

El valor de las tecnologías para la empresa

Marcos Calle¹

¹ Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. Camino de los Descubrimientos, s/n. Isla de la Cartuja, 41092. Sevilla.
mcalles@us.es

Resumen

En la actualidad, un aspecto fomentado de las organizaciones es su nivel tecnológico, para lo cual se necesita una metodología que a diferencia de las existentes considere además de los factores directos (como por ejemplo, los costes, los beneficios, los ingresos, el ahorro de tiempo o el plazo) a factores indirectos (como la flexibilidad), evaluándolos de modo analítico. La presente metodología de Análisis de Tecnologías inspirada en la Gestión del Valor considera factores directos e indirectos, además de comparar la importancia de las tecnologías implantadas en la empresa con otras disponibles en el mercado.

Palabras clave: Diagnóstico tecnológico, Análisis del Valor, Gestión del Valor.

1. Introducción

En un entorno competitivo como el actual, la aparición de nuevas tecnologías y su incorporación en los procesos empresariales pueden proporcionar una ventaja competitiva a través del aumento de la productividad, de la reducción de los costes y de la disminución de los plazos de entrega, entre otros beneficios. Todo ello ofrece una oportunidad de crecimiento para las empresas.

El diagnóstico tecnológico de una organización y la posterior toma de decisiones de las tecnologías a implantar, renovar o eliminar conlleva una elevada complejidad por necesitar la incorporación de criterios estratégicos, económicos, técnicos, operativos y de mantenimiento, de capacidad, de formación y aspectos ambientales, entre otros.

Existen numerosos estudios, centrados en los efectos directos de las nuevas tecnologías sobre la rentabilidad y la competitividad de las empresas (Skinner [1985] y Kaplan [1986], entre otros).

Tradicionalmente, una línea de investigación muy activa ha sido la medida del progreso tecnológico y la posición tecnológica de las empresas. Para ello, el indicador más utilizado ha sido la productividad, la cual supone una medida indirecta de los atributos tecnológicos de los productos, Bonaccorsi et al. (2005). Como se demuestra en el trabajo de Khouja (1995), para la medida del rendimiento de las tecnologías de fabricación se suelen utilizar numerosos parámetros.

A nivel del producto, las innovaciones surgen para mejorar o introducir las características técnicas. El nivel de estas características tecnológicas orienta sobre la estrategia tecnológica de la empresa, sin llegar a revelar los detalles de la inversión en I+D o políticas de adquisición de tecnología externa.

Como pone de manifiesto la investigación de Kelley y Helper (1999), una de las dificultades más frecuentes consiste en la estimación de los costes de implantación y

mejora, acentuándose en el caso de que la innovación se desarrolle externamente a la empresa. Estos costes pueden reducirse si la empresa accede a la experiencia previa de otras empresas en cuanto al proceso de transferencia de dicha tecnología. En este ámbito, también ha sido llevada a cabo una investigación sobre la difusión de la tecnología, para explicar las diferencias en el plazo y dificultad de la adquisición de una misma tecnología en distintas empresas, así como las diferencias en su rentabilidad potencial, Arvanitis y Hollenstein (2001).

2. Metodologías de evaluación de factores existentes

Los primeros métodos se fundamentaban en la evaluación de factores económicos, como por ejemplo el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Plazo de Recuperación (PB) y la Rentabilidad Económica (ROI). Estos modelos han sido utilizados extensamente en la industria para la elección de la tecnología de fabricación más adecuada, debido a su facilidad de uso. Sin embargo, según proponen Kleindorfer y Partovi (1990), aunque estos modelos pueden constituir unas técnicas de evaluación adecuadas para aspectos tácticos en la selección de proyectos, no tienen éxito al considerar los aspectos estratégicos a largo plazo asociados con los entornos competitivos.

A diferencia del anterior grupo de metodologías, existe un grupo de metodologías de evaluación de factores analíticos cuyo objetivo de análisis no se circunscribe exclusivamente a datos de carácter económico.

