar a este proceso, adaptándose unos más que otros. Esto se muestra en detalle en el capítulo 2.

Además se revisó la metodología de la Computación Orientada a Servicios, enfoque que se le dio a este trabajo, el cual es descrito en el capítulo 4.

- **Definición de Objetivos para la Solución**

El principal objetivo de este trabajo está orientado hacia la generación de un modelo y de una herramienta tecnológica de apoyo que facilite el proceso de toma de decisiones en la Selección de Proveedores. Se describen en detalle los objetivos en la sección 1.4.

- **Diseño y Desarrollo**

Para el cumplimiento de esta actividad, se crearon los artefactos necesarios, tanto en la etapa análisis, diseño y desarrollo que permitiesen dar solución al problema identificado. Inicialmente se diseñó el modelo y se utilizó una planilla de Excel para describir cada una de las etapas correspondientes y se probó con un caso de estudio, el cual se describe en detalle en el capítulo 3.

Una vez se diseñó el modelo y se construyó el caso de estudio correspondiente a la Universidad tecnológica de Bolívar, se crearon los artefactos necesarios para el diseño de la aplicación, entre los que se encuentran: casos de uso, diagramas de clase, diagramas entidad relación, entre otros. Además se identificaron e implementaron los servicios. Estos artefactos están descritos en el capítulo 5.

- **Demostración**

Con la finalidad de verificar la implementación del modelo en la herramienta y de validar las salidas del mismo se construyeron 3 escenarios reales de compras y fueron probados en la planilla de Excel en la que se diseñó el modelo y en el servicio de selección de proveedores(SSP), obteniéndose como resultado los mismos valores, siempre teniendo en cuenta que la herramienta de software alcanza un mayor nivel de precisión (ver sección 6.2).

- **Evaluación**

El modelo y por ende la herramienta se evaluaron a partir de la comparación de los resultados obtenidos contra las salidas generadas en un análisis porcentual que se realizó para cada caso de estudio. Esto permitió validar las salidas del modelo (ver sección 6.2).

Además se verificó el cumplimiento de los principios que propone la computación orientada al servicio y de los requerimientos funcionales y no funcionales (ver sección 6.4).

- **Contribuciones**

En la sección 6.5 se describe un resumen de las contribuciones realizadas en el desarrollo de este trabajo.

### **1.6. Limitaciones**

En el desarrollo del proyecto se presentaron limitaciones en la consecución de un contexto sobre el cual trabajar, se escogió inicialmente el sector de las pymes, específicamente en el sector metalmecánico de la ciudad de Cartagena, enmarcando esta propuesta en un Macroproyecto que buscaba integración empresarial, tarea en la cual se estuvo durante un gran tiempo, sin ningún éxito. Finalmente se consiguió el caso de estudio del departamento de compras de la Universidad Tecnológica de Bolívar que se adaptaba a la propuesta.

La interacción del personal del departamento de compras no fue fácil, debido a las diferentes ocupaciones de estos, mas sin embargo se logro tener acceso a la información del proceso y a los datos de pruebas.

La forma como se manejan los datos en el departamento es muy engorrosa, las evaluaciones a los proveedores se encuentran en su gran mayoría en medios físico, lo que hizo más tedioso el proceso de carga de datos, con el fin de realizar pruebas pertinentes.

En cuanto al método AHP requiere de datos históricos para poder tomar la decisión, no es un método predictivo.

### **1.7. Población**

La población corresponde a 222 proveedores correspondientes al listado maestro de proveedores, información proporcionada por el departamento de adquisiciones de la Universidad Tecnológica de Bolívar. En miras que este trabajo estuvo orientado hacía el diseño de un modelo y no con la finalidad de realizar ningún tipo de inferencia, se construyeron 3 casos de estudio para su evaluación, los cuales describen la compra de artículos de papelería, de computadores y de oficina respectivamente, para cada caso se escogieron los proveedores relacionados con estos artículos y se realizaron las debidas pruebas.

## **2. SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

---

En este capítulo se deja ver al lector la importancia de seleccionar adecuadamente a un proveedor, además se hace una revisión de los modelos de toma de decisiones utilizados en la selección de proveedores y se estudia a fondo el modelo AHP, técnica de toma de decisiones escogida en esta investigación para aplicar en el proceso de selección.

El capítulo se estructura de la siguiente forma: en la sección 2.1 se estudia la importancia de tomar las decisiones adecuadas de forma general, la sección 2.2 muestra la importancia de seleccionar a los proveedores adecuadamente a nivel organizacional, en la sección 2.3 se definen algunos criterios de selección definidos por diferentes autores, en la sección 2.4 se estudian métodos de selección aplicados en la selección de proveedores, la sección 2.5 deja ver los diferentes escenarios de compras que pueden presentarse, importantes en la selección de proveedores, y por último, en la sección 2.6 se estudia el método de selección AHP.

### **2.1. La Toma de Decisiones**

La toma de decisiones es un proceso sistemático en el que se debe escoger una entre múltiples alternativas. La alternativa seleccionada debe permitir mayores probabilidades de mejorar la eficiencia y la eficacia de las organizaciones y de esa manera ser generadora de valor.

Simon (1997) lo define como un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basado en un conjunto de criterios para alcanzar uno o más objetivos, el cual se lleva a cabo en las cinco primeras fases del proceso de resolución de problemas, las cuales se muestran a continuación: definición del problema, identificación de alternativas, determinación de criterios, evaluación de alternativas y elección de la mejor opción.

Tomar decisiones a nivel empresarial sobre los diferentes procesos de negocios se considera una actividad compleja, teniendo en cuenta la cantidad de criterios

que llegarían a considerarse para alcanzar el objetivo. Martínez (2009) afirma que la única manera de tomar una buena decisión es a través de la aplicación de un método de toma de decisiones, los cuales han sido diseñados para ayudar a tomar decisiones sobre problemas complejos en las organizaciones.

Toskano(2005) y Martinez(2009) afirman que para el diseño de los métodos de toma de decisiones se debe considerar la forma como se analiza la información, y los ha clasificado como: métodos cualitativos y cuantitativos. Los métodos cuantitativos se encargan de evaluar el razonamiento y la experiencia de quien toma la decisión y los métodos cualitativos se basan en modelos matemáticos. La utilización de estos métodos depende de las características y de la ambigüedad de la información que se trata.

Toskano(2005) y Roche et al (2005) dejan ver que el número de criterios a considerar al momento de tomar las decisiones es un factor importante. Cuando se trata de un solo criterio, se considera que es un problema de decisión unicriterio, en otro caso, se considera un problema multicriterial.

Cohen (1998) plantea que los modelos multicriterio son más flexibles que los unicriterios y se pliegan con más fidelidad a la demanda y a la práctica diaria del empresario, o del analista que asesora al empresario.

## ***2.2. Importancia de los Modelos de Selección de Proveedores.***

En lo que se refiere a las relaciones comerciales entre las empresas, la tendencia hoy en día está orientada a que las competencias no se den entre firmas, sino entre cadenas de abastecimiento, la cual permite reducir costos y alcanzar mayor calidad y mejor rendimiento en las entregas, obligando a las organizaciones a mantener buenas relaciones con sus proveedores, de acuerdo a Christopher (1998).

Mantener buenas relaciones con los proveedores obliga a las organizaciones a realizar un proceso de selección de proveedores cuidadoso y riguroso, en el que

intervienen múltiples factores, y es importante tener en cuenta la naturaleza y diversidad de los productos y servicios.

Seleccionar un proveedor día tras día se convierte en un proceso vital para la administración moderna de las organizaciones y un eslabón fundamental en la gestión de compras organizacional, teniendo en cuenta que los proveedores representan un factor importante al momento de asegurar la calidad en los productos, ya que a partir de la calidad de las entradas se logra asegurar la calidad de las salidas.

Araz et al (2007) afirman que la selección y evaluación de proveedores se ha convertido cada vez más en un elemento clave de la estrategia empresarial por su alto impacto competitivo.

### ***2.3. Criterios de Selección de Proveedores.***

La certificación ISO 9000 por parte de los proveedores es un mecanismo útil para su selección, sin embargo, no debería ser el único criterio que se debe considerar al momento de elegir a los proveedores. Este debe mirarse como un proceso de decisión multicriterial, sobre el cual intervienen diferentes variables que han sido estudiadas a través del tiempo por diferentes autores, quienes las han categorizado y priorizado de acuerdo a su incidencia y característica en el proceso de toma de decisiones en la selección de proveedores.

Dickson (1966) fue uno de los primeros en estudiar acerca del proceso de selección de proveedores e identificó más de 20 atributos que eran considerados por los gerentes de más de 170 empresas consultadas, cuando necesitaban aplicar el proceso de seleccionar un proveedor. Los criterios considerados se relacionan en la tabla 2.1.

<b>Criterios de Selección de Proveedores Dickson</b>		
<b>RANK</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>EVALUACION</b>
1	Calidad	<b>EXTREMA IMPORTANCIA</b>
2	Tiempos de Entrega	
3	Historial del Proveedor	
4	Garantías y Políticas de Reclamo	
5	Facilidad de Producción	<b>IMPORTANCIA CONSIDERABLE</b>
6	Precio Neto	
7	Capacidad Técnica	
8	Posición Financiera	
9	Cumplimiento de Procedimientos	
10	Sistema de Comunicación	
11	Posición y Reputación en la Industria	
12	Deseos de Hacer Negocios	
13	Organización y Gestión	<b>IMPORTANCIA MEDIA</b>
14	Control de Operación	
15	Servicio de Reparación	
16	Actitud	
17	Impresión	
18	Capacidad de Embalaje	
19	Registros de Relaciones Laborales	
20	Ubicación Geográfica	
21	Monto de Negocios Pasados	<b>POCA IMPORTANCIA</b>
22	Asistencia y Entrenamiento	
23	Acuerdos Mutuos	

Tabla 2.1 Criterios de Selección de Proveedores (Dickson, 1966).

En un estudio posterior Weber et al (1991), basándose en el estudio de 74 artículos científicos categorizaron y priorizaron estas variables, estableciendo que las más importantes son la calidad y la fiabilidad en la entrega, tal y como aparece en la tabla 2.2.

<b>Criterios de Selección de Proveedores Weber</b>		
	<b>CRITERIO</b>	<b>EVALUACION</b>

RANK		
1	Precio neto	<b>EXTREMA IMPORTANCIA</b>
2	Entrega	
3	Calidad	
4	Instalaciones de Producción	<b>IMPORTANCIA CONSIDERABLE</b>
5	Localización Geográfico	
6	Capacidad Técnica	
7	Gestión y organización	
8	Reputación y Posición en la industria	
9	Situación financiera	
10	Historial de Rendimiento	

Tabla 2.2 Criterios de Selección de Proveedores (Weber et al, 1991)

Diferentes estudios han logrado identificar que estos criterios se mantienen, sin embargo, los avances tecnológicos y los nuevos modelos de administración han llevado a diferentes autores a considerar otros criterios adicionales. Como es el caso de Masella (2007) y Pramatarí et al (2008), quienes coinciden en que es importante tener en cuenta otros factores como: las prácticas de gestión, la calidad, las fortalezas financieras, los niveles de tecnología e innovación y la capacidad para trabajar en esquemas colaborativos, al momento de escoger a los proveedores.

Por otro lado, Amid et al (2006) resaltan la importancia de tener en cuenta el impacto de los proveedores en el alcance de los objetivos de la organización, lo cual impacta la productividad y competitividad organizacional.

De acuerdo a Huang et al (2007) la clave del éxito en la selección de proveedores, está en determinar los criterios que responden a la estrategia y a los objetivos de la organización, pensando en satisfacer las necesidades actuales y futuras de los clientes.

De acuerdo a los estudios anteriormente mencionados queda clara la importancia de la definición de los criterios en la selección de los proveedores, sin embargo, definir criterios de selección no es el objeto de estudio de este trabajo, como sí lo

es lo es el análisis y la aplicación de modelos de tomas de decisiones en la selección de proveedores explicado en la sección 2.4.

**2.4. Métodos de Selección**

Una vez se definen los criterios es necesario aplicar un método de toma de decisiones que permita seleccionar a los proveedores según Jitesh (2008). De acuerdo a De Boer et al (2001) entre los métodos de selección que se han aplicado están los listados por Simpson et al (2002) y Vickery et al (1999):

- Ponderación
- Programación Matemática
- Métodos Basados en Costos
- Métodos Estadísticos y Probabilísticos.

La tabla 2.3 muestra los métodos para toma de decisiones existentes de acuerdo a la técnica utilizada, estos se explican detalladamente a continuación.

Grupo de Clasificación		Métodos de Selección
<b>Métodos de Ponderación</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AHP</li> <li>• FST</li> </ul>
<b>Métodos de Programación Matemática</b>	Entero no lineal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de Hong e Hayya (1992)</li> </ul>
	Entero no lineal con Variables mixtas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de Ghodsypour e O' Brien (2001)</li> <li>• MOP (Multi-Objetives Programming)</li> <li>• DEA(Data Envelopmet Analisis</li> </ul>
	Entero Lineal con variables Mixtas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de Chaudhry, Forst e Zydiac (1993)</li> <li>• Método de Jayaraman, Srivastava e Benton, (1999)</li> <li>• Método de Murthy, Soni e Ghosh (2004)</li> </ul>
<b>Métodos Basados en Costo Total</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABC</li> <li>• TCO</li> </ul>

<b>Métodos Estadísticos y Probabilísticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Payoff Matrix</li> <li>• Vendor Profile Analysis</li> <li>• MultiNomial Logit</li> <li>• Utility Theory</li> <li>• Factor Analysis</li> <li>• Interpretive Structural Modeling</li> <li>• Cluster Analysis</li> </ul>
---	--

Tabla 2.3 Clasificación de los métodos de selección

#### *2.4.1. Métodos de Ponderación*

Estos modelos se basan en dividir el problema en criterios, utilizando la experiencia de los administradores para determinar el grado de importancia relativa de los criterios. Entre los modelos que se ajustan a esta categoría, se encuentran el Proceso Analítico Jerárquico, más conocido como AHP y la teoría de los conjuntos difusos, o FST.

AHP, según Saaty (2008), es un método que se distingue por su algoritmo para determinar pesos subjetivos a los criterios, que se basa en el concepto de combinación binaria de cada nivel jerárquico de acuerdo con los elementos de nivel superior. El primer nivel de esta jerarquía contiene información sobre los factores y el segundo nivel información de los criterios. El último nivel de la iteración proporciona indicaciones de posibles proveedores.

Así, el AHP consiste en la asignación subjetiva de un peso a cada criterio y una evaluación por parte del gerente, para una puntuación parcial de cada proveedor en cada uno de los criterios. La puntuación total para cada proveedor se obtiene mediante la suma ponderada de las puntuaciones parciales con sus respectivos pesos. Este método depende en gran medida del juicio del comprador.

Por otra parte, Kumar et al (2004) deja ver que FST tiene una teoría que considera una amplia gama de variables en el proceso de toma de decisiones, lo que permite modelar la incertidumbre y la imprecisión en los valores de los pesos asignados a

los criterios, mientras que las simulaciones del comportamiento de diversas variables tiene como objetivo reducir los riesgos para las previsiones.

#### **2.4.2. Métodos de Programación Matemáticos**

Estos métodos se caracterizan por presentar una función objetivo a optimizar (maximizar para el caso de los rendimientos y minimizar para el de los costes), y permiten la inclusión de las restricciones tanto de los proveedores como de los compradores.

Estos modelos se clasifican en modelos lineales, si la función objetivo y sus restricciones son lineales, y en modelos no lineales, si estas condiciones no se cumplen. La naturaleza de las variables también forma parte de su clasificación. Se conocen como variables mixtas aquellas que se colocan en los parámetros de la función objetivo en dimensiones diferentes, y por el contrario las no mixtas.

- **Programación entero no lineal**

El modelo propuesto por Hong et al (1992) es un modelo matemático no lineal, formado por variables enteras, cuyo objetivo es minimizar la suma de los costos totales de inventario y la demanda. Sus principales restricciones se refieren a la minimización de los costos de envío pagados a los proveedores y no a la calidad de los productos adquiridos

- **Programación no lineal con variables mixtas**

En Ghodsypour et al (2001) se habla acerca de la incorporación de factores logísticos en la selección de proveedores, un modelo no lineal compuesto por los costos de compra, la demanda y el almacenamiento dentro de las restricciones relacionadas con la demanda del comprador, la calidad de los productos y la capacidad de producción de los proveedores.

En cambio, el MOP- Multi-Objectives Programming enfatiza en el control simultáneo de varios objetivos (cualitativos y cuantitativos) que normalmente son contradictorios, siendo esta la diferencia en este modelo. De acuerdo con Weber et al (1993), al considerar las prioridades previamente establecidas, el MOP tiene como objetivo minimizar las desviaciones entre los propósitos y resultados. Este procedimiento se realiza como una prioridad en el tratamiento de la desviación sobre el objetivo más importante.

El modelo DEA – Data Envelopment Analysis, según Weber (1996), permite elaborar, por una aproximación lineal, la conexión de los criterios, según los cuales es posible calcular la eficiencia de los proveedores. Esta eficiencia se define como la fracción compuesta por la suma ponderada de las entradas representadas por el desempeño de los proveedores y las salidas por la suma ponderada de los costos del proveedor. Por lo tanto, este modelo puede ser utilizado como una herramienta de negociación con los proveedores de bajo desempeño.

- **Programación lineal de variables mixtas**

El modelo de Chaudhry et al (1993) se presenta como un modelo lineal para la optimización de los costes de compra según las restricciones de la demanda del comprador, la entrega y la calidad del producto. Su función objetivo es cóncava, pero por razones de simplicidad de implementación, se representa como lineal por partes.

Por otro lado, el modelo de Jayaraman et al (1999) trata de minimizar el coste total a través de la reducción de los costes fijos y variables. Los costos fijos se asocian con el uso de los proveedores y los costos variables para la compra de productos. Las restricciones se refieren a la demanda del comprador, tiempo de entrega, calidad del producto y la capacidad de almacenamiento de productos de los proveedores.

El modelo de Murthy et al (2004) tiene como objetivo minimizar la suma de los costos de compra, la producción de los proveedores y el establecimiento de las relaciones entre ellos. Sus restricciones son la demanda de un comprador y la capacidad de los proveedores.

#### **2.4.3. Los Métodos Basados en el Coste Total**

El empleo de estas técnicas resulta muy complejo y requiere del cálculo robusto de los costes generados por las diferentes actividades involucradas en la operación de compra. En esta categoría se encuentran el Activity Based Costing (ABC) y el Total Coste Ownership (TCO), los cuales son descritos a continuación.

Según Roodhooft et al (1997), ABC, en el contexto de selección de proveedores trata de ordenar descendentemente las compras que fueron realizadas a los proveedores en tres categorías diferentes: un 20% de los proveedores (Clase A) representan el 80% del valor de las compras, los siguientes 30% (clase B) representan el 15% del valor de las compras y el último 50% (clase C) representan el 5% de las compras.

Similarmente, Ellram (1995) propone la utilización de TCO, que es un método que requiere el cálculo del coste total de la compra de un producto, el cual incluye el precio de compra y todos los costos de operación adyacentes, tales como calidad, entrega e inspección.

#### **2.4.4. Probabilísticos y Modelos Estadísticos.**

El uso de estas técnicas estadísticas avanzadas para modelar el comportamiento de los proveedores y la decisión de ofrecer más ventajas teniendo en cuenta los riesgos, se refleja a continuación con algunos ejemplos clásicos de esta categoría de modelos. Se presentan Payoff Matrix, Vendor Profile Analysis (VPA), Multinomial Logit (MNL), Utility Theory (UT), Factorial Analisis (FA), Interpretive Structural Model (ISM), Cluster Analysis (CA), Payoff Matrix.

Aguezzoul et al (2006) permite definir varios escenarios del comportamiento de futuros proveedores, en cada escenario se da una puntuación asociada a los criterios predeterminados, el proveedor elegido es el que tiene puntuación constante para diferentes escenarios. VPA consiste en hacer una función probabilística para cada proveedor de acuerdo a cada criterio establecido y, por la simulación, es posible estimar el comportamiento de los proveedores.

Verma et al (1998) proponen MNL, el cual trata de un modelo de regresión que representa la probabilidad de elegir una alternativa entre un conjunto de posibilidades. La alternativa se fija de acuerdo el nivel de importancia de los criterios.

Min (1994) aplicó la UT en la realización de un estudio de las decisiones subjetivas acerca de los proveedores a través de la descripción de estos cualitativamente. Una de las indicaciones de esta teoría es el caso de trabajar en situaciones de proveedores internacionales.

Aguezzoul (2006) propone MNL, que es un método estadístico que permite la agrupación de proveedores en grupos (clúster) de acuerdo con los resultados individuales obtenidos en los criterios considerados en el análisis. Las diferencias entre los proveedores de la misma categoría debe ser mínima, mientras que las diferencias entre los proveedores de los diferentes clústeres deben ser significativas.

La FA, según Tracay (2001), permite analizar las relaciones entre los criterios para la selección de proveedores, su contribución a la mejora de rendimiento del producto, las cuatro dimensiones de la satisfacción del cliente y el rendimiento global de la empresa.

El ISM según Mandal et al (1994) permite determinar las relaciones entre los criterios y sus niveles de importancia para la clasificación por sectores. A través de su representación gráfica, este método permite identificar los criterios dependientes e independientes.

Aguezzoul (2006) define algunas ventajas y desventajas de estos métodos, las cuales se detallan en la tabla 2.4.

METODOS		VENTAJAS	DESVENTAJAS
Ponderación		<ul style="list-style-type: none"> <li>Rápido y sencillo de utilizar</li> <li>Considera criterios subjetivos.</li> <li>Implantación de bajo costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Depende del juicio humano si se incluye restricciones al modelo.</li> <li>Imposibilidad de incluir restricciones en el modelo.</li> </ul>
Programación Matemática	Multi- Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los criterios no tienen necesariamente una dimensión común.</li> <li>Propone varias soluciones.</li> <li>Posibilidad de introducir restricciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difícil la inserción de criterios subjetiva.</li> <li>No propone una solución óptima.</li> <li>Sus resultados son difíciles de ser analizados</li> </ul>
	Mono- Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propone una solución óptima.</li> <li>Posibilidad de introducir Restricciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es difícil la inserción de criterios (subjetiva).</li> </ul>
Método Basado en Costos		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ayuda a identificar la estructura de los contratos con los proveedores.</li> <li>Muy flexible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El acceso a la información de costes a veces es limitado.</li> <li>Dificultad para expresar algunos costos en unidades monetarias.</li> </ul>
Métodos Estadísticos y Probabilísticos		<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza el comportamiento incierto de los proveedores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No propone una solución óptima.</li> <li>Difícil análisis.</li> <li>No permite incluir restricciones matemáticas.</li> </ul>

Tabla 2.4 Ventajas y Desventajas de los Modelos de Selección. (Aguezzoul et al, 2006)

### **2.5. Escenarios de Compras.**

Además de las relaciones con los proveedores, otro aspecto por el que deben preocuparse las organizaciones es que podrían llegar a presentarse diversidad de escenarios de compras posibles debido a la variedad de productos y las condiciones cambiantes del mercado. De acuerdo a De Boer et al (2001) pueden agruparse las situaciones de compras en: compras por primera vez, compra modificada (producto afectado), compra urgente (producto actual) y compra urgente.

Cuando se trata de productos o servicios novedosos, o no se ha tenido experiencia con el proveedor, se refiere a compras por primera vez. Esta actividad encierra mucha incertidumbre para las organizaciones y generalmente requieren de periodos largos de negociación.

Aguezzol et al (2006) afirman que se reduce la incertidumbre cuando se trata de una situación en la que los proveedores son conocidos y se quiere desarrollar un nuevo producto, ó se desarrollan los productos existentes y tradicionales, y se buscan nuevos proveedores. También presenta una clasificación de la utilización de los modelos en las situaciones de compras estudiadas en la sección 2.3 con relación a la etapa en la cual se escoge al proveedor la cual se muestra en la tabla 2.5.

Etapas De selección de proveedores	Tipo de Adquisición			
	Compra de un nuevo producto	Compra modificada (producto afectado)	Compra urgente(producto actual)	Compra Urgente
Definición del problema	-	-	-	-
Formulación de criterios de selección	-	-	ISM	ISM
Pre-calificación de proveedores	Categorización de proveedores	AHP, CA, DEA, UT, Categorización de proveedores	AHP, CA, DEA, Categorización de proveedores	Categorización de proveedores
Selección final	AHP, CA, FST, UT	AHP,CA, DEA,TCO,MOP	AHP,CA, MOP, UT	ABC, AHP, CA, FST, UT

Tabla 2.5 Métodos de Selección de Proveedores según el tipo de adquisición (Aguzzol, et al, 2006)

Considerando que la selección de proveedores es un problema multicriterio, y que la importancia de cada atributo puede diferir entre compañías, González et al (2004) y Lin et al (2005) afirman que AHP se convierte en la técnica más apropiada para el manejo de este comportamiento multicriterial. Se estudiará AHP más a fondo en el ítem 2.6.

### 2.6. Modelo AHP

AHP (*Analytic Hierarch Process*) es una técnica de análisis desarrollada por Saaty (1980) para tratar problemas de decisión multicriterios, la cual permite representar la interacción de múltiples criterios en situaciones complejas y poco estructuradas. Para ello, es necesario desarrollar una estructura jerárquica del problema, proporcionando evaluaciones subjetivas acerca de la importancia relativa de los criterios y las alternativas en función del objetivo final. Esto proporciona una escala de prioridades que indica la preferencia global para cada una de las alternativas. La ventaja de AHP sobre los otros métodos está en que permite manipular los datos, tanto tangibles como intangibles, donde la evaluación subjetiva de los usuarios es importante en la decisión final.

Etapas de AHP:

El método se divide en diferentes etapas que permiten llegar a recomendar la mejor decisión, de acuerdo al análisis de los criterios en evaluación. A continuación se detallan cada una de las etapas.

1. **Generar un listado del grupo de alternativas**, de las cuales una sola debe ser escogida. Lo cual podría ser representado como:

$$A_i, \quad i=1,2,3,\dots,n$$

2. Es necesario **identificar los factores intrínsecos y extrínsecos** que pueden incidir negativa o positivamente, como resultado en el proceso de toma de decisiones. Es posible que existan distintas categorías de estos y sobre cada uno de ellos se puedan identificar criterios que permitan alcanzar la meta global. Estos criterios servirán de referencia para la comparación de alternativas.

$$C_i, \quad i=1,2,3,\dots,m$$

3. Debe desarrollarse una **representación gráfica del problema** en términos del objetivo general, los factores, criterios y alternativas que permitan tomar finalmente la decisión.

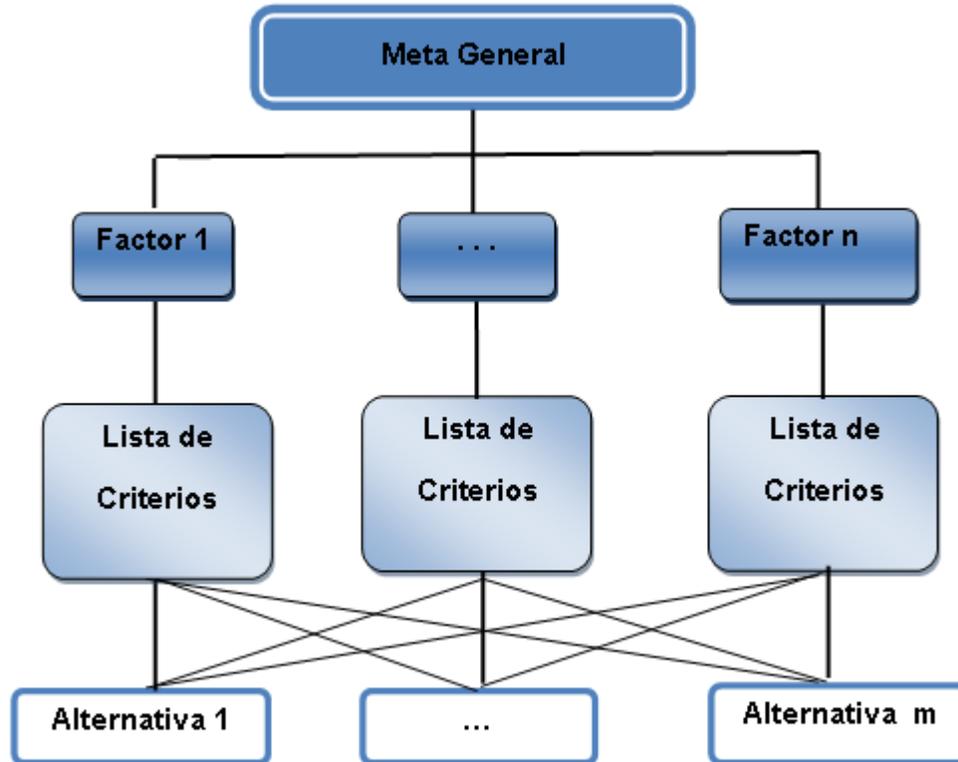


Figura 2.1 Representación gráfica del problema

4. Es necesario **definir pesos para cada alternativa** considerando la importancia relativa de los criterios sobre la decisión. Para esto se debe desarrollar la **Matriz de Comparación por Pares (MCP)** de alternativas para cada uno de los criterios, estableciendo el rating de importancia relativa entre ambas alternativas consideradas

Debe considerarse la siguiente escala para establecer el rating:

Rating de Importancia	Definición	Descripción
1	Igualmente Preferida	Ambos elementos contribuyen de igual forma.

2	Preferencia Débil	
3	Moderadamente Preferida	La experiencia y el juicio están ligeramente a favor de una actividad sobre alguna otra.
4	Preferencia muy moderada	
5	Fuertemente Preferida	La experiencia y el juicio están fuertemente a favor de una actividad sobre alguna otra.
6	Preferencia Muy fuerte	
7	Muy Fuertemente Preferida	Una actividad es muy fuertemente dominante.
8	Muy, Muy Fuertemente Preferida	
9	Extremadamente Preferida	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia.

