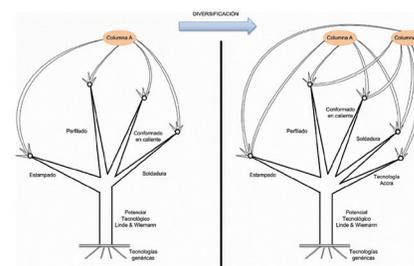


Desarrollo del concepto de árbol multitecnológico: una aplicación en la industria auxiliar del automóvil

Development of the multitechnological tree concept: an application to the automotive industry



Victoria Muerza- Marín¹, Emilio Larrodé- Pellicer¹, Oliver Díez²

¹ UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. Dpto. de Ingeniería Mecánica. C/María de Luna, s/n – 50018. Zaragoza. Tfno: +34 976 761888. vmuerza@unizar.es

² LINDE+ WIEMANN. Polígono Industrial Can Illa, Av. Millenari de Catalunya, 34 – 08530 La Garriga (Barcelona).

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8002> | Recibido: 16/03/2016 • Aceptado: 26/04/2016

ABSTRACT

- Technological diversification is revealed as a usefulness strategy in the automotive industry as it reduces the company's global risk in the medium to long term due to the high level of competition. However, technological diversification also implies a risk for the company since it involves the reservation of resources, which is associated with cost. It is therefore a decision that must be studied in depth. This paper presents: (i) the concept of multi-technological tree, consisting on a technology tree of multi-technology basis, as a tool for identifying diversification opportunities, and (ii) the indicators to be considered when identifying the key technologies of an organization. This concept has been applied to a company of the automotive supply industry.
- **Keywords:** Industrial and technological diversification; key technology; technological tree; multi-technological tree; automotive supply industry.

RESUMEN

La diversificación tecnológica se desvela como una estrategia de gran utilidad en el sector del automóvil ya que reduce el riesgo global de la empresa en el medio y largo plazo debido a la gran competencia existente. Sin embargo, la diversificación tecnológica entraña asimismo un riesgo para la empresa puesto que implica la reserva de recursos de la organización, lo que lleva asociado un coste, y por tanto es una decisión que debe ser estudiada en profundidad. Este artículo presenta: (i) el concepto de árbol multitecnológico, consistente en un árbol tecnológico de base multitecnológica como herramienta para la identificación de oportunidades de diversificación, y (ii) los indicadores a tener en cuenta a la hora de identificar las tecnologías clave de una organización. Este concepto ha sido aplicado a una empresa del sector auxiliar del automóvil.

Palabras clave: Diversificación industrial y tecnológica; tecnología clave; árbol tecnológico; árbol multitecnológico; sector auxiliar del automóvil.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día existen múltiples factores que afectan al correcto desarrollo y funcionamiento de las empresas. El dinamismo y la creciente complejidad de los mercados, así como la globalización

de la economía están llevando a muchas empresas a reorganizar sus estrategias, con objeto de ser competitivas y mejorar su posición en el mercado. A este respecto, un proceso combinado de entrada y salida en el mercado permite a las empresas adaptarse a los cambios del mercado y de la tecnología como respuesta a la modificación de la composición de sus negocios en el tiempo [7]. Las empresas que operen en industrias competitivas tienen incentivos para diversificar constantemente su base tecnológica con el fin de mejorar la calidad de sus productos y de esa forma evitar la vulnerabilidad a los competidores potenciales [4].

El enfoque basado en los recursos [10,13,17] sugiere que las ventajas competitivas de una empresa provienen de sus capacidades internas, donde los recursos de la empresa se utilizan como fuerzas impulsoras para la búsqueda de nuevas oportunidades de negocio. Por tanto, las empresas se encuentran con la necesidad de identificar y evaluar si sus capacidades internas (recursos humanos, tecnología) y *know-how*, son idóneas para un proceso de diversificación tecnológica. En concreto, en las empresas que pertenecen al sector del automóvil la competencia existente entre ellas obliga a introducir mejoras e innovaciones tecnológicas tanto en el producto como en el proceso productivo, lo que les confiere una mejora de su competitividad. La diversificación tecnológica es una de las claves para mejorar esta competitividad.