Otro aspecto descuidado en los modelos de evaluación tradicionales ha sido la estrategia, la cual ya ha sido tenida en cuenta desde hace décadas en trabajos como el de Kleindorfer y Partovi (1990). En este último se incluye el análisis de los costes y beneficios estratégicos para desarrollar la estrategia de fabricación. Entre estas metodologías se incluyen las siguientes:

- **Métodos basados en la Teoría de Conjuntos Borrosos.** Debido a la incertidumbre y dificultad de cuantificar algunos de los factores se utilizan ciertas expresiones en sus estimaciones, (Ward [1989]), como por ejemplo: "alrededor del 10%", "sobre 80.000" o "muy bajo", las cuales son incorporadas en la Teoría de los Conjuntos Borrosos.
- **Sistemas Expertos.** Consisten en un algoritmo informático que imita el razonamiento de un experto humano en la resolución de un determinado problema, a través de la automatización de su conocimiento. Dos ejemplos aplicados a seleccionar la tecnología más adecuada son los desarrollados por Fisher y Maimon (1988), y Boubekri et al. (1991).
- **Métodos basados en la Teoría de Decisión Multicriterio.** Un enfoque muy utilizado en la selección de maquinaria y su tecnología correspondiente ha sido el uso de modelos de decisiones multicriterio (Agrawal et al. [1991], Jones et al. [1985], y Nnaji y Yannacopoulou [1988]). Kirby y Mavris (2000) propusieron una metodología de identificación, evaluación y selección de tecnologías (TIES) como nuevo paradigma, en el que se incluyen la ordenación de las alternativas mediante valores cuantificados, el análisis de las fronteras tecnológicas y la asignación de recursos.

Como conclusión del estudio de la situación del problema considerado se destaca la necesidad de un proceso de selección de la tecnología englobado en el conjunto de decisiones estratégicas de la empresa. Aunque este problema ha sido abordado previamente en numerosos trabajos se observa la demanda de una metodología basada

en el conocimiento de los grupos de trabajo multidisciplinares, incorporando los distintos puntos de vista de la organización. A continuación se describen los principales rasgos a incorporar en dicha metodología:

- Metodología cuantitativa para facilitar el análisis final.
- Debe incluir el análisis multicriterio de los distintos aspectos a considerar.
- Debe considerar la estrategia empresarial y la situación de los mercados actuales y futuros de la empresa.
- Metodología de análisis cuantitativo fácilmente comprensible por personas no expertas.

3. Metodología de Análisis de Tecnologías

Esta metodología se ha inspirado en los conceptos fundamentales de la Gestión del Valor (Miles [1972]), siendo su principal objetivo proporcionar una sistemática para seleccionar la tecnología más adecuada, considerando la actividad de la empresa y el ámbito de actuación de la misma entre otros factores. A pesar del uso de la Gestión del Valor en los productos, procesos y servicios, en la actualidad hay un interés en su utilización dentro del campo de la construcción, como muestran algunos trabajos (Cheah y Ting [2005], Fong [2004], Kelly et al. [2004], Shen y Chung [2002], y Thiry [2002], entre otros).

Mediante esta metodología se estudia la importancia de cada tecnología implantada en el proceso productivo, así como las tecnologías disponibles en el mercado.

En primer lugar, y dependiendo del escenario a estudiar se podría (1) determinar de entre las tecnologías implantadas aquellas candidatas a ser eliminadas, actualizadas o (2) seleccionar las nuevas tecnologías a adquirir. Posteriormente, se lleva a cabo un segundo análisis para cada una de las tecnologías destacadas en el paso previo, realizando un análisis comparativo detallado de las distintas alternativas existentes.

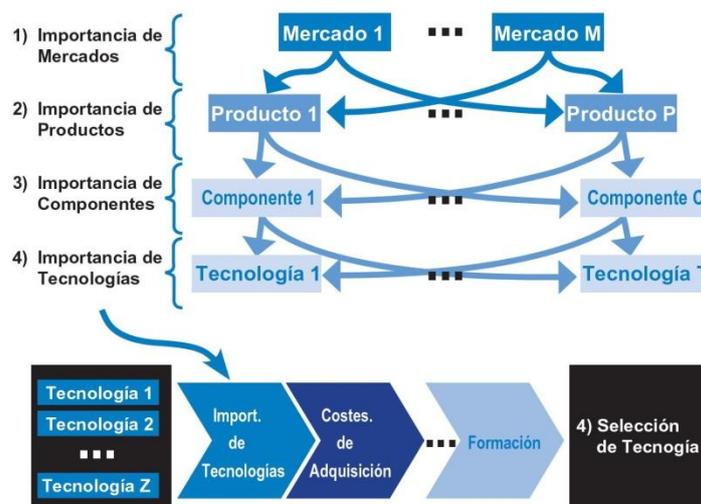


Figura 1. Fases de la metodología.

