

“VIII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial” 12 y 13 de Noviembre de 2015

APLICACIONES DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO PARA LA TOMA DE DECISIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE ORGANIZACIONES

Área temática: Gestión de Operaciones y Logística

Castillo, Silvana¹, Villanueva, Bárbara², Paiva, Mónica³, Albarracín, Alejandro⁴

(1) *Facultad de Ingeniería. Consejo de Investigación. Universidad Nacional de Salta*
se_castillo@yahoo.com.ar

(2) *Facultad de Ingeniería. Consejo de Investigación. Universidad Nacional de Salta*
lacuentadebarbara@hotmail.com

(3) *Facultad de Ingeniería. Consejo de Investigación. Universidad Nacional de Salta*
Monica.Paiva@arcacontal.com

(4) *Consejo de Investigación. Universidad Nacional de Salta*
alealbarracin89@gmail.com

RESUMEN

El trabajo que se presenta se realiza en el marco de Proyecto N° 2273 del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta denominado: Importancia y empleo de Cadenas de Suministro en las organizaciones del medio. En las diferentes etapas de una cadena de suministro el proceso de decisión cobra gran importancia debido al carácter de subjetividad que muchas veces se tiene para decidir frente a diferentes alternativas que afecten a la optimización de uno o varios procesos. Una de las metodologías de decisión multicriterio que permite resolver la problemática de subjetividad es el Analytic Hierarchy Process (AHP) o Proceso Analítico Jerárquico. Este método descompone un problema en una jerarquía y contempla aspectos del tipo cualitativo como cuantitativo, a través de comparaciones apareadas y de ponderaciones cualitativas o cuantitativas. La aplicación de esta metodología se encuentra influenciada por la política, cultura y gestión integral de la organización. En una primera etapa se analiza las ventajas de aplicar la metodología desarrollada, el software empleado y situaciones ejemplificativas en diferentes etapas de la cadena de suministro.

Este tipo de metodología tiene una gran importancia dentro de una organización, ya que permite eliminar juicios subjetivos tendiendo a que las mismas sean objetivas y optimicen el funcionamiento de cada uno de los eslabones e integralmente a la Cadena de suministro de una organización.

Palabras Claves: Proceso Analítico Jerárquico, Cadena de Suministro, Logística, Optimización

ABSTRACT

The work presented is done in the framework of Project N° 2273 Research Council of the National University of Salta called: Importance and Supply Chain jobs in environmental organizations. At different stages of a supply chain decision-making becomes very important because of the nature of subjectivity that often has to decide against different alternatives affecting the optimization of one or more processes. One of the methods of multicriteria decision that solves the problem of subjectivity is the Analytic Hierarchy Process (AHP). This method breaks down a problem into a hierarchy and includes aspects of qualitative and quantitative through paired comparisons and qualitative or quantitative weights. The application of this methodology is influenced by politics, culture and overall management of the organization. In a first stage the advantages of applying the methodology developed, the software used and exemplary situations at different stages of the supply chain is analyzed.

This type of methodology is of great importance within an organization, allowing tending to eliminate subjective judgments that they are objective and optimize the performance of each and integrally links the supply chain of an organization

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Supply Chain, Logistics, Optimization

1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

Realizando una investigación global del concepto de Cadena de Suministro aplicado en las organizaciones del medio, se observa que la mayoría de los problemas detectados en las PYMES salteñas se deben a la falta de optimización en el funcionamiento de la Cadena de Suministro de una organización.

Las PyMEs presentan grandes ventajas [5], entre ellas se pueden mencionar: flexibilidad operativa, capacidad de innovación, adaptación al cambio, comunicación más directa entre clientes internos y externos entre otros. A diferencia de la gran empresa en donde el flujo de materiales y de información tiene otro tipo de velocidad, las condiciones de implementación de mecanismos de optimización tienen otro tipo de dinámica que se le atribuye a diferentes factores como: la cultura organizacional, tamaño, etc.

