

## Sistema Experto para asistir la decisión de promoción de ventas

Gabriel Crespo<sup>(1)</sup> Eduardo Medina<sup>(2)</sup> Jorge Quimi<sup>(3)</sup> Dra. Indira Nolivos<sup>(4)</sup>

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación<sup>(1) (2) (3) (4)</sup>

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)<sup>(1) (2) (3) (4)</sup>

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral<sup>(1) (2) (3) (4)</sup>

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador<sup>(1) (2) (3) (4)</sup>

[gcrespo@espol.edu.ec](mailto:gcrespo@espol.edu.ec)<sup>(1)</sup> [emedina@espol.edu.ec](mailto:emedina@espol.edu.ec)<sup>(2)</sup> [jquimi@espol.edu.ec](mailto:jquimi@espol.edu.ec)<sup>(3)</sup> [inolivos@fiec.espol.edu.ec](mailto:inolivos@fiec.espol.edu.ec)<sup>(4)</sup>

### Resumen

*En este artículo se detalla el desarrollo del sistema experto SEGED para asistir la toma de decisiones en las promociones de ventas. SEGED fue diseñado como una aplicación de escritorio que permitirá al Departamento de Compras de una tienda por departamentos gestionar de mejor manera el inventario de la compañía evitando que los productos de baja rotación se acumulen en las bodegas. SEGED fue desarrollado como un sistema experto basado en reglas de inferencia para simular el comportamiento de un experto humano ante diferentes escenarios en el cambiante mundo retail. SEGED evalúa la edad del inventario, la utilidad obtenida de la venta a una fecha determinada y el compromiso de pago que se tiene con el proveedor para determinar el momento en el que el inventario debe ser puesto en descuento y cuál es el porcentaje de descuento óptimo para recuperar la mayor utilidad de la compra. Cada uno de los resultados de SEGED fue validado satisfactoriamente por el usuario experto quien agregó que esta herramienta puede ser ampliamente explotada en el medio.*

**Palabras Claves:** retail, descuentos, inventarios, optimización, sistema, experto, reglas, inferencia.

### Abstract

*In this article we detail the development of the SEGED expert system in order to assist decision making in sales promotions. SEGED was designed like a desktop application who will allow to Purchase Department of a departments store to manage in a better way the inventory of the company avoiding overstock of products in warehouse area. SEGED was developed like an expert system based in inference rules to simulate behalf of a human expert in different scenarios in the always changing world of retail. SEGED evaluate age inventory, return profit on sales between two dates and the payment commitment with suppliers to determinate the exact moment to send inventory on discount and what is the best percentage to recovery maxim profit of the purchase. Each of SEGED results was checked by the final user who agreed and added this tool could be wide developed on the retail world.*

**Keywords:** retail, discounts, inventory, optimization, system, expert, rules, inference.

## 1. Introducción

Hoy en día las tiendas por departamentos enfrentan serios problemas de optimización de inventarios al no contar con una herramienta que permita el control y monitoreo de la edad de sus productos. Es en las temporadas comerciales muy marcadas donde mayormente se acentúa este problema ya que por lo general la cadena de reabastecimiento no tiene un soporte informático para operar armónica y efectivamente. Este retraso en la gestión del inventario provoca que las bodegas estén sobrecargadas de mercadería que ya no se está vendiendo lo cual provoca falencias en la capacidad de almacenamiento para la mercadería correspondiente a la nueva temporada comercial.

Es por esto que se propone el desarrollo de un sistema experto basado en reglas de inferencia, que gestione, con determinados parámetros comerciales, cuál es la mejor manera de evacuar el inventario que ya está pasado de edad en la compañía para así dar cabida a la mercadería de la nueva temporada.

Puntualmente este sistema evaluará la edad de un producto, la rentabilidad esperada versus la rentabilidad obtenida, la fecha de pago al proveedor y el costo operativo que implica la comercialización del mismo. Con estos ingredientes determinará si en el momento de la evaluación es adecuado poner el producto en descuento y en qué porcentaje. Esta estrategia busca hacer los precios de los productos más atractivos a los consumidores finales para motivar la venta y recuperar la máxima utilidad posible de la inversión.

Esta propuesta ofrece un útil soporte informático a las empresas dedicadas a la comercialización de mercadería de rotación media y su explotación tecnológica y comercial puede ser ampliamente aprovechada dentro como fuera del país ya que es un evento que le sucede a la mayoría de estos negocios.