La metodología se compone de seis etapas utilizándose los datos resultantes de cada etapa como datos de entrada de la siguiente.

3.1. Etapa 1. Reflexión sobre los mercados (o segmentos de mercado)

Cuyo resultado es la valoración de la Importancia Estratégica de los Mercados (o segmentos de mercado) en los que opera la empresa. Alguna de la información frecuente a considerar es:

- Estimaciones de la Evolución de los Mercados (o Segmentos de Mercado).
- Condiciones actuales y futuras de la competencia del sector.
- Condiciones legales actuales y futuras.
- Influencia de los sectores auxiliares.
- Modelo de las 5 fuerzas competitivas de Porter.

Entre las herramientas que pueden ser usadas en esta etapa se encuentran la *Matriz de Ordenación Alternativa*, seguida del *Método de las Comparación por Pares*.

3.2. Etapa 2. Análisis de los productos (o servicios) ofrecidos por la empresa

Esta etapa persigue la valoración de la Importancia de los Productos (o Servicios) que fabrica (u ofrece) la empresa, considerando (1) la importancia para la empresa de cada uno de sus mercados, y (2) la importancia de cada uno de los productos (o servicios) en cada uno de los mercados citados.

Para ello, para cada uno de los productos (o servicios) se suma las aportaciones realizadas en cada uno de los mercados, ponderando por la importancia de cada mercado, calculado en la etapa 1.

$$Importancia_p = \sum_m Aportación_{p,m} \times Importancia_m \quad (1)$$

donde la Aportación p,m evalúa la aportación del Producto “p” en el Mercado “m” en un rango de 0 a 5 (asignando el valor 5 a aquel producto más importante en el Mercado “m” y 0 si el producto no se ofrece en dicho mercado).

3.3. Etapa 3. Análisis de los componentes

Esta etapa persigue la valoración de la Importancia de los Componentes que utiliza la empresa para producir los distintos productos. Para ello esta etapa se divide en los siguientes 3 análisis:

- **Análisis funcional**, realizado de modo independiente para cada producto fabricado por la empresa. El procedimiento a seguir para la realización de este análisis coincide con el *Análisis Funcional* de la metodología *Análisis del Valor*.
- **Análisis de componentes de cada producto**. Este análisis debe ser repetido para cada posible combinación entre componente y producto ofrecido por la empresa, para obtener la contribución de cada componente al cumplimiento de las funciones de cada uno de los productos de la empresa. El procedimiento de

valoración es similar al descrito en la Etapa 2 de la presente metodología. De este modo, para un producto determinado se han de sumar para cada uno de los componentes que lo constituyen la aportación realizada a cada una de las funciones del producto, ponderando por la importancia de cada función, calculada en el Análisis Funcional anterior de la presente Etapa 3.

$$Importancia_{c,p} = \sum_f Aportación_{c,p,f} \times Importancia_{p,f} \quad (2)$$

donde la Aportación c,p,f evalúa la importancia del Componente “c” para realizar la Función “f” en el Producto “p” en un rango de 0 a 5 (asignando el valor 5 a aquel componente más importante para realizar la Función “f” en el Producto “p” y 0 si no está relacionado con dicha función). Además, la Importancia p,f se obtuvo en el Análisis Funcional anterior de la presente Etapa 3.

- **Análisis global de todos los componentes de la empresa.** El resultado final de esta etapa es la valoración (en términos de porcentaje) de la importancia global para la empresa de cada componente, considerando que un mismo componente puede formar parte de distintos productos. De este modo, para cada componente se han de sumar las aportaciones de cada Componente “c” en cada Producto “p”, obtenidas en el anterior Análisis de componentes de cada producto, ponderando por la importancia de cada producto, calculado en el Análisis de los productos (o servicios) de la anterior Etapa 2.

$$Importancia_c = \sum_p Aportación_{c,p} \times Importancia_{c,p} \quad (3)$$

donde la Aportación c,p evalúa la aportación del Componente “c” en el Producto “p” en un rango de 0 a 5 (asignando el valor 5 a aquel componente más importante para el Producto “p” y 0 si no forma parte de dicho producto). Además, la Importancia p se obtuvo en la anterior Etapa 2.