Particularmente en la ciudad de Salta se cuenta con información de las organizaciones del medio. A mediados del año 2008, se realizó un trabajo de campo del Observatorio PyMES de Salta en que se registró la existencia de 317 PyMES industriales en funcionamiento en la ciudad de Salta. De acuerdo a este estudio del 70% de las PyMES industriales de Salta, el 54 % se ubica en el departamento capital. Se destaca que el 88% de las PyMES industriales de Salta ocupan en promedio menos de 50 personas, mientras que a nivel nacional esta proporción desciende al 73%, lo que indica la alta preponderancia de los establecimientos industriales pequeños en la Provincia de Salta. Por otra parte se observa una marcada concentración sectorial de la actividad industrial de las PyME salteñas. El 77% de las empresas se desempeñan en sólo tres sectores: alimentos y bebidas (44%), madera y productos de madera (23%) y metalmecánica (10%). El restante 23% se distribuye en una serie variada y heterogénea de actividades.

A nivel de universidad, los antecedentes del presente trabajo se realizan en base a los estudios realizados en el Proyecto de Investigación N° 1896 del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta en el que se analiza las problemáticas relacionadas con organizaciones pequeñas y medianas de la ciudad de Salta que participaron en metodología de casos en la asignatura Investigación Operativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta desde el año 1996 hasta el año 2014. Se analizaron 137 organizaciones hasta el año 2014, según se muestra en la Tabla 1[3]:

Tabla N° 1. Sector tamaño de Organizaciones estudiadas en la materia Investigación Operativa (Periodo 1996-2014)

Modelo	Total
Decisión Multicriterio	4
Inventario con Demanda Dependiente	6
Inventario con Demanda Independiente	21
Inventario- Simulación- Líneas de espera	1
Líneas de espera	17
Líneas de espera-Simulación	1
Líneas de Espera-Simulación-Cadenas de Markov	3
Planificación, Programación y Control de Proyectos	5
Programación Dinámica Determinística	2
Programación Lineal	60
Programación Lineal-Inventario	1
Redes	5
Reemplazo de equipos	5
Simulación	6
Total general	137

Se observa que el 93% de las empresas estudiadas corresponden a pequeñas y medianas organizaciones. Posteriormente se analizó las problemáticas que fueron estudiadas en los casos de la materia. En la siguiente Tabla 2 se muestra los problemas detectados en las organizaciones analizadas:

Tabla N° 2. Modelos empleados para la resolución de casos (Periodo 1996-2014)

Tamaño	Sector	Total
Grande	Primario	2
	Secundario	4
	Terciario	3
Mediano	Secundario	18
	Terciario	10
Pequeño	Primario	4
	Secundario	45
	Terciario	51
Total general		137

Se observa que muchos de los modelos aplicados corresponden a problemáticas relacionadas con la gestión de la/s Cadenas de Suministro de una Organización.

1.2 OBJETIVOS

- Evaluar la eficiencia del método de AHP al proceso de decisión en diferentes etapas de la Cadena de suministro de una organización
- Analizar las diferentes aplicaciones del AHP que aporte a la eficiencia de la cadena de suministro de una organización

2. CADENA DE SUMINISTRO DE UNA ORGANIZACIÓN

Se define Cadena de Suministro (C.S.) como la red de servicios, materiales y flujo de información que vincula los procesos de relaciones con los clientes, requerimiento de pedidos y relaciones con los proveedores de una empresa con los procesos de sus proveedores y cliente. Una empresa puede tener múltiples cadenas de suministro, dependiendo de la mezcla de servicios o productos que se produce [7]. Las cadenas de suministro deben administrarse para coordinar los insumos con los productos de una empresa a fin de lograr las prioridades competitivas correspondientes a los procesos que involucran la empresa.