Tabla 2.6 Escala de Criterios

Para lo cual se deben tener las siguientes consideraciones:

- 2, 4, 6 y 8 son valores intermedios entre dos juicios adyacentes.
- Se aplica un rating recíproco cuando la segunda alternativa es preferible a la primera, por ejemplo: 1/9, 1/7, 1/5, 1/3,...
- El valor 1 es siempre asignado a la comparación de una alternativa con sí misma.

5. Una vez que la **Matriz de Comparación por Pares** ha sido formada por el ranking entre las alternativas  $A_i$ , debe construirse la **Matriz Normalizada (MCN)**, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento:
  - a. Realizar sumatoria de los valores de cada columna en la matriz  $M_k$ .
  - b. Se divide cada elemento en la columna por el valor de la suma total de la columna.
  
6. Luego se calcula el promedio de los elementos en cada fila de la **Matriz Normalizada**, esto representa el **Vector de Prioridad** de la alternativa por cada criterio. La suma de todas estas medidas tienen que ser igual a 1.
  
7. Las etapas del (4) al (6) deben repetirse para cada uno de los “m” criterios. Luego de esto, los resultados obtenidos en (6) son resumidos en una **Matriz de Prioridad (MP)**, listando las Alternativas por fila y los Criterios por Columna.
  
8. Desarrollar una **Matriz de Comparación** de Criterios por pares de manera similar a lo que se hizo para las Alternativas en (5), (6) y (7).
  
9. Desarrollar un **Vector de Prioridad Global** multiplicando el vector de prioridad de los Criterios (7) por la **Matriz de Prioridad de las Alternativas** (6). La mejor opción es la alternativa con mayor prioridad.

La diversidad de fenómenos económicos obliga a las organizaciones a aumentar la eficiencia de sus procesos de negocios para poder mantenerse en mercados cada vez más competitivos y productivos, sobre los cuales la toma de decisiones se convierte en un proceso cada vez más complejo y delicado.

Desde hace algún tiempo se han utilizado diferentes métodos tradicionales de análisis técnico-económico, que hoy en día no resultan suficientes por la diversidad de criterios de índole cualitativo y/o cuantitativo, que no se pueden

considerar con el uso de estas técnicas, haciéndose más fuerte el uso de técnicas multicriteriales como es el caso de AHP.

En la selección de proveedores se evidencian las siguientes aplicaciones:

- Chiang et al (2006) utilizaron AHP en combinación con un algoritmo de análisis relacional gris, que les permitió combinar datos cuantitativos y cualitativos para evaluar y seleccionar proveedores.
- Selcuk (2006) empleo la combinación entre AHP y un modelo de objetivos preferentes en programación para seleccionar proveedores.
- Cengiz (2003) utilizó un modelo AHP basado en la lógica difusa para seleccionar el mejor proveedor con la mayor satisfacción en los criterios deseados.
- Ramakrishnan (2007) propuso combinar factores cuantitativos y cualitativos utilizando TCO integrado con AHP, con el fin de examinar la mejor combinación de factores cualitativos para la evaluación de proveedores.

Vaidya et al (2006) manifiesta que AHP también tiene otras ventajas a nivel organizacional, entre las que se destacan la selección de la mejor alternativa, la asignación de recursos, la resolución de problemas, optimización numérica de una manera flexible que permite la integración con otras herramientas (QFD, la programación lineal difusa).

Toskano (2005) deja ver que en la literatura se evidencia el uso de la aplicación Expert Choice para soportar de una manera matemática el proceso de toma de decisiones, sin embargo no se evidencia el desarrollo de aplicaciones de software que apoyen este proceso.

### **3. MODELO DE TOMA DE DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES.**

---

En este capítulo describe la construcción del modelo conceptual de la aplicación de AHP en el proceso de selección de proveedores en la Universidad Tecnológica de Bolívar, tomando como base un escenario real para la verificación del mismo. Es necesario definir los factores y criterios relevantes que se ponen a consideración en el proceso de toma de decisiones.

El capítulo está estructurado como sigue a continuación: en el ítem 3.1 se describe el diseño del modelo conceptual para la selección de proveedores y en la sección 3.2 se describe un escenario real de una situación de compras en la Universidad Tecnológica de Bolívar, tomado como caso de estudio.

### **3.1. Modelo Conceptual**

En el desarrollo del modelo de selección de proveedores se ha tomado como metodología de toma de decisiones AHP por ser multicriterial y por permitir el manejo de criterios de índole cuantitativos y cualitativos.

A continuación se describen las entradas y salidas del modelo.

- Entradas: conjunto de criterios y factores de evaluación, listado de proveedores a evaluar, evaluaciones de los proveedores.
- Salida: Listado de Proveedores calificados (recomendaciones).

En la figura 3.1 se describe cada una de las etapas del modelo, la figura muestra que inicialmente deben definirse o configurarse los factores y criterios que se consideran en el proceso de selección y que sirven como base para la evaluación. Seguido debe suministrarse el listado de proveedores que se pondrán a consideración, y se deben recuperar las evaluaciones que se le han realizado a estos proveedores. Luego de esto, deben extraerse las calificaciones de las evaluaciones, para construir la matriz de calificaciones que sirve como entrada a la aplicación del método AHP.

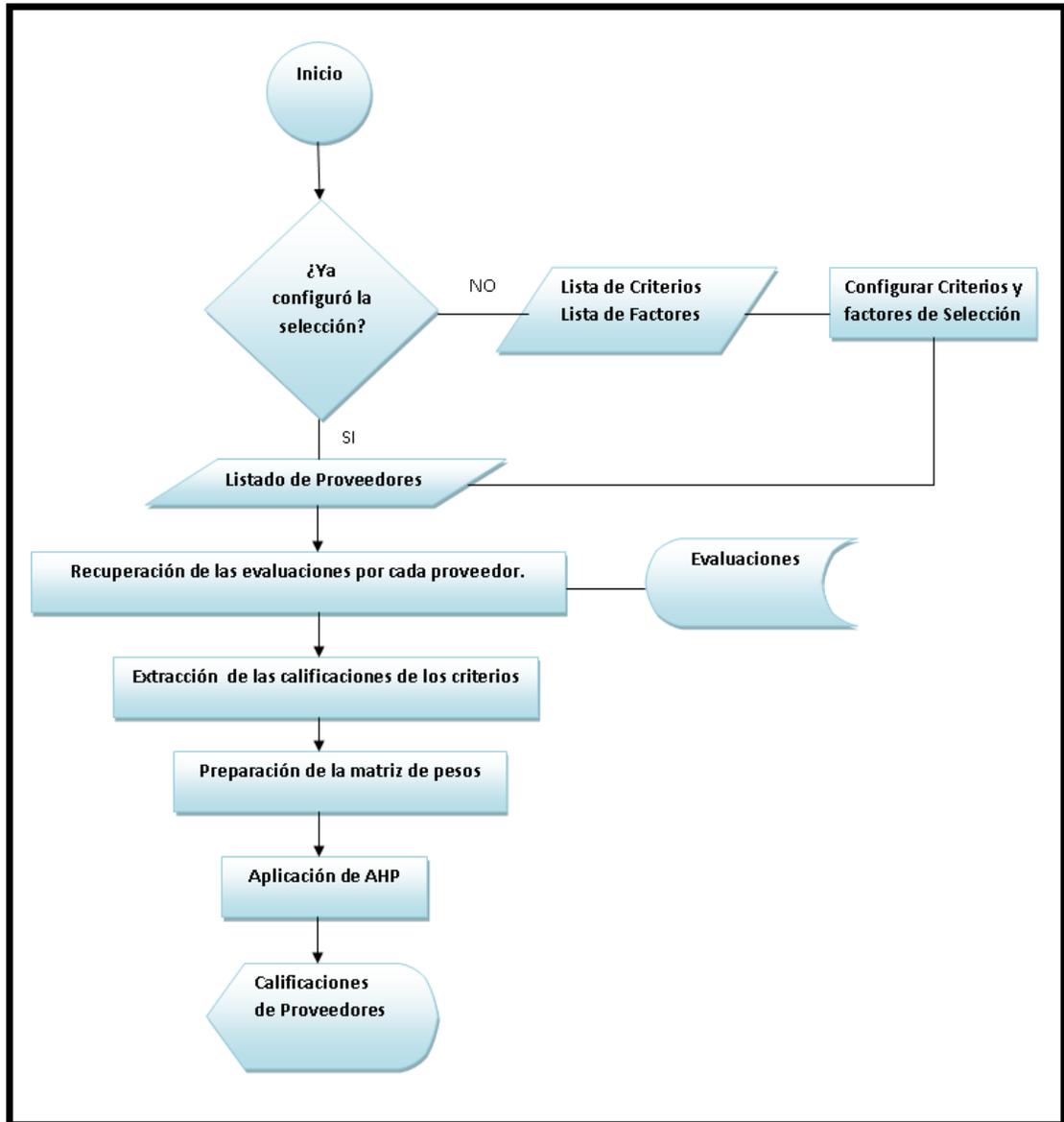


Figura 3.1 Modelo Conceptual

### ***3.2. Aplicación del Modelo en una Situación Real de Selección de Proveedores. Caso de Estudio Universidad Tecnológica de Bolívar.***

Se tomó como caso de estudio el departamento de abastecimientos de la Universidad Tecnológica de Bolívar y su proceso de selección de proveedores. La institución cuenta con manuales de procedimiento del proceso de evaluación de Proveedores, sin embargo el proceso de selección no está documentado y la forma como se realiza está sujeta a quien toma la decisión. Analizar el proceso de selección ha permitido identificar que se trata de un proceso multivariable, donde se consideran variables de índole cuantitativa y cualitativa. Por lo anterior el caso UTB se constituye en ideal para la aplicación del modelo.

La situación de estudio es la siguiente: “Se trata de seleccionar 1 entre 4 proveedores posibles, para los cuales se han realizado 20 órdenes de compra y respectivamente 20 evaluaciones del servicio”.

#### ***3.2.1. Preparación de los Datos***

De acuerdo al manual de procedimiento, para el proceso de evaluación o seguimiento al desempeño de los proveedores, se dispone del formato FR-D-SAD-004-02 (ver Anexo 1), en el cual se establecen los criterios y factores relevantes para la institución, y sus respectivos grados de importancia. En él se califica el servicio prestado por el proveedor.

Periódicamente se recopilan los documentos FR-D-SAD-004-03( Ver Anexo 2 por cada proveedor y se obtiene una calificación general de este proveedor. En la tabla 3.1 se listan los factores y criterios que se consideran en el proceso de evaluación con sus respectivos grados de importancia. Los cuales servirán como factores y criterios para la escogencia de los proveedores.

FACTORES PARA SELECCIÓN DE PROVEEDORES EN UTB	
Factores	Ponderación
<b>CALIDAD DEL PRODUCTO</b>	<b>60%</b>
Cumplió los requisitos, No presentó rechazo	100%
Presentó rechazo parcial	60%
Se rechazó el producto	0%
<b>CUMPLIMIENTO TIEMPO DE ENTREGA</b>	<b>20%</b>
Entregó en la fecha pactada	100%
Entregó con uno o dos días de atraso	60%
Entregó con más de tres días de atraso	0%
<b>CUMPLIMIENTO EN CANTIDAD</b>	<b>10%</b>
Entregó la cantidad solicitada	100%
Entregó más de lo solicitado con justificación válida	60%
Entregó más o menos de lo solicitado sin justificación	0%
<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>	<b>10%</b>
Atendió el reclamo inmediatamente o no hubo reclamo	100%
Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	60%
No atendió el reclamo	0%

Tabla 3.1 Criterios y Factores para la Selección de Proveedores en UTB.

### 3.2.2. Recuperación de las Evaluaciones

Se recuperaron las 20 evaluaciones realizadas a cada proveedor, y de ellas se ha verificado cuántas cumplen con cada criterio por factor la cual se muestra en la tabla 3.2.

Factor	Criterios	Total Encuestas			
		Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4
Calidad	<i>Cumple</i>	10	8	15	20
	<i>Rechazo Parcial</i>	8	3	0	0
	<i>Rechazo Total</i>	2	9	5	0
Tiempo de Entrega	<i>Entrega a Fecha</i>	15	17	20	19
	<i>Entrega con 1 o 2 días</i>	5	3	0	1
	<i>Entrega con más de 2 días</i>	0	0	0	1
Cumplimiento en Cantidad	<i>Cumple Cantidad Solicitada</i>	14	18	18	16
	<i>Entrega mas Con Justificación</i>	6	2	1	4
	<i>Entrega mas Sin Justificación</i>	1	0	1	0
Servicio Post Venta	<i>Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo</i>	20	19	19	20
	<i>Se requirió reiterar el</i>	0	1	1	0

	<i>reclamo y lo atendió</i>				
	<i>No atendió</i>	0	0	0	0

Tabla 3.2 Evaluación de Encuestas Proveedores UTB.

Con base en la información suministrada en la tabla 3.2 se calculó el rendimiento del proveedor, a partir de la relación entre el número total de encuestas y las obtenidas por cada criterio, obteniéndose la tabla de puntuaciones descritas en la tabla 3.3.

Criterio	Factor	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4
		Puntos	Puntos	Puntos	Puntos
Calidad	<i>Cumple</i>	0,50	0,40	0,75	1
	<i>Rechazo Parcial</i>	0,40	0,15	0	0
	<i>Rechazo Total</i>	0,10	0,45	0,25	0
Tiempo de Entrega	<i>Entrega a Fecha</i>	0,75	0,85	1	0,90
	<i>Entrega con 1 o 2 días</i>	0,25	0,15	0	0,047
	<i>Entrega con más de 2 días.</i>	0,00	0,00	0	0,047
Cumplimiento en Cantidad	<i>Cumple Cantidad Solicitada.</i>	0,67	0,90	0,9	0,8
	<i>Entrega más Con Justificación.</i>	0,29	0,10	0,05	0,2
	<i>Entrega mas Sin Justificación</i>	0,05	0,00	0,05	0
Servicio Post Venta	<i>Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo.</i>	1,00	0,95	0,95	1
	<i>Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió.</i>	0,00	0,05	0,05	0
	<i>No atendió</i>	0,00	0,00	0	0

Tabla 3.3 Evaluación de Encuestas Proveedores UTB.

### 3.2.3. Aplicación de AHP

La aplicación de AHP en los pasos 1 y 2 sugieren listar las alternativas, los factores y criterios a considerar. En el caso de estudio de UTB se cuenta con las

siguientes alternativas: Proveedor 1, Proveedor 2, Proveedor 3 y Proveedor 4 y los factores y criterios listados en la tabla 3.1.

El paso 3 sugiere realizar una **representación grafica** del problema, la cual se muestra en la figura 3.2.

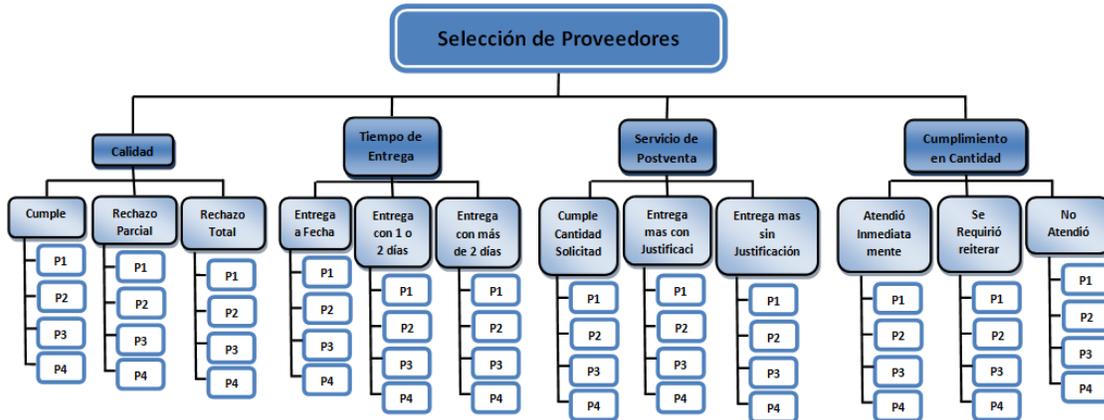


Figura 3.2 Representación Grafica del Problema de Selección de Proveedores

En el paso 4 se definen los **pesos para las alternativas**, considerando la importancia relativa de cada factor y/o criterio, la calificación de los criterios obtenida se describe en la tabla 3.4. Las calificaciones estarán en un rango de 1 a 10.

Factor	Criterio	Calificación
Calidad	Cumple	10
	Rechazo Parcial	5
	Rechazo Total	2
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	10
	Entrega con 1 o 2 días	6
	Entrega con más de 2 días	2
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	9
	Entrega mas Con Justificación	6
	Entrega mas Sin Justificación	2
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	10
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	7
	No atendió	3

Tabla 3.4 Calificación de los Criterios

Saaty propone una escala de criterios, la cual se explica en la sección 2.6 en la descripción del algoritmo AHP. La cual se utiliza para realizar las comparaciones de todos los valores en el rango de 1-10, que representan los valores mínimo y máximo de las calificaciones de los criterios, constituyéndose la matriz de comparación general, la cual se muestra en la tabla 3.5

	0-1.1	1.1-2.2	2.2-3.3	3.3-4.4	4.4-5.5	5.5-6.6	6.6-7.7	7.7-8.8	8.8-10
0-1.1	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17	0,14	0,13	0,11
1.1-2.2	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17	0,14	0,13
2.2-3.3	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17	0,14
3.3-4.4	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17
4.4-5.5	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20
5.5-6.6	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25
6.6-7.7	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33
7.7-8.8	8,00	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50
8.8-10	9,00	8,00	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00

Tabla 3.5 Matriz de Comparación General

Se obtiene la **matriz de comparación por pares** para los factores, a partir de la aplicación de la escala de Saaty, la cual se muestra a continuación en la tabla 3.6.

		10	5	2	10	6	2	9	6	2	10	7	3
Cumple	10	1,00	5,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	3,00	7,00
Rechazo Parcial	5	0,20	1,00	4,00	0,20	0,50	4,00	0,25	0,50	4,00	0,20	0,33	3,00
Rechazo Total	2	0,13	0,25	1,00	0,13	0,20	1,00	0,13	0,20	1,00	0,13	0,17	0,50
Entrega a Fecha	10	1,00	5,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	3,00	7,00
Entrega con 1 o 2 días	6	0,25	2,00	4,00	0,25	1,00	5,00	0,25	1,00	5,00	0,25	0,33	4,00
Entrega con más de 2 días	2	0,13	0,25	1,00	0,11	0,20	1,00	0,13	0,20	1,00	0,13	0,17	0,50
Cumple Cantidad Solicitada	9	1,00	5,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	3,00	7,00
Entrega mas Con Justificación	6	0,25	2,00	5,00	0,25	1,00	5,00	0,25	1,00	5,00	0,25	0,50	4,00
Entrega mas Sin Justificación	2	0,13	0,25	1,00	0,13	0,20	1,00	0,13	0,20	1,00	0,13	0,17	0,50
Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	10	1,00	5,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	3,00	7,00
Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	7	0,33	3,00	6,00	0,33	2,00	6,00	0,50	2,00	6,00	0,33	1,00	5,00
No atendió	3	0,14	0,33	2,00	0,14	0,25	2,00	0,14	0,25	2,00	0,14	0,20	1,00

Tabla 3.6 Matriz de Comparación por pares por Factores

En el paso 5 se debe realizar el cálculo de la **matriz normalizada**, luego de aplicar el procedimiento para su cálculo se ha obtenido la matriz que se muestra en la tabla 3.7.

Matriz Normalizada										
0,18	0,17	0,14	0,18	0,19	0,14	0,17	0,19	0,14	0,18	0,20
0,04	0,03	0,07	0,04	0,02	0,07	0,04	0,02	0,07	0,04	0,02
0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
0,18	0,17	0,14	0,18	0,19	0,14	0,17	0,19	0,14	0,18	0,20
0,04	0,07	0,07	0,05	0,05	0,09	0,04	0,05	0,09	0,04	0,02
0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
0,18	0,17	0,14	0,18	0,19	0,14	0,17	0,19	0,14	0,18	0,20
0,04	0,07	0,09	0,05	0,05	0,09	0,04	0,05	0,09	0,04	0,03
0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
0,18	0,17	0,14	0,18	0,19	0,14	0,17	0,19	0,14	0,18	0,20
0,06	0,10	0,11	0,06	0,09	0,11	0,09	0,09	0,11	0,06	0,07
0,03	0,01	0,04	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04	0,03	0,01

**Tabla 3.7 Matriz Normalizada por Factores**

Ahora se debe aplicar el paso 6 para hacer el cálculo del vector de prioridades, de consistencias y los valores finales, los cuales se indican en la tabla 3.8. Debe verificarse que en el cálculo del valor final por cada criterio corresponda, lo cual demuestra la eficiencia del modelo, en el caso de estudio hay total correspondencia con el valor 12.

Factor	Criterio	Vector de Prioridad	Vector de Consistencia	Final
Calidad	Cumple	0,17	2,17	12
	Rechazo Parcial	0,04	0,54	12
	Rechazo Total	0,02	0,20	12
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	0,17	2,17	12
	Entrega con 1 o 2 días	0,06	0,72	12
	Entrega con más de 2 días	0,02	0,20	12
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	0,17	2,17	12
	Entrega más Con Justificación.	0,06	0,75	12
	Entrega más Sin Justificación.	0,02	0,20	12
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo.	0,17	2,17	12
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió.	0,09	1,11	12
	No atendió	0,02	0,28	12

Tabla 3.8 Medias, Consistencias y Valores Finales. Evaluación de Factores.

Ahora se aplican los pasos del 4 al 6 para cada uno de los criterios a partir de las calificaciones obtenidas de las evaluaciones, mostradas en la tabla 3.3, para lo cual se utiliza la matriz de comparación de criterios a partir de la escala de Saaty expresada en la tabla 3.5. Se construyen las **matrices de comparación por pares** para cada uno de los criterios, en la tabla 3.9 se muestra el caso del factor Calidad. De aquí en adelante se continuara la explicación con este factor.

CALIDAD					
		P1	P2	P3	P4
	<b>Cumplimiento</b>	5,00	4,00	7,50	10,00
<b>P1</b>	5,00	1,00	2,00	0,33	0,20
<b>P2</b>	4,00	0,50	1,00	0,25	0,17

P3	7,50	3,00	4,00	1,00	0,33
P4	10,00	5,00	6,00	3,00	1,00
Suma		9,50	13,00	4,58	1,70
		P1	P2	P3	P4
Rechazo Parcial		2,00	0,75	0,00	0,00
P1	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00
P2	0,75	0,50	1,00	1,00	1,00
P3	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00
P4	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00
Suma		2,50	5,00	5,00	5,00
		P1	P2	P3	P4
Rechazo Total		0,20	0,90	0,50	0,90
P1	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00
P2	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
P3	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
P4	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suma		Suma:	4,00	4,00	4,00

Tabla 3.9 Matriz de Comparación por Pares por Criterios

Se realiza el cálculo de la **matriz normalizada** para cada criterio, continuando con el caso del factor calidad, y se muestra a continuación en la tabla 3.10.

		CALIDAD			
Cumplimiento		0,11	0,15	0,07	0,12
		0,05	0,08	0,05	0,10

	0,32	0,31	0,22	0,19
	0,53	0,46	0,65	0,59
Rechazo Parcial	0,40	0,40	0,40	0,40
	0,20	0,20	0,20	0,20
	0,20	0,20	0,20	0,20
	0,20	0,20	0,20	0,20
Rechazo Total	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25

Tabla 3.10 Matriz Normalizada para Criterios.

Se realiza el cálculo del vector de prioridad por cada criterio, para el caso de los criterios cumplimiento, rechazo parcial y rechazo total del factor calidad, se muestra en la tabla 3.11.

Criterios	CALIDAD		
	Vector de Prioridades	Vector de Consistencias	Final
Cumplimiento	0,11	0,45	4,02
	0,07	0,28	4,03
	0,26	1,06	4,10
	0,56	2,32	4,16
Rechazo Parcial	0,40	1,60	4,00
	0,20	0,80	4,00
	0,20	0,80	4,00
	0,20	0,80	4,00

<b>Rechazo Total</b>	0,25	1,00	4,00
	0,25	1,00	4,00
	0,25	1,00	4,00
	0,25	1,00	4,00

**Tabla 3.11 Vector de Prioridades, Vector de Consistencias y Valores Finales.**

Se repite el procedimiento para los factores Tiempo de Entrega, Servicio Post Venta y Cantidad verificándose la coincidencia entre los valores finales. Y se calculan los vectores de prioridad para cada criterio, conformándose la matriz de prioridad de las alternativas, la cual se detalla en la tabla 3.12.

MATRIZ DE PRIORIDAD POR CRITERIOS											
Calidad			Tiempo Entrega			Cantidad			Servicio PostVenta		
Cumplimiento	Rechazo Parcial	Rechazo Total	Entrega a Fecha	Entrega 1-2 días	Entrega >2	Cumple	Entrega mas justifica	Entrega mas no justifica	Atendió Reclamo	Se reitero Reclamo	No hubo Reclamo
1,00	5,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	3,00	7,00
0,20	1,00	4,00	0,20	0,50	4,00	0,25	0,50	4,00	0,20	0,33	3,00
0,13	0,25	1,00	0,13	0,20	1,00	0,13	0,20	1,00	0,13	0,17	0,50
1,00	5,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	4,00	8,00	1,00	3,00	7,00

**Tabla 3.12 Matriz de Prioridad de las Alternativas.**

Se calcula el vector de prioridad global a partir de la multiplicación del vector de prioridad de los factores y la matriz de prioridad de las alternativas, cuyo resultado se muestra en la tabla 3.13.

	ALTERNATIVAS
P1	0,197636088
P2	0,216401113
P3	0,276371378
P4	0,309591421

**Tabla 3.13 Vector de Prioridad Global.**

Se verifica cual es la alternativa con mayor prioridad y esta corresponde a la mejor opción. Para el caso de estudio la mejor opción está dada por el proveedor 4.

## **4. COMPUTACIÓN ORIENTADA A SERVICIOS**

---

En este capítulo se describen algunos apartados importantes de la Computación Orientada a Servicios, paradigma de desarrollo seguido en esta investigación.

El capítulo está estructurado como sigue: el ítem 4.1 describe el paradigma de la computación orientada a servicios, definiendo que es un servicio, un proveedor de servicios y un desarrollador de aplicaciones. El ítem 4.2 describe los modelos de desarrollo y de distribución del software orientado a servicios.

### ***4.1. Paradigma de Diseño de la Computación Orientada a Servicios (COS)***

Las tecnologías web han revolucionado la forma de comunicarse y de hacer negocios en los diferentes sectores productivos, apareciendo a través del tiempo diferentes propuestas, como es el caso de los servicios web, XML, B2B, etc. La evolución de estas tecnologías ha llevado a la necesidad de crear un novedoso paradigma computacional para el desarrollo de aplicaciones llamado Computación Orientada a Servicios (SOC, Service Oriented Computing). Papazoglou et al (2006) afirman que los servicios son elementos fundamentales para soportar el desarrollo rápido y a bajo costo de aplicaciones distribuidas en ambientes heterogéneos basándose en una arquitectura orientada a servicios.

Castro (2007) afirma que la COS se refiere a un conjunto de conceptos, principios y métodos que representan la computación en arquitecturas orientada a servicios en las cuales las aplicaciones de software son construidas basadas en composición de servicios con interfaces estándares.

De acuerdo a Papazoglou et al (2009) la COS tiene como principal objetivo un mundo de cooperación de servicios que están débilmente acoplados de forma flexible para crear procesos de negocios dinámicos y aplicaciones empresariales ágiles que pueden abarcar las organizaciones y las plataformas computacionales adaptándose de forma rápida y autónoma a los cambiantes requerimientos.

El paradigma de COS ha permitido una evolución en el desarrollo de los sistemas de información, especialmente en los sistemas de información web (SIW). Castro (2007) Así, mientras que los primeros SIW se concebían como un medio para ofrecer información a los usuarios, y se construían fundamentalmente con base en páginas estáticas o dinámicas e hiperenlaces entre ellas; en la actualidad, muchos de los SIW se conciben como un medio para ofrecer servicios a través de Internet, y la mayoría de las grandes empresas están sustituyendo sus sistemas centralizados por redes de negocio, en las que cada participante provee a los demás de servicios especializados.

### **4.1.1. Servicio**

De acuerdo a la W3C( 2003) un servicio es definido como un recurso abstracto que representa una capacidad de realización de tareas que forman una funcionalidad coherente desde el punto de vista de las entidades proveedoras y de las solicitantes. Por lo tanto el concepto de servicios se refiere a un conjunto de actividades que son ofrecidas por una o más entidades, y que responden a necesidades específicas de un grupo de clientes, los cuales son los encargados de consumirlo.

Earl (2007) destaca las siguientes características de los servicios: son autónomos, independientes de la plataforma, son funciones de negocios, son heterogéneos, son efímeros, intangibles.

### **4.1.2. Proveedores de servicios**

Un proveedor de servicios es aquel que utiliza un lenguaje tradicional de programación para escribir los componentes de un programa, y estos son encapsulados en interfaces de estándares abiertos llamadas servicios o servicios Web si los servicios están disponibles a través de Internet.

#### ***4.1.3. Desarrolladores de Aplicaciones.***

Un desarrollador de aplicaciones utiliza los servicios para construir las aplicaciones, en lugar de construir software desde cero usando el lenguaje de programación tradicional, los desarrolladores de aplicaciones representan los usuarios finales para especificar la lógica de la aplicación en un lenguaje de especificación de alto nivel, usando servicios estándares como componentes. Los desarrolladores de aplicaciones son ingenieros de software que tienen un buen entendimiento de la arquitectura de software y el dominio de la aplicación.