3.4. Etapa 4. Análisis de las tecnologías

El resultado obtenido será la importancia de cada tecnología para la empresa. En esta valoración se ha tenido en cuenta (1) la importancia de cada tecnología en la fabricación de cada componente, (2) la relevancia de cada componente en los distintos productos de la empresa, y (3) la aportación de cada producto en cada uno de los mercados en los que opera la empresa.

$$Importancia_t = \sum_c Aportación_{t,c} \times Importancia_c \quad (4)$$

donde la Aportación t,c evalúa la aportación de la Tecnología “t” para la fabricación del Componente “c” en un rango de 0 a 5 (asignando el valor 5 a aquella tecnología más importante durante la fabricación del componente “c” y 0 si no actúa en la fabricación de dicho componente). Además, la Importancia c se obtuvo en la anterior Etapa 3.

3.5. Etapa 5. Análisis comparativo de las alternativas tecnológicas existentes

El resultado obtenido en la etapa anterior consiste en la ordenación por grado de importancia de las distintas tecnologías del proceso productivo estudiado. A continuación, se deberán seleccionar un conjunto de tecnologías sobre las cuales continuar el análisis, realizando un análisis comparativo independiente para cada una de las tecnologías seleccionadas. En este análisis se estudian simultáneamente tanto la tecnología implantada en la empresa como las alternativas tecnológicas disponibles en el mercado.

Entre las posibles conclusiones de este análisis se encuentran:

- La solución tecnológica implantada posee el mayor valor de las analizadas, siendo recomendable mantener dicha tecnología.
- Existe alguna alternativa tecnológica cuyo valor es mayor que la solución tecnológica implantada. En este caso, dependiendo de la diferencia entre los niveles de valor podría justificarse la sustitución de la tecnología implantada por la alternativa tecnológica de mayor valor.
- Por último, puede existir un conjunto de alternativas con un valor mayor que la actualmente implantada, la cual justifica la adquisición de una nueva alternativa. En estos casos, aunque exista una alternativa con valor predominante puede ser que no se justifique dicha elección, pudiéndose seleccionar una alternativa cuyo valor sea superior a la solución tecnológica implantada aún sin ser la predominante.

3.6. Etapa 6. Implantación y seguimiento

Esta última etapa consiste en la planificación del proceso de implantación de la alternativa seleccionada, para lo cual se establecerán actuaciones, recursos, plazos y responsables de llevarlas a cabo.

Además, durante esta fase se realizará un seguimiento y control de la realización de las actuaciones previstas para identificar posibles desviaciones con respecto a los objetivos planteados, y si es así, poner en marcha acciones correctoras, bien sobre la planificación, bien sobre los trabajos de la propia implantación.

4. Caso práctico.

La empresa utilizada para el desarrollo del ejemplo lleva a cabo su actividad en los siguientes mercados, para los cuales los miembros del equipo de trabajo han asignado los correspondientes niveles de importancia: fabricante de automoción (35%), distribuidores de automoción (30%), industria de automoción (15%), cliente específico (8%), y restos de sectores (12%).

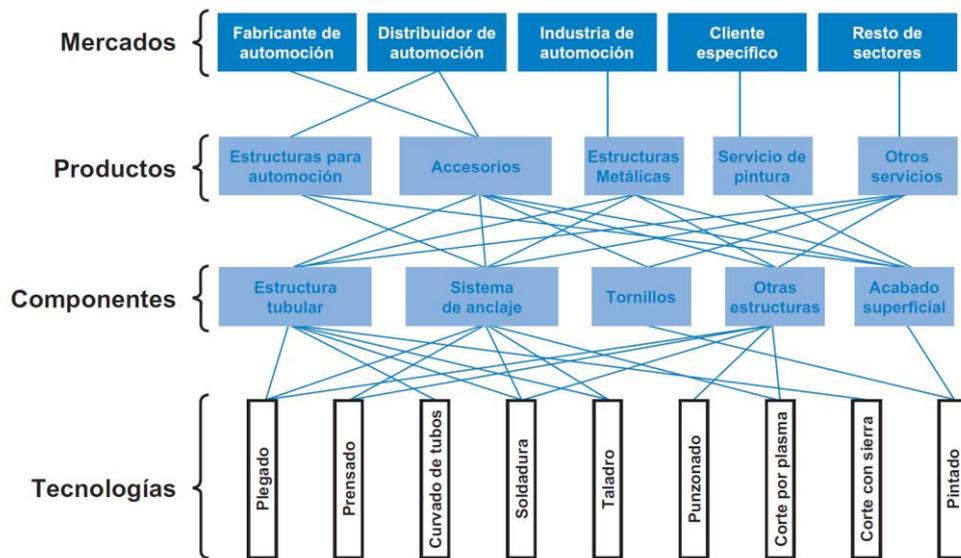


Figura 2. Mercados, productos, componentes y tecnologías de la empresa del ejemplo.