En síntesis, las cadenas de suministro se componen de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, en satisfacer las necesidades de los clientes [4]. Las actividades relacionadas con la cadena de suministro se pueden clasificar en 4 áreas [6]:

1. Localización
2. Producción
3. Inventario
4. Transporte-distribución

Estas áreas de decisión son usadas en el diseño, planificación y operación de la cadena de suministro teniendo un alcance temporal y/o espacial en la organización.

La cadena de suministros de una organización engloba los procesos de negocios, personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materia prima en productos terminados que son ofrecidos y distribuidos a los consumidores para la satisfacción de los clientes. Toda organización productiva o de servicios puede verse como una Cadena de Suministro, donde el rol humano cumple un papel fundamental dentro de cada eslabón [9]. Otros autores la consideran como una visión integral de los elementos logísticos, los cuáles se componen de tres tipos: Abastecimiento o logística de entrada, producción o logística interna y distribución o

logística de salida. La logística interna se encarga de planificar y gestionar los flujos de materiales y productos que tienen lugar en el interior de la empresa, es decir considera las áreas de producción y almacenamiento. En tanto que la logística externa (entrada y salida) se centra en la planificación y gestión de flujo de materiales y productos entre la empresa y los otros agentes de la cadena de suministro [10].

3. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO O ANALYTIC HIERARCHY PROCESS(AHP)

El proceso Analítico jerárquico (o AHP de Analytic Hierachy Process) desarrollado por Thomas Saaty está diseñado para resolver problemas múltiples. El proceso requiere que el tomador de decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios, especificando su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. El resultado es una jerarquización con prioridades que muestra la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. El primer paso consiste en elaborar una representación gráfica del problema en términos de la meta global, los criterios y las alternativas de decisión. El método consiste en hacer que el decisor especifique sus opiniones con respecto a la alternativa de cada uno de los criterios en términos de su contribución al logro de la meta global. En el siguiente nivel, el Proceso Analítico Jerárquico, el decisor señala una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuye cada criterio. El proceso Analítico Jerárquico utiliza comparaciones apareadas para establecer medidas de prioridad tanto para los criterios como para las alternativas de decisión. Representan pares fundamentales del Proceso Analítico Jerárquico. Habitualmente se la utiliza en estudios relacionados con la determinación de localización de una planta [1,3].

Para la aplicación del Método de AHP se requiere una serie de condiciones previas. Los puntos que deben tenerse en cuenta se enumeran a continuación:

- Las debe ejecutar un grupo interdisciplinario si la decisión se encuentra afectada por varias áreas de la organización o la participación de diferentes actores que participan en un sector.
- Se debe aplicar en situaciones que presenten diferentes visiones o puntos de vista sobre la elección de una alternativa
- En decisiones que afecten a un área implicada en un proceso, no en aquellas que corresponden a tareas cotidianas que tengan poco o nulo impacto en la decisión
- Deben involucrar en todos los casos una visión integral
- Generalmente es usada en mandos medios, lo cuál no restringe su uso a otros sectores con la debida capacitación.

3.1 APLICACIONES EN LOS DIFERENTES ESLABONES DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Las aplicaciones que se desarrollan en el mismo son en las etapas de: abastecimiento (selección de proveedores, análisis de materias primas etc), logística interna (análisis de métodos de producción, de tratamiento de residuos, selección en puestos de trabajo, evaluación de proyectos entre otros) y logística de distribución (selección de canales de distribución, de potenciales mercados etc).

Este tipo de análisis cobra vital importancia dentro de una organización, ya que permite eliminar los juicios subjetivos tendiendo a que las decisiones sean objetivas y contribuya a optimizar el funcionamiento global de la Cadena de suministro.

En la primera etapa de abastecimiento se seleccionó una de las tantas decisiones que contribuye al abastecimiento de materia prima y/ o servicio en el caso de una organización manufacturera y/ o de servicio.