## 2. Fundamento teórico

Es importante conocer las actividades que realizan cada uno de los departamentos de la organización en el proceso de comercialización de la mercadería. Hay dos etapas, la primera se refiere a la negociación y distribución de la mercadería; y la segunda, propiamente a las políticas de descuento para impulsar la venta de la mercadería rezagada.

### 2.1. Negociación y distribución de la mercadería.

Todo el proceso inicia con el departamento Financiero que establece un presupuesto mensual para cada departamento de la compañía. En base a este

presupuesto, el departamento de Compras realiza su gestión con su cartera de proveedores. La gestión principal del comprador es obtener buenos productos, a buenos precios, a plazos de entrega y de pago convenientes para ambas partes. Con esto, el departamento de Marketing empieza su gestión debido a la llegada de la nueva mercadería, centrando sus funciones en cumplir dos objetivos: 1) impulsar la salida de la mercadería actual, 2) incentivar la aceptación de la mercadería que llegará. Paralelamente, el área de Bodega prepara la logística necesaria para la recepción, etiquetado, distribución y almacenamiento de la mercadería que llegará. Es labor del departamento de Control de Inventarios certificar que la operación ha sido exitosa.

### 2.2. Política de descuentos.

Esta segunda etapa sucede cuando la mercadería ha cumplido cierto tiempo en el inventario de la empresa y según la temporada comercial, es necesario comprar nuevamente para suplir las preferencias del mercado; por ende se necesita ese espacio disponible. Este proceso de deshacerse del inventario remanente de la anterior compra se empuja con varias estrategias comerciales. Una de las principales son las rebajas de precios o descuentos, para los cuales se deben evaluar varios aspectos internos y externos de la misma. Los aspectos internos se refieren a consideraciones in-house en la organización como edad, stock y plan de reabastecimiento. Los aspectos externos se refieren a la temporada comercial, a la moda, a la competencia.

### 2.3. Estructura de mercaderías.

Se refiere a la agrupación de los productos en base a características similares y dependiendo de cuán bien organizada esté, los gerentes tienen una visión clara de los segmentos de negocio que tienen un rendimiento idóneo y cuales necesitan ser fortalecidos. Es una escala jerárquica de tres niveles: División, Departamento y Clasificación. En algunos casos se llega hasta un cuarto nivel llamado Sub Clasificación.

La división consiste en la agrupación según la familia de productos o segmento de negocio. Por ejemplo en la empresa para la cual se desarrolla este trabajo una división puede ser: *Vestuario Damas*. El departamento consiste en agrupar, dentro de la división, productos en base a características generales. Dos ejemplos para la división *Vestuario Damas* sería *Ropa De Vestir Damas* y *Ropa Deportiva Damas*. La clasificación consiste en la agrupación según características puntuales dentro de los departamentos. Ejemplos para los departamentos mencionados anteriormente serían: *Blazer de Vestir Damas*, *Tops Deportivos Damas*.

### 2.4. Ciclo de vida del producto.

El ciclo de vida del producto (CVP) es la evolución de las ventas de un artículo durante el tiempo que permanece en el mercado. Los productos no generan un volumen máximo de ventas inmediatamente después de darlo a conocer, ni mantienen su crecimiento indefinidamente. Las condiciones bajo las que un producto se vende cambian a lo largo del tiempo. Las fases del ciclo de vida de un producto son:

- **Introducción.** Ocurre justo después del momento en que un nuevo producto se introduce en el mercado. Las ventas están a niveles bajos porque todavía no hay una amplia aceptación del producto por parte del consumidor. La disponibilidad del producto (para el comprador) es limitada. La competencia es limitada o nula.
- **Crecimiento.** Si el mercado acepta el producto, las ventas aumentan rápidamente. La planificación de la distribución física es difícil, sin embargo, la disponibilidad del producto se extiende también rápidamente por toda la geografía.
- **Madurez.** La anterior fase de crecimiento puede ser bastante corta, seguida de un período más largo llamado de madurez. El incremento de las ventas es lento o se ha estabilizado en un nivel, los niveles máximos de ventas. Ya es considerado un producto establecido en el mercado por lo tanto podemos decir que es un producto viejo.
- **Declive.** Llega un momento en que las ventas decaen por cambios en la tecnología, la competencia, o la pérdida de interés por parte del consumidor. Con frecuencia los precios bajan y los beneficios se reducen.