La figura 2 muestra los mercados en los que opera la empresa, los productos/servicios ofrecidos en cada mercado, los componentes que forman cada producto y por último las tecnologías utilizadas para producir cada componente.

El siguiente paso consiste en determinar la importancia de cada producto para la empresa, considerando que algunos productos pueden ofrecerse en mercados distintos, como los accesorios, ofrecidos al fabricante de automoción y al distribuidor de automoción, y (2) la importancia de cada uno de los segmentos de mercados para la empresa. Como se muestra en la tabla 1, la importancia de cada producto se obtiene valorando la relevancia de cada producto en cada uno de los posibles mercados, en una escala de 0 (valor no ofrecido en el mercado) a 5 (producto más importante en este mercado). Por ejemplo: *¿Cuánto son de importante los accesorios para los distribuidores de automoción en comparación con el resto de productos ofrecidos a éstos?*

Tabla 1. Matriz de Productos-Mercados.

		Productos					Importancia Estratégica de los Mercados (%)
		Estruct. autom.	Acceso.	Estruct. metál.	Serv. de pint.	Otros serv.	
Mercados	Fabricación de automoción	0 0,0	5 175,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	35,0
	Distribuidores de automoción	0 0,0	3 90,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	30,0
	Industria de automoción	0 0,0	0 0,0	5 75,0	0 0,0	0 0,0	15,0
	Cliente específico	0 0,0	0 0,0	0 0,0	5 40,0	0 0,0	8,0
	Resto de sectores	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	5 60,0	12,0
	Suma	150,0	265,0	75,0	40,0	60,0	
Import. de los productos (%)		25,4	44,9	12,7	6,8	10,2	

A continuación se determinará la importación de cada componente, considerando que productos distintos pueden incorporar un mismo componente. Esta etapa consiste en la aplicación de un análisis funcional independiente para cada producto, hasta obtener la importancia de cada componente en cada producto.

El siguiente paso, mostrado en la tabla 2, consiste en la evaluación de la importancia de cada componente para la empresa, a partir de la anteriormente obtenida importancia de los componentes en cada producto, y la importancia de cada producto para la empresa.

Tabla 2. Matriz de Componentes-Productos.

		Componentes					Importancia de los Productos (%)
		Estruct. tubular	Sist. de anclaje	Tornillo	Resto estruct.	Acabado superf.	
Productos	Estructuras de automoción	0 0,0	63,6 1.616,4	0 0,0	0 0,0	36,4 923,6	25,4
	Accesorios	38,5 1.728,7	13,5 606,2	6,1 273,9	28,2 1266,2	13,7 615,1	44,9
	Estructuras metálicas	43,2 548,6	15,9 201,9	0 0,0	38,1 483,9	2,8 35,6	12,7
	Servicio de pintura	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	100,0 680,0	6,8
	Otros servicios	28,2 287,6	17,58 179,5	5,9 60,2	28,2 287,6	20,1 205,0	10,2
	Suma	2.564,9	2.604,0	334,1	2.037,7	2.459,3	
Import. de los compon. (%)		25,6	26,0	3,3	20,4	24,6	

. La tabla 3 presenta el análisis para la determinación de la importancia de las tecnologías para la empresa, habiéndose considerado los mercados, productos, y componentes utilizados se obtiene finalmente valorando la importancia de cada tecnología en la obtención de cada uno de los anteriores componentes, asignando valores entre 0 (si la tecnología no se utiliza en la producción del componente

considerado) y 5 (si dicha tecnología es la más importante para la obtención del componente). La siguiente tabla ilustra el proceso de determinación de la importancia de las tecnologías

Tabla 3. Matriz de Tecnologías-Componentes.