Dada diferentes ofertas de distintos proveedores, los criterios que se seleccionan deben mantener la objetividad. Se utilizó como base los requisitos planteados en el punto 7.4 : Compras de la Norma ISO 9001:2008. En el punto 7.4.1 se estipula que el producto adquirido cumple con los requisitos de compra especificados. El tipo y el grado de control aplicado al proveedor y al producto adquirido deben depender del impacto del producto adquirido en la posterior realización del producto o sobre el producto final. La organización debe evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. En tanto que en el punto 7.4.2 hace referencia a la información de compras incluyendo: requisitos de aprobación del producto, procedimientos, procesos y equipos, calificación del personal, de sistemas de gestión de la calidad. Deben readecuarse los requisitos de compra especificados antes de comunicárselo al proveedor. En el punto 7.4.3 la organización debe establecer e implementar la inspección u otras

actividades necesarias para asegurarse de que el producto comprado cumple los requisitos de compra especificados [8]

De acuerdo a lo descrito anteriormente se determina la estructura descrita en el punto 3. El objetivo principal para el ejemplo citado es el siguiente:

Objetivo o meta: Determinar el proveedor de la materia prima o servicio x

Criterios de Decisión: Calidad del producto, garantía, descuentos por cantidad, mantenimiento si correspondiera, transporte etc.

Alternativas de decisión: Proveedor 1, Proveedor 2, Proveedor 3 etc.



Figura N°1 : Diagrama de Jerarquía-Selección de Proveedor/es
Fuente: Elaboración propia

En la logística interna la decisión se ve afectada por los procesos de índole productivo. La decisión se centra en la elección de procesos, recursos y cambios tecnológicos como también de prácticas operativas. Desde una visión integral al momento de tomar la decisión se debe tener en cuenta una visión global no solo aquellos factores que afecten a nivel operativo. En este eslabón las decisiones que se toman en consideración son del tipo productivo, y de prácticas operativas preventivas, de mitigación y del tipo correctivo. Los del tipo productivo pueden ser del tipo de elección de procesos, selección de recursos, asignación de puestos de trabajo etc. A continuación se detallan dos posibles aplicaciones: una referida a la elección de un proceso productivo, y la segunda a la evaluación de prácticas operativas

La primera es referida a la selección de procesos operativos, la segunda permite perfeccionar la herramienta de Ishikawa (Diagrama Causa-Efecto) usada en Gestión de la Calidad.

La elección de un proceso productivo muchas veces se realiza solamente en términos económicos y técnicos. En base a lo explicado se detalla la estructura jerárquica:

Objetivo o meta: Elección del proceso i en el Área j

Criterios de Decisión: Económicos, Rendimiento, Medio Ambiente, Lay out, etc.

Alternativas de decisión: Proceso 1, Procesos 2, Proceso 3 etc.

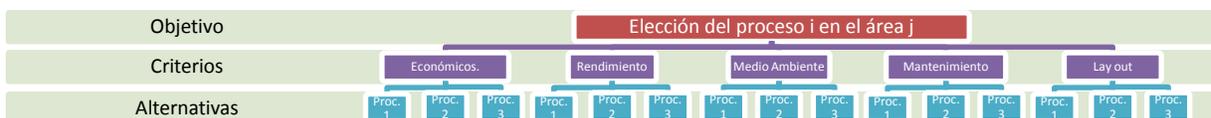


Figura N° 2: Diagrama de Jerarquía-Selección del proceso i en el área j
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en esta etapa se puede aplicar una mejora en la herramienta de Ishikawa si luego de haber determinado una no conformidad (efecto) se desea determinar las causas. A través del diagrama de Ishikawa o espina de pescado este propósito se logra a través del grupo vinculado directamente en el proceso. Lo que esta herramienta no realiza es dar un orden de prioridad al tratamiento de cada una de las causalidades. En la siguiente figura se muestra el diagrama habitual de Ishikawa:

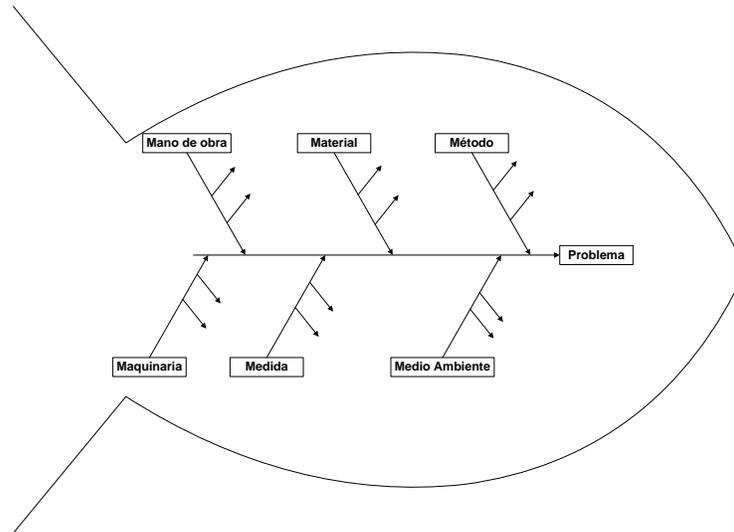


Figura N°3 : Diagrama de Ishikawa
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la herramienta permite identificar cualitativamente las causas, subcausas etc de un problema en particular, lo que se podría mejorar a través de la herramienta AHP es analizar en forma independiente para cada una de las causas principales (método, material, mano de obra, medida, medio ambiente) las alternativas de solución para cada caso. Por ejemplo la estructura de jerarquía aplicada para este caso sería:

Objetivo o meta: Elección de la solución i para la causa j

Criterios de Decisión: subcausas relacionadas con la mano de obra, material, método, maquinaria, medida, medio ambiente

Alternativas de decisión: solución 1, solución 2, solución 3 etc.

El tipo de solución dependerá del equipo de trabajo y del tipo y tamaño de la organización.

Por ejemplo si se analizara la causa “mano de obra” atribuible a un problema operativo, las subcausas (criterios de decisión) podrían atribuirse a: Errores de operación, falta de personal, relaciones interpersonales etc. Las alternativas de decisión podría ser: capacitaciones, cambios de metodologías de trabajo, ergonomía, etc



Figura N°4 : Diagrama de Jerarquía-Elección de la solución i para la causa Mano de Obra
Fuente: Elaboración propia

En la tercera etapa de distribución de una Cadena de suministro existen diferentes tipos de aplicaciones del AHP, por ejemplo la determinación de mercado objetivos, de distribución de productos terminados, de definición de puntos de ventas entre otros. Se seleccionó para el análisis la determinación de los mercados objetivos. A la hora de elegir los diferentes mercados objetivos además de los criterios económicos, deben tenerse en cuenta otros factores que favorecen a la definición de los mismos. Así como se mostró en los casos anteriores la decisión depende en gran parte de los objetivos, de la cultura organizacional, de los actores involucrados. La estructura jerárquica para representar la situación descrita es la siguiente:

Objetivo o meta: Selección del mercado objetivo

Criterios de Decisión: estudio de mercado (demanda, competencia, oferta, producto) , cercanía a la organización, índices financieros del proyecto, factores ambientales, entre otros. En [2] se definen los aspectos necesarios a tener en cuenta para su definición

Alternativas de decisión: mercado objetivo 1, mercado objetivo 2, mercado objetivo 3.