En la figura 1 se pueden apreciar las fases del ciclo de vida.

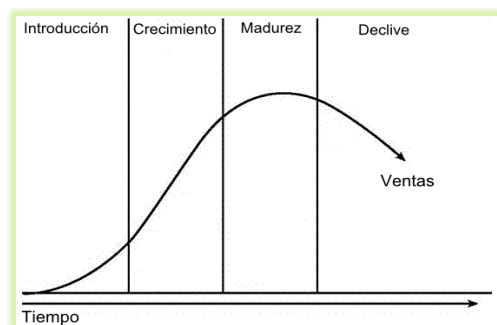


Figura 1. Ciclo de vida del producto.

## 2.5. Pendiente de consumo.

Esta regla de negocio se refiere a la estadística de ventas hasta el momento actual, de la compra realizada. Es una curva dada por las variables tiempo vs ventas en donde las unidades de tiempo se definen

en semanas mientras que las ventas evalúan en unidades vendidas.

Existen dos variables fijas en la negociación con el proveedor: el monto de la compra y el plazo de pago.

De la negociación realizada, se obtiene el margen de utilidad bruta (GM) que indica la ganancia porcentual de la inversión realizada. El margen se calcula de la siguiente manera:  $GM = (1 - (\text{Costo de Ventas} / \text{Ventas})) * 100$

Este margen de utilidad debe mantenerse constante o de ser posible hacerlo crecer; entonces, al despejar la fórmula, se obtendrá el precio de venta al cual deberá venderse el producto al público.

De las variables mencionadas se derivan dos parámetros importantes para el análisis: el inventario meta y el tiempo meta. El inventario vendido meta consiste en la cantidad de productos que se deben vender para liquidar la deuda con el proveedor; mientras que el tiempo meta se refiere al máximo tiempo en que debe alcanzar el inventario meta, es decir, el plazo de pago.

Luego de la evaluación de ventas y dependiendo de si cumple o no los tiempos, el sistema indicará si los productos analizados deben ser enviados a rebajas mediante una escala de descuentos definida por la estructura de mercaderías.

## 2.6. Escala de descuentos.

Es un instrumento que determina el porcentaje de descuento que debe tener un producto dependiendo del margen esperado en su estructura de mercadería. Conforme avanza el tiempo de vida del producto en un porcentaje de descuento, debe ir subiendo al siguiente hasta que se agote su stock en la compañía. Esta escala debe estar aprobada por el experto según su apreciación de estos indicadores en el negocio que esté administrando.

El nivel de descuento que se aplica está determinado por la evaluación en la escala, de la diferencia de las ventas reales versus la venta meta:  $\text{Diferencia (\%)} = |(\text{Ventas Meta} - \text{Ventas Actual}) / \text{Ventas Meta}| * 100$

En la tabla 1 podemos apreciar una parte de la escala de descuentos.

Tabla 1. Escala de descuentos

Escala de Descuentos			
Escala	Min	Max	Valor
1	0	10	10%
2	11	20	15%
3	21	30	20%

## 2.8. Aceleración de ventas.

Esta evaluación consiste en verificar si se ha alcanzado la cuota de venta necesaria para cumplir

con la obligación de pago con el proveedor. En este punto se decide si se pasa a un descuento superior o si se mantiene en el actual.

El procedimiento para avanzar al siguiente nivel es el mismo que se aplicó en la Pendiente de Consumo, se evalúa el inventario actual versus el tiempo que lleva en nuestro poder la mercadería y según el criterio del experto se puede incrementar el porcentaje de descuento del producto.

### 3. Desarrollo de la aplicación.

El sistema ha sido diseñado para que sea accedido por usuarios de tipo administrativo y con poder de decisión dentro de la organización. La función principal será sugerir la aplicación de descuentos sobre la mercadería, los cuales van a incidir directamente sobre la rentabilidad de la operación comercial pero así mismo permitirán evacuar inventarios, no sobre inventariar las bodegas y tener espacio necesario para mercadería nueva.

La plataforma en la que se ha desarrollado permite que el sistema sea accedido como una aplicación stand-alone en esquema cliente-servidor.