Para representar la relación entre un proveedor de servicios y un desarrollador de aplicaciones, en Castro( 2007) se puede utilizar dando una analogía como ejemplo: los proveedores de servicios son los fabricantes de piezas de Lego, mientras que los constructores de aplicación son los niños (arquitectos) que utilizan piezas de Lego para construir millones de diferentes productos basados en Lego. No necesitamos muchas personas que pueden diseñar diferentes tipos de piezas de Lego, pero necesitamos muchos arquitectos para construir diferentes productos.

#### ***4.2. Desarrollo de Software Orientado a Servicios.***

##### ***4.2.1. Tecnologías***

A continuación se describen algunas tecnologías utilizadas en el desarrollo de software orientado a servicios.

- **Servicios WEB:**

Un servicio web es aplicación software que se caracteriza por soportar la interacción con otros agentes software mediante el intercambio de mensajes basado en XML a través de protocolos basados en Internet, también pueden ser definidos como interfaces Web genéricas a servicios componente que tiene como fin brindar interoperabilidad entre varias arquitecturas. Los servicios web utilizan

protocolos del W3C los cuales pueden ser XML, WSDL y SOAP los cuales se explicaran a continuación.

- **Extensible Markup Language (XML)**

Se trata de un formato basado en texto que se usa para estructurar información en documentos, facturas o cualquier otro tipo de fichero que contenga texto, cabe destacar que su objetivo principal es separar los datos de la presentación, permitiendo a los desarrolladores crear sus propios tags, posibilitando así habilitar definiciones, transmisiones, validaciones, e interpretación de los datos entre aplicaciones y entre organizaciones.

En el año de 1996 la W3C publicó la primera especificación de XML , la cual tenía como características ser utilizable directamente sobre internet, compatible con SGML, facilidad para escribir programas que procesaran documentos XML y además los documentos XML deben sencillos de crear y comprender. En cuanto se refiere al diseño de XML debe ser preparado rápidamente, ser formal y conciso. Por último cabe destacar que el número de características opcionales en XML debe ser mantenido en un mínimo, idealmente cero.

- **Simple Object Access Protocol (SOAP)**

Es un protocolo que proporciona intercambios de información en entornos descentralizados y distribuidos. Utiliza las tecnologías relacionadas con XML con el objetivo de definir un framework extensible para los mensajes, formándose así una estructura de mensajes capaz de ser intercambiada sobre una gran cantidad de protocolos subyacentes.

En cuanto a sus objetivos principales de SOAP se puede mencionar la son la simplicidad y la extensibilidad, para alcanzar dichos objetivos, este protocolo simplemente elimina de su arquitectura aquellos aspectos que con gran frecuencia se encuentra en los sistemas distribuidos. Se pueden agregar las características que se requieran simplemente extendiendo la especificación.

SOAP ha tenido gran acogida por parte de la industria, dentro de algunas de las grandes Compañías que soportan SOAP se encuentran Microsoft, IBM, SUN, Microsystems, SAP y Arib, convirtiéndose así en el primer protocolo de su tipo que ha sido aceptado prácticamente por todas las grandes compañías de software del mundo.

- **Web Services Description Language WSDL**

Es un lenguaje especificado en XML el cual se encarga de describir los requisitos funcionales necesarios para establecer una comunicación con los servicios Web, para lo cual define un modelo que separa las funcionalidad ofrecidas por un servicio, de los detalles concretos, de como y donde esta funcionalidad es ofrecida. Las definiciones del Servicio WSDL proveen documentación destinada a los sistemas distribuidos y hace las veces de especificación para automatizar los detalles involucrados en las aplicaciones de comunicación.

- **Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)**

Es un estándar de factor basado en XML, SOAP y HTTP, que proporciona un método para la publicación y el descubrimiento de información sobre los Servicio Web. UDDI surge como iniciativa parte de la industria, la pretendía crear una plataforma independiente, un marco de trabajo abierto para la descripción de servicios, descubrimiento de organizaciones y la integración de servicios de negocio. UDDI se centra en el proceso del descubrimiento dentro de la arquitectura orientada a servicios.

También se puede decir es un único registro conceptual distribuido a lo largo de multitud de nodos que replican la información unos de otros, donde su objetivo es solucionar la problemática referente al descubrimiento y la integración de los servicios web.

UDDI constituye un registro en el que las empresas suscriben los servicios web que desarrollan, permitiendo a los posibles usuarios interesados en hacer

uso de esos servicios para realizar determinadas acciones en sus negocios, puedan encontrarlos sin demasiada dificultad. Un registro UDDI permite a las organizaciones ingresar tres tipos de información dentro de él:

- ✓ Páginas blancas, consta de información básica de contacto e identificadores de la empresa, en el que se incluye el nombre del empresa, dirección, información de contacto. Esta información permite a otros descubrir los SW de una empresa a partir de la identificación del negocio.
- ✓ Páginas amarillas, es la información que describe al SW mediante diferentes categorizaciones o taxonomías. Esta información permite descubrir SW basándose en esta categorización.
- ✓ Páginas Verdes, consiste en información técnica que describe el comportamiento y las funciones soportadas por un SW. Esta información incluye punteros que, entre otras cosas, indican dónde están ubicados los SW.

### **4.2.2. Modelo De Desarrollo**

Earl ( 2007) define los siguientes principios de diseño que se deben considerar en el paradigma de la computación orientada a servicios:

1. **Bajo acoplamiento:** El acoplamiento se refiere a una conexión o relación entre dos cosas, puede verse como el nivel de dependencia entre ellas. Este principio busca la creación de un tipo específico de relación entre los límites de un servicio, haciendo énfasis en la reducción de las dependencias entre el contrato del servicio, su implementación y los consumidores del servicio (“bajo acoplamiento”). Este principio promueve el diseño independiente y la evolución de la lógica e implementación de un servicio, mientras garantice interoperabilidad.

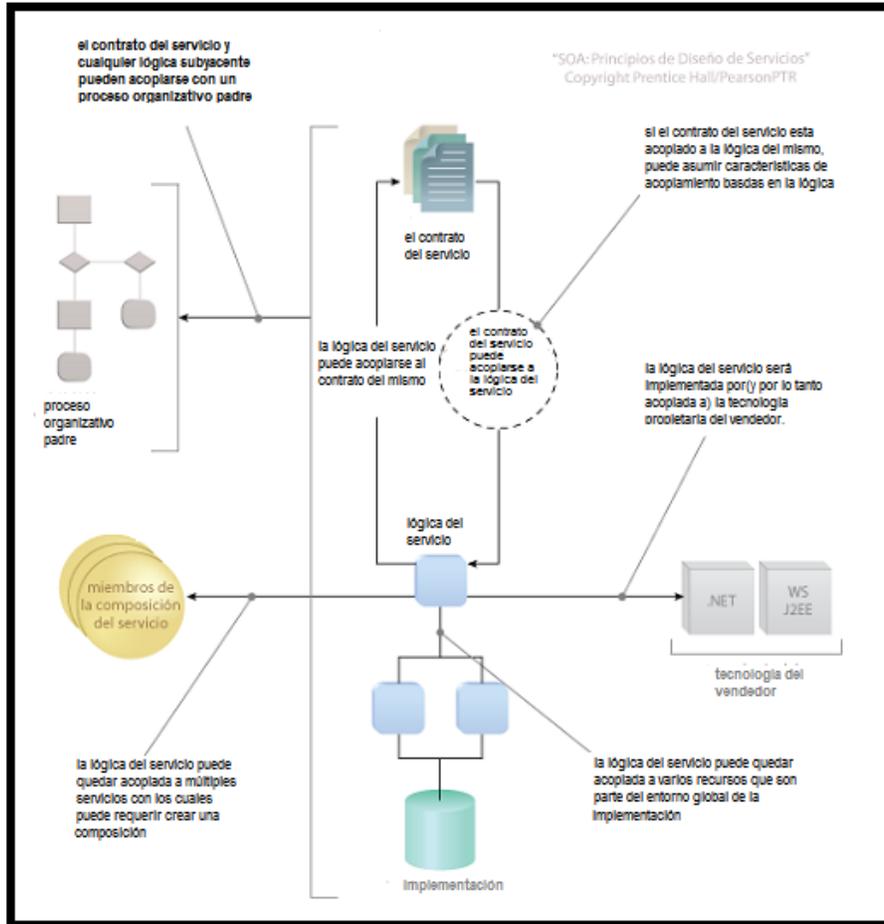


Figura 4.1 Principio de Acoplamiento (Earl, 2007)

2. **Reusabilidad:** se refiere a la posibilidad de incursionar una tecnología de servicios madura y no-propietaria, maximizando el potencial de reutilización de la lógica multi-propósito a un nivel sin precedentes. Los servicios son recursos de la empresa con contextos funcionales agnósticos, garantizando el fácil acceso a los requerimientos de reuso necesarios.

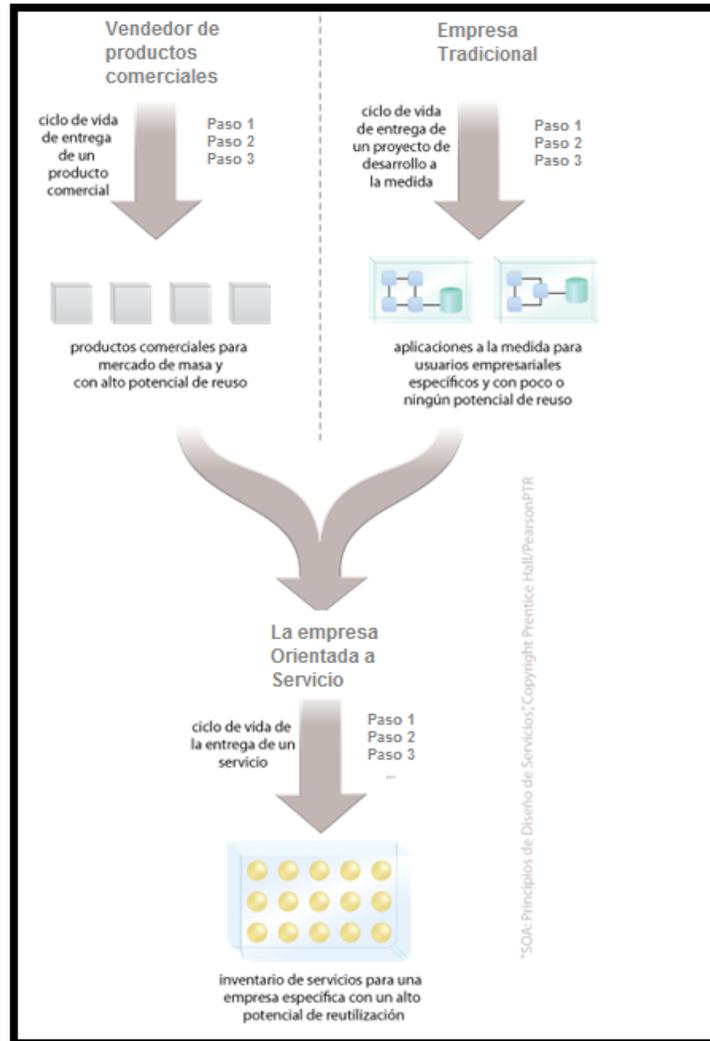


Figura 4.2 Principio de Reusabilidad (Earl, 2007)

3. **Estandarización de los Contratos de Servicios:** es el principio más fundamental en la orientación a servicios cuando se está diseñando la interfaz técnica pública de un servicio y se evalúa la naturaleza y cantidad del contenido que será publicado como parte del contrato oficial del servicio, el cual expresa sus propósitos y capacidades.

Se deben tener en cuenta aspectos tales como: la forma en que los servicios expresan sus funcionalidades, cómo se definen los tipos de datos y los modelos de datos, y cómo las políticas son impuestas y amarradas.

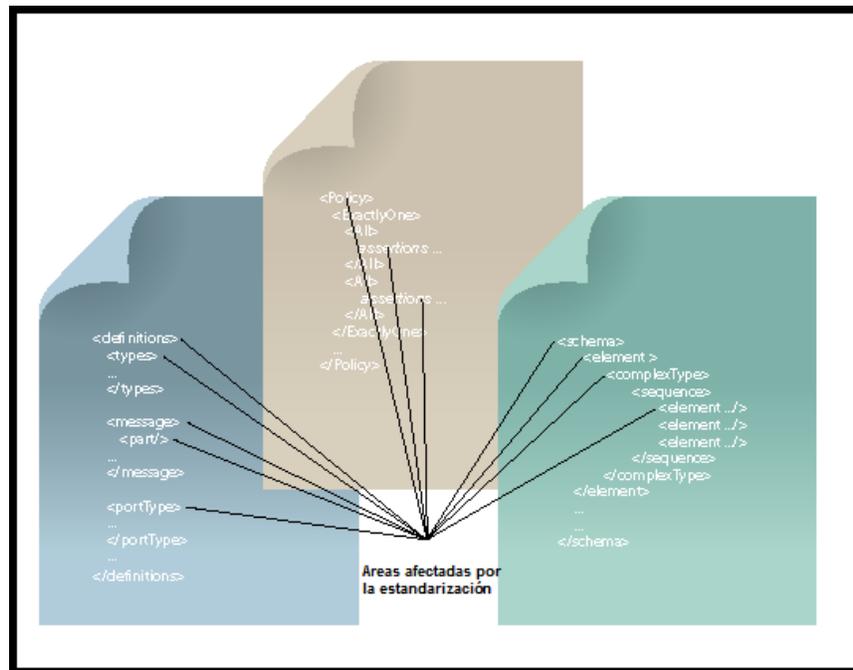


Figura 4.3 Estandarización de los Contratos de los Servicios (Earl, 2007)

4. **Abstracción:** se hace énfasis en la necesidad de ocultar los detalles subyacentes de un servicio como sea posible y habilita y preserva las relaciones de bajo acoplamiento, jugando un papel significativo en la ubicación y diseño de las composiciones de servicio.

Varias formas de meta data entran en el panorama cuando se evalúan niveles de abstracción adecuados. La cantidad de abstracción que se aplique puede afectar la granularidad del contrato de servicio y puede influenciar aún más los costos y esfuerzos finales de la Gobernanza del servicio.

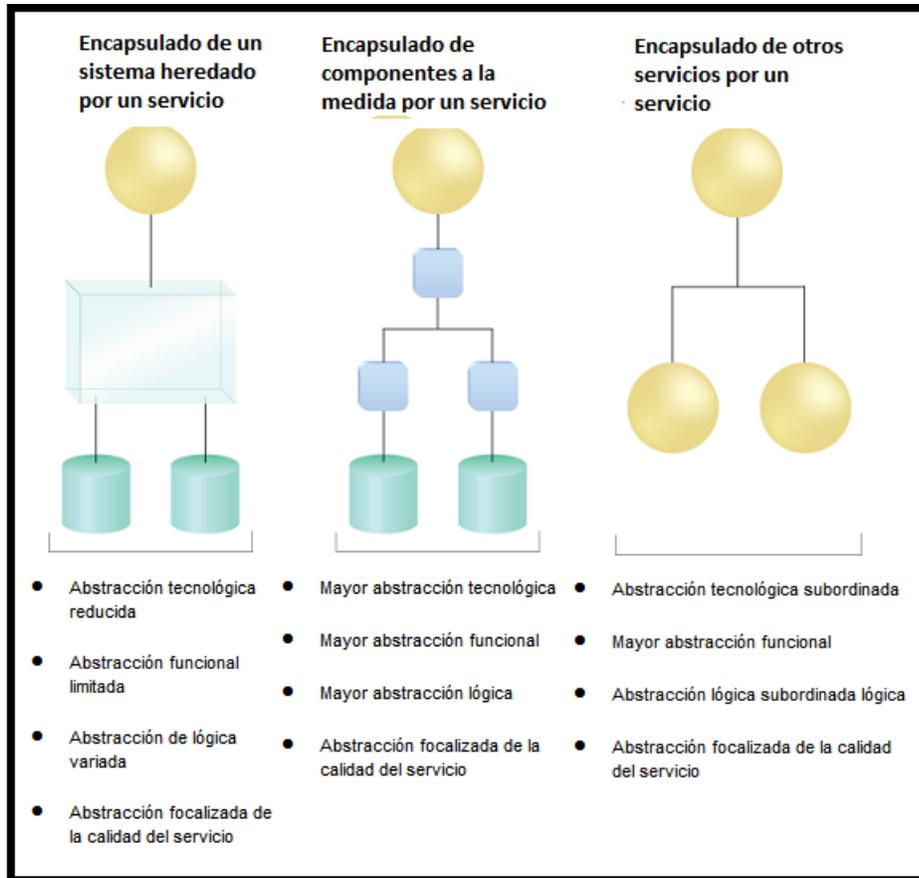


Figura 4.4 Principio de Abstracción (Earl, 2007)

5. **Concatenación de Servicios:** A medida que la sofisticación de las soluciones orientadas a servicios sigue creciendo, así crece la complejidad de las configuraciones de las composiciones de servicios subyacentes.

Las composiciones ponen exigencias que deben ser anticipadas para evitar esfuerzos mayores de mantenimiento. Se espera de los servicios que sean capaces de participar como miembros efectivos de composiciones, independientemente de que si necesitan ser incorporados de inmediato en una composición.

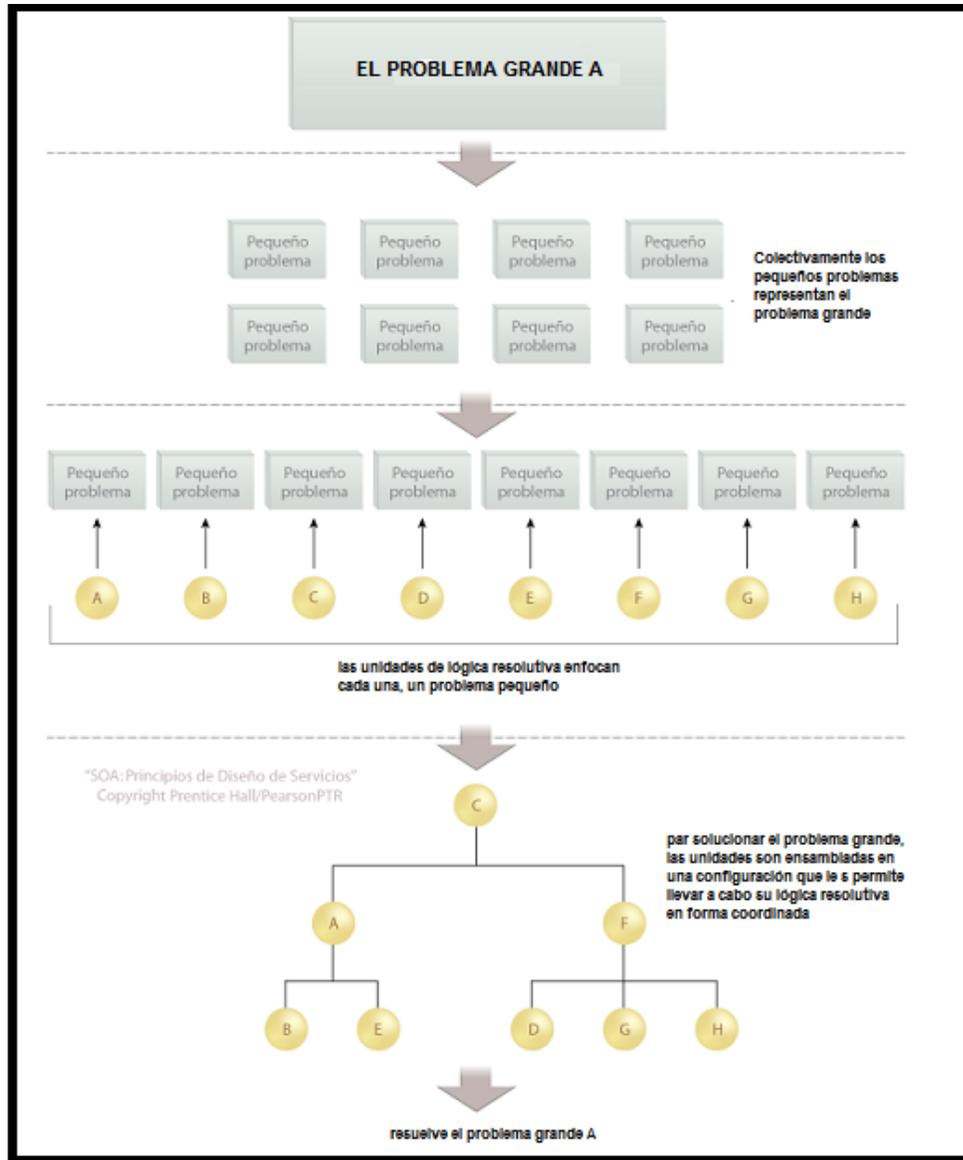


Figura 4.5 Principio de Concatenación (Earl, 2007)

6. **Autonomía:** Para que los servicios puedan llevar a cabo sus capacidades de manera consistente y confiable, su lógica resolutive subyacente requiere tener un grado de control significativo sobre su entorno y sus recursos. El principio de Autonomía de los Servicios apoya la medida en la cual otros principios de diseño pueden realizarse efectivamente en entornos de producción del mundo real, impulsando características de diseño que incrementen la confiabilidad de un servicio y la predecibilidad de su comportamiento.

Este principio levanta varias preguntas que pertenecen al diseño de la lógica resolutoria así como al entorno real de implementación del servicio. Se deben tomar en cuenta los niveles de aislamiento y consideraciones de normalización de los servicios para lograr una medida adecuada de la autonomía, particularmente para servicios reutilizables que son frecuentemente compartidos.

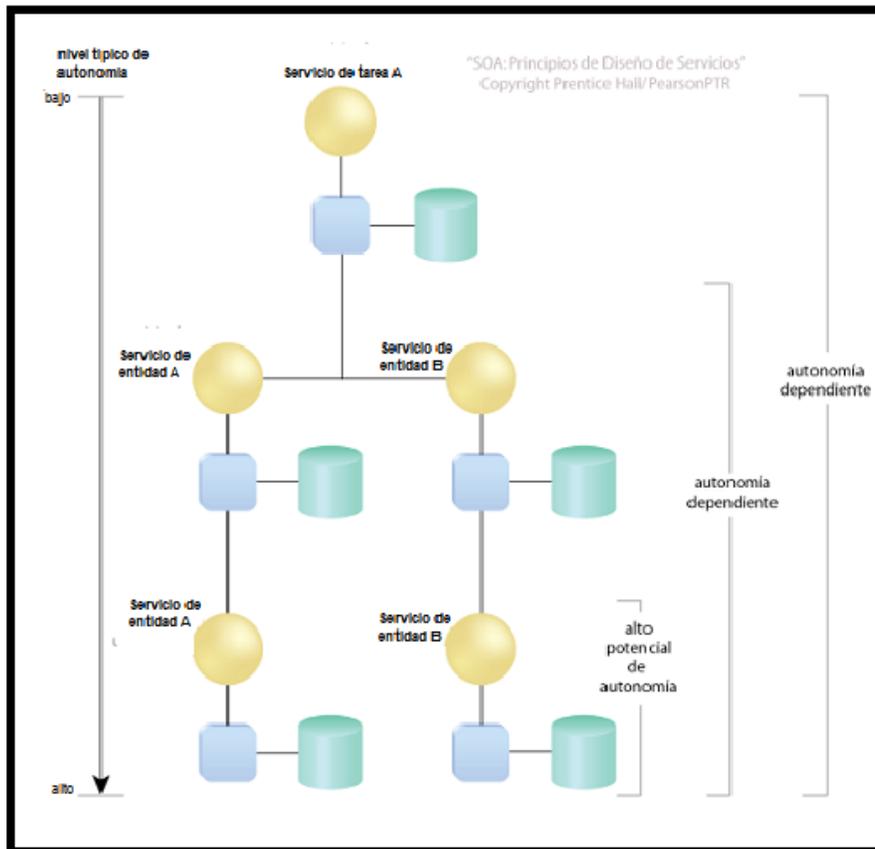
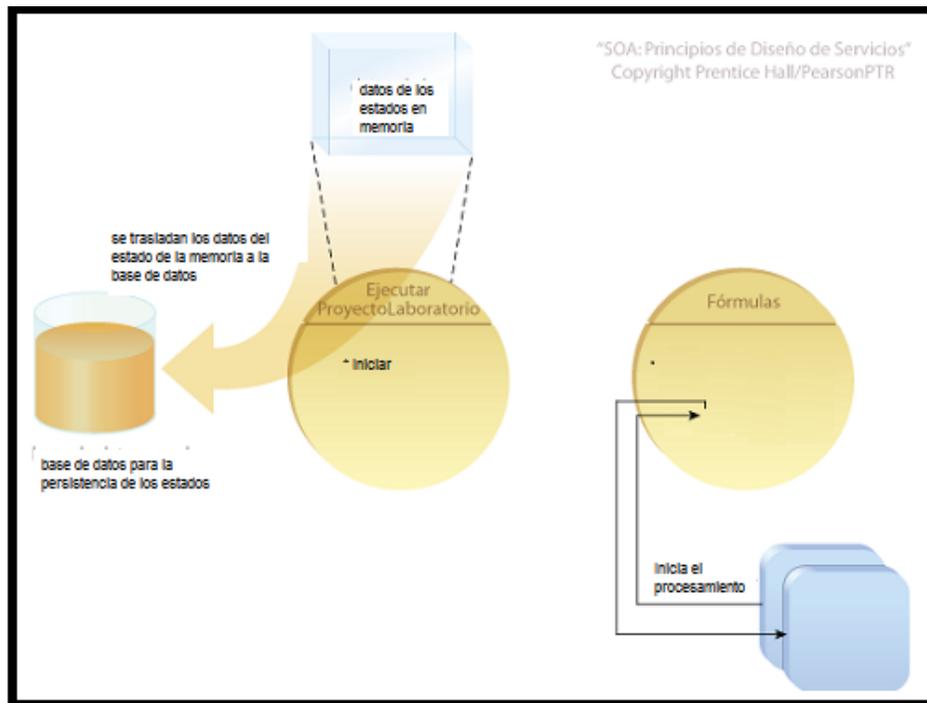


Figura 4.6 Principio de Autonomía (Earl, 2007)

7. **Carencia de estado en los servicios:** La administración de información excesiva sobre el estado del servicio pone en peligro su disponibilidad y socava su potencial de escalabilidad.

Por lo tanto, los servicios son idealmente diseñados para mantener estado, solo cuando se requiere. El aplicar el principio de Carencia de Estado, requiere evaluar medidas realistas de la carencia de estado a la cual se puede aspirar, de acuerdo a la adecuación de la arquitectura del entorno tecnológico, para proveer opciones de delegación de la administración de los estados y de posposición de los mismos.

El incorporar una medida prefijada y balanceada de la posposición de la administración de los estados puede reforzar significativamente la capacidad de los servicios individuales, una consideración importante del diseño para los servicios que se comparten entre múltiples composiciones.



- 8. Descubrimiento:** Para que los servicios se ubiquen como activos TI, con Tasas de Retorno Sobre la Inversión repetitivas, deben poder ser fácilmente identificados y comprendidos cuando se presenten oportunidades para su reutilización.

Por lo tanto, el diseño del servicio debe tomar en cuenta la "calidad de las comunicaciones" del servicio y sus capacidades individuales, independientemente de que si el mecanismo de descubribilidad (tal como un registro de servicios) es -o no es- parte inmediata del entorno.