		Tecnologías									Importancia de los compon. (%)
		Plegado	Prensado	Curvado de tubos	Soldadura	Taladrado	Punzonado	Corte por plasma	Corte por sierra	Pintado	
Componentes	Estructura tubular	5 128,0	0 0,0	2 51,2	0 0,0	0 0,0	0 0,0	1 25,6	1 25,6	3 76,8	25,6
	Sistema de anclaje	1 26,0	5 130,0	2 52,0	1 26,0	0 0,0	0 0,0	1 26,0	0 0,0	0 0,0	26,0
	Tornillos	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	5 16,5	0 0,0	0 0,0	0 0,0	3,3
	Resto estructura	2 40,8	5 102,0	1 20,4	1 20,4	2 40,8	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	20,4
	Acabado superficial	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	5 123,0	24,6
	Suma	194,8	232,0	123,6	46,4	40,8	16,5	51,6	25,6	199,8	
	Import. de los compon. (%)	20,9	24,9	13,3	5,0	4,4	1,8	5,5	2,7	21,5	

Los resultados obtenidos en este punto sobre el diagnóstico tecnológico muestran que la tecnología de plegado es la más importante considerando entre otros criterios los estratégicos y técnicos de la propia organización. Por ello, en este ejemplo se ha seleccionado la tecnología de prensado para continuar el análisis multicriterio de la tecnología implantada en la empresa y las distintas alternativas disponibles en el mercado. El equipo de trabajo ha identificado los siguientes criterios para comparar las distintas alternativas, asignación a cada criterio su peso correspondiente tras utilizar una Matriz de Ordenaciones Alternativas y el Método de Comparación por Pares. Los criterios y sus pesos se muestran a continuación:

- La fuerza nominal (T_n) (35%), mide la capacidad de deformación de la máquina.
- Velocidad (25%), es la productividad medida en cantidad de golpes por minuto.
- La carrera (mm) (5%) o la longitud de recorrido en el cual la máquina es capaz de ejercer su fuerza nominal.
- Largo de la mesa (mm) (15%), capacidad de producción relacionada con tamaño de las piezas a fabricar.
- Coste de adquisición (€)(20%).

A continuación, una vez identificados las alternativas existentes en el mercado se deberán evaluar para los distintos criterios, según se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Características de las alternativas.

		Alternativas de tecnología de prensado			
		Instalada	Excéntrica (120 Tn)	Excéntrica (250 Tn)	Excéntrica (250 Tn)
Criterios	Fuerza (Tn)	120	120	250	250
	Velocidad (golpes/min.)	40	65	43	35
	Carrera (mm)	150	122	140	140
	Largo de mesa (mm)	2.450	1.500	1.250	1.500
	Coste de Adquisición (€)	65.000	55.000	70.000	75.000

Debido a la diferencia de escalas de cada criterio, se debe realizar una normalización de las valoraciones de cada criterio, para terminar con la suma ponderada de los criterios considerados para las distintas alternativas, incluida la tecnología actualmente implantada.

Con los datos obtenidos en el análisis multicriterio, representado en la figura 3, la dirección de la empresa ha decidido adquirir la Prensa Excéntrica de 120 toneladas y 65 golpes por minuto, y mantener la antigua prensa para utilizarla en otros procesos.

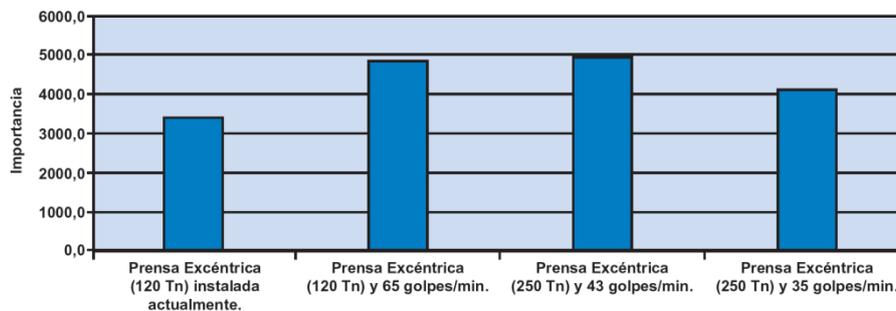


Figura 3. Resultado de valoración de las alternativas tecnológicas.

5. Conclusión

Debido a la influencia de la tecnología sobre la estrategia de las empresas es de utilidad una metodología que incorpore tanto objetividad como el concepto del valor aportado por cada tecnología a la empresa, considerando en dicho análisis las particularidades de la propia organización. Para ello, se ha desarrollado una nueva metodología de Análisis de Tecnologías (y Diagnóstico Tecnológico) inspirado en los conceptos del Análisis del Valor. Se ha llevado a cabo la aplicación de esta metodología en empresas reales, apreciándose la aportación de la metodología conforme aumenta las interrelaciones entre mercados-productos, productos-componentes, y componentes-tecnologías.