La Cátedra de Competitividad y Diversificación Industrial y Tecnológica de la Universidad de Zaragoza ha elaborado una metodología para el desarrollo de procesos de diversificación tecnológica [9,11,12] que consta de tres fases: (i) evaluación de la idoneidad de la diversificación, que incluye la formulación del problema y la selección de aquellas empresas que tienen potencial para llevar a cabo un proceso de diversificación mediante la utilización de técnicas multicriterio; (ii) selección de la estrategia de diversificación, donde se confirma la idoneidad de la diversificación, se construye el árbol tecnológico de la empresa como base para la selección de la estrategia tecnológica (desde un punto de vista *top-down* o *bottom-up*) y se extrae el conocimiento relevante; (iii) implementación de la estrategia de diversificación, que consiste en el diseño del plan de negocio apropiado para la implementación de la alternativa tecnológica seleccionada (producto o cartera de productos); aquella que sea la más efectiva, eficaz y eficiente para implementar la estrategia de diversificación.

Este artículo se va a centrar en la segunda fase de la metodología presentada, en particular en el concepto de árbol tecnológico [5] por ser una etapa fundamental en la identificación de nuevas alternativas debido a su sistemática estructurada y ágil. Sin em-

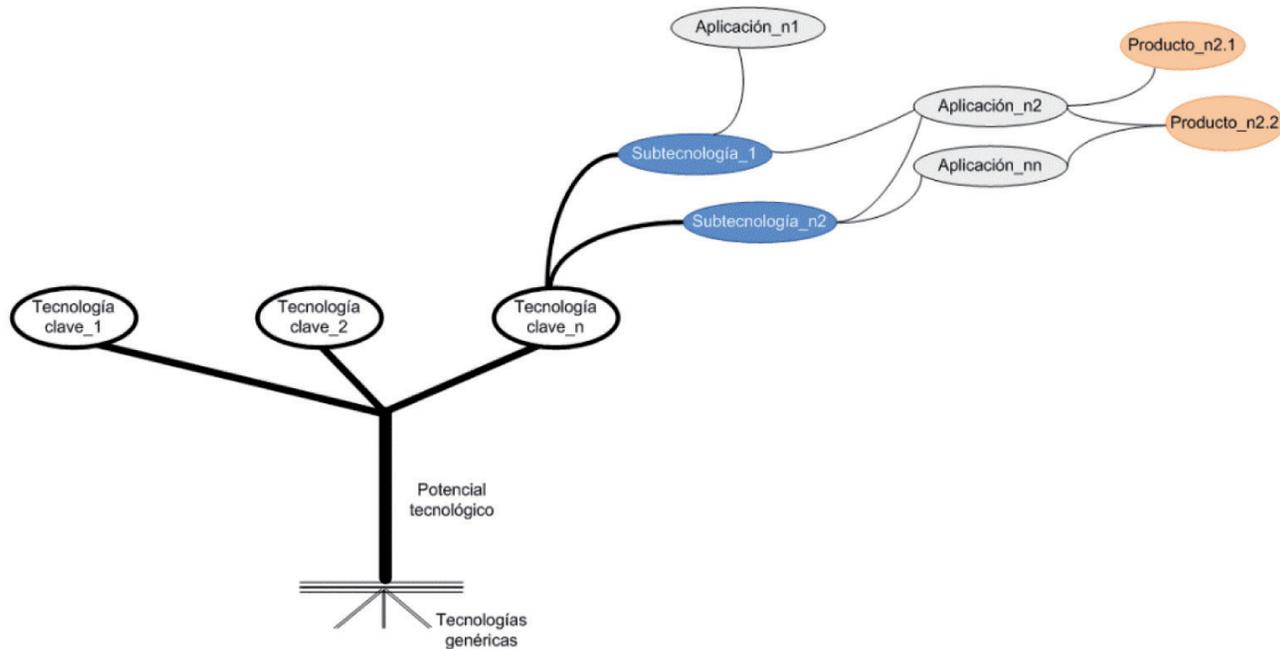


Figura 1: Árbol tecnológico de la empresa [Adaptado de 12]

bargo, la aplicación de esta herramienta ha supuesto hasta ahora un análisis unidimensional de la tecnología. Este artículo propone una nueva aplicación de este concepto cuando se utilizan varias tecnologías para la fabricación de un producto (árbol multitecnológico), el cual se utilizará como herramienta para la identificación de oportunidades de diversificación. Además, se propone que para identificar las tecnologías clave de una empresa (aquellas que se utilizan para desarrollar los arboles tecnológicos), se deben tener en cuenta estos cuatro indicadores: Eficiencia, Productividad, Accesibilidad y Aplicabilidad, los cuales deben ser validados para la confirmación de que esas tecnologías son claves para la empresa.