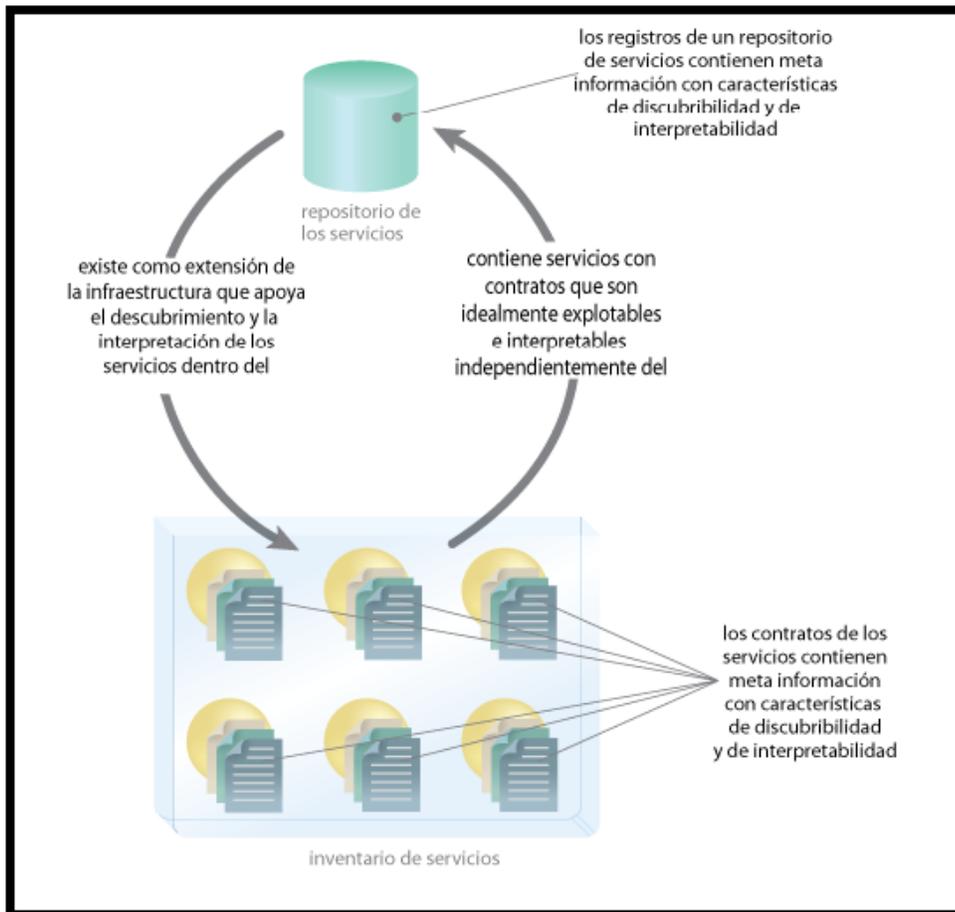


Figura 4.8 Principio de Descubrimiento (Earl, 2007)

9. **Interoperabilidad:** Un tema que puede parecer ausente de la lista anterior de principios es uno del tipo "los servicios son interoperables." La razón por la cual esto no existe como un principio por sí solo es porque la interoperabilidad es fundamental para cada uno de los principios que hemos descrito anteriormente. Por lo tanto, en cuanto a la computación orientada a servicios, declarar que los servicios deben ser interoperables es así de evidente como decir que los servicios deben existir. Cada uno de los

ocho principios apoya o contribuye a la interoperabilidad de alguna manera. A continuación, unos cuantos ejemplos:

- Los contratos de servicios son estandarizados para garantizar una medición de línea base de interoperabilidad asociada con la armonización de los modelos de datos.
- Reducir el grado de acoplamiento de los servicios fomenta la interoperabilidad, haciendo que los servicios sean individualmente menos dependientes los unos de los otros y, por lo tanto, más propensos a ser invocados por diferentes consumidores de servicio.
- Abstractar detalles acerca del servicio limita todas las interoperaciones con el contrato de servicio, incrementando la consistencia de la interoperabilidad a largo plazo, permitiendo a la lógica del servicio subyacente evolucionar de manera más independiente.
- Diseñar los servicios para la reutilización implica un alto nivel de interoperabilidad requerida entre el servicio y numerosos consumidores de servicio potenciales.
- Elevando la autonomía individual de un servicio, su comportamiento se vuelve predecible en forma más consistente, incrementando su potencial de reutilización y, por lo tanto, el nivel de interoperabilidad que puede alcanzar.
- A través del énfasis en el diseño carente de estado, la disponibilidad y escalabilidad de los servicios se incrementa, permitiéndoles interoperar de manera más frecuente y más confiable.
- La descubribilidad de los servicios permite sencillamente que los servicios sean más fácilmente ubicados por aquellos que desean interoperar potencialmente con ellos.
- El éxito de satisfacer los requerimientos de composición está frecuentemente amarrado directamente al grado en el cual los servicios son estandarizados y el intercambio de datos entre servicios es optimizado

Un objetivo fundamental de la aplicación de la orientación a servicios es que la interoperabilidad se vuelva un subproducto natural, idealmente en la medida que se establece un cierto nivel de interoperabilidad intrínseca como una característica del diseño de los servicios.

Claro está que, al igual que con cualquier otra característica de diseño, hay límites a la interoperabilidad que un servicio puede alcanzar. La medida última es generalmente determinada por el grado en el cual los principios de la orientación a servicios han sido consistentemente y exitosamente aplicados (y, obviamente, el nivel de madurez de la plataforma tecnológica subyacente).

Nótese que el incremento de la interoperabilidad intrínseca es una de las metas estratégicas claves asociada con la computación orientada a servicios.

### **4.2.3. Modelo De Distribución(Saas)**

El termino *SaaS (Software as a Service)*, representa un novedoso modelo para la distribución de software, el cual cambia la manera de comercializar el software, no siendo visto como un producto, sino como un servicio. En (Turner et al, 2003) se plantea que la vision principal de SaaS, es separar la posesión y la propiedad del uso, del uso del software.

- **SaaS Vs Software Legacy**

Se reúnen un conjunto de diferencias entre el software como servicio y los sistemas de legado, de las cuales se puede determinar que el software como servicio representa una gran opción para el desarrollo de software, éstas se detallan a continuación en la tabla 4.1.

Variables	Modelo de Distribución	
	Saas	Legacy
<b>Resultado Final</b>	Colección de aplicaciones estandarizadas y servicios.	Aplicaciones personalizadas para los usuarios.
<b>Forma de Pago</b>	Es rentado, se debe pagar el uso de sus servicios.	Es adquirido o comprado.
<b>Métodos de Distribución</b>	Se trata de aplicaciones que principalmente están alojadas en servidores centralizados o distribuidos en la nube.	Se rige bajo la premisa de ser instalado.

Tabla 4.1 . Cuadro Comparativo entre Saas y legacy

## **5. ANALISIS Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DE TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES. CASO UTB**

---

En este capítulo se describe el análisis del sistema y el diseño de los servicios y la aplicación para la toma de decisiones en la selección de proveedores.

La estructura del capítulo es la siguiente: en la sección 5.1 se describe el análisis del sistema, se realiza el modelado de procesos de negocios, la identificación de las funcionalidades del sistema y la descripción de los casos de uso. En el ítem 5.2 se muestra el diseño de la aplicación y de los servicios.

### **5.1. Análisis**

#### **5.1.1. Modelado Del Proceso De Negocios**

### **P1. GESTIÓN DE COMPRAS.**

El proceso de *Gestión de Abastecimientos* de la Universidad Tecnológica de Bolívar se puede subdividir en diversos Macro procesos, que van desde la requisición hasta la facturación, los cuales se describen en detalle a continuación, a partir de un diagrama para el modelado de procesos de negocios:

#### **P1.1. Solicitud de pedido**

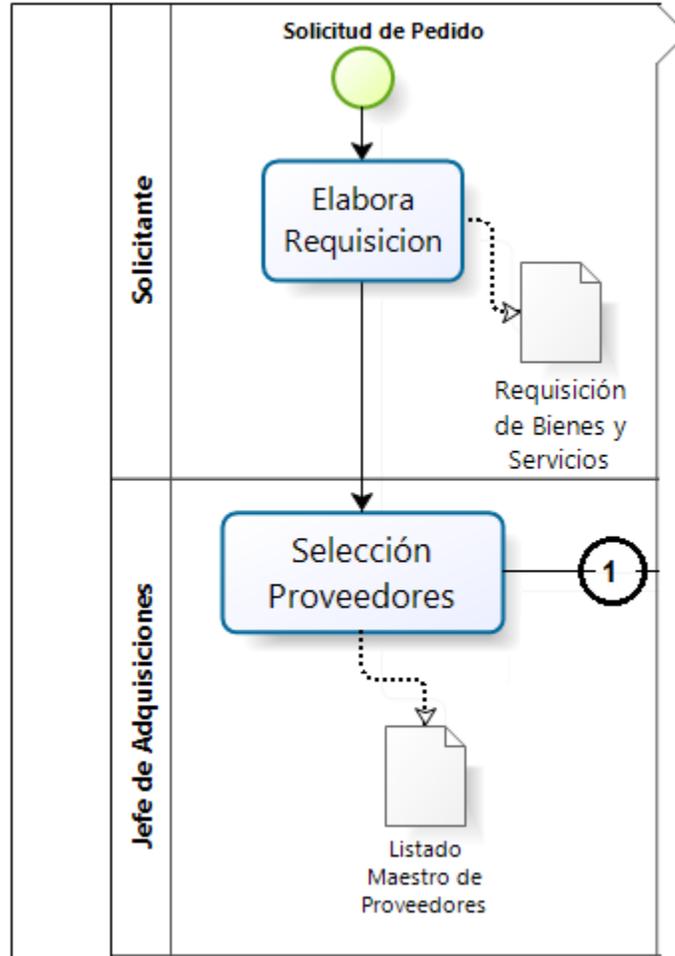


Figura 5.1 Diagrama de Proceso Solicitud de Pedido

El solicitante debe presentar al Jefe de Adquisiciones el formato de “Requisición de Bienes y Servicios”, acompañado de los anexos a que se refiere el procedimiento PR.D-PLA 001 si es un proyecto de inversión.

En P1.1 se realiza la requisición de los productos. A continuación en la figura 5.1 se describe en detalle el proceso de *solicitud de pedido* y las actividades que comprende el proceso.

En la tabla 5.1 se listan las actividades que involucra P.1.1.

<b>Proceso</b>	<b>Actividades</b>
P1.1. Solicitud del Pedido	A.1.1.A Solicitud de Pedido
	A.1.1.B Evalúa Procesos

**Tabla 5.1 Descripción Proceso Solicitud de Pedido**

P1.2.Cotización de Productos

El Jefe de Adquisiciones inicia el proceso de cotización realizando una selección de proveedores de la base de datos, si se presenta el caso que el proveedor que pretendía cotizar no está inscrito, entonces se debe llenar la solicitud de inscripción de proveedores, posteriormente se hace un estudio de La solicitud para su registro e invitación.

Se invita a cotizar a los proveedores donde les solicita que deben colocar vigencia de precios de cotización, plazo de entrega, condiciones de pago. Estas cotizaciones servirán en precios unitarios con el fin de tener información para caso similar e igual a los que requiera la Universidad Tecnológica de Bolívar.

En P.1.2 se realiza la cotización de los productos. A continuación en la figura 5.2 se describe en detalle este proceso y las actividades que comprende.

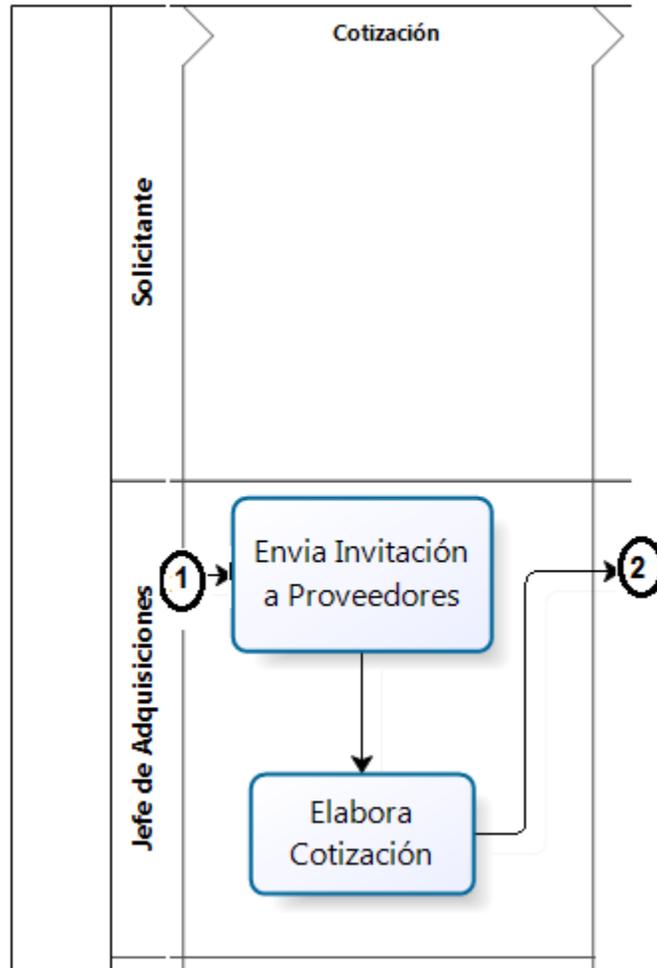


Figura 5.2 Diagrama de Proceso Cotización de Productos

|

En la tabla 5.2 se listan las actividades involucradas en P.2.

Proceso	Actividades
P1.2. Cotización del Pedido	A.1.2.A Invitación a Proveedores
	A.1.2.B Elaboración de Cotizaciones.

Tabla 5.2 Descripción Proceso Cotización de Productos

P1.3. Adjudicación de Compra

El Jefe de Adquisiciones presenta el análisis de la adjudicación de la compra al Director de Servicios Administrativos cuando la compra no supere los 22 SMLV, si ocurre lo contrario entonces el jefe de compras la presentará ante el Comité de Compras y Contrataciones para realizar un análisis y selección. Seleccionada la mejor cotización, el Jefe de Adquisiciones se encarga de enviar copia de ésta al usuario para que tramite la disponibilidad en el presupuesto y el solicitante envíe al Departamento de Costos y Presupuesto según lo establecido en el Procedimiento PR-D.FIN-002.

Posteriormente Jefe de Costos y Presupuesto envía al Jefe de Adquisiciones el formato FR-D.SAD-002-02 debidamente diligenciado y aprobado para realizar la Orden de Compra. Finalmente, La Dirección de Servicios Administrativos presenta al comité compras y contratos las tarifas unitarias para eventos en los cuales la Universidad contrate o adquiera con regularidad.

P.1.3. describe la requisición de productos, en la figura 5.3 se describe en detalle este proceso y las actividades que comprende.

# ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

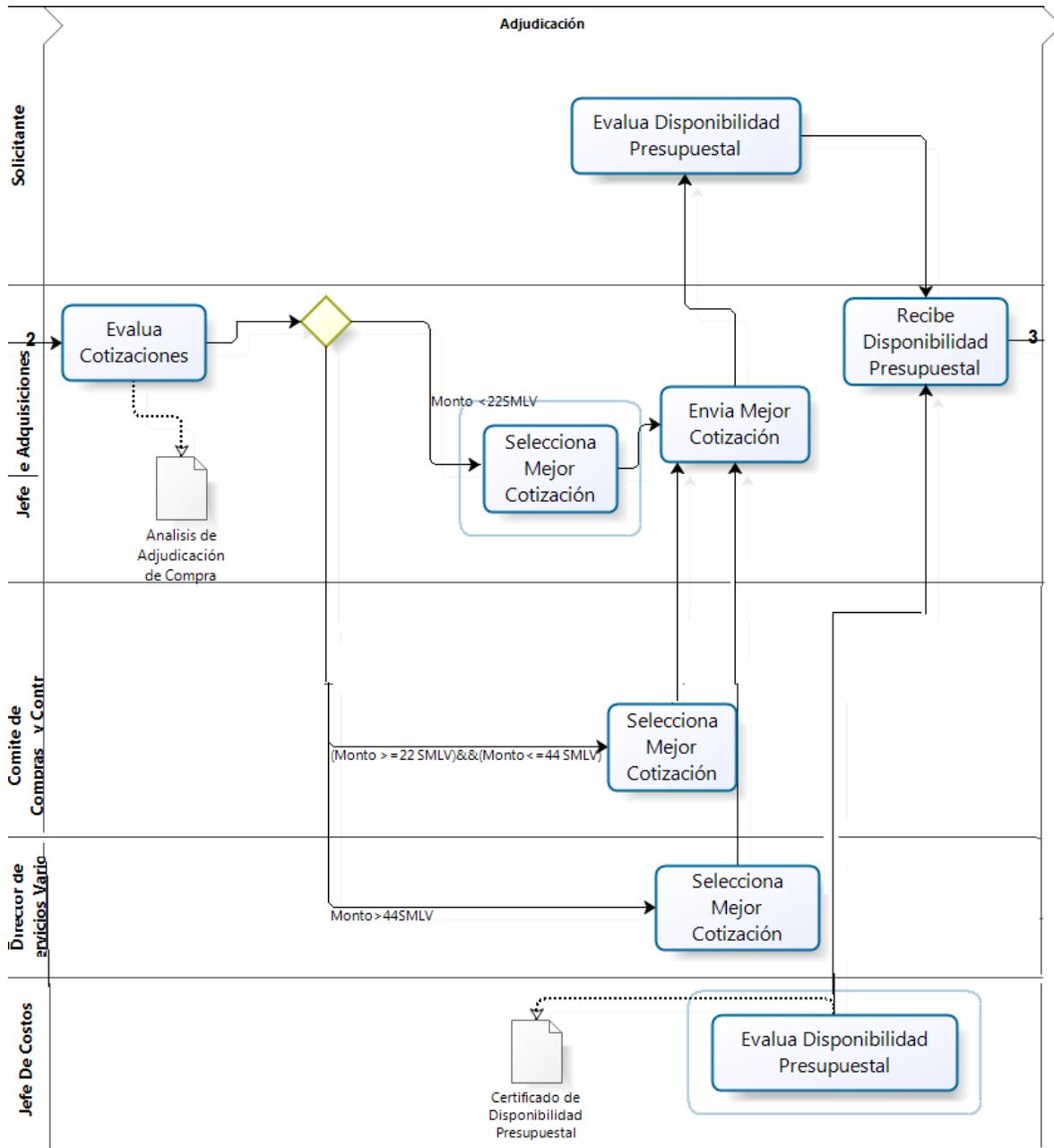


Figura 5.3 Diagrama de Proceso Adjudicación de Compra

En la tabla 5.3 se listan las actividades involucradas en P1.3.

Proceso	Actividades
P1.3. Adjudicación de Compra	A.1.3.A. Evaluación Disponibilidad Presupuestal.
	A.1.3.B. Envío de Cotizaciones.
	A.1.3.C. Selección de Mejores Cotizaciones.
	A.1.3.D. Envío de Mejores Cotizaciones
	A.1.3.E. Recepción de Disponibilidad Presupuestal.

**Tabla 5.3 Descripción Proceso Adjudicación de Compra**

**P.1.4 Elaboración y Firma de Orden de Compra**

La Orden de Compra es realizada por el Jefe de Adquisiciones de acuerdo al formato FR-D.SAD-002-02, en el caso que el artículo es nuevo y no se encuentra en la Guía de Inventarios Institucional el analista de inventarios creará el código según su asiento contable. Cuando ya se encuentre aprobada la orden de compra el Jefe de Adquisiciones la hace llegar al proveedor, para que éste haga entrega del artículo solicitado.

P.1.4 se realizan las órdenes de compra, cuando ya se ha seleccionado con quien se realizara la transacción, en la figura 5.4 se describe en detalle este proceso y las actividades que comprende.

La tabla 5.4 describe las actividades asociadas a P.1.4.

Proceso	Actividades
P1.4. Elaboración y firma de la orden de compra.	A.1.4.A. Elaboración y Envío de la Orden de Compra.

Tabla 5.4 Descripción Proceso Elaboración y Firma de Orden de Compra

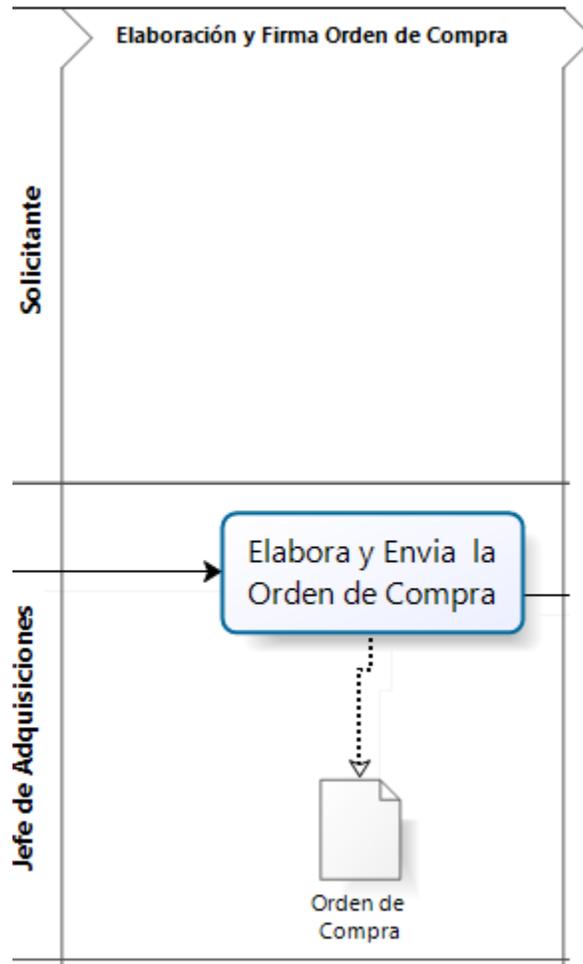


Figura 5.4 Diagrama de Proceso Elaboración y Firma de la Orden de Compra

**P.1.5. Recepción de Materiales**

El Almacenista recibe el pedido enviado por el proveedor, se encarga de realizar una inspección que con el fin de verificar que todo corresponda según lo establecido en la orden de compra y lo registra en el SIFAD , luego avisa al usuario para que retire éste del Almacén ,se diligencia el formato FR-D.SAD-002-03 y firma para verificar que todo corresponde a lo solicitado, si el material es

## ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

recibido de forma directa por el usuario, éste deberá enviar la confirmación al Almacenista que todo está de acuerdo a la orden de compra .

Si el artículo adquirido requiere inspección técnica o son compras especiales, el usuario y los expertos deben participar en la recepción del material, ya sea en el sitio donde se elabore o cuando se entregue en el almacén y firmará el documento salida de almacén aprobando lo recibido.

También es función del almacenista registrar en el SIFAD la entrada de los materiales al almacén y almacenar la mercancía según sus características y las especificaciones del fabricante.

P.1.5. se refiere a la recepción de materiales. La figura 5.5 se describe en detalle el proceso y las actividades que comprende.

La tabla 5.5 describe las actividades involucradas en P.1.6.

Proceso	Actividades
P1.5. Recepción de Materiales.	

**Tabla 5.5 Descripción Proceso Elaboración y Firma de la Orden de Compra**

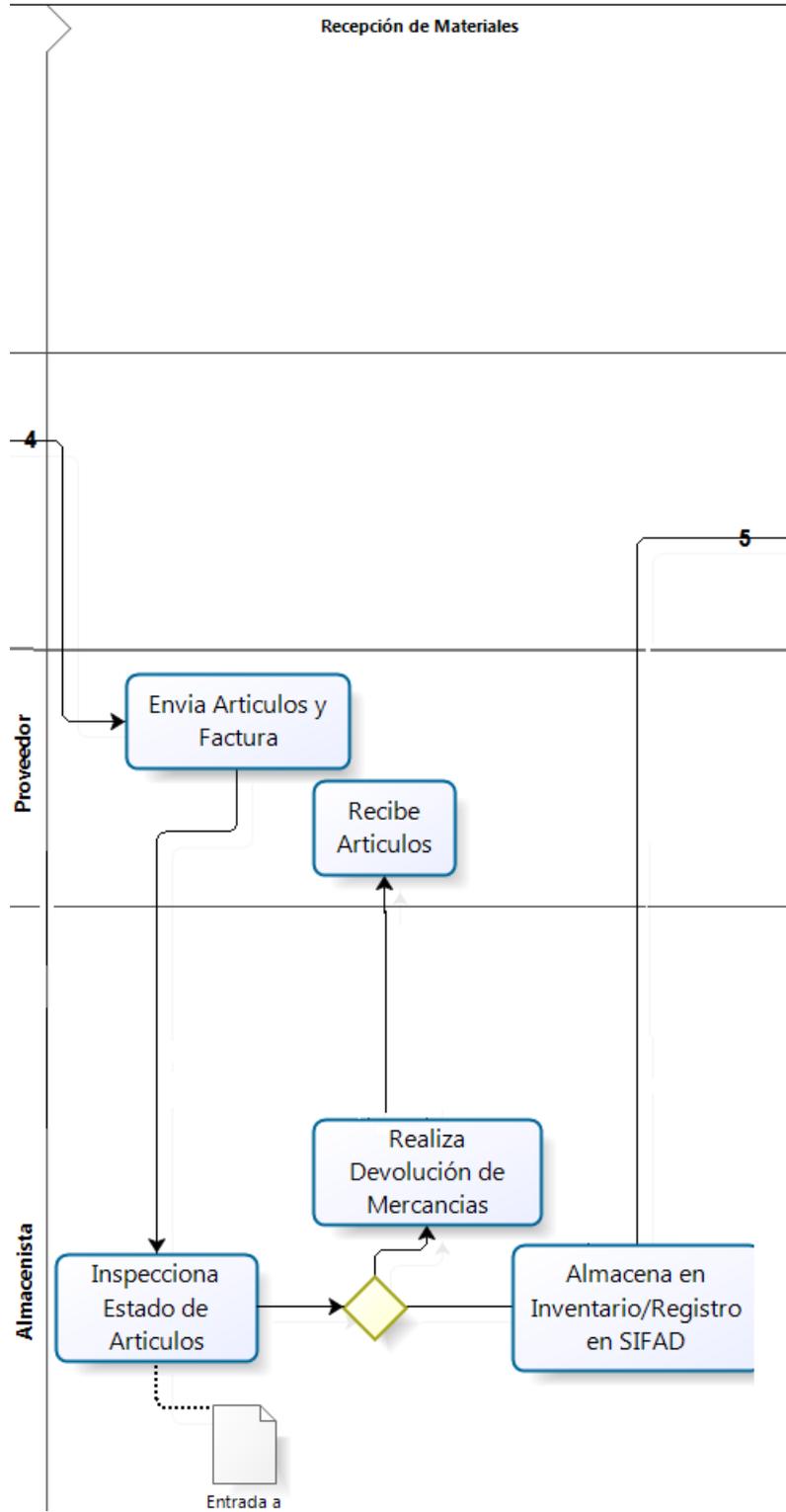
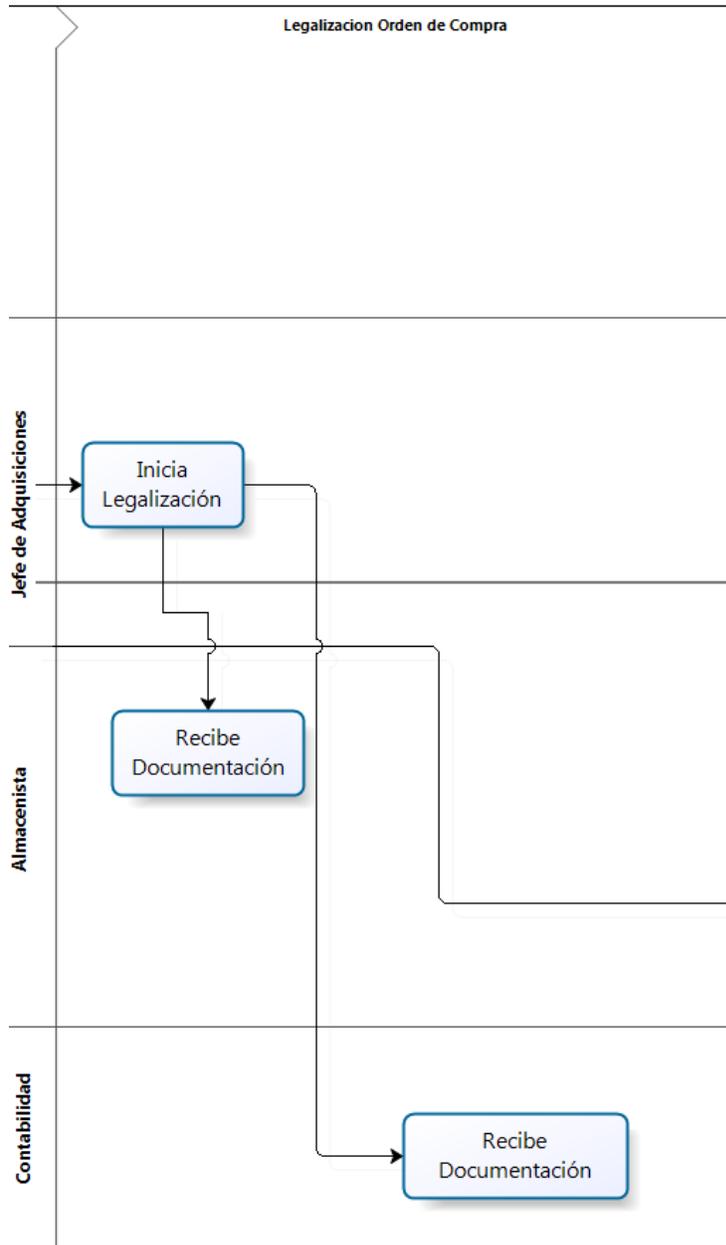


Figura 5.5 Diagrama de Proceso Recepción de Materiales.

**P.1.6. Legalización Orden de Compra**



**Figura 5.6 Legalización Orden de Compra**

Según la forma de pago se legaliza la compra, esta puede ser de tres tipos: compra de contado, compra a crédito ó compra por caja menor. En el primer caso El Jefe de Adquisiciones envía a Contabilidad original de la Orden de Compra, el

Certificado de Disponibilidad Presupuestal y las Cotizaciones, así como también envía a Almacén copia de estos documentos, el cuadro comparativo y número de Acta del Comité de Compras si se dio el caso.

Para el segundo caso El Jefe de Adquisiciones envía a Almacén original de Orden de Compra y dos copias de ésta, la Requisición, Cotizaciones Certificado de Disponibilidad Presupuestal, el cuadro comparativo y Acta del Comité de Compras si lo hubo. Y también éste a su vez enviará copia a Contabilidad para que realice el asiento contable y la cancelación de la factura.

Para el tercer caso se realizará cuando los artículos se necesiten para cualquier urgencia, y su valor es inferior al 10% del fondo, éstas serán realizadas con la factura y relación de caja menor.

En la figura 5.6 se describe en detalle el proceso de legalización de la orden de compra y las actividades que comprende el proceso, las cuales son descritas en la tabla 5.6.

Proceso	Actividades
P.1.6 Legalización de la orden de compra.	

Tabla 5.6 Descripción Proceso Legalización Orden de Compra.

**P.1.7 Salida de almacén**

El Almacenista diligencia debidamente el formato FR-D.SAD-002-03. Si el usuario es quien recibe directamente debe informar de inmediato vía email de la llegada de éste, firmar la remisión en señal de aceptación y enviar físicamente al almacenista para seguir los tramites de ingreso al SIFAD y pago de la factura.

## ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

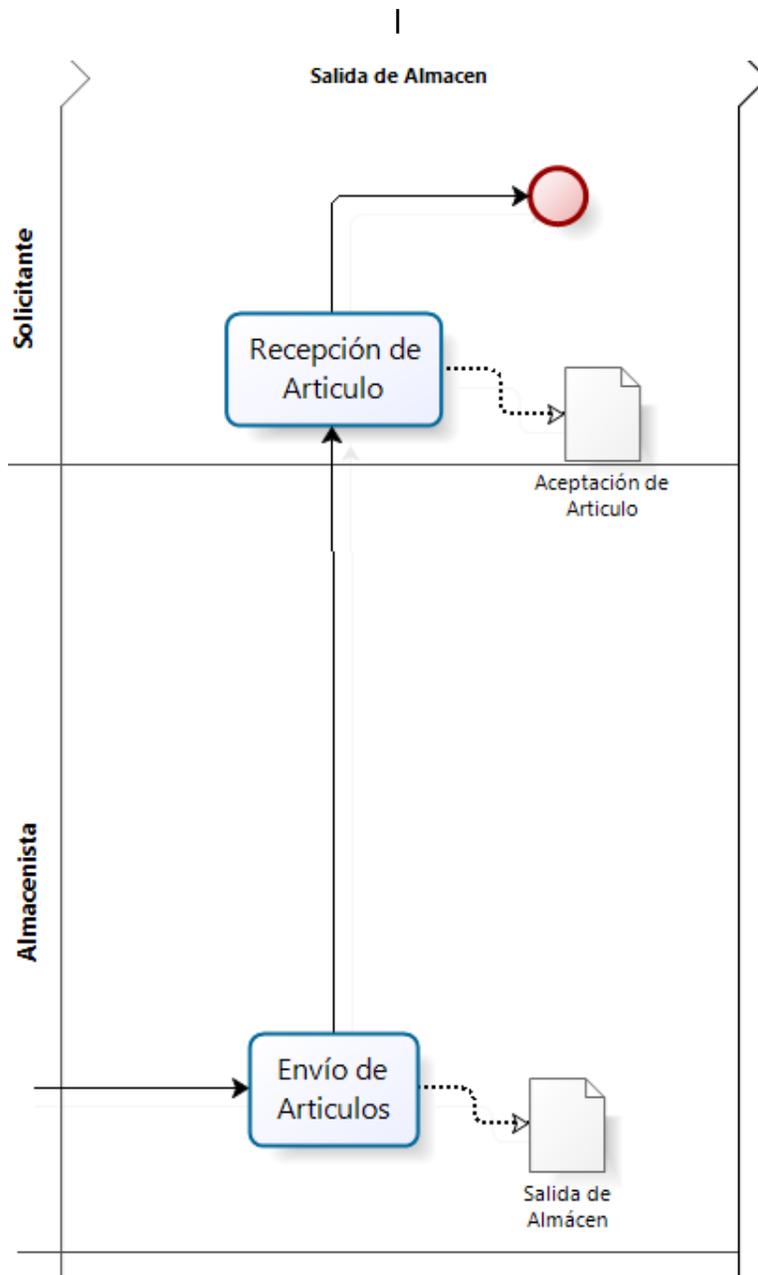
El P.1.7 se encarga de controlar la salida de los productos del almacén, En la figura 5.7 se describe en detalle el proceso las actividades que involucra, las cuales se describen en la tabla 5.7.

Proceso	Actividades
P.1.6 Legalización de la orden de compra.	

**Tabla 5.7 Descripción Proceso Salida de Almacén.**

Figura 5.7 Salida de Almacén

ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES



### **5.1.2. Descripción Del Sistema**

A partir de la descripción general de los procesos de negocios, se han logrado identificar los siguientes procesos claves que representan funcionalidades del sistema de Selección y Evaluación de Proveedores: evaluación de proveedores, selección de proveedores y gestión de proveedores. A continuación se hace descripción en detalle de cada proceso.

- *Evaluación De Proveedores*

El proceso de evaluación de proveedores en la Universidad Tecnológica de Bolívar inicia una vez se han realizado el proceso de compra, porque es necesario el desarrollo de un informe de desempeño del proveedor, por parte del jefe de adquisiciones en conjunto con el solicitante del producto.

Para el desarrollo de ese informe de desempeño, se deben haber definido los criterios y factores más importantes y la ponderación de acuerdo al grado de importancia de los factores. De acuerdo a estas ponderaciones se califica al proveedor según la orden de compra, como: excelente, bueno, requiere mejorar, no cumple.

Periódicamente se realiza un consolidado de todas las evaluaciones y de acuerdo a la ponderación de las calificaciones obtenidas se obtiene una calificación general que permite determinar si el proveedor es rectificado, si se invita a mejorar o si es desertificado.

La funcionalidad de evaluación se descompone en las siguientes funcionalidades: configuración de la evaluación, la evaluación del servicio y la evaluación general del servicio.

- ✓ Configuración de la Evaluación: antes de evaluar el servicio prestado por un proveedor, es necesario establecer los parámetros de evaluación, tales como: factores, criterios y rangos entre los cuales se va a evaluar cada criterio, en la figura 5.8 se describe el proceso en detalle.

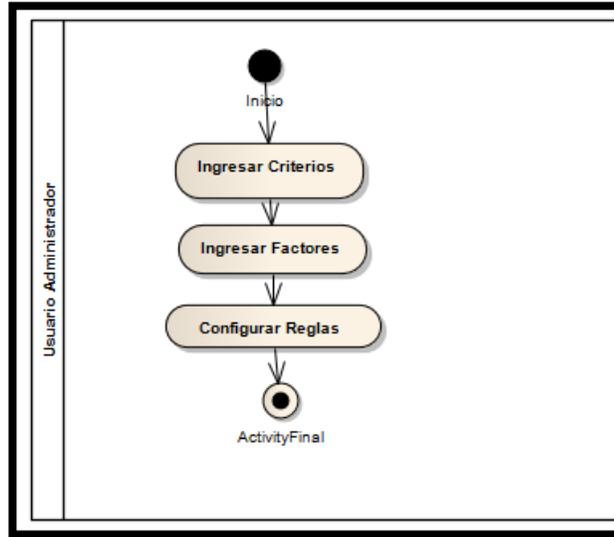


Figura 5.8 Diagrama de Actividades Configuración de la Evaluación.

- ✓ Evaluación del Servicio: se realiza la evaluación al servicio prestado por un proveedor con relación a una orden de compra, en la figura 5.9 se muestra el diagrama de actividades de este proceso.

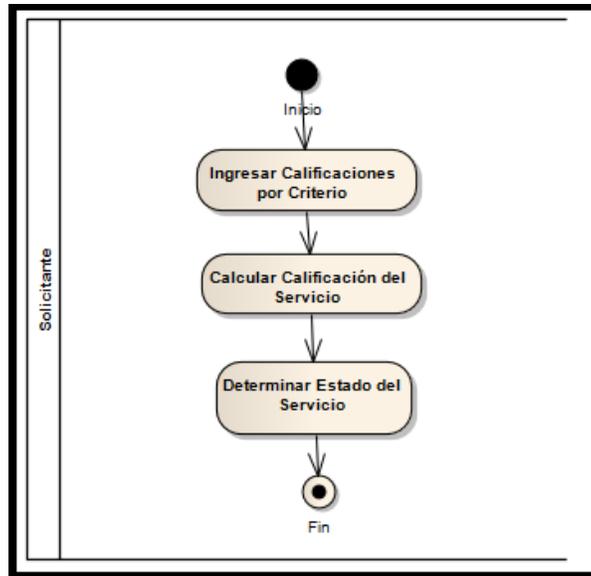


Figura 5.9 Diagrama de Actividades Evaluación del Servicio.

- ✓ Evaluación General del Servicio: se recopilan todas las evaluaciones realizadas a un proveedor durante un periodo de tiempo indicado por el usuario.
- **Selección de Proveedores:**

En la actualidad no se realiza un procedimiento detallado para la selección de los proveedores, esta actividad está sujeta al conocimiento del personal encargado sobre la actividad y los servicios prestados por los proveedores.

*El* proceso de selección de proveedores propuesto a la Universidad Tecnológica de Bolívar inicia una vez ha surgido una requisición. Previamente se han definido los criterios más importantes y sus respectivos factores y se ha establecido una escala de calificación de factores de 1-10, en la cual se relacionan la cantidad de encuestas realizadas con la calificación obtenida en la evaluación de los factores realizada a cada proveedor y se establece una puntuación al factor para dar inicio a la aplicación del método.

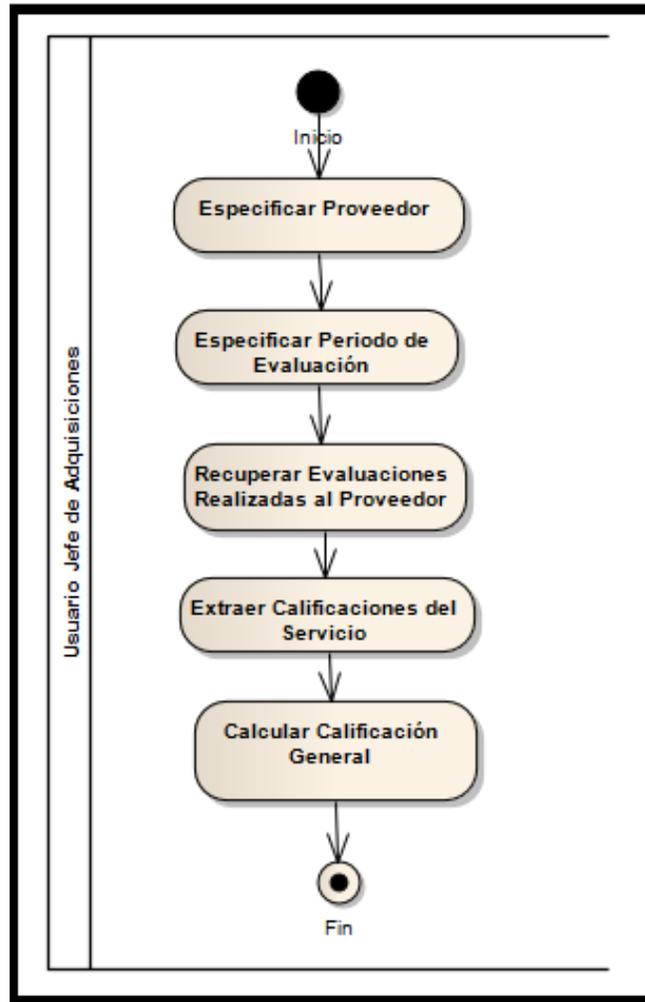


Figura 5.10 Diagrama de Actividades Evaluación General del Proveedor

En la figura 5.11 se describe en detalle el proceso de selección de proveedores con la aplicación del modelo propuesto a la Universidad Tecnológica de Bolívar.

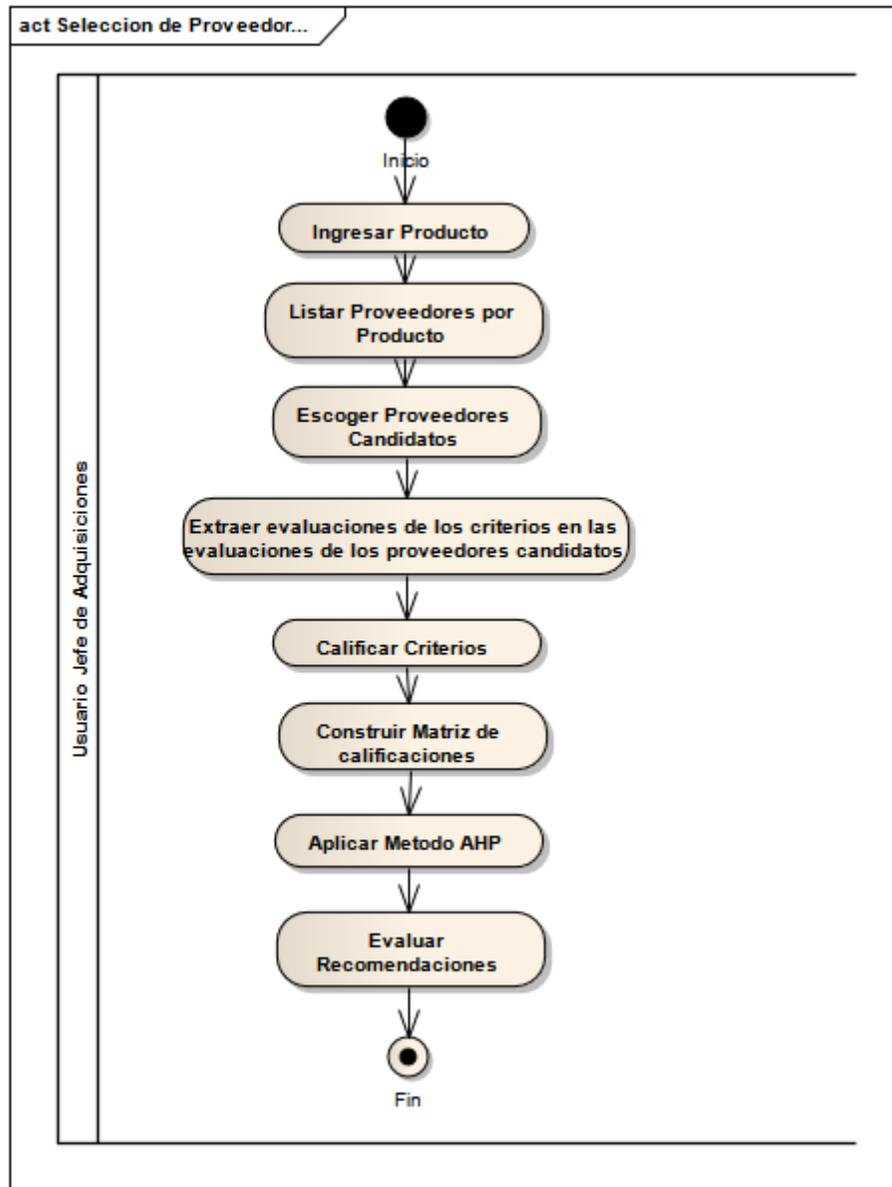


Figura 5.11 Diagrama de Flujo-Proceso Selección de Proveedores.

- **Gestión de Proveedores:** El proceso de compras requiere de una buena gestión de los proveedores, pudiendo así tener un contacto más directo con ellos. Una vez se ha realizado la selección de los proveedores debe notificarse que han sido seleccionados y se invita a cotizar. Debe tenerse en cuenta el listado de proveedores que han sido seleccionados para la compra de un producto específico, y se deben contactar vía e-mail, fax, etc.

Además se debe gestionar la inscripción y actualización de datos de los proveedores en el listado maestro, un proveedor nuevo debería solicitar la inscripción y una vez sea admitida sus datos serán registrados. En caso de necesitar actualizar su información se debe indicar los datos y se actualizarán en el listado maestro. Se destaca las siguientes funcionalidades dependientes de esta: el registro de proveedores y la notificación de que han sido seleccionados para cotizar, las cuales se describen a continuación.

- ✓ Registro de Proveedores: este proceso se refiere a gestionar el registro de los proveedores nuevos. En la figura 5.12 se detallan las actividades necesarias en el desarrollo de este proceso.
- ✓ Notificación de Solicitud de Cotización: una vez se han seleccionado los proveedores a quienes se va a cotizar, se debe dar aviso a estos. Este proceso se describe en la figura 5.13.

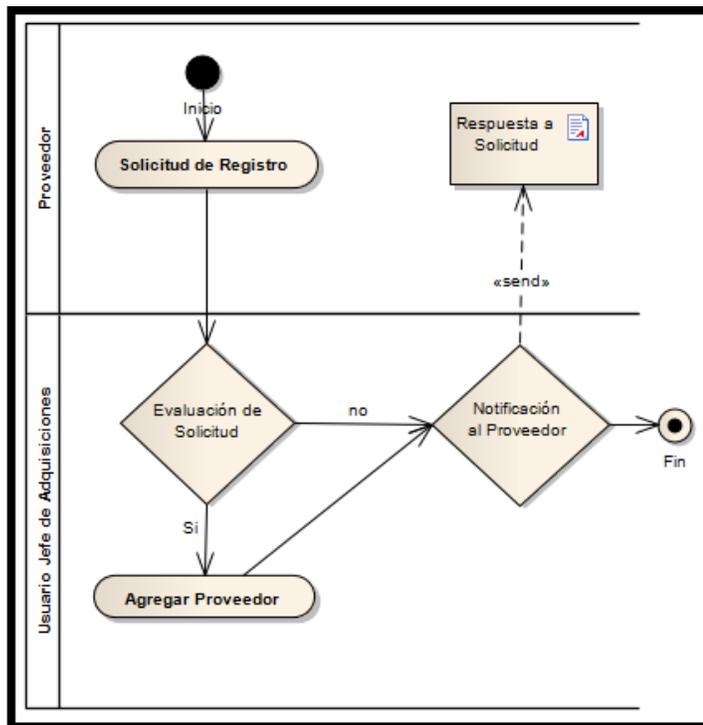


Figura 5.12 Diagrama de Actividades Registro de Proveedores.

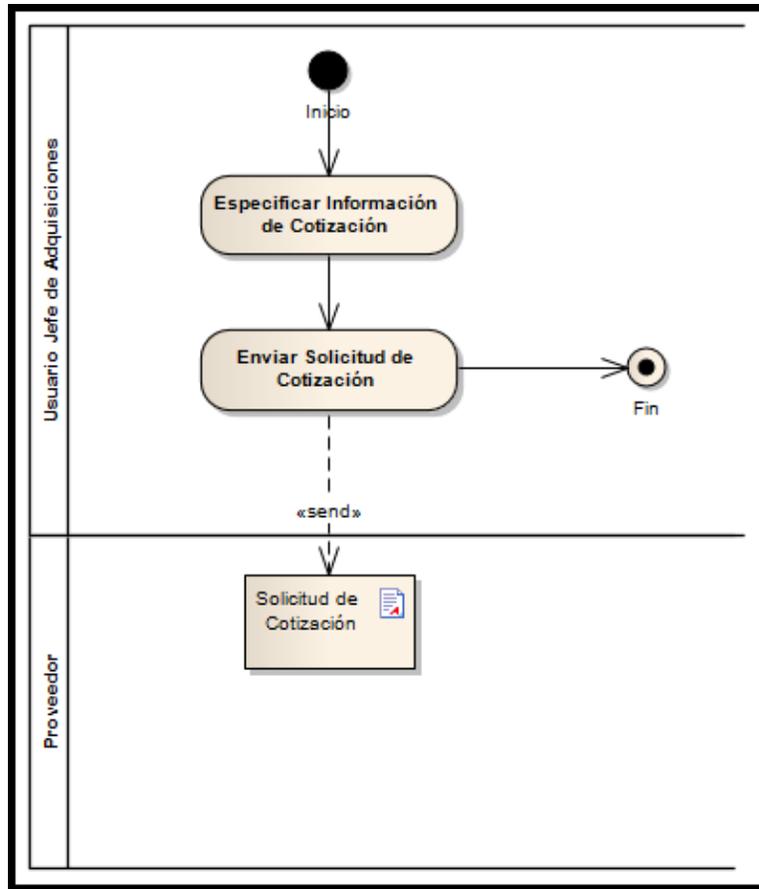


Figura 5.13 Diagrama de Actividades Notificación de Solicitud de Cotización.

### 5.1.3. Matrices De Funcionalidades

Se han considerado los siguientes criterios para documentar la funcionalidad del sistema: Aplicaciones, Funcionalidades y Procesos. Los cuales se detallan a continuación:

- **Listado de Aplicaciones:** en la revisión, se identificó que la institución cuenta con una única herramienta administrativa llamada SIFAD, la cual se describe en detalle a continuación.
  - ✓ **SIFAD:** Herramienta utilizada para administrar los procesos de negocios de la universidad actualmente, es claro, que es una herramienta poco orientada hacia el proceso de negocios, excluyente

de aspectos relevantes en la gestión de negocios, como son la inteligencia de negocios, entre otros.

- **Listado de Funcionalidades:** se identificaron las siguientes funcionalidades, necesarias para el desarrollo del servicio de selección de proveedores.
  - ✓ Evaluación Proveedores
  - ✓ Evaluación General de Proveedores
  - ✓ Selección de Proveedores
  - ✓ Gestión de Proveedores
  
- **Listado de Procesos:** los procesos involucrados en la selección de proveedores se detallan a continuación:
  - ✓ Registro de Proveedores en el Sistema.
  - ✓ Actualización de Información en el Sistema.
  - ✓ Configuración de Parámetros de la Evaluación.
  - ✓ Configuración de Parámetros de la Selección.
  - ✓ Calificación de Proveedores.
  - ✓ Calificación General de Proveedores.

Con la identificación de los aspectos anteriores se han construido las Matrices de Funcionalidades Vs Procesos y Funcionalidades Vs Aplicaciones, las cuales permiten detallar la relación existente entre estos aspectos y determinar el uso de la aplicación actual. En la tabla 5.8 se describe la Matriz de Funcionalidades Vs Aplicaciones.

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

<b>FUNCIONALIDADES Vs APLICACIONES</b>	<b>SIFAD</b>
Evaluación Proveedores	NA
Evaluación General de Proveedores	NA
Selección de Proveedores	NA
Gestión de Proveedores	NA

**Tabla 5.8 Matriz de Funcionalidades Vs Aplicaciones**

Se logra identificar en la Matriz de Funcionalidades Vs. Aplicaciones que la aplicación actualmente utilizada en la institución no incluye ninguna de las funcionalidades identificadas para el desarrollo de la herramienta de selección. En la tabla 5.9 se describe la Matriz de Funcionalidades Vs Procesos.

<b>FUNCIONALIDADES Vs PROCESOS</b>	<b>Evaluación Proveedores</b>	<b>Evaluación General de Proveedores</b>	<b>Selección de Proveedores</b>	<b>Gestión de Proveedores</b>
Registro de Proveedores en el Sistema.				X
Actualización de Información en el Sistema.				X
Configuración de Parámetros de la Evaluación.	X	X		
Configuración de Parámetros de la Selección.			X	
Calificación de Proveedores.	X	X		

Calificación General de Proveedores.				
--------------------------------------	--	--	--	--

Tabla 5.9 Matriz de Funcionalidades Vs Procesos

**5.1.4. Especificación de Requerimientos**

Se logró especificar los requerimientos funcionales y no funcionales, los cuales se describen detalladamente en el Anexo 2.

**5.1.5. Diagramas de Caso de Uso**

A partir de los requerimientos se diseñaron los casos de uso, la figura 5.14 describe el caso de uso general.

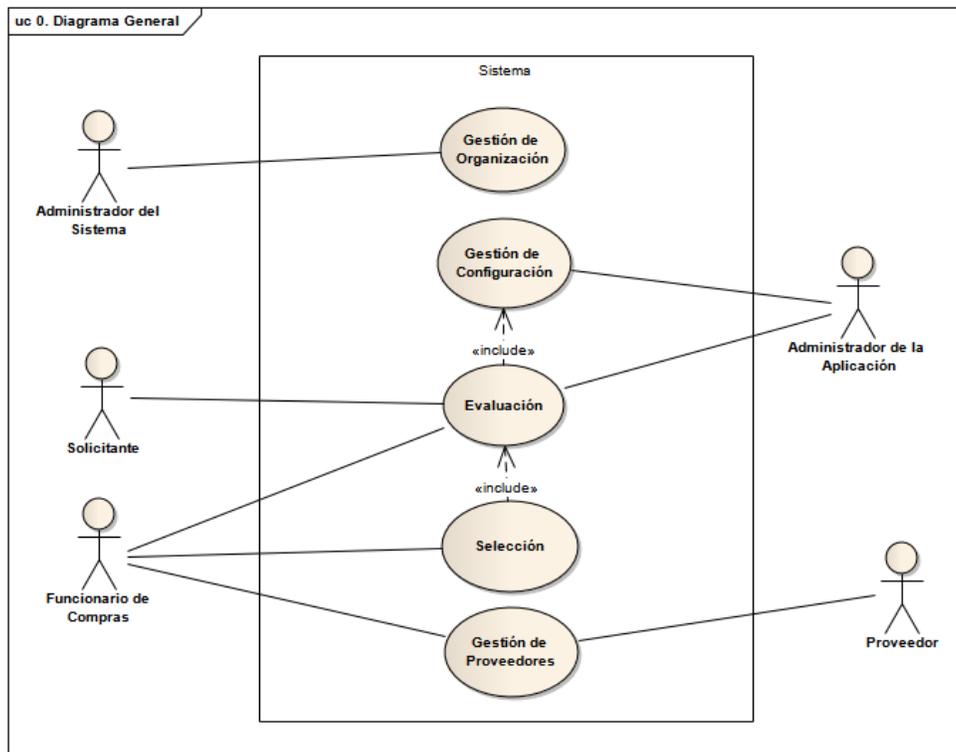
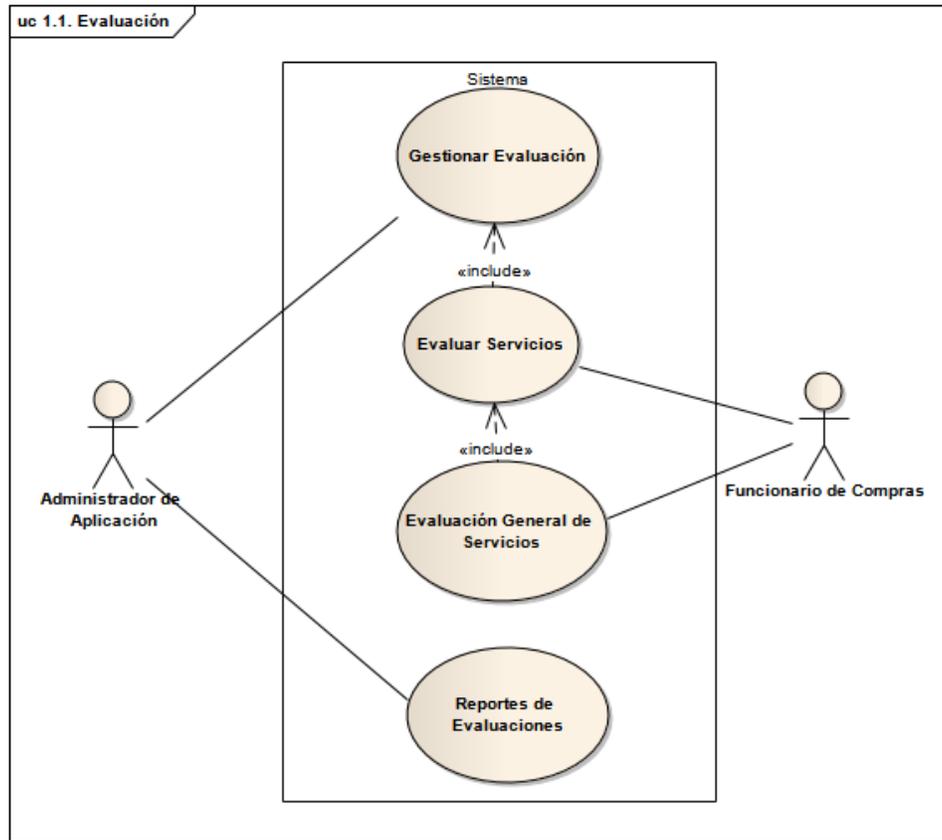


Figura 5.14 Diagrama General

**Caso de Uso 1. Evaluación**



**Figura 5.15 Evaluación.**

<b>ID Caso de Uso</b>	CU. 1.1	
<b>Nombre Caso de Uso</b>	Gestionar Evaluación	
<b>Actores:</b>	Administrador de la Aplicación, Sistema.	
<b>Descripción:</b>	Se describe la funcionalidad de evaluación y todas las actividades que conlleva.	
<b>Requerimientos asociados</b>	R1.1, R1.2, R1.3, R1.4 y R1.5	
<b>Precondición</b>	1. Que se haya creado una organización, usuarios y proveedores. 2. Que existan ordenes de compra para evaluar.	
<b>Secuencia</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>Normal</b>	1	El administrador de la aplicación se encarga de configurar los parámetros necesarios para realizar una evaluación (criterios, factores, etc.).

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

	2	El administrador de la aplicación se encarga de configurar los reportes requeridos.
	3	El solicitante realiza una evaluación del servicio asociado a una orden de compra.
	4	El funcionario de compras realiza la evaluación general de un proveedor, a partir de las evaluaciones de servicio realizadas, durante un periodo de tiempo.
<b>Postcondición</b>	NA	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>Frecuencia esperada</b>	NA	
<b>Estabilidad</b>	Alta	
<b>Comentarios</b>		

Tabla 5.10 Caso de Uso Evaluación.

**Caso Uso 1.1 Diagrama Caso de Uso Configuración de la Evaluación**

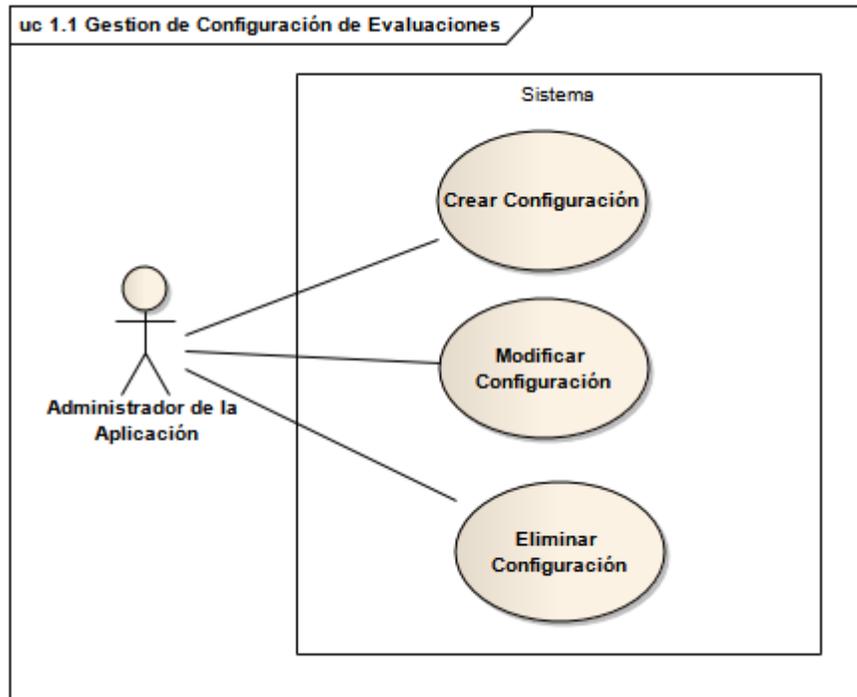


Figura 5.16 Gestión de la Configuración de la Evaluación.