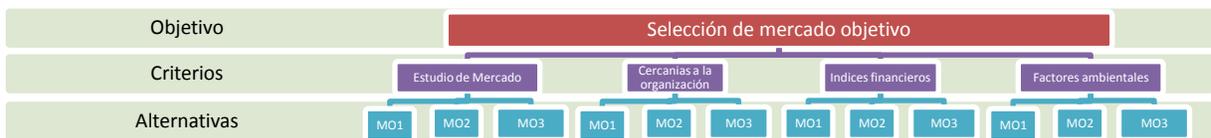


Figura N°5 : Diagrama de Jerarquía-Selección de Mercado Objetivo
Fuente: Elaboración propia

3.2. PROGRAMA EXPERT CHOICE PARA IMPLANTAR EL PAJ

Expert Choice es un paquete de programación comercializado por la empresa Decision Support Software, proporciona un procedimiento para implantar el AHP. Permite representar de una manera sencilla una representación gráfica de la jerarquía y realizar las comparaciones apareadas con importancia en los criterios de decisión. Es un paquete muy útil para realizar análisis de decisiones de criterios múltiples con el AHP. Una vez que se desarrolla el conjunto de todas las comparaciones apareadas, se utiliza un proceso de sintetización para determinar las prioridades de los elementos que se comparan. El paso final del AHP es una mayor sintetización en las que se multiplican los niveles de prioridad establecidos para las alternativas de decisión con respecto a cada criterio por los niveles de prioridad que reflejan la importancia de los criterios mismos, la suma de los productos de todos estos criterios es el nivel global de prioridad para la alternativa de decisión.

Una consideración importante de la calidad de la decisión es la relación de consistencia (RC), es decir la consistencia de los juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de las comparaciones apareadas. Los valores que exceden 0.10 son señales de juicios inconsistentes. Se considera que los valores de consistencia de menos de 0,10 son señal de un nivel de consistencia razonable [1,3].

4. CONCLUSIONES

El trabajo que se presentó corresponde al uso de una de las tantas herramientas empleadas para resolver problemáticas relacionadas con la administración de la/s cadena/s de suministros. Existen como la metodología del AHP diferentes metodologías que pueden llegar a dar respuesta a las

problemáticas detectadas en las PYMES salteñas. Particularmente de acuerdo a lo expuesto el AHP al ser un método de toma de decisiones para criterios múltiples ofrece mucha versatilidad y flexibilidad de uso lo cuál permite su implementación en pequeñas , medianas y grandes empresas. Generalmente de acuerdo a bibliografía consultada se lo emplea para determinar localizaciones de plantas, según lo estudiado en [3]. Es claro que puede aplicarse a diferentes situaciones donde se requiere tener en cuenta distintos criterios y pondera muchas veces los juicios subjetivos. Es recomendable de esta forma que en su aplicación los juicios se realicen con un plantel multidisciplinario para evitar sesgos en la decisión final.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]Anderson, D.R , D. Sweeney, T.Williams.(2006) Introducción a los modelos cuantitativos para administración. México.9° Edición. Cengage Learning., México.
- [2]Baca Urbina, Gabriel. (2001). Evaluación de Proyectos. México. 4° Edición. Mc Graw Hill. México
- [3]Castillo, Silvana; Cabanillas, Cecilia; Sham, Edgardo; Paiva, Mónica; Albarracín, Daniel(2015). El proceso analítico Jerárquico como herramienta en la toma de decisión en las Cadenas de Suministro. X Jornadas de Ciencia y tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Salta,Argentina
- [4]Chopra, S., Meindl,.P. (2001).Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- [5] Formento, Héctor ; Braidot, Pittaluga, N (2007). El proceso de mejora continua en PyMES argentinas. Buenos Aires, Argentina. 1° Ed. Departamento de Publicaciones-UNGS. Argentina.
- [6] Garrido, R. Modelación de Sistemas de Distribución de Carga. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.2001.
- [7] Krajewski, L. , Ritzman, L., Malhotra M. (2008).Administración de Operaciones : Procesos y Cadenas de Valor. 8° Edición. Pearson Educación, México.
- [8] Norma ISO 9001:2008.
- [9] Terrado, Alejandro(2007). La cadena de Suministro, Monografías, Argentina
- [10] Urzelai , Inza. (2006) .Manual Básico de Logística Integral , Diaz de Santos. España