2. MARCO TEÓRICO DEL PROCESO DE DIVERSIFICACIÓN INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICA

2.1. CONCEPTO DE DIVERSIFICACIÓN

La estrategia de diversificación ha sido ampliamente estudiada desde diferentes perspectivas en los últimos cuarenta años, y quizás éste es el motivo por el que aún no existe un acuerdo claro sobre la forma de conceptualizar, definir y medir esta estrategia de negocio [15,16].

Una de las definiciones más comúnmente aceptada es propuesta por Ansoff en su matriz producto-mercado [1] donde describe las opciones de crecimiento de una empresa (aumento de las ventas) en términos de productos y mercados. De acuerdo con esta definición, la diversificación ocurre cuando una empresa produce nuevos productos que suponen la entrada en nuevos mercados.

[9] definen la diversificación tecnológica como la búsqueda de nuevos productos y mercados basados en la explotación del potencial tecnológico de la empresa por medio de la identificación de sus tecnologías clave, ventajas competitivas y oportunidades potenciales. Estos autores diseñan y desarrollan un marco metodológico global para el proceso de diversificación tecnológica. En este contexto, [11] y [12] aplican un procedimiento multicriterio y su correspondiente herramienta de toma de decisiones (Decision Support System, DSS) para la selección del mejor producto en un proceso de diversificación tecnológica relacionada. En este

artículo, se entiende por diversificación tecnológica como la incorporación de una nueva tecnología clave que aporta una ventaja competitiva en un nuevo producto que puede abarcar nuevos mercados.

2.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS DE DIVERSIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Conforme al marco metodológico propuesto en [11] y [12] para los procesos de diversificación basados en las tecnologías clave de la empresa, en lo que sigue se contemplan tres fases:

- Fase 1: Evaluación de idoneidad de diversificación tecnológica:
 - Etapa 1.1: Formulación del problema.
 - Etapa 1.2: Evaluación de idoneidad multicriterio.
- Fase 2: Selección de la estrategia de diversificación tecnológica:
 - Etapa 2.1: Confirmación de la idoneidad de diversificación.
 - Etapa 2.2: Construcción del árbol tecnológico de la empresa.
 - Etapa 2.3: Selección de la estrategia tecnológica.
 - Etapa 2.4: Extracción de conocimiento y recomendaciones.
- Fase 3: Implementación de la estrategia de diversificación:
 - Etapa 3.1: Diseño de la estrategia de negocio.
 - Etapa 3.2: Proceso de implementación.

La Fase 1 ha sido presentada en [9]. Este trabajo se centra en el desarrollo de la Fase 2, particularmente en la Etapa 2.2 desde un punto de vista multitecnológico que se presenta con más detalle en la Sección 3.

3. DESARROLLO DEL ÁRBOL TECNOLÓGICO DE LA EMPRESA. UN ANÁLISIS MULTITECNOLÓGICO

3.1. CONCEPTO DE ÁRBOL TECNOLÓGICO Y TECNOLOGÍAS CLAVE

El concepto de árbol tecnológico fue introducido por el grupo GEST (*Groupe d'Etude des Stratégies Technologiques*) a mediados de los años ochenta [5] para representar la capacidad de desarro-