Todo nace en la orden de compra. Desde que la mercadería ingresa al inventario empieza el conteo de su edad. El objetivo con cada compra es lograr vender la mercadería de tal manera que se logre pagar la deuda al proveedor y quede ganancia para cubrir los gastos operativos y utilidad neta para la empresa. Cuando la mercadería no se vende, se genera el problema de la sobrecarga de inventario que impide realizar nuevas compras debido a la falta de espacio en las bodegas.

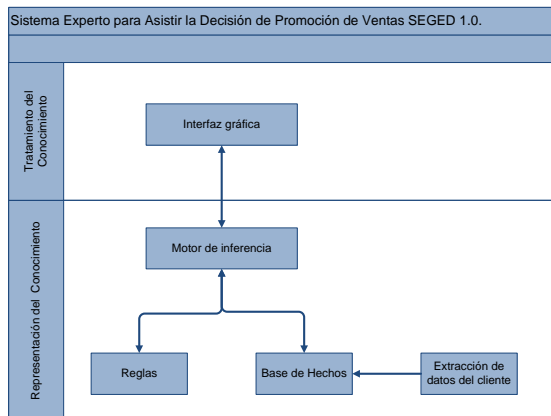


Figura 2. Esquema del SEGED 1.0

SEGED 1.0 evalúa los productos de la orden de compra y en base a la pendiente de consumo para esa categoría (estructura de mercadería a la que pertenece el producto) determina si debe o no ponerse en descuento y cuál es el porcentaje idóneo (en base a una escala de descuentos por categoría) con el cual deberá arrancar. Luego, con el pasar de los días, el usuario podrá evaluar cuál es el rendimiento del descuento inicial y decidirá si continúa el mismo

porcentaje de descuento o lo incrementa (basado en la aceleración de ventas). El objetivo al empezar a dar descuentos es evacuar el inventario que no se está vendiendo con la velocidad esperada.

#### 3.1. Base de conocimientos.

Este sub-módulo está definido por las reglas generadas de la extracción de conocimiento realizada al experto.

Tabla 2. Reglas de inferencia

Regla	Condiciones	Resultado
1	Inv. Actual <= Inv. Meta && Tiempo Actual <= Tiempo Meta	Parcial: Comprar
2	Inv. Actual <= Inv. Meta && Tiempo Actual > Tiempo Meta	Parcial: Dcto. opcional
3	Inv. Actual > Inv. Meta && Tiempo Actual <= Tiempo Meta	Parcial: No acción
4	Inv. Actual > Inv. Meta && Tiempo Actual > Tiempo Meta	Parcial: Descuento
5	Result. Parcial = Comprar && Tipo Producto = Básico	Comprar
6	Result. Parcial = Comprar && Tipo Producto = Moda	No comprar No acción
7	Result. Parcial = Descuento && Costo Operativo > Utilidad	No descuento
8	Result. Parcial = Descuento && Costo Operativo <= Utilidad	Descuento

#### 3.2. Base de hechos.

Consiste en los datos del negocio necesarios para la ejecución del sistema. De la base de datos se extrajo la información de:

- Productos.
- Compras.
- Ventas.
- Proveedores.
- Estructura de mercaderías.

Además hay información del negocio que no se extrae de la base de datos y es:

La *escala de descuentos* es una tabla definida a nivel de las clasificaciones de la estructura de mercaderías y se utiliza para indicar el porcentaje de descuento óptimo según un conjunto de intervalos de posibles descuentos.

**Tabla 3.** Escala de descuentos

Orden	Min	Max	Valor
1	0	10	10%
2	11	20	15%
3	21	30	20%
4	31	40	25%
5	41	50	30%
6	51	60	50%
7	61	70	60%
8	71	80	80%
9	81	90	80%
10	91	100	80%

El *margen de ganancia* que se ingresa en la interfaz de configuración del sistema para indicar la ganancia porcentual esperada de la compra a evaluar.

El *costo operativo*, también definido en la interfaz de configuración, permite determinar qué porcentaje de la ganancia obtenida se destina para cancelar las operaciones que hicieron posible el ejercicio comercial.

### 3.3. Motor de inferencia.

Se ha utilizado el motor de inferencia Drools que es un BRMS (Business Rules Management System) originado por la implementación mejorada de un motor de inferencia basado en el algoritmo Rete. Drools es un software libre distribuido por Red Hat en contribución con la comunidad de desarrollo JBoss. Provee programación declarativa y es lo suficientemente flexible como para utilizar la semántica del dominio del problema con un lenguaje de dominio específico, herramientas con variadas interfaces gráficas, herramientas web y herramientas de desarrollo.