Referencias

- Agrawal, V.P.; Khohl, V.; Gupta, S.; (1991) "Computer aided robot selection: the multiple attribute decision making approach". *Int. J. Prod. Res.* 29, 1629-1644.
- Arvanitis, S.; Hollenstein, H.; (2001) "The Determinants of the Adoption of Advanced Manufacturing Technology". *Economics of Innovation and New Technology*, 10(5), pp. 377-414.

- Bonaccorsi, A.; Giuri, P.; Pierotti, F.; (2005) "Technological frontiers and competition in multi-technology sectors". *Economics of Innovation and New Technology*, 14(1), pp. 23 - 42.
- Boubekri, N.; Sahoui, M.; Lakrib, C. (1991) "Development of an expert system for industrial robot selection". *Computers Industrial Engineering*, 20, pp. 119-127.
- Cheah,C.Y.J.; Ting,S.K.; (2005) "Appraisal of Value Engineering in Construction in South East Asia". *International Journal of Project Management* 23, 151-158.
- Fisher, E.L.; Maimon, O.Z. (1988) "Specification and selection of robots". *Artificial Intelligence Implications for CIM*. IFS Publications, Bedford.
- Fong,P.S-W.; (2004) "A Critical Appraisal of Recent Advances and Future Directions in Value Management". *European Journal of Engineering Education* 29 (3), September, 377-388.
- Jones, M.S.; Malmborg; C.J.; Agee, M.H.; (1985) "Decision support system used for robot selection". *Ind. Engng* 17, 66-73.
- Kaplan, R.S.; (1986), "Accounting lag: The obsolescence of cost accounting systems", *California Management Review*, 28(2), pp. 174-199.
- Kelley, M.R.; Helper, S.; (1999) "Firm Size and Capabilities, Regional Agglomeration, and the Adoption of New Technology". *Economics of Innovation and New Technology*, 8(1), pp. 79-103.
- Kelly,J.; Male,S.; Graham,D.; (2004) "Value Management of Construction Projects". Oxford: Blackwell Science.
- Khouja, M. (1995) "The Use of Data Envelopment Analysis for Technology Selection". *Computers Industrial Engineering*, 28(1), pp. 123-132.
- Kirby,M.R.; Mavris, D.N.; (2000) "A Method for Technology Selection Based on Benefit, Available Schedule and Budget Resources". 2000 World Aviation Conference, October 10-12 2000, San Diego, USA.
- Kleindorfer, P.R.; Partovi F.Y.; (1990) "Integrating manufacturing strategy and technology choice". *European Journal of Operational Research*, 47, pp. 214-224.
- Miles,L.D.; (1972) "Techniques of Value Analysis and Engineering". 2nd Ed. New York: McGraw Hill.
- Nnaji, B.O.; Yannacopoulou, M.; (1988) "A utility theory based robot selection and evaluation for electronics assembly". *Computers ind. Engng* 14, 477-493.
- Shen,Q.; Chung,J.K.H.; (2002) "A Group Decision Support System for Value Management Studies in the Construction Industry". *International Journal of Project Management* 20, 247-252.
- Skinner, W; (1985) "Manufacturing: The Formidable Competitive Weapon". Wiley, New York.
- Thiry,M.; (2002) "Combining Value and Project Management into an Effective Programme Management Model". *International Journal of Project Management* 20 221–227.
- Ward, T.L. (1989) "Fuzzy discounted cash flow analysis", *Applications of Fuzzy Set Methodologies in Industrial Engineering*, pp. 91-102.

Normas

Norma Española UNE 144001:2007 IN. Gestión del valor. Guía para el diseño y desarrollo de proyectos de Análisis del Valor de acuerdo a la Norma UNE-EN 12973:2000 «Gestión del Valor».

Norma Española UNE-EN 12973:2000. Gestión del Valor.

Norma Española UNE-EN 1325-1:1996. Vocabulario de Gestión del Valor. Parte 1: Análisis del Valor y Análisis Funcional.

Norma Española UNE-EN 1325-2:2005. Vocabulario de Gestión del Valor. Parte 2: Gestión del Valor.