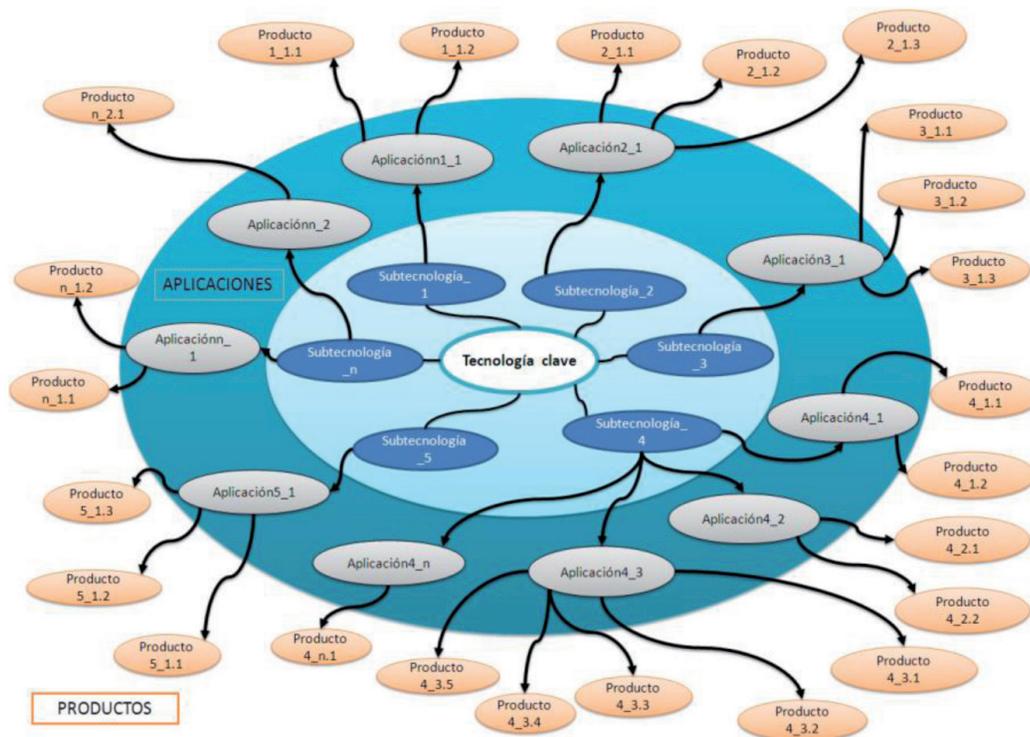


Figura 2: Ejemplo de árbol tecnológico basado en una tecnología clave [12]

llo tecnológico de la empresa en base a sus tecnologías clave. Más recientemente, [12] proponen el concepto de:

- (i) Árbol tecnológico de la empresa: representa la capacidad de desarrollo tecnológico de la empresa con respecto a sus tecnologías clave. Las raíces del árbol presentan las tecnologías genéricas, el tronco es el potencial industrial y tecnológico de la empresa, las principales ramas son las tecnologías clave y las otras ramas representan sus subtecnologías, aplicaciones y productos asociados (ver Figura 1).
- (ii) Árbol tecnológico basado en una tecnología clave: cada una de las ramas principales (tecnologías clave) puede ser desarrollada en más detalle (ver Figura 2) considerando sus correspondientes subtecnologías, aplicaciones y productos.

Esta es la principal diferencia con respecto a la definición original [5], donde las ramas de un árbol tecnológico (árbol para una tecnología clave) son los sectores de actividad industrial y los subsectores y productos son representados por medio de la "fruta". Como puede observarse, esta representación supone la búsqueda de alternativas en producto partiendo desde un punto de vista unidimensional, es decir, partiendo de una única tecnología clave.

El concepto de tecnología ha evolucionado con el tiempo. [2] pone de manifiesto la acordanza de algunos autores en cuanto a

que la respuesta sobre si algo es tecnología o no, está íntimamente relacionada con la pregunta misma de cómo llevar a cabo una acción sobre algo y cómo lograr un resultado concreto sobre ese algo. Como resultado de esta pregunta se obtendrá la representación de un conocimiento particular que puede ser aplicado tanto a la resolución de un problema como a la elaboración de un producto o el alcance de un objetivo, con la ayuda y utilización de un conjunto de actividades, medios y métodos. Tal y como el autor argumenta, a este conocimiento o *know-how* que aplicamos, lo podemos llamar tecnología.

La tecnología tiene un papel fundamental en la determinación de la ventaja competitiva de la empresa, tanto en costes como en diferenciación [14]. Cuando se aplica correctamente, la tecnología puede variar el comportamiento de la demanda mediante la introducción al mercado de nuevos productos que posean nuevas características técnicas o funcionales, asimismo puede variar la oferta mediante la obtención del mismo producto a menor coste [2]. En consecuencia, las empresas deben explorar y explotar todas las posibles aplicaciones de las tecnologías esenciales [6] incluso si eso significa la entrada en mercados muy diferentes. A efectos de este artículo, el concepto de tecnología se relaciona con el *know-how* de la empresa, es decir, el conocimiento y las habilidades y capacidades que una empresa tiene disponible en un momento determinado.

[3] señala que el concepto de tecnología clave proviene de dos interpretaciones marcadamente diferentes. Por un lado, una tecnología puede ser considerada potencialmente clave o crítica debido a su atractivo (impacto potencial favorable de cualquier tipo) y a su impacto en las posiciones competitivas del mercado. La segunda interpretación proviene de las consideraciones de la dinámica de la tecnología, donde las tecnologías son priorizadas en función de su potencial impacto económico y social.