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

<b>ID Caso de Uso</b>	CU. 1.1	
<b>Nombre Caso de Uso</b>	Gestión de la Configuración de la Evaluación.	
<b>Actores:</b>	Administrador de la Aplicación, Sistema.	
<b>Descripción:</b>	Se refiere a la creación, modificación y eliminación de los parámetros de evaluación.	
<b>Requisitos asociados</b>	R1.1	
<b>Precondición</b>	1. Que se haya creado una organización, usuarios y proveedores. 2. Que existan órdenes de compra para evaluar.	
<b>Secuencia</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>Normal</b>	1	El administrador de la aplicación se encarga crea un configuración para una evaluación, la cual contendrá factores, criterios ponderaciones y reglas asociadas.
	2	El administrador de la aplicación podrá modificar una configuración previamente creada.
	3	El administrador de la aplicación podrá eliminar una configuración previamente creada.
<b>Postcondición</b>	NA	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	2,3	Una configuración no podrá ser modificada ni eliminada si ya ha sido asociada a una evaluación.
	2	En una configuración solo podrá modificarse las ponderaciones asociadas a los criterios y las de sus factores.
	1,2	Las ponderaciones de los criterios y factores no podrán estar por fuera del rango permitido (0%-100%).
	1,2	La suma de las Ponderaciones de los criterios debe estar dentro del rango permitido (0%-100%).
<b>Frecuencia esperada</b>	NA	
<b>Estabilidad</b>	Media	
<b>Comentarios</b>		

**Tabla 5.11 Caso de Uso Gestión de la Configuración de la Evaluación.**

**Caso de Uso 2. Selección de Proveedores**

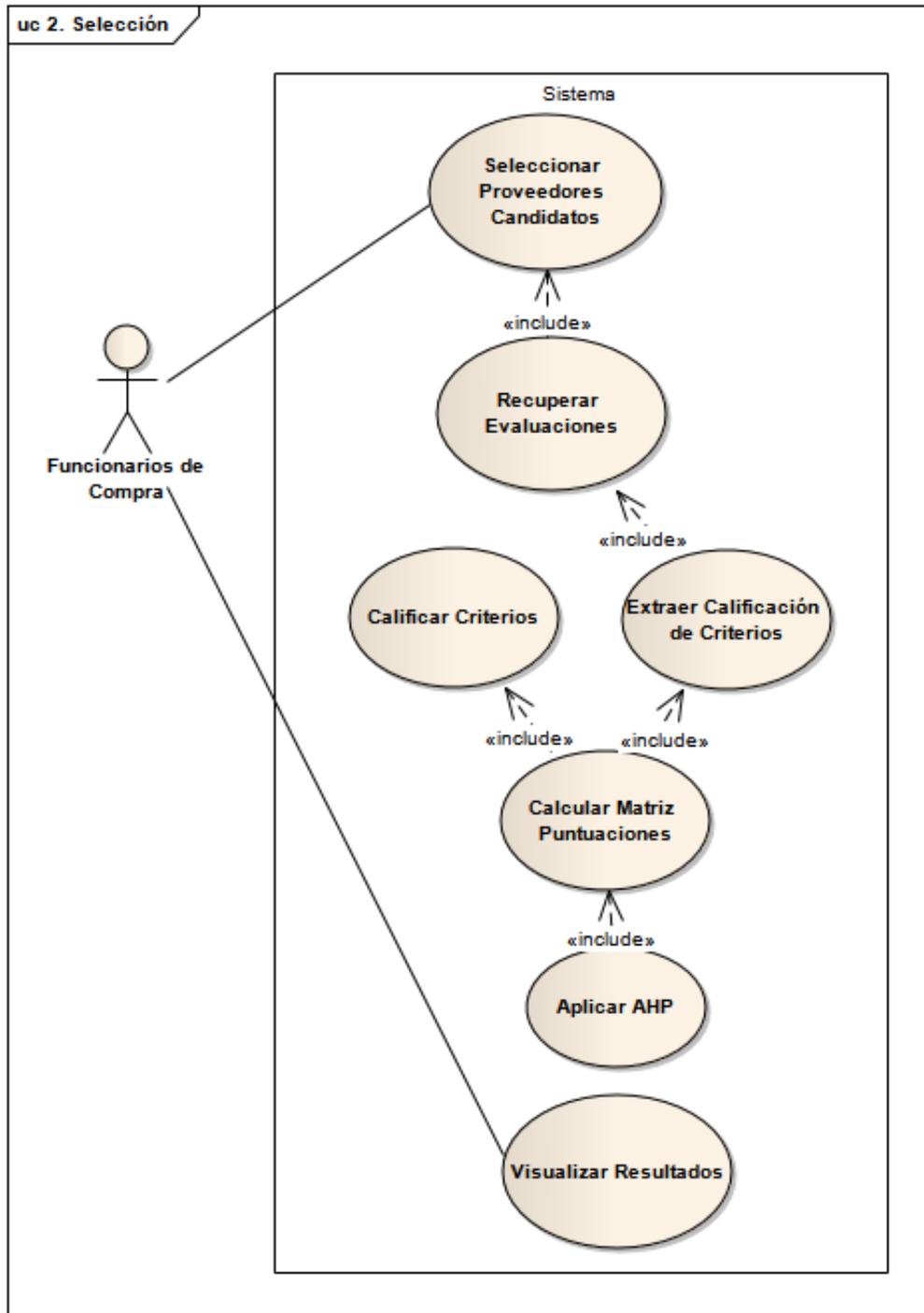


Figura 5.17 Selección.

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

<b>ID Caso de Uso</b>	CU. 2	
<b>Nombre Caso de Uso</b>	Selección	
<b>Actores</b>	Funcionario de Compras, Sistema	
<b>Descripción</b>	Se describe el proceso de selección de proveedores, desde la selección de los posibles proveedores hasta la recomendación.	
<b>Requisitos asociados</b>	R2.1, R2.2, R2.3, R2.4	
<b>Precondición</b>	Que existan proveedores asociados a la organización y productos asociados al ó los proveedores	
<b>Secuencia</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>Normal</b>	1	El sistema permitirá crear un listado de los proveedores asociados a un producto específico, candidatos a seleccionarse. El funcionario de compras podrá decidir con cuáles de ellos realizar la selección.
	2	El sistema recuperará las evaluaciones asociadas a un proveedor en un periodo de tiempo especificado, extraerá las calificaciones por criterios y generará las puntuaciones necesarias para la aplicación del método.
	3	El funcionario de compras calificara los criterios de acuerdo al grado de importancia. El sistema preparará los datos requeridos por el modelo.
	4	El sistema realizará los cálculos requeridos por el método para la obtención de las calificaciones.
	5	El sistema permitirá generar el reporte de selección de proveedores.
<b>Postcondición</b>	NA	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Ingreso de un producto no existente.
	4	División entre cero
<b>Frecuencia esperada</b>	NA	
<b>Estabilidad</b>	Media	
<b>Comentarios</b>		

**Tabla 5.12 Caso de Uso Selección.**

**Caso de Uso 3. Gestión de Proveedores**

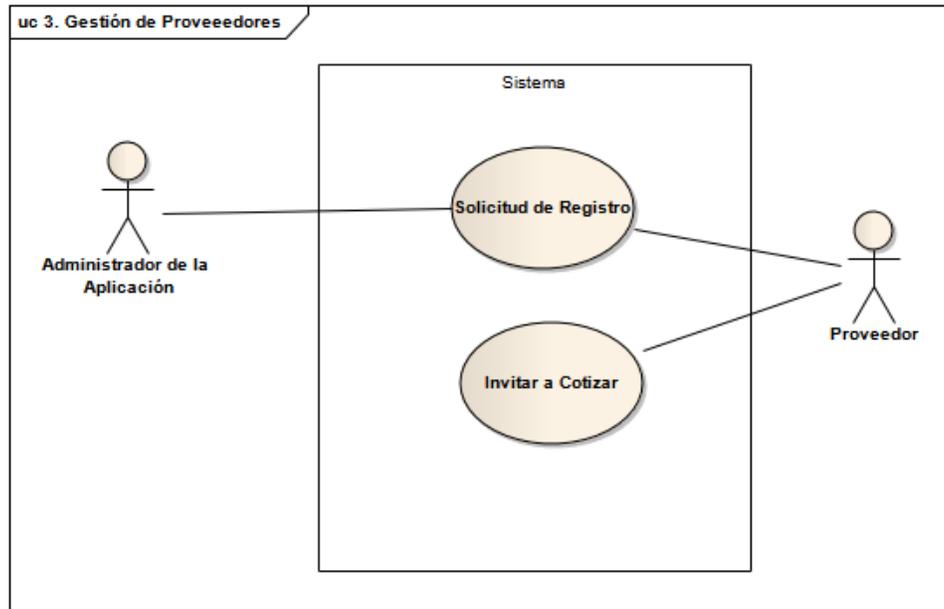


Figura 5.18 Gestión de Proveedores.

<b>ID Caso de Uso</b>	CU 3	
<b>Nombre Caso de Uso</b>	Gestión de Proveedores	
<b>Actores</b>	Administrador de la Aplicación, Proveedor, Sistema.	
<b>Descripción</b>	Se realiza operaciones relacionadas con la gestión de los proveedores, registro y notificación de cotizaciones.	
<b>Requisitos asociados</b>	R3.1, R3.2, R3.3	
<b>Precondición</b>	Que existan Organizaciones Configuradas en el Sistema.	
<b>Secuencia</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>Normal</b>	1	El proveedor solicita el registro en el sistema como proveedor y el administrador de la aplicación, decide si admitirlo o no.
	2	El sistema envía una solicitud de cotización a los proveedores seleccionados.
<b>Postcondición</b>	NA	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>

	1	Que el proveedor ya este registrado.
<b>Frecuencia esperada</b>	NA	
<b>Estabilidad</b>	Media	
<b>Comentarios</b>		

Tabla 5.13 Caso de Uso Gestión de Proveedores.

**Caso de Uso 4. Gestión de Configuración**

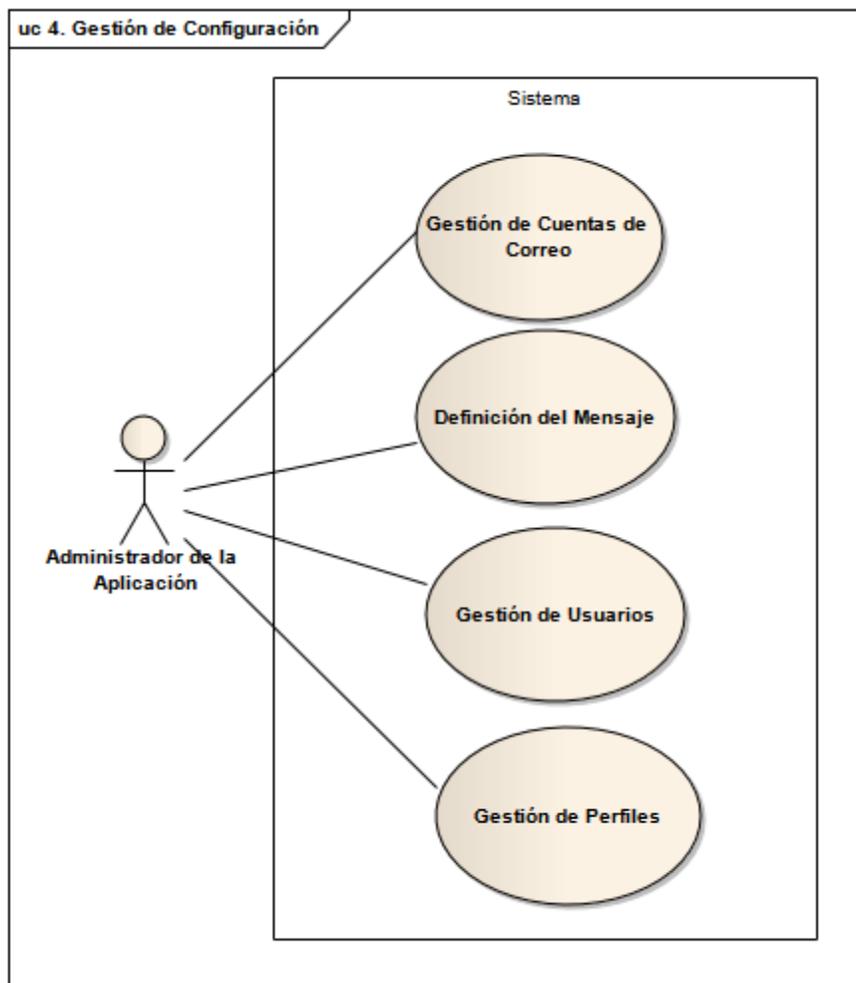


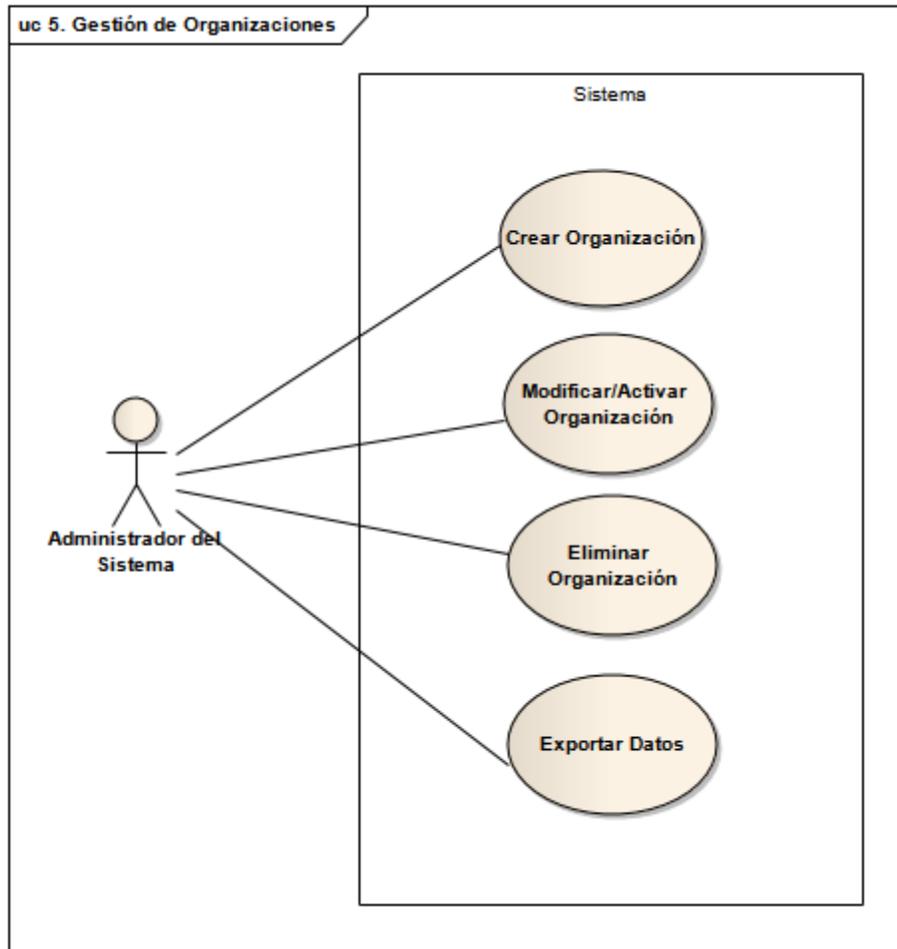
Figura 5.19 Gestión de Configuración

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

<b>ID Caso de Uso</b>	CU 4	
<b>Nombre Caso de Uso</b>	Gestión de Configuración	
<b>Actores</b>	Administrador de la Aplicación, Sistema.	
<b>Descripción</b>	Se realiza operaciones relacionadas con la gestión de los proveedores, registro y notificación de cotizaciones.	
<b>Requisitos asociados</b>	R1, R2, R3	
<b>Precondición</b>	Que existan Organizaciones Configuradas en el Sistema.	
<b>Secuencia</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>Normal</b>	1	El administrador de la aplicación se encarga de gestionar las cuentas de correo.
	2	El administrador de la aplicación se encarga de definir la estructura del mensaje.
	3	El administrador de la aplicación se encarga de crear y asignar los perfiles de los usuarios
	4	El administrador de la aplicación se encarga de gestionar la creación de usuario en el sistema.
<b>Postcondición</b>	NA	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
<b>Frecuencia esperada</b>	NA	
<b>Estabilidad</b>	Media	
<b>Comentarios</b>		

**Tabla 5.14 Caso de Uso Gestión de Configuración.**

**Caso de Uso 5. Gestión de Organización**



**Figura 5.20 Gestión de Organización.**

<b>ID Caso de Uso</b>	CU 5	
<b>Nombre Caso de Uso</b>	Gestión de Organización	
<b>Actores</b>	Administrador del Sistema, Sistema.	
<b>Descripción</b>	Se realiza operaciones relacionadas con la gestión de los proveedores, registro y notificación de cotizaciones.	
<b>Requisitos asociados</b>	R1, R2, R3	
<b>Precondición</b>	NA	
<b>Secuencia</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>

## ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

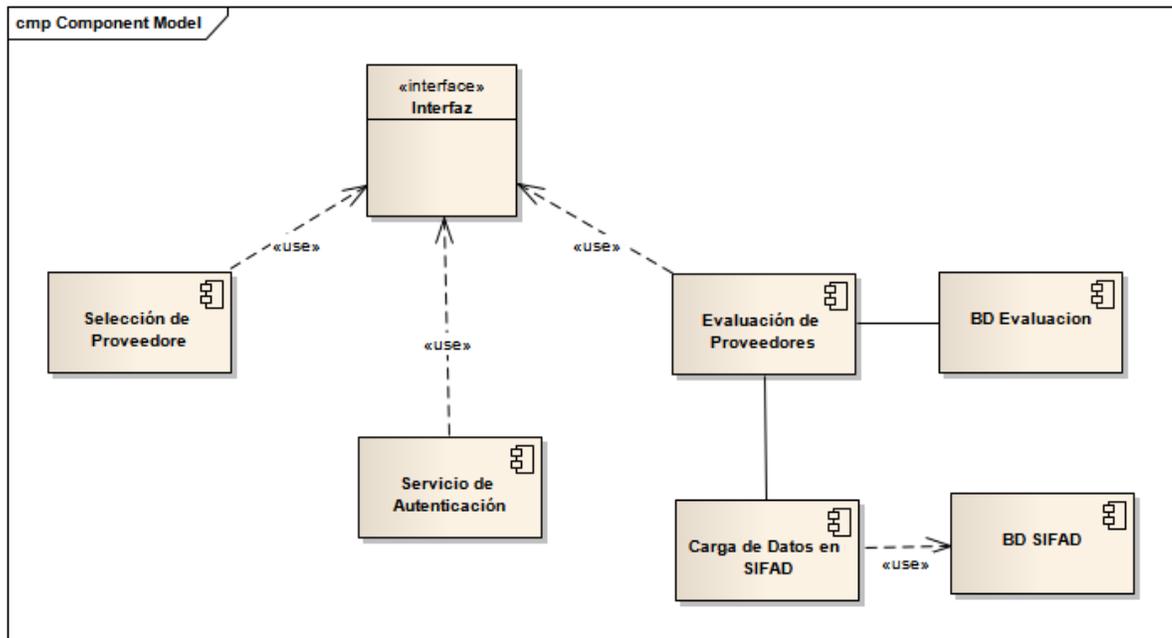
<b>Normal</b>	1	El administrador del sistema configura y crea organizaciones en el sistema.
	2	El administrador del sistema realiza modificaciones sobre la configuración de las organizaciones.
	3	El administrador del sistema elimina organizaciones configuradas en el sistema.
<b>Postcondición</b>	NA	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Que el proveedor ya este registrado.
<b>Frecuencia esperada</b>	NA	
<b>Estabilidad</b>	Media	
<b>Comentarios</b>		

**Tabla 5.15 Caso de Uso Gestión de Organización.**

### 5.2. Diseño

A continuación se describe el diseño del sistema, el cual fue realizado a partir del análisis que se detalla en la sección 5.1.

#### 5.2.1. Diagrama de Componentes



La figura 5.21 describe los componentes del sistema, los cuales se describen a continuación:

- Interfaz: esta permite la comunicación entre el usuario y los servicios de selección y evaluación de proveedores, los servicios son completamente independientes a esta. Se desarrolló en lenguaje JAVA.
- Servicio de Selección de Proveedores: se aplicó el método de selección de proveedores propuesto en el capítulo 3. El mensaje está compuesto por el listado de proveedores a evaluar y la matriz de puntuaciones obtenida del desempeño del proveedor, a partir de sus evaluaciones. Este servicio fue desarrollado en lenguaje .NET.
- Servicio de Evaluación de Proveedores: este servicio se encarga de evaluar el desempeño de los proveedores, es necesario configurar los criterios bajo los cuales se está evaluando, cada evaluación está asociada a una orden de compra, los resultados obtenidos son almacenados en la base de datos propia de este servicio y permiten generar la evaluación general del proveedor. Este servicio fue desarrollado en lenguaje .NET.
- Servicio de Carga de Datos de SIFAD: Este servicio permite obtener los datos de la base de datos de SIFAD implementada en Informix 4G y alimentar la base de datos del servicio de evaluación implementada en SQL Server.
- Base de Datos de Evaluación: el servicio de Evaluación de Proveedores es el propietario de esta, almacena la configuración de la evaluación, la cual guarda los factores, criterios y reglas necesarias para la evaluación.
- Base de Datos de SIFAD: Es la base de datos del SIFAD, que es la herramienta de legado que utiliza actualmente la Universidad Tecnológica de Bolívar.

### 5.2.2. Diagrama de Despliegue

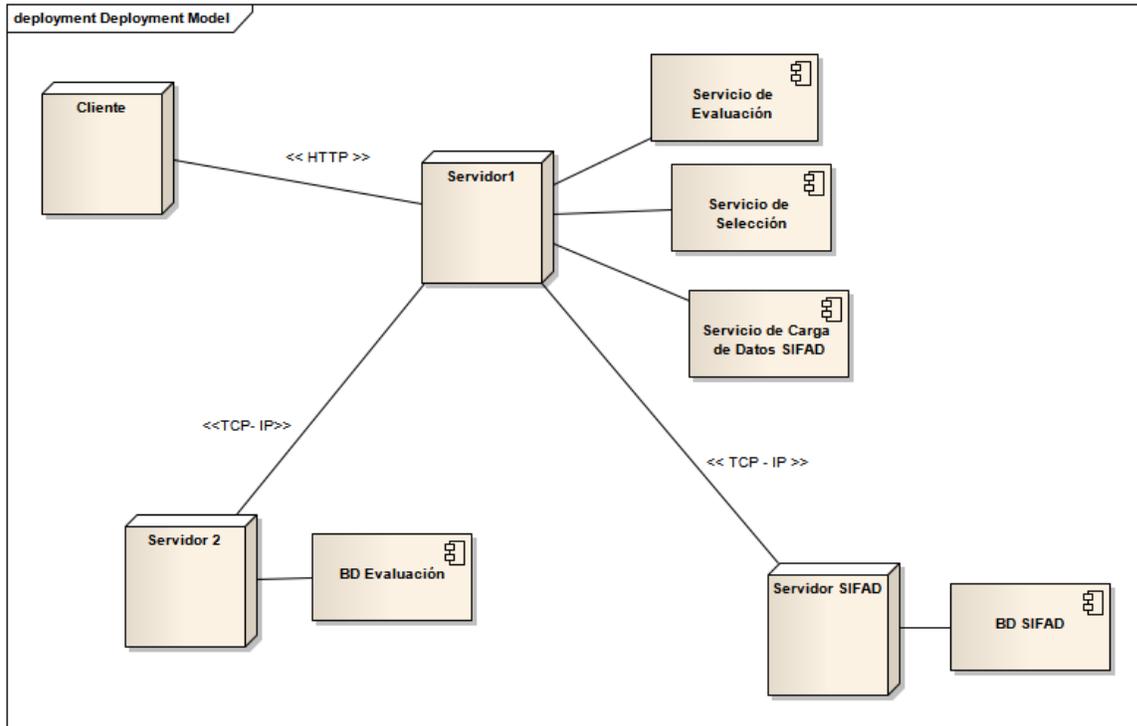


Figura 5.22 Diagrama de Despliegue

La figura 5.22 describe el modelo de despliegue sugerido, en el cual se recomienda el uso de 3 servidores, detallados a continuación:

- Servidor 1: aloja los servicios de evaluación, selección y carga de datos. Se recomendaría alojar el servicio de selección en un servidor independiente por ser el que requiere mayor capacidad de procesamiento, de acuerdo a las transacciones requeridas en la aplicación del método.
- Servidor 2: Este es un servidor de base de datos y en él se aloja la base de datos del servicio de selección de proveedores.
- Servidor SIFAD: este servidor almacena la base de datos del sistema SIFAD.

5.2.3. *Diagrama de Clases*

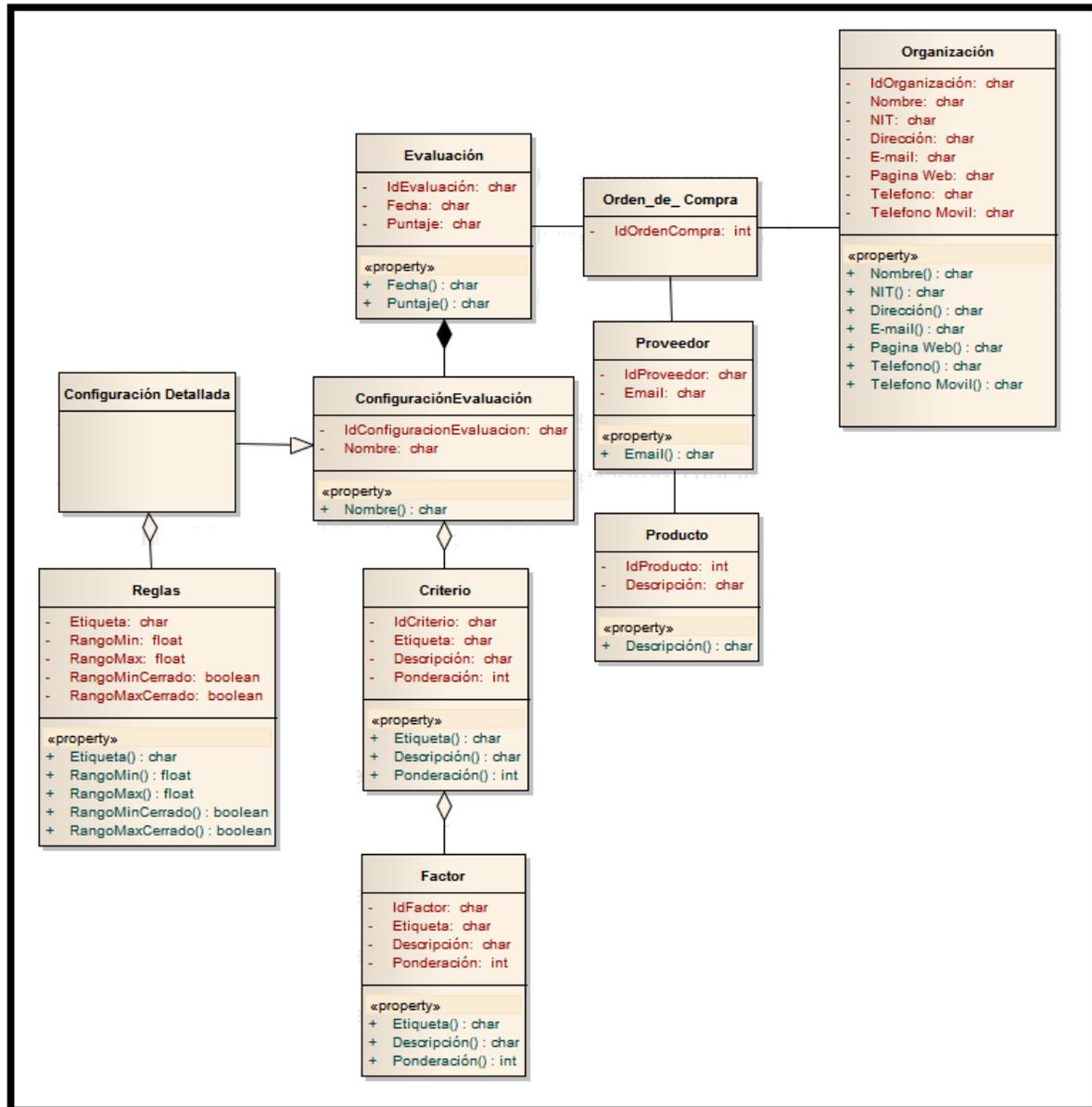


Figura 5.23 Diagrama de Clases

**5.2.4. Mapa De Servicios**

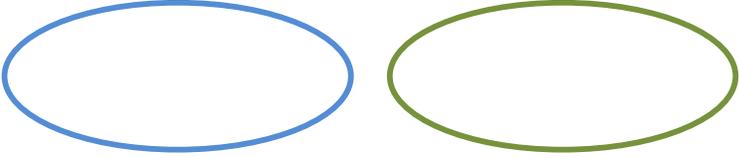
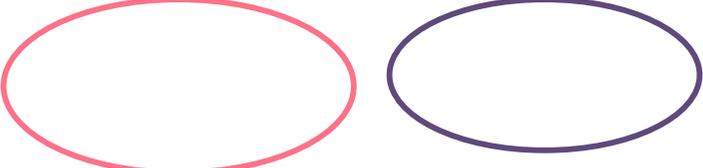
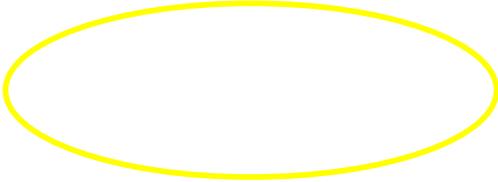
ZONA DE SERVICIOS EN NEGOCIO	SERVICIOS
NEGOCIO	
TAREA	
INFRAESTRUCTURA	
ENTIDAD	

Figura 5.24 Mapeo de servicios a la zona de servicios de negocio.