### 3.4. Subsistema de explicación.

Se ha implementado una clase para guardar los resultados de las reglas aplicadas sobre cada producto de la orden de compra evaluada. De esta manera se conserva un historial de las reglas disparadas para que el usuario tenga una idea del proceso que realizó el sistema y éste a su vez justifique su decisión.

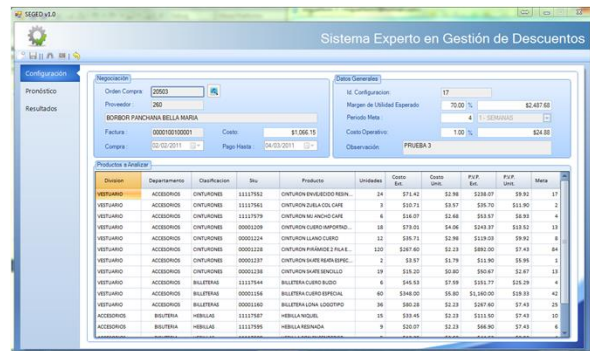
### 3.5. Interfaz de usuario.

El desarrollo se realizó sobre el IDE Visual Studio 2010 versión Ultimate. Además se integraron las herramientas colaborativas: DevExpress 2010 y DotNetBar v. 10.0.

Nuestra aplicación está compuesta por tres pestañas: Configuración, Pronóstico y Resultados.

#### 3.5.1. Configuración.

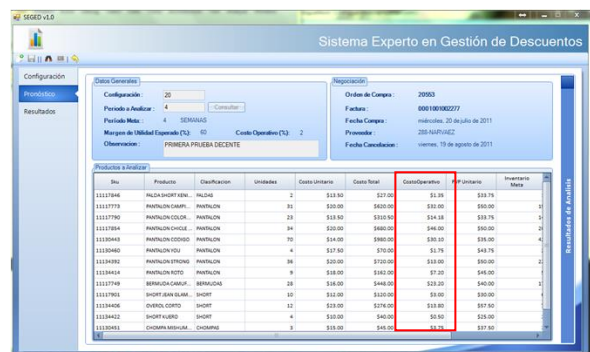
Dentro de esta pestaña el usuario suministra información a la aplicación para armar una base en la que posteriormente podrá realizar pronósticos sobre alguna negociación en particular. Para ello debe escoger una negociación registrada en el sistema, así como ingresar el margen de ganancia esperado, costo operativo aproximado y la frecuencia con la que se realizara el seguimiento a la negociación (diaria, semanal, quincenal o mensual). Adicionalmente el sistema mostrara el precio a la venta que se deberá manejar por cada producto para alcanzar el margen de ganancia registrado.



**Figura 3.** Pestaña de Configuración.

#### 3.5.2. Pronóstico.

En base a una configuración registrada previamente el usuario puede realizar en esta pestaña un análisis en un instante de tiempo deseado (periodo), con lo cual la aplicación muestra las ventas a la fecha, así como el costo operativo que se ha generado.



**Figura 4.** Pestaña de Pronóstico.

En esta misma pestaña el usuario tiene la opción de empezar el análisis, mostrándose una cuadro de resumen del estado de la negociación (ventas alcanzadas a la fecha, inventario meta, inventario actual, porcentaje de diferencia entre ambos valores, etc.) y el descuento recomendado por la aplicación en base al análisis procesado. Adicionalmente, en caso de no estar de acuerdo con el descuento recomendado el usuario puede ingresar un porcentaje de descuento a su criterio, así como una observación, los cual serán registrados conjuntamente con todo el análisis generado.

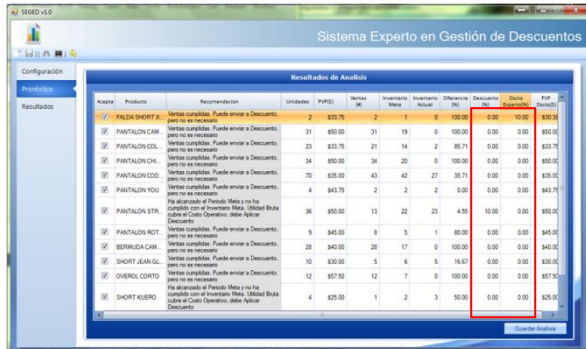


Figura 5. Resultado de Análisis.