En este artículo se considera que la tecnología clave es aquella en la que se sustenta el presente y futuro de la empresa. Supone un elemento diferenciador frente a la competencia haciéndola

la más competitiva. A este respecto, [2] afirma que para lograr competitividad es necesario poseer un nivel tecnológico acorde al sector en que se mueve la empresa y mantener una adecuada velocidad de actualización tecnológica. La tecnología de una empresa se puede clasificar entre clave y no clave.

En este artículo se propone la identificación de las tecnologías cla-

Indicador	¿Disponer/Incorporar esta tecnología...	Validación
P1: Eficiencia	... supone un ahorro en el consumo energético dentro del proceso productivo o producto?	Si
P2: Productividad	... supone un aumento en la productividad de la empresa (aumento de unidades producidas, disminución del tiempo de fabricación)?	Si
P3: Accesibilidad	... está al alcance de cualquier empresa?	No
P4: Aplicabilidad	... es aplicable para la fabricación de varios productos?	Si

Tabla 1: Identificación de las tecnologías clave de una empresa

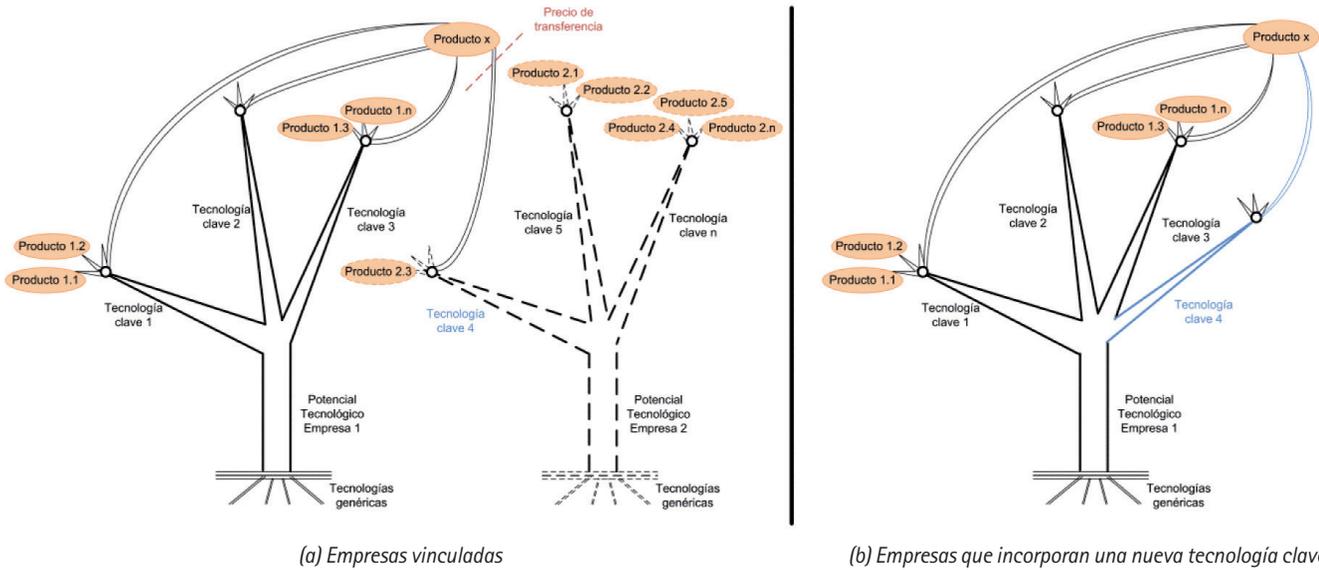


Figura 3: Árbol multitecnológico de un producto

ve de la empresa en base a cuatro indicadores. Los indicadores están directamente relacionados con la competitividad de la empresa desde un punto de vista interno y externo en consonancia con la definición expuesta. Estos son: *Eficiencia*, *Productividad*, *Accesibilidad* y *Aplicabilidad* de la tecnología. Todos los indicadores deberán cumplir con la validación mostrada en la Tabla 1, para que una tecnología sea considerada como tecnología clave.

Las tecnologías no clave representan al resto de tecnologías de la empresa:

- **Tecnologías básicas:** son tecnologías del presente. Se consideran consolidadas y son requeridas para el desarrollo de los productos de la empresa pero su posesión no implica una ventaja competitiva puesto que también son conocidas por la competencia.
- **Tecnologías innovadoras:** se distinguen dos subgrupos. Por un lado, las *tecnologías incipientes* que son aquellas que tienen un impacto conocido a corto plazo y *tecnologías emergentes*, aquellas de las que se desconoce el impacto que puedan tener, siendo unas tecnologías a largo plazo e inmaduras puesto que se encuentran en sus primeras fases de desarrollo.
- **Tecnologías auxiliares:** Son el estándar de la industria. En el pasado suponían una diferenciación para la empresa.