5.2.5. Contrato Por Cada Servicio

Servicio de Evaluación de Servicios

<b>ID</b>	<b>S1</b>
<b>Nombre</b>	Evaluación de Servicios
<b>Tipo</b>	Tarea
<b>Taxonomía</b>	Sistema de Información
<b>Requerimientos Funcionales</b>	R.1.1 - R.1.5
<b>Requerimientos No Funcionales</b>	
<b>Método de Descubrimiento</b>	Top Down
<b>Justificación</b>	El servicio encapsula la lógica de evaluación del servicio prestado por un proveedor.
<b>Operaciones</b>	<p><b>1. Crear_Evaluación</b>  <u>Entrada:</u> Nombre, Esquema_Configuración.  <u>Salida:</u> IdOrganizacion, IdConfiguracionEvaluacion, IdConfiguracionDetallada.  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>2. Actualizar_Evaluación</b>  <u>Entrada:</u> IdOrganizacion, IdConfiguracionEvaluacion, IdConfiguracionDetallada, Esquema_Configuración_Actualizado.  <u>Salida:</u> Esquema_Configuración.  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>3.Obtener_Esquema_de_Evaluación</b>  <u>Entrada:</u> IdOrganizacion, IdConfiguracionEvaluacion, IdConfiguracionDetallada.  <u>Salida:</u> Esquema_Configuración.  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>4. Evaluar_Servicio_de_Proveedor:</b>  <u>Entrada:</u> IdOrganizacion, IdOrdenCompra, IdUsuario.  <u>Salida:</u> Puntaje.  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>5. Crear Criterios</b>  <u>Entrada:</u> Descripción, IdOrganización.  <u>Salida:</u> Criterio.  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>6. Obtener_Criterios</b>  <u>Entrada:</u> IdOrganización  <u>Salida:</u> []Criterios  <u>Excepciones:</u> 1. Que los criterios existan</p>

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

	<p><b>7. Crear Factores</b>  <u>Entrada:</u> Descripción, IdOrganización.  <u>Salida:</u> Factor.  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>8. Obtener_Factores</b>  <u>Entrada:</u> IdOrganización.  <u>Salida:</u> []Factores  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>9. Crear Reglas</b>  <u>Entrada:</u> RangoMin, RangoMax, RangoMinCerrado, RangoMaxCerrado, Etiqueta.  <u>Salida:</u> Etiqueta.  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>10. Obtener_Reglas</b>  <u>Entrada:</u> IdOrganización.  <u>Salida:</u> []Reglas  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>11. Obtener_Evaluación_General</b>  <u>Entrada:</u> Fecha_Inicial, Fecha Final, IdOrganizacion, IdProveedor  <u>Salida:</u> Puntaje  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>12. ObtenerProvedores</b>  <u>Entrada:</u> IdOrganización, IdProducto.  <u>Salida:</u> []Provedores  <u>Excepciones:</u></p>
	<p><b>13. Recuperar Evaluación</b>  <u>Entrada:</u> []Provedores  <u>Salida:</u> ConglomeradoEvaluaciones  <u>Excepciones:</u></p>

**Tabla 5.16 Contrato Servicio de Evaluación de Servicios**

Selección de Proveedores

<b>ID</b>	<b>S2</b>
<b>Nombre</b>	Selección de Proveedores
<b>Tipo</b>	Tarea
<b>Taxonomía</b>	Sistema de Información
<b>Requerimientos Funcionales</b>	
<b>Requerimientos No Funcionales</b>	
<b>Método de Descubrimiento</b>	Top Down

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

<b>Justificación</b>	El servicio encapsula la lógica del método AHP aplicado para seleccionar a los mejores proveedores.
<b>Operaciones</b>	<b>1. Aplicar_Método_AHP</b> Entrada: Conglomerado Salida: Alternativas Excepciones:

**Tabla 5.17 Contrato Servicio de Selección de Proveedores**

Notificación de Solicitudes a Proveedores

<b>ID</b>	<b>S3</b>
<b>Nombre</b>	Notificación de Solicitudes a Proveedores
<b>Tipo</b>	Entidad
<b>Taxonomía</b>	Sistema de Información
<b>Requerimientos Funcionales</b>	
<b>Requerimientos No Funcionales</b>	
<b>Método de Descubrimiento</b>	Top Down
<b>Justificación</b>	Este servicio se encara de enviar las notificaciones de solicitudes de cotización a los proveedores seleccionados.
<b>Operaciones</b>	<b>1. Configuración de Cuenta de Correo</b> Entrada: Servidor de Correo, Puerto, Cuenta de Correo, Password. Salida: Null Excepciones:
	<b>2. Configuración del Mensaje</b> Entrada: (String) Estructura_del_Mensaje Salida: Null Excepciones:
	<b>3. Envío de Solicitud</b> Entrada: Para, Asunto. Salida: Void Excepciones:

**Tabla 5.18 Contrato Servicio Notificación de Solicitud a Proveedores**

Sincronización de Datos

<b>ID</b>	S4
<b>Nombre</b>	Sincronización de Datos
<b>Tipo</b>	Infraestructura
<b>Taxonomía</b>	Sistema de Información
<b>Requerimientos Funcionales</b>	
<b>Requerimientos No Funcionales</b>	
<b>Método de Descubrimiento</b>	Top Down
<b>Justificación</b>	Este servicio se encarga de mantener actualizada la información entre la base de datos y los demás servicios.
<b>Operaciones</b>	<p><b>1. Configuración de Periodicidad</b>  Entrada: [ ]Periodo(Día, Hora).  Salida: Bool.  Excepciones:</p> <p><b>2. Configuración del Servicio</b>  Entrada: [ ]EsquemaSincronización(TablaCliente, ColumnaCliente, TablaServidor, ColumnaServidor, ConexiónCliente, ConexiónServidor).  Salida: Void  Excepciones:</p>

Tabla 5.19 Contrato Servicio de Sincronización de Datos

Log

<b>ID</b>	<b>S5</b>
<b>Nombre</b>	Log
<b>Tipo</b>	Infraestructura
<b>Taxonomía</b>	Sistema de Información
<b>Requerimientos Funcionales</b>	
<b>Requerimientos No Funcionales</b>	
<b>Método de Descubrimiento</b>	Top Down
<b>Justificación</b>	Este servicio se encarga de mantener un registro de los diferentes eventos y errores del sistema.
<b>Operaciones</b>	

Tabla 5.20 Contrato Servicio de Log

Autenticación

<b>ID</b>	<b>S6</b>
<b>Nombre</b>	Autenticación
<b>Tipo</b>	Tarea
<b>Taxonomía</b>	Sistema de Información
<b>Requerimientos Funcionales</b>	
<b>Requerimientos No Funcionales</b>	
<b>Método de Descubrimiento</b>	Top Down
<b>Justificación</b>	Este servicio se encarga de alojar los usuario y verificar el acceso a los diferentes recursos de la aplicación.
<b>Operaciones</b>	<b>1. Crear Recursos</b> <u>Entrada:</u> []Operaciones, IdOrganización. <u>Salida:</u> <u>Excepciones:</u>
	<b>2. Crear Rol</b> <u>Entrada:</u> Nombre, []Recursos_Asociados, IdOrganización. <u>Salida:</u> Rol <u>Excepciones:</u>
	<b>3. Listar Roles</b> <u>Entrada:</u> IdOrganización. <u>Salida:</u> []Rol. <u>Excepciones:</u>
	<b>4. Modificar Rol</b> <u>Entrada:</u> Rol <u>Salida:</u> void <u>Excepciones:</u>
	<b>5. Crear Perfil</b> <u>Entrada:</u> Nombre, []Roles_Asociados

ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SERVICIO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

	Salida: Perfil Excepciones:
	<b>6. Listar Perfiles</b> Entrada: IdOrganización. Salida: []Perfiles. Excepciones:
	<b>7. Modificar Perfil</b> Entrada: Perfil Salida: void Excepciones:
	<b>8. Crear Usuarios</b> Entrada: Nombre, Password, Rol Salida: Usuario Excepciones:
	<b>9. Cambiar Contraseña</b> Entrada: PasswordActual, PasswordNuevo Salida: Bool Excepciones:
	<b>10. Listar Usuarios</b> Entrada: IdOrganización. Salida: []Usuarios. Excepciones:
	<b>11. Modificar Usuario</b> Entrada: Usuario Salida: void Excepciones: 1. Que el usuario no exista
	<b>12. Ingreso de Usuario</b> Entrada: Nombre, Password Salida: Bool Excepciones:
	<b>13. Obtener Recursos Asociados</b> Entrada: Nombre Salida: []Recursos Excepciones:

Tabla 5.21 Contrato Servicio de Autenticación.

## **6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

---

En este capítulo se describen y analizan los resultados obtenidos en esta investigación, y se dan recomendaciones de trabajos futuros que se proponen como continuación de este.

La estructura del capítulo es la siguiente: en la sección 6.1 se realiza la verificación del cumplimiento de las preguntas de investigación, la sección 6.2 describe la verificación de la herramienta y del modelo, y la sección 6.3 la validación de los mismos, la sección 6.4 muestra los resultados técnicos del proyecto y la sección 6.5 muestra el impacto del modelo sobre el proceso de selección.

### ***6.1. Verificación del cumplimiento de las preguntas de investigación***

**P1:** ¿Es posible diseñar un modelo y una herramienta computacional que lo soporte, basado en los principios de la COS que haga más productivo el proceso en la Universidad Tecnológica de Bolívar?

En el desarrollo del trabajo se logró la construcción del modelo de Selección de proveedores y su implementación, apoyándose en los principios de la Computación Orientada a Servicios, en el capítulo 3 se describe el diseño del modelo y el capítulo 5 describe el diseño de la aplicación, en el ítem 6.2 se realizó la validación y verificación de la herramienta y en el ítem 6.5 se verifica el impacto del modelo sobre el proceso. Con lo anterior se da respuesta a este interrogante.

**P2:** ¿Cuál es el método multicriterial más adecuado para la selección de proveedores?

En el capítulo 2 se realiza un estudio acerca de diferentes métodos para la toma de decisiones, se establece una comparación entre ellos y se evidencia que AHP es la opción más adecuada para utilizar en este caso.

**P3:** ¿Cómo se lleva a cabo la selección de proveedores en la UTB?

El capítulo 5 deja ver inicialmente un análisis detallado sobre la forma como se realiza el proceso de selección de proveedores en la Universidad tecnológica de Bolívar- Caso de estudio.

**P4:** ¿Cuáles son las variables que afectan la selección de proveedores en la UTB?

En el capítulo 3 se listan los factores y criterios que afectan el proceso de selección de proveedores de la UTB, estos ya estaban previamente definidos en los manuales de procesos y fueron puestos a consideración en el modelo.

**P5:** ¿Cuáles serían los servicios adecuados para soportar la selección de proveedores en la UTB?

La respuesta interrogante se encuentra explicada en el ítem 5.2.2 correspondiente al diagrama de componentes, y en él cada uno de los servicios identificados como soporte a este trabajo. En el ítem 5.2.4 se muestra el mapa de servicios y en el ítem 5.2.5 se muestra el contrato de los servicios.

**P6:** ¿Cómo validamos el cumplimiento de los principios y criterios de diseño de SOA en la implementación del servicio de selección de proveedores de la UTB?

Los resultados obtenidos en los aspectos técnicos se evidencian en el ítem 4.6, en este se indica la medida en la que se han cumplido los principios de la Computación Orientada a Servicios.

## ***6.2. Verificación de las Salidas del Modelo y del Servicio de Selección de Proveedores (SSP) Aplicados a Casos de Estudio.***

Hasta ahora en la UTB el proceso de selección de proveedores se ha venido realizando de forma manual, esto significa que no se utilizan de forma automática datos históricos sobre el desempeño de los proveedores que permitan eliminar la subjetividad de este proceso. Con la aplicación del modelo propuesto en este trabajo, el proceso se vuelve más objetivo mediante la utilización de datos históricos reales, permitiendo que sea el usuario quien determina bajo cuales factores se va a tomar la decisión, evitando así que prime la subjetividad.

Con el fin de analizar el modelo se alimentó la base de datos del servicio de evaluación con una muestra representativa de evaluaciones realizadas al conjunto de proveedores de la UTB durante el periodo correspondiente a marzo 2009 hasta agosto de 2010, con base en estas se construyeron 3 casos de estudio de evaluación y selección, que resultan representativos para la validación y verificación del modelo.

Los 3 casos se probaron en una planilla de Excel diseñada para la aplicación del modelo (Anexo), en esta planilla inicialmente se llevó a cabo la preparación de los datos, para lo cual se extrajeron las calificaciones de los proveedores en sus evaluaciones para construir la matriz de puntuaciones y se calificaron los criterios como entrada a la aplicación del método AHP.

Posterior a la aplicación del modelo en los casos de estudio, se realiza la prueba de los mismos en la aplicación SSP para verificar las salidas obtenidas. Los casos de estudio que se diseñaron tratan sobre la adquisición de 3 tipos de productos diferentes, papelería, equipos de cómputo y artículos de oficina, los cuales se describen en detalle a continuación:

➤ **Caso 1: *Compra De Equipos De Cómputo.***

**Descripción del Caso de Estudio**

La Universidad Tecnológica de Bolívar en marco del proyecto Computadores para Educar requiere de la compra de dos equipos de cómputo y una impresora, para lo cual se ha elaborado una requisición al departamento de adquisiciones. El encargado del departamento considerando su experiencia escoge a los siguientes proveedores candidatos: *Computer Working, Compusisca, DELL,, Panamericana y Papelería Corsa*. De acuerdo a su experiencia el encargado del proceso recomendó escoger al proveedor *Computer Working*.

A continuación se aplica el modelo de selección de proveedores y se prueban en el SSP para verificar los resultados obtenidos y compararlos con la sugerencia del encargado del proceso.

**Aplicación del Modelo(Planilla xls)**

1. Extracción de Calificaciones

De la base de datos de proveedores se logró extraer las calificaciones que representan el desempeño de los proveedores, estas sirven como entrada a la aplicación del método, se muestran en la tabla 6.1.

Criterio	Factor	Calificaciones				
		Compusisca	Computer Working	Dell	Panamericana	Corsa
Calidad	Cumple	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rechazo Parcial	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rechazo Total	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	0,82	0,88	0,95	1,00	0,50
	Entrega con 1 o2 días	0,05	0,06	0,05	0,00	0,50
	Entrega con más de 2 días	0,14	0,06	0,00	0,00	0,00
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	0,91	0,97	1,00	1,00	1,00
	Entrega mas Con Justificación	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00
	Entrega mas Sin Justificación	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	No atendió	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 6.1 Calificaciones Caso de Estudio 1**

2. Calificación de Criterios

El encargado del proceso da las calificaciones que se muestran en la tabla 6.2 a cada uno de los criterios definidos previamente, estas hacen parte de las entradas necesarias para la aplicación de AHP.

Factor	Criterios	Calificación
Calidad	Cumple	10
	Rechazo Parcial	4
	Rechazo Total	1
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	10
	Entrega con 1 o 2 días	5
	Entrega con más de 2 días	1
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	10
	Entrega más Con Justificación	5
	Entrega más Sin Justificación	1
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	10
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	4
	No atendió	1

**Tabla 6.2 Calificación de los Criterios-Caso**

### 3. Salida del Modelo

En la tabla 6.3 se muestran los resultados del modelo, estos dejan ver que los proveedores que han brindado mejor desempeño frente a estos criterios son: *Computer Working, Dell y Panamericana*, pudiendo ser escogidos cualquiera de los tres con relación a *Papelería Corsa y Compusisca*, siendo este último quien menos ha cumplido con los criterios.

Proveedor	Calificación
Panamericana	0.20983634993646125
Dell	0.20983634993646125
Computer Working	0.20983634993646125
Corsa	0.19771563236524312
Compusisca	0.1727753178253735

**Tabla 6.3 Resultados del Modelo-Caso 1**

### **Aplicación del Software**

Luego de aplicar el SSP (Servicio de Selección de Proveedores) herramienta en la cual se implementó el modelo propuesto en este trabajo, se obtuvieron los resultados detallados en la tabla 6.4:

Proveedor	Calificación
Panamericana	0,216496402
Dell	0,216496402
Computer Working	0,216496402
Corsa	0,192265602
Compusisca	0,170185302

**Tabla 6.4 Resultados del SSP-Caso 1**

### **Caso 2: Adquisición de formatos para departamento contable**

#### **Descripción del Caso de Estudio**

El departamento de Financiera de la Universidad Tecnológica de Bolívar ha realizado una requisición de formatos de facturación, recibos de pago, cuentas de cobro, entre otros. El encargado del departamento de adquisiciones ha evaluado entre las empresas litográficas que le proveen a la universidad, entre las que se encuentran: *Javegraf*, *Litografía Americana*, *Digital Printing Ltda.*, *Ditar S.A.*, *Graficas del Norte Ltda.* y *Gráficos del Litoral*.

De acuerdo a su subjetividad y experiencia el encargado del proceso sugiere escoger al proveedor *Javegraf*. A continuación se aplica el modelo de selección de proveedores (SSP) y se validan los resultados obtenidos frente a la sugerencia del encargado del proceso.

#### **Aplicación del Modelo**

##### **1. Extracción de Calificaciones**

Las calificaciones extraídas de la base de datos se muestran en la tabla 6.5, estas representan el desempeño de los proveedores y sirven como entrada a la aplicación del método.

Criterio	Factor	Calificaciones					
		Javegraf	Litografía Americana	Graficas del Norte	Gráficos del Litoral	Ditar S.A	Digital Printing
Calidad	Cumple	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,95
	Rechazo Parcial	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
	Rechazo Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	0,67	1,00	0,88	0,00	0,71	0,95
	Entrega con 1 o2 días	0,00	0,00	0,12	0,00	0,29	0,00
	Entrega con más de 2 días	0,33	0,00	0,00	1,00	0,00	0,05
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,95
	Entrega mas Con Justificación	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,05
	Entrega mas Sin Justificación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	No atendió	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05

Tabla 6.5 Calificaciones-Caso de Estudio 2

2. Calificación de Criterios

La calificación de los criterios definidos se muestra en la tabla 6.6, estas hacen parte de las entradas necesarias para la aplicación de AHP.

Factor	Criterios	Calificación
Calidad	Cumple	10
	Rechazo Parcial	5
	Rechazo Total	1
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	10
	Entrega con 1 o2 días	5
	Entrega con más de 2 días	1
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	10
	Entrega más Con Justificación	5
	Entrega más Sin Justificación	1
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	10
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	3
	No atendió	1

Tabla 6.6 Calificación de Criterios- Caso de Estudio 2

### 3. Salida del Modelo

La tabla 6.7 muestra los resultados obtenidos teniendo en cuenta la importancia de los criterios sugerida por el usuario de compras (ver tabla 6.6), de acuerdo a estos se destacan Digital Printing y Litografía Americana como las opciones con mejor desempeño, el proveedor con menor cumplimiento de los criterios es Gráficos del Litoral.

Proveedor	Calificación
Litografía Americana	0,188892125
Digital Printing	0,188892125
Gráficos del Norte	0,167584245
Ditar S.A	0,166064464
Javegraf	0,155081293
Gráficos del Litoral	0,141209577

**Tabla 6.7 Resultados del Modelo-Caso de Estudio 2**

La decisión de escoger a *Javegraf* no es la mejor opción, considerando que Gráficos del Norte y Ditar S.A han cumplido por encima de este.

### **Aplicación del Software**

Luego de aplicar el SSP servicio de selección de proveedores, en el cual esta implementado el modelo propuesto en este trabajo, se obtuvieron los resultados plasmados en la tabla 6.8:

Proveedor	Calificación
Litografía Americana	0,189290327
Digital Printing	0,189290327
Gráficos del Norte	0,167986504
Ditar S.A	0,159694757
Javegraf	0,155485477
Gráficos del Litoral	0,155274685

**Tabla 6.8 Resultados del SSP-Caso de Estudio 2**

➤ **Caso 3: Adquisición Papelería.**

**Descripción del Caso de Estudio**

De acuerdo a diferentes solicitudes realizadas al departamento de almacén de la Universidad Tecnológica de Bolívar se requiere comprar diversas clases de papeles, lapiceros, marcadores y otros productos de oficina, se han escogido los siguientes proveedores candidatos: *Jonan S.A., Distribuidora VENEPLAST y Panamericana.*

De acuerdo a su subjetividad y experiencia el encargado del proceso recomienda escoger al proveedor *Distribuidora Venoplast.* A continuación se aplica el modelo de selección de proveedores (SSP) y se analizan los resultados obtenidos frente a la sugerencia del encargado del proceso.

**Aplicación del Modelo**

1. Extracción de Calificaciones

Las calificaciones extraídas de la base de datos se muestran en la tabla 6.9, estas representan el desempeño de los proveedores y sirven como entrada a la aplicación del método.

Criterio	Factor	Calificaciones		
		Veneplast	Jonan SA	Panamericana
Calidad	Cumple	1,00	0,94	1,00
	Rechazo Parcial	0,00	0,06	0,00
	Rechazo Total	0,00	0,00	0,00
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	0,93	1,00	1,00
	Entrega con 1 o2 días	0,03	0,00	0,00
	Entrega con mas de 2 días	0,03	0,00	0,00
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	1,00	1,00	1,00
	Entrega mas Con Justificación	0,00	0,00	0,00
	Entrega mas Sin Justificación	0,00	0,00	0,00
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	1,00	0,94	1,00
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	0,00	0,06	0,00
	No atendí	0,00	0,00	0,00

**Tabla 6.9 Calificaciones-Caso de Estudio 3**

## 2. Calificación de Criterios

La calificación de los criterios definidos se muestra en la tabla 6.10, estas hacen parte de las entradas necesarias para la aplicación de AHP.

<b>Factor</b>	<b>Criterios</b>	<b>Calificación</b>
<b>Calidad</b>	Cumple	10
	Rechazo Parcial	4
	Rechazo Total	1
<b>Tiempo de Entrega</b>	Entrega a Fecha	10
	Entrega con 1 o2 días	4
	Entrega con más de 2 días	1
<b>Cantidad</b>	Cumple Cantidad Solicitada	10
	Entrega más Con Justificación	3
	Entrega más Sin Justificación	2
<b>Servicio Post Venta</b>	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	10
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	5
	No atendió	2

**Tabla 6.10 Calificación de Criterios Caso 3**

## 3. Salida del Modelo

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 6.11 y teniendo en cuenta la importancia de los criterios sugerida por el usuario de compras (ver tabla 10), los 3 proveedores muestran similar desempeño, lo cual indica que cualquiera de los 3 podría representar la opción deseada.

<b>Proveedor</b>	<b>Calificación</b>
Panamericana	0.33870967741935476
Veneplast	0.33870967741935476
Jonan	0.32258064516129026

**Tabla 6.11 Resultados del Modelo -Caso de Estudio 3**

### **Aplicación del Software**

Luego de aplicar el SSP servicio de selección de proveedores, en el cual se implementó el modelo propuesto en este trabajo, se obtuvieron los resultados listados en la tabla 6.12.

Proveedor	Calificación
Panamericana	0,333333333
Veneplast	0,333333333
Jonan	0,333333333

**Tabla 6.12 Resultados del SSP-Caso de Estudio 3**

### **6.3. Análisis y Discusión de Resultados de Aplicación del Modelo y de la Herramienta a Casos de Estudio.**

Con el fin de analizar los resultados obtenidos en la sección anterior, se analiza de forma porcentual el comportamiento de los proveedores y se comparan los resultados obtenidos en la aplicación del modelo y de la herramienta SSP con el fin de validar y verificar los resultados obtenidos.

#### **6.3.1. Análisis Porcentual del Cumplimiento de Proveedores**

A continuación se describe el análisis porcentual que se realizó sobre el comportamiento de los proveedores, utilizando los datos de la BD con los cuales se construyeron los casos de estudio. Este ejercicio se realizó con cada caso de estudio y se describe en detalle a continuación:

##### **➤ Caso de Estudio 1**

En este caso de estudio intervinieron 5 proveedores, cada uno con un número diferente de evaluaciones, este dato se indica en la tabla 6.13.

Proveedor	Cantidad de Encuestas
Compusisca	22
Computer Working	30
Dell	21
Panamericana	4
Papelería Corsa	2

**Tabla 6.13 Cantidad de Evaluaciones-Caso 1**

Por cada evaluación se considera el cumplimiento de los criterios y de forma porcentual se muestra en detalle en la tabla 6.14.

Factores	Criterios	Cumplimiento				
		Compusisca	Computerworking	Dell	Panamericana	Corsa
Calidad	Cumple	81,82	100,00	100,00	100,00	100,00
	Rechazo Parcial	13,64	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rechazo Total	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	81,82	90,00	95,24	100,00	50,00
	Entrega con 1 o 2 días	4,55	3,33	4,76	0,00	50,00
	Entrega con más de 2 días	13,64	6,67	0,00	0,00	0,00
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	90,91	96,67	100,00	100,00	100,00
	Entrega mas Con Justificación	4,55	3,33	0,00	0,00	0,00
	Entrega mas Sin Justificación	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	86,36	100,00	100,00	100,00	100,00
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
	No atendió	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 6.14 Porcentaje de Cumplimiento de Criterios-Caso 1**

En resumen el porcentaje de cumplimiento general de los proveedores se muestra en la tabla 6.15.

Proveedor	% General Cumplimiento
Compusisca	85
Computerworking	96
Dell	99
Panamericana	100
Papelería Corsa	88

**Tabla 6.15 Porcentaje de Cumplimiento General-Caso de Estudio 1**

➤ Caso de Estudio 2

En el caso de estudio 2 se analizaron 6 proveedores, cada uno con un número diferente de encuestas, este dato se lista en la tabla 6.16.

Proveedor	Cantidad de Encuestas
Litografía Americana	1
Javegraf	3
Ditar S.A	7
Digital Printing	19
Graficas del Norte	17
Gráficos del litoral	1

**Tabla 6.16 Cantidad de Evaluaciones-Caso 2**

El porcentaje de cumplimiento de los criterios por cada evaluación se muestra en detalle en la tabla 6. 17.

Factores	Criterios	Cumplimiento(%)					
		Litografía Americana	Javegraf	Ditar S.A	Digital Printing	Graficas del Norte	Gráficos del litoral
Calidad	Cumple	100	100,00	100,00	94,74	94,12	100
	Rechazo Parcial	0	0,00	0,00	0,00	5,88	0,00
	Rechazo Total	0	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	100	66,67	71,43	94,74	88,24	0,00
	Entrega con 1 o2 días	0	0,00	28,57	0,00	11,76	0,00
	Entrega con más de 2 días	0	33,33	0,00	5,26	0,00	100,00
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	100	100,00	100,00	94,74	94,12	100,00
	Entrega mas Con Justificación	0	0,00	0,00	5,26	5,88	0,00
	Entrega mas Sin Justificación	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	100	100,00	100,00	94,74	100,00	100,00
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	No atendió	0	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00

**Tabla 6.17 Porcentaje de Cumplimiento de Criterios Caso 2**

En resumen, el porcentaje de cumplimiento general de los proveedores se muestra en la tabla 6.18.

Proveedor	%Cumplimiento
Litografía Americana	100
Javegraf	91,75
Ditar S.A	92,75
Digital Printing	95
Graficas del Norte	94
Gráficos del litoral	75

Tabla 6.18 Porcentaje de Cumplimiento general

➤ Caso de Estudio 3

En este caso de estudio participan 3 proveedores, cada uno con un número diferente de encuestas, las cuales se listan en la tabla 6.19

Proveedor	Cantidad de Encuestas
Veneplast	29
Jonan S. A	18
Panamericana	4

Tabla 6.19 Cantidad de Encuestas- Caso 3

El porcentaje de cumplimiento de los criterios por cada evaluación se muestra en detalle en la tabla 6.20 .

Factores	Criterios	Cumplimiento(%)		
		Veneplast	Jonan S. A	Panamericana
Calidad	Cumple	100,00	94,44	100
	Rechazo Parcial	0,00	5,56	0
	Rechazo Total	0,00	0,00	0
Tiempo de Entrega	Entrega a Fecha	93,10	100,00	100
	Entrega con 1 o2 días	3,45	0,00	0
	Entrega con más de 2 días	3,45	0,00	0
Cantidad	Cumple Cantidad Solicitada	100,00	100,00	100
	Entrega mas Con Justificación	0,00	0,00	0

	Entrega mas Sin Justificación	0,00	0,00	0
Servicio Post Venta	Atendió Reclamo Inmediatamente o no hubo reclamo	100,00	94,44	100
	Se requirió reiterar el reclamo y lo atendió	0,00	5,56	0
	No atendió	0,00	0,00	0

Tabla 6.20 Porcentaje de Cumplimiento Criterios-Caso3

En resumen el porcentaje de cumplimiento general de los proveedores se muestra en la tabla 6.21.

Proveedor	% Cumplimiento
Venoplast	98,28
Jonan S. A	97,22
Panamericana	100,00

Tabla 6.21 Porcentaje General de Cumplimiento-Caso 3

**6.3.2. Comparación de Resultados obtenidos en la aplicación del modelo, del software y del análisis de resultados.**

➤ **Caso de Estudio 1**

A partir de la aplicación del modelo de selección de proveedores, de la herramienta de selección SSP y luego de realizar el análisis porcentual de los datos referentes al comportamiento de los proveedores, se obtienen los datos listados en la tabla 6.22.