### 3.5.3. Resultados.

En esta pestaña el usuario encontrara un árbol que contiene todas las configuraciones registradas así como los pronósticos realizados a cada una de dichas configuraciones. Esto ayuda a que el usuario tenga un apoyo visual de todos los análisis realizados., así como la posibilidad de acceder rápida y fácilmente a ellos.



Figura 6. Pestaña de Resultados.

## 4. Pruebas y resultados.

Las pruebas del Sistema en Gestión de Descuentos, permitieron evaluar el rendimiento y fortaleza del método seleccionado para resolver el problema. Se realizaron 10 pruebas aleatorias en base a los datos disponibles.

A continuación la tabla 4 muestra un resumen de los resultados de las pruebas realizadas, indicando las reglas que son quemadas en cada análisis.

Tabla 4. Reglas disparadas en las pruebas

Reglas	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Pruebas</b>								
1		X						
2	X					X		
3				X				X
4				X				X
5				X				X
6			X					
7		X						
8				X				X
9				X				X
10				X				X

Las pruebas 8-10 corresponden a la evaluación de las pruebas 3-5 en un período de tiempo posterior con la finalidad de verificar si las ventas mejoraron con el pasar del tiempo.

En la Figura 7 muestra el resultado del escenario número 8 del conjunto de pruebas realizadas, donde son disparadas las reglas de inferencia 4 y 8, por lo cual el sistema recomienda aplicar un descuento del 10%.

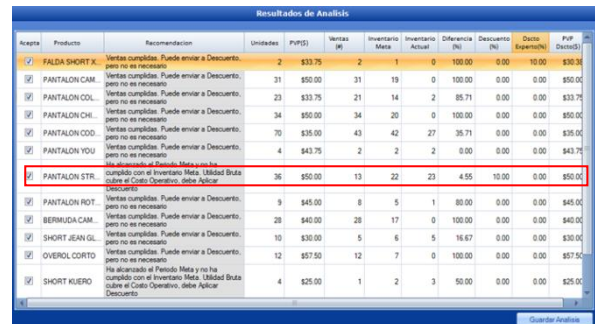


Figura 7. Pruebas realizadas sobre un producto.

## 5. Conclusiones

En base a la aceptación obtenida por parte del experto sobre los resultados obtenidos se concluye que el conjunto de reglas de inferencia construidas en el presente trabajo fueron definidas correctamente y que reflejan el proceder del experto en los escenarios probados.

La definición bien estructurada de las reglas del negocio permiten a SEGED v1.0 automatizar la gestión de descuentos para mercadería rezagada en ventas, asignando descuentos óptimos, lo cual conlleva a mejorar el tiempo de vida de la mercadería



dentro de la compañía; así como reducir los tiempos en que se realizan estos análisis actualmente de forma manual.

La versatilidad del motor de inferencia Drools, cuyo lenguaje nativo es Java, permitió la interacción con el lenguaje de programación Visual Basic .NET, lo que nos permitió crear una interfaz amigable para usuarios que están familiarizados con la plataforma Windows, facilidad que no es brindaba por otros motores de inferencia, tal es el caso de CLIPS.

## 6. Agradecimientos

Expresamos el especial agradecimiento al Ing. Eleodoro Rouillon por haber contribuido a este proyecto con su conocimiento del negocio de muchos años de experiencia.

## 7. Bibliografía

- [1] Joseph C. Giarratano, Gary D. Riley. Expert Systems: Principles and Programming, International Thomson Editores, 3ra Edition, 2001.
- [2] José Carrillo Verdún. Tesis doctoral. Metodología para el desarrollo de sistemas expertos, Universidad Politécnica de Madrid, Mayo 1987.
- [3] IDEAL SM: User's Guide for Software Process Improvement. Bob McFeeley. Software Engineering Institute (SEI), Carnegie Mellon <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/96hb001.cfm>, último acceso Junio 2012.
- [4] Philip Kotler, Gary Armstrong. Fundamentos de Marketing, 6ta Edición, 2003.
- [5] Kenneth Laudon, Jane Laudon. Sistema de información gerencial. Administración de la empresa digital, 8va edición, 2004.
- [6] Gómez, A., N. Juristo, C. Montes, J. Pazos, Ed. CEURA. Ingeniería del conocimiento, 1997.
- [7] Al Expert. Graham, P. "Using the Rete algorithm", pag. 46-51 (1990).