Partiendo de la configuración de árbol tecnológico descrita en esta Sección, y sabiendo que la selección de la mejor alternativa o estrategia para llevar a cabo una diversificación es un problema

altamente complejo, se requiere la consideración de múltiples escenarios, actores y criterios. Su resolución combina la información objetiva relativa al mercado, los competidores y la empresa (aspectos económicos y tecnológicos) con el conocimiento subjetivo y las preferencias del decisor.

La selección de la estrategia tecnológica puede ser llevada a cabo por medio de dos enfoques diferentes [12]:

- Enfoque Bottom-Up** (orientación basada en la tecnología): después de la identificación de las tecnologías claves de la empresa, sus correspondientes subtecnologías, aplicaciones y productos, en otras palabras, una vez que se ha construido el árbol tecnológico de la empresa, se selecciona la estrategia tecnológica más apropiada (productos o combinaciones de productos).
- Enfoque Top-Down** (orientación basada en el mercado): después de que la empresa (con el apoyo del grupo de analistas) identifica un conjunto de productos potencialmente interesantes desde una perspectiva de mercado y que puedan ser desarrollados por medio de tecnologías relacionales, se selecciona el producto más apropiado para alcanzar las metas propuestas por la empresa teniendo en cuenta múltiples aspectos o criterios (económicos, tecnológicos, ambientales, etc).

3.2. DESARROLLO DE ÁRBOLES TECNOLÓGICOS DE BASE MULTITECNOLÓGICA: ÁRBOL MULTITECNOLÓGICO

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, el desarrollo tradicional de los árboles tecnológicos se realiza partiendo de una única tecnología clave. Sin embargo, desde un punto de vista *top-down*, existen algunos productos que necesitan varias tec-

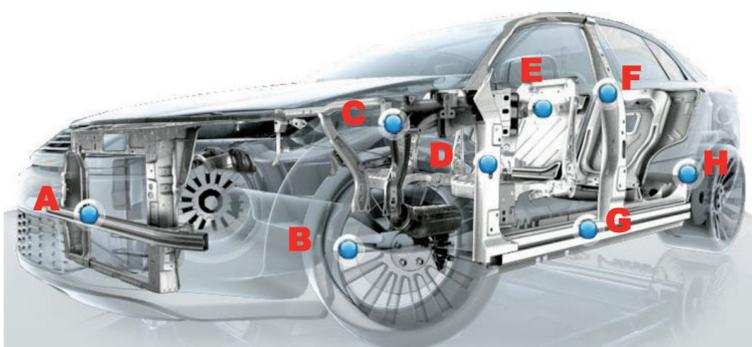


Fig. 4: Productos fabricados por la empresa Linde Et Wiemann (Fuente: Linde Et Wiemann)

A	Tablero frontal
B	Bastidor
C	Cockpit
D	Columna A
E	Asiento
F	Columna B
G	Talonera
H	Tubo de escape

nologías clave para poder ser diseñados y fabricados. Esto sucede especialmente en la industria auxiliar del automóvil, donde para fabricar una pieza se necesita del dominio de varias tecnologías, por tanto el enfoque varía y se puede hablar de árbol multitecnológico o árbol tecnológico de base multitecnológica (ver Figura 3) y puede ser definido como el desarrollo de alternativas de producto en base al dominio de varias tecnologías clave, ya sea por parte de una empresa o empresas vinculadas. Sin embargo, hay muchas empresas que no poseen todas las tecnologías claves necesarias y deben subcontratar la operación a terceros (en algunos casos empresas vinculadas que pueden pertenecer a países diferentes), con la consecuente problemática en cuanto a la determinación de los precios de transferencia. La determinación del precio de transferencia adecuado es un problema altamente complejo puesto que en algunos casos debe ser fijado en función del cumplimiento de la

normativa y legislación vigente en diferentes países, y favoreciendo el principio de libre competencia. El estudio de este problema será objeto de futuras investigaciones.