Proveedor	Calificación del Proveedor		
	Análisis %	Pruebas PUTB	Software SSP
Panamericana	100	0.20983634993646125	0,216496402
Dell	99	0.20983634993646125	0,216496402
Computer Working	96	0.20983634993646125	0,216496402
Corsa	88	0.19771563236524312	0,192265602
Compusisca	85	0.1727753178253735	0,170185302

Tabla 6.22 Comparación de Resultados-Caso 1

Con el fin de graficar y de mostrar las salidas en un rango de valores que permitan una mayor comprensión, se multiplican por 100 y se redondean a 2 cifras significativas, como se indica en la tabla 6.23.

PUTB	SSP	PUTB		SSP	
		Calificación * 100	Round	Calificación * 100	Round
0,20983635	0,216496402	20,98363499	20,98	21,64964022	21,64
0,20983635	0,216496402	20,98363499	20,98	21,64964022	21,64
0,20983635	0,216496402	20,98363499	20,98	21,64964022	21,64
0,197715632	0,192265602	19,77156324	19,77	19,22656018	19,22
0,172775318	0,170185302	17,27753178	17,27	17,01853024	17,01

Tabla 6.23 Preparación de Datos- Caso 1

A partir de los resultados obtenidos en la aplicación del modelo y de la salida del software se generó la grafica que se muestra en la figura 1.

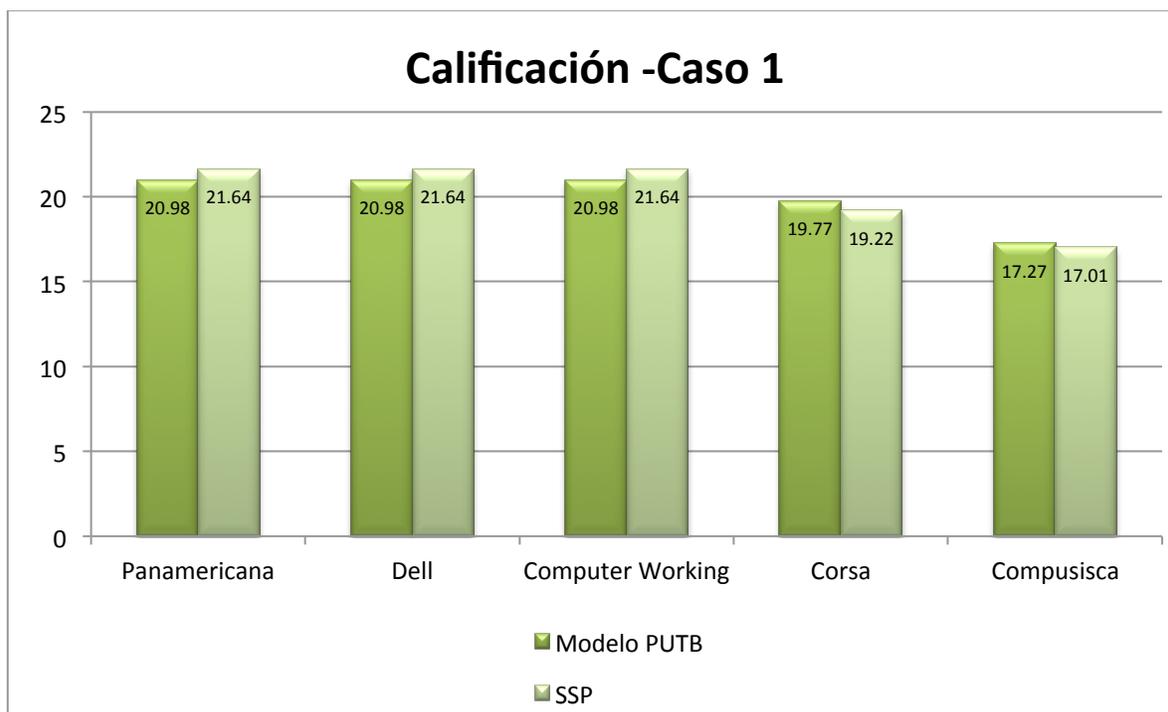
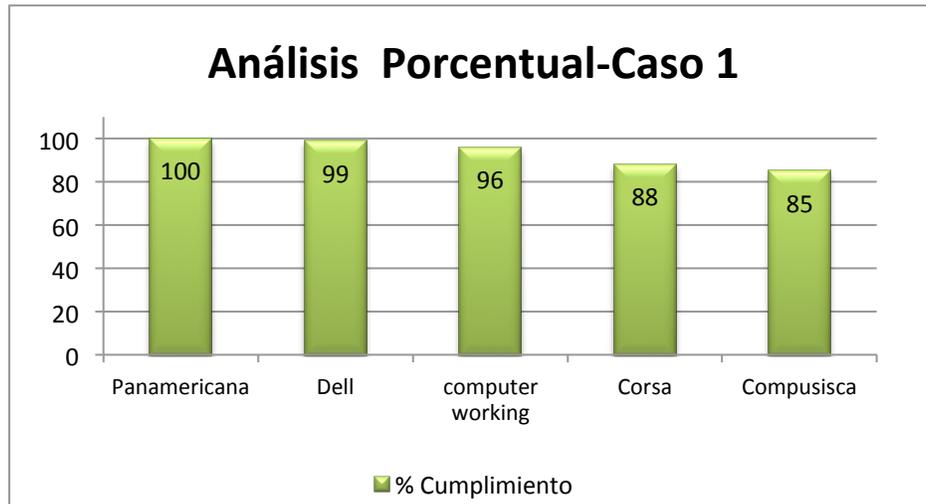


Figura 6.1 Salidas del Modelo Vs Salidas SSP-Caso 1

La figura 6.1 deja ver que las salidas del software tienen la misma tendencia con respecto a las salidas del modelo, por lo cual se concluye que las mejores

opciones están entre *Panamericana*, *Dell* y *Computer Working*; siendo *Compusisca* la de menor desempeño, esto permite verificar que el modelo se ha implementado correctamente en el software SSP. En la figura 6.2 se muestra la gráfica del análisis porcentual de los datos obtenidos en el caso de estudio 1.



**Figura 6.2 Análisis Porcentual- Caso 2**

La gráfica que se muestra en la figura 6.2 tiene la misma tendencia que la de la figura 6.1, lo que permite validar que el modelo funciona correctamente, corroborándose que los proveedores con mejor desempeño son *Panamericana*, *Dell* y *Computer Working* y el de menor desempeño es *Compusisca*.

➤ Caso de Estudio 2

La tabla 6.24 muestra un resumen de los datos obtenidos de la aplicación del modelo, de los resultados generados por el software y del análisis porcentual.

Proveedor	Calificación del Proveedor		
	Análisis %	Pruebas PUTB	Software
Litografía Americana	100	0,188892125	0,189290327
Digital Printing	95	0,188892125	0,189290327
Graf. Del Norte	94	0,167584245	0,167986504
Ditar S.A	92,75	0,166064464	0,159694757
Javegraf	91,75	0,155081293	0,155485477
Graf. Del Litoral	75	0,141209577	0,155274685

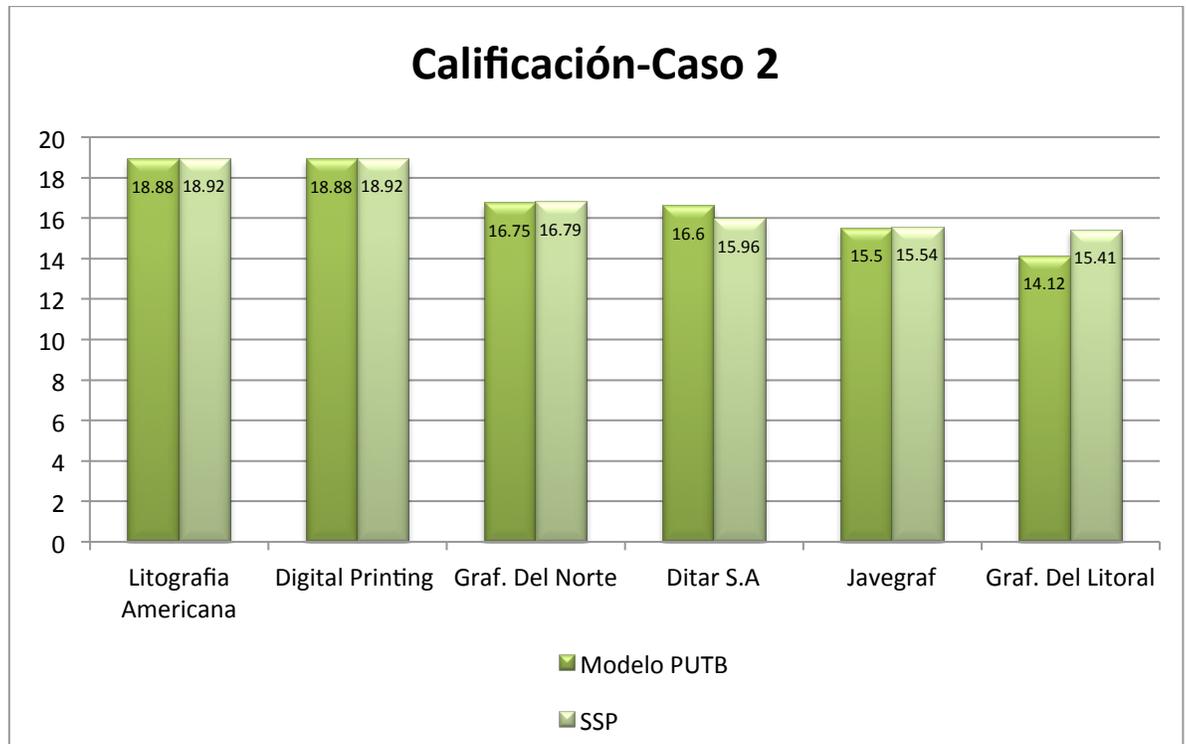
Tabla 6.24 Comparación de Resultados-Caso 2

Con el fin de graficar y de mostrar las salidas en un rango de valores que permitan una mayor comprensión, se multiplican por 100 y se redondean a 2 cifras significativas, como se indica en la tabla 6.25.

PUTB	SSP	PUTB		SSP	
		Calificación * 100	Round	Calificación * 100	Round
0,188892125	0,189290327	18,88921247	18,88	18,92903268	18,92
0,188892125	0,189290327	18,88921247	18,88	18,92903268	18,92
0,167584245	0,167986504	16,75842445	16,75	16,79865042	16,79
0,166064464	0,159694757	16,60644636	16,6	15,96947571	15,96
0,155081293	0,155485477	15,50812934	15,5	15,54854773	15,54
0,141209577	0,155274685	14,12095769	14,12	14,12095769	14,12

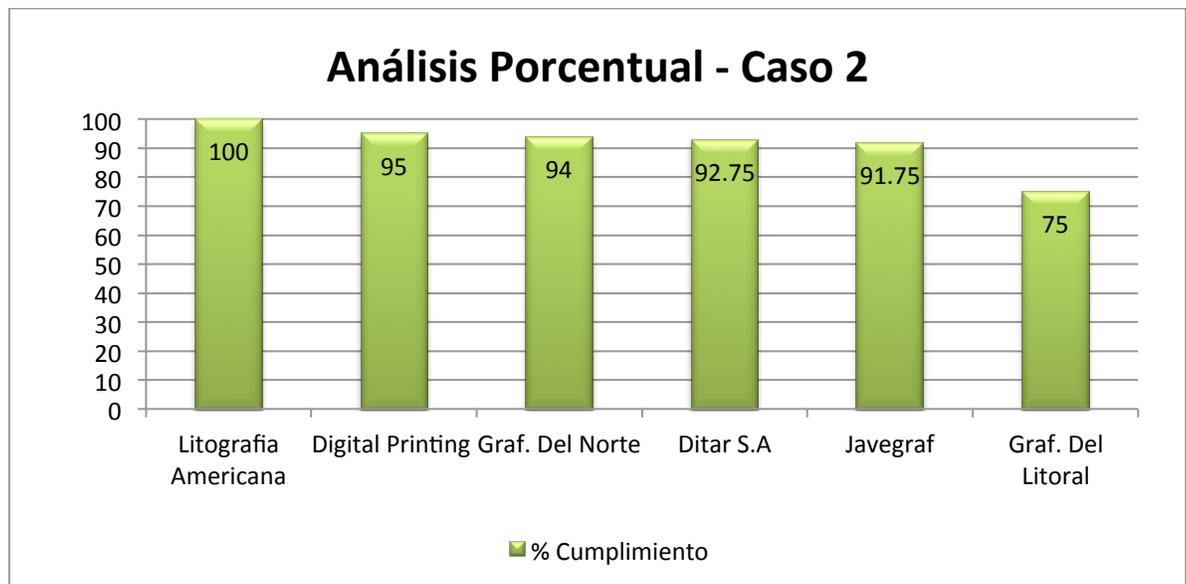
Tabla 6.25 Preparación de Datos-Caso 3

La figura 6.3 gráfica las salidas del modelo y del software para el caso de estudio 2, se puede observar que las barras tienen la misma tendencia, lo que permite verificar que el modelo ha sido bien implementado en el software. Para este caso la mejor opción es Litografía Americana seguida de Digital Printing.



**Figura 6.3 Resultados del Modelo Vs Resultados de SSP-Caso 2**

En la figura 6.4 se muestra la grafica del análisis porcentual de los datos correspondientes al caso de estudio 2.



**Figura 6.4 Análisis Porcentual -Caso 2**

La figura 6.4 permite validar las salidas del modelo y del software, corroborándose que las mejores opciones son Litografía Americana seguida de Digital Printing.

➤ Caso de Estudio 3

Los resultados de la aplicación del modelo, las salidas del software y el análisis porcentual realizados para el caso de estudio 3 se muestran en la tabla 6.26.

Proveedor	Calificación del Proveedor		
	Análisis %	Pruebas PUTB	Software
Panamericana	100	0.33870967741935476	0,333333333
Veneplast	98,27	0.33870967741935476	0,333333333
Jonan	97,22	0.32258064516129026	0,333333333

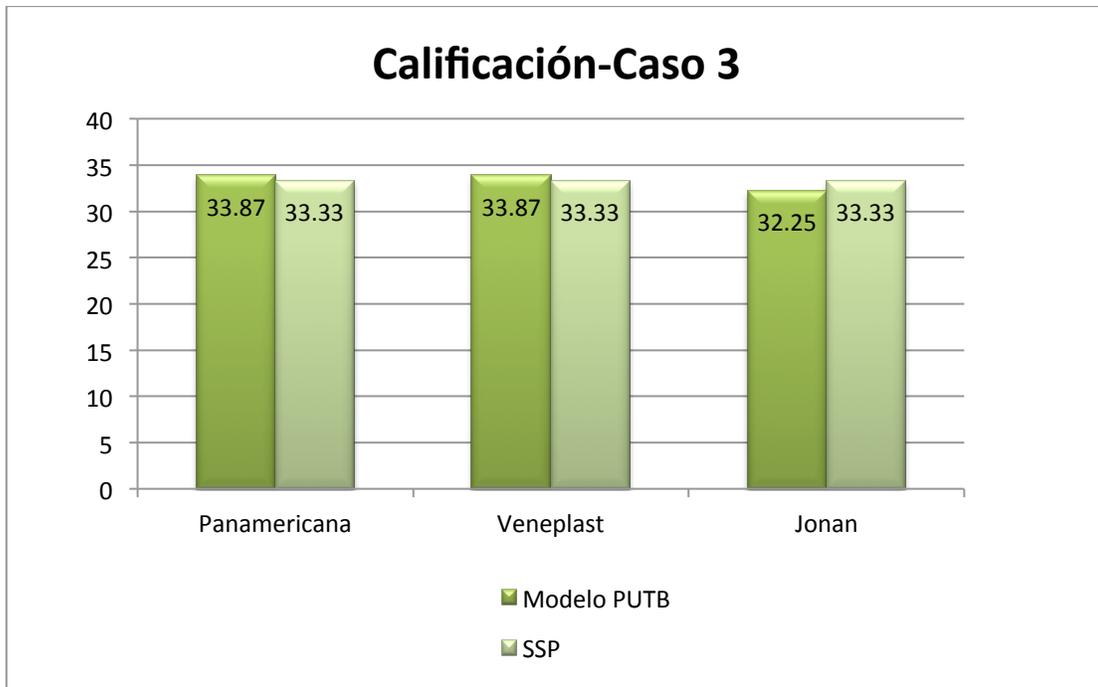
**Tabla 6.26 Comparación de Resultados-Caso 3**

Con el fin de graficar y de mostrar las salidas en un rango de valores que permitan una mayor comprensión, se multiplican por 100 y se redondean a 2 cifras significativas, como se indica en la tabla 6.27.

PUTB	SSP	PUTB		SSP	
		Calificación * 100	Round	Calificación * 100	Round
0,338709677	0,333333333	33,87096774	33,87	33,33333333	33,33
0,338709677	0,333333333	33,87096774	33,87	33,33333333	33,33
0,322580645	0,333333333	32,25806452	32,25	33,33333333	33,33

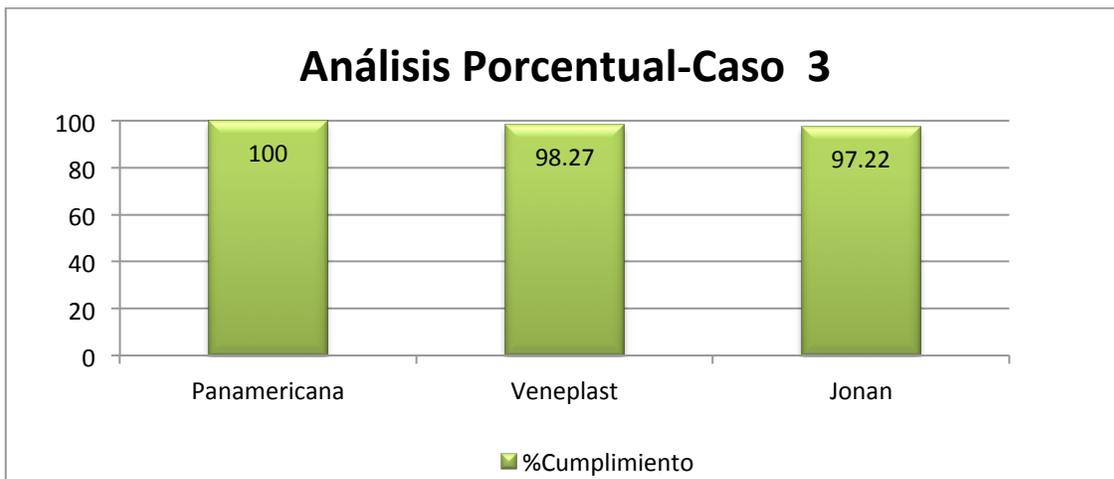
**Tabla 6.27 Preparación de los datos- Caso 3**

La figura 6.5 deja ver las graficas de las salidas del modelo vs las salidas del software aplicados al caso de estudio 3, esta grafica permite verificar la herramienta SSP, ya que el comportamiento es similar entre los resultados; esta deja ver que los 3 proveedores evaluados han tenido igual desempeño, lo que significa que cualquiera de los tres podría ser escogido.



**Figura 6.5 Resultados del Modelo Vs Resultados de SSP -Caso3**

Se grafican los datos obtenidos en el análisis porcentual y se muestra en la figura 6.6, de esta gráfica se observa que tiene el mismo comportamiento que la grafica 6.5 lo cual permite validar el modelo de selección de proveedores.



**Figura 6.6 Análisis Porcentual -Caso 3**

Se corrobora que los tres proveedores han tenido el mismo desempeño y que cualquiera de los tres representa una buena opción.

## **6.4. Análisis y Discusión de Resultados Técnicos del Proyecto.**

### **6.4.1. Visión General**

El contexto operacional tecnológico de la UTB actualmente alberga la lógica de negocio necesaria para llevar a cabo la funcionalidad mínima necesaria para la gestión de los procesos de negocio en el sistema legado SIFAD, que por sus características tiene poca capacidad de escalabilidad, usabilidad e interoperabilidad.

En este trabajo se escogió el paradigma de la COS porque facilita el desarrollo de una solución lógica que dé respuesta a los requerimientos necesarios para la construcción del sistema, siendo este una solución acertada para el desarrollo de la herramienta de selección y evaluación de proveedores.

En el desarrollo de la solución conceptual se realizaron las siguientes actividades y artefactos: elaboración de los Casos de Usos, identificación de los servicios, diagramas de objetos, diagramas de clases, diseño de contratos y los diagramas de entidad-relación.

A partir de las funcionalidades identificadas se obtuvieron los servicios, a partir de los siguientes interrogantes:

- ¿La funcionalidad a encapsular participa o puede llegar a ser parte en la composición de otros procesos de negocio?
- ¿Es la funcionalidad un proceso agnóstico?
- ¿Es la funcionalidad lo suficientemente autónoma que le permita tener el suficiente control sobre sus recursos que permitan su correcto funcionamiento?

Para los casos en los cuales al menos una de estas preguntas diera respuesta afirmativa se consideró convertir la funcionalidad en un servicio, sin olvidar los requerimientos implícitos (seguridad, rendimiento, etc.) en la implementación de servicios. Los servicios identificados para el caso de estudio fueron los siguientes: Servicio de Evaluación de Proveedores, Servicio de Selección de Proveedores y Servicio de Carga de Datos.

La implementación de un sistema basado en el enfoque COS, tiene mayores retos y requerimientos que el desarrollo bajo un esquema tradicional, en el desarrollo de este trabajo se evidenciaron retos a nivel de:

- Compatibilidad, en el caso del proceso de serialización entre .Net y Java. Demostrando que aunque el uso de los Servicios Web ofrece una alta interoperabilidad, la misma está sujeta a como cada una de las tecnologías aplican el estándar.
- Rendimiento, garantizando la mínima cantidad de transformación de tipos.
- Manejo de fallas, por la condición del tipo de enlace utilizado para el transporte de mensajes (fallos en la red, de verificación de protocolos, etc.), las cuales deben ser capturadas y recuperadas.

También se realizó una generación automatizada de procedimientos almacenados, objetos de la capa de datos y objetos para el intercambio de datos para agilizar el desarrollo.

Puntualmente se utilizó un script personalizado para la herramienta MyGeneration, que genera una clase con base a una tabla de la base de datos y cada campo en un miembro de la clase, agregando los atributos [DataMember]. Todo esto para crear una correspondencia entre los objetos de datos y los esquemas de intercambio de mensajes, además de una correcta generación de los contratos de los servicios.

En el despliegue de la solución se realizaron las siguientes actividades:

- Configuración del entorno de ejecución
  - IIS 7, se desplegaron los servicios sobre este servidor web, para lo cual fue necesario crear los directorios virtuales y convertir estos aplicaciones web.
  - GlassFish, En este servidor web se desplego la interfaz de usuario, para el consumo de los servicios es necesario instalar un framework a este, se eligió el axis.

- Configuración de orígenes de datos
  - SqlServer 2008, en este motor se crearon la base de datos usados por el servicio de evaluación.
  - Informix, Se identifico y configuro el driver que permite la comunicación entre la base de datos de SIFAD y el servicio de facade de datos.
- Optimización de empaquetado de Interfaz de Usuario Web a entorno de ejecución.

#### 6.4.2. Cumplimiento de Principios de la Computación Orientada a Servicios

En el capítulo 4 se estudiaron en detalle los principios de diseño de la COS y cuáles eran las implicaciones de utilizarlas.. A continuación se revisa en detalle el cumplimiento de cada principio:

- **Estandarización De Contratos**

A nivel del lenguaje funcional se le dio nombre a los servicios de entidades teniendo en cuenta su correspondencia con las entidades de negocios desde las cuales se derivaban, el nombre de los servicios de tarea se dio con base en los procesos de negocios que se automatizaron, para lo cual se utilizó la siguiente notación, servicio+ verbo sujeto. Además ninguna operación fue nombrada igual a un servicio.

En cuanto a la representación de los Datos se utilizaron los atributos [**DataMember**] para los campos que se requieren serializar y [**DataContract**] para las clases, ambos pertenecientes al framework de .NET, los cuales permiten regular la serialización de los objetos asegurando la interoperabilidad y la estandarización de los datos.

Se utilizaron únicamente tipos de datos primitivos y agrupaciones de los mismos, persiguiendo altos niveles de interoperabilidad. En especial para el manejo de arreglos, donde se especificaron los arreglos como listas **List<E>**, para garantizar

la máxima interoperabilidad, lo cual impactó en la transformación de listas a arreglos y viceversa.

Por último, la creación de esquemas XML para la descripción de mensajes y tipos de datos complejos usados fue delegado a la plataforma tecnológica. El trabajo se centró en la creación de clases, las cuales indicaban la forma explícita en que serían serializadas por el servidor, lo cual es suficiente para generar una representación única del esquema XML, para asegurar que las definiciones de los mensajes de entrada y salida sean modeladas en concordancia con la lógica del modelo de datos existentes.

Las clases pertenecientes al *namespace* se listan en el DAL. **DataContracts**. Para el caso puntual de .Net, es importante definir un mismo valor del parámetro **Namespace** en el atributo **DataContract**, para garantizar que la descripción de los mensajes y tipos de datos complejos sea una sola.

- **Bajo Acoplamiento.**

La lógica es dependiente del contrato, sin embargo, el contrato no es dependiente de la lógica.

Se revisó el nivel de acoplamiento en cada uno de los servicios descritos en el apartado anterior. Estos exhiben alto acoplamiento en cuanto a la lógica implementada y su contrato, y por el contrario, los contratos están débilmente acoplados a la lógica implementada. Por ejemplo el servicio de *Selección de Proveedores*, el cual fácilmente podría llegar a implementar un nuevo método de selección diferente al usado actualmente (AHP), sin realizar ningún tipo de cambios al contrato.

El servicio de evaluación y selección, y la interfaz reflejan independencia entre sí. Un ejemplo que demuestra lo anterior podría ser: “En el caso de requerir modificar la lógica del negocio plasmada en alguno de los servicios (selección, evaluación), tal y como esta implementado no afecta los demás servicios”. El servicio de Evaluación posee muchas operaciones de tipo entidad, lo cual disminuye el

posible acoplamiento funcional con la lógica de otros procesos de negocios padres o externos.

Se diseñó un servicio de fachada para la integración con el software legado SIFAD que se utiliza actualmente en la institución. Este servicio fue diseñado para crear una interfaz estandarizada para el consumo de datos, que permite separar la lógica funcional de la capa de acceso a datos, facilitando la integración con diferentes fuentes de datos y el despliegue sobre diferentes ambientes.

La matriz de puntuaciones calculada y enviada por el servicio de evaluación es enviada al cliente (Interfaz de usuario) y de esta enviada al servicio de selección. Esto representa desacoplamiento, sacrificando rendimiento ya que es necesario el empaquetamiento y la serialización y envío sobre la red de los datos.

- **Reusabilidad.**

Los servicios creados presentan diferentes niveles de reusabilidad, el servicio de selección por no estar atado a una lógica de negocios específica es altamente agnóstico, lo cual se evidencia en el diseño de su contrato, que no está atado a ninguna de las entidades presentes en los otros servicios.

Por el contrario, el servicio de evaluación tiene mayor dependencia por ser un servicio de negocio, cuya lógica está asociada a entidades de datos externas, que hacen parte del contexto funcional del proceso de negocio de compras, como son: órdenes de compra, proveedores y productos.

En cuanto al servicio de SIFAD, aunque está atado directamente al sistema de legado, por ser un servicio de entidad podría ser utilizado por cualquier sistema que requiera utilizar las entidades de datos expuestas.

- **Autonomía.**

Los servicios se diseñaron considerando su despliegue sobre sistema operativo Windows XP ó superior, y el entorno de programación .Net 4.0 o superior, lo cual implica que los niveles de autonomía están acotados por las anteriores características.

Para el acceso a los servicios, en el contrato técnico se utilizó el perfil **BasicHttpBinding** aceptado por la gran mayoría de plataformas de desarrollo y ejecución de aplicaciones de software. Esta decisión permite alcanzar altos niveles de autonomía, al brindar libertad para ampliar, actualizar o sustituir la tecnología de un servicio en respuesta a nuevas necesidades ó el deseo de aprovechar las innovaciones tecnológicas, sacrificando seguridad al no permitir implementarla en la capa de transporte. El servicio de evaluación dispone de su propia base de datos y es el único que accede a ella, brindándole mayor control sobre los datos utilizados.

El servicio de selección es el que más recursos de procesamiento consume, por lo anterior se recomienda que más adelante y en función a los niveles de concurrencia se considere correrlo bajo una máquina virtual o maquina independiente con gran procesamiento de memoria.

- **Manejo de Estado.**

El escenario favoreció al no manejo de estado en los servicios debido a la baja composición y el número reducido de servicios, y por ello no hubo manejo de datos de sesión, de contexto y de entidades de negocio en memoria.

- **Composición**

En el diseño del sistema, se consideró realizar diferentes composiciones tales como, la composición del servicio de evaluación y el servicio de autenticación y notificación. Lamentablemente dichos servicios no fueron implementados y se estipula como trabajo futuro.

Vale la pena denotar que se delegó lógica de composición a la interfaz gráfica, lo cual pudo haberse realizado de una manera diferente a través del uso de un servicio controlador principal, que encapsulara al servicio de evaluación, selección, notificación y autenticación. Solo con lógica de orquestamiento, lo cual probablemente sea una solución más acorde a este principio y que debe ser tomado en cuenta para trabajo futuro.

A nivel de diseño se buscó aplicar este principio, inicialmente se diseñaron servicios de autenticación y de notificación que dependerían del servicio de evaluación, pero hasta el momento, en la implementación solo se logró la construcción del servicio de evaluación y de selección, los cuales no requieren de este principio para su funcionalidad.

- ***Descubrimiento***

Desarrollar una aplicación orientada bajo este principio no era prioridad en el desarrollo de este trabajo, de lo contrario implicaría la necesidad de implementar contratos altamente interpretables, ricos en semántica y en documentación para agentes humanos, expuestos en repositorios de servicios públicos, entre otras características que benefician la distribución de aplicaciones bajo el modelo SaaS.

- ***Abstracción***

La tabla 6.28 describe la aplicación de este principio.