Analizando un árbol multitecnológico se plantea la posibilidad de llevar a cabo un proceso de diversificación a partir de varias tecnologías que puede poseer o no la empresa (Figura 3a), y que son clave para el desarrollo del nuevo producto. El dominio de estas tecnologías clave posibilita la fabricación de un producto competitivo. Por otro lado, las empresas líderes [8] para mantener su posición competitiva en el mercado pueden introducir innovaciones, ya sea en el producto o en el proceso de fabricación a través de la adopción de una mejora tecnológica. Un proceso de diversificación permite adquirir la tecnología clave e incorporarla a su proceso productivo (Figura 3b), o introducir una innovación en el producto o proceso de fabricación. En el caso de una innovación en el proceso de fabricación, la mejora de la competitividad se podría conseguir a través de una disminución de los costes que supone la fabricación de un producto, o la mejora de la calidad del mismo. En resumen, el árbol multitecnológico puede ser desarrollado por una sola empresa incorporando a su potencial tecnológico una nueva tecnología clave, o introduciendo una innovación que mejore una tecnología.

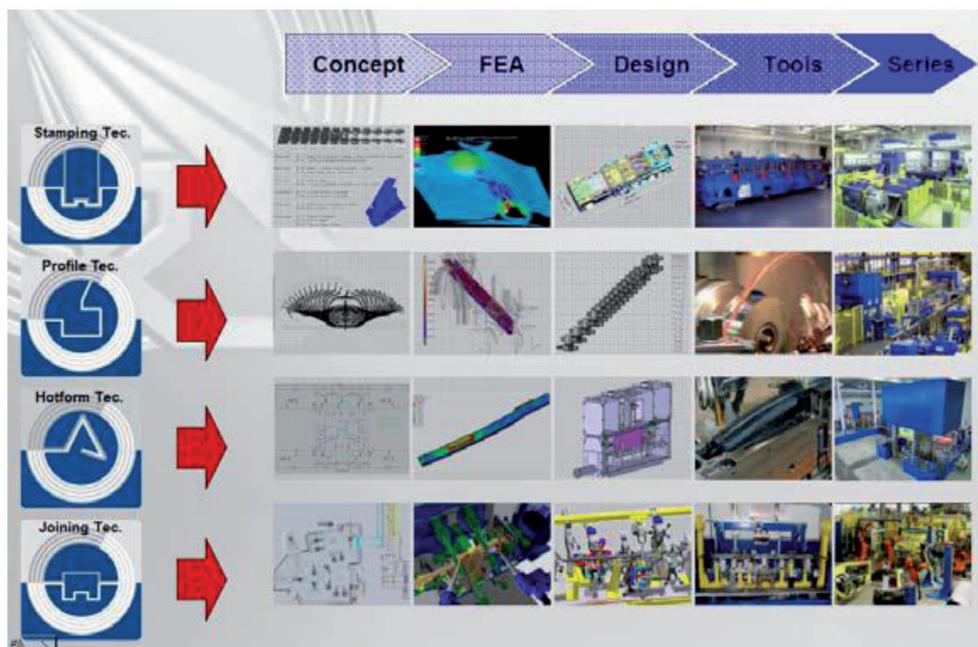


Fig. 5: Tecnologías clave de fabricación (Fuente: Linde Et Wiemann)

4. CASO DE ESTUDIO

En este apartado se presenta una aplicación de diversificación a partir del desarrollo del concepto de árbol multitecnológico de la empresa.

Linde Et Wiemann es una empresa que a nivel mundial está presente en doce países. Su sede principal se ubica en Alemania; en España la compañía posee dos sedes en la provincia de Barcelona, en los términos municipales de La Garriga y Esparreguera, y una sede en la provincia de Zaragoza, en el término municipal de Pedrola. La empresa es un suministrador de nivel 1 (Tier-1) de Daimler, GM Opel, BMW, Audi, Volkswagen, SEAT, Skoda, Ford. Su actividad es la fabricación de elementos que conforman la carrocería autoportante de un automóvil (ver Figura 4). Estos elementos son muy importantes puesto que inciden directamente sobre la seguridad del vehículo. En la fábrica ubicada en Pedrola (Zaragoza) se producen la talonera, el *cockpit*, los refuerzos de la columna A y columna B, y son los que se van a tener en cuenta en este artículo.

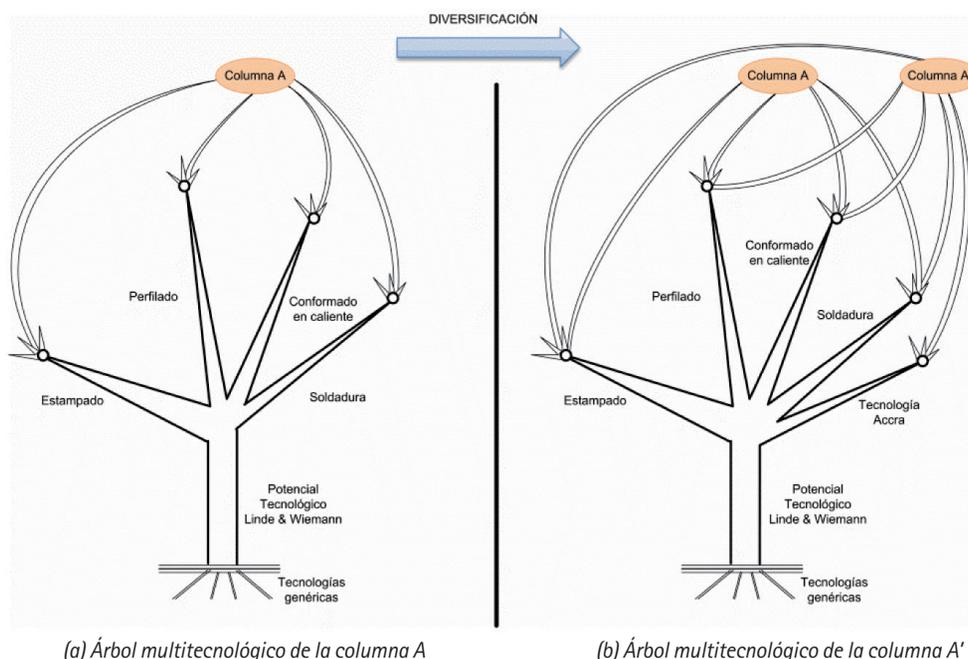


Fig. 6: Árbol multitecnológico de uno de los productos de la empresa Linde Et Wiemann

En el diseño de un componente mecánico debe tenerse en cuenta la dependencia existente entre tres factores clave: (i) Funcionalidad, (ii) Material y (iii) Proceso de fabricación. La funcionalidad de la pieza (requerimientos mecánicos a los que se verá sometido durante su vida útil) determinan el material a elegir, y a su vez, las características de dicho material determinarán la forma en que puede ser procesado. Además, se debe tener en cuenta el ensamblaje del componente en un conjunto final y el método de unión a utilizar. Por otro lado, existen procesos de fabricación que modifican la estructura interna del material que se procesa y que afecta a las propiedades mecánicas de dicho material. Por tanto, debe analizarse como afectaría este cambio a la idoneidad del componente de cara a su función final.

Los productos de la empresa considerados comparten las siguientes características:

- Muy alta exigencia mecánica durante su vida útil.
- Aptitud para ser conformados mediante procesos de deformación.
- Aptitud para ser unidos posteriormente mediante soldadura.

Las tecnologías clave que utiliza la empresa para la fabricación de los cuatro productos considerados son cuatro (Figura 5): (i) Estampado, (ii) Perfilado, (iii) Conformado en caliente, y (iv) Soldadura. Estas tecnologías son clave para la empresa puesto que su utilización supone un aumento en la eficiencia del proceso productivo, una mejora de la productividad de la empresa, no están al alcance de cualquier empresa y además, son aplicables para la fabricación de varios productos, validándose por tanto los criterios establecidos en la Sección 3.1 para determinar si una tecnología es o no clave.

Por tanto, la configuración del árbol multitecnológico de la empresa incluiría inicialmente una base con cuatro tecnologías clave (Figura 6a).

Los productos fabricados por la empresa son elementos que conforman la carrocería autoportante de un automóvil y por tanto son elementos de elevada importancia estructural en materia de seguridad del vehículo. Estos elementos están fabricados en acero. En el caso concreto del refuerzo de la columna A, se exige a la empresa una resistencia mecánica de 1500 MPa, lo que implica un elevado coste para el fabricante puesto que estas resistencias las poseen los aceros de alta gama que son además difíciles de conformar por su extremada dureza. Sin embargo, la empresa ha desarrollado una innovación tecnológica en el proceso de conformado denominado tecnología Accra siguiendo una estrategia *top-down*. Esta innovación llevada a cabo permite fabricar piezas de cualquier tipo de sección o contorno a partir de aceros con valores de resistencia convencionales, que tras el proceso de conformado se transforman en acero de Ultra Alta Resistencia gracias al tratamiento térmico sufrido durante dicho proceso.

En el proceso de fabricación del refuerzo (columna A), con este nuevo proceso utilizando la tecnología Accra (columna A') contempla las siguientes etapas de acuerdo con la mejora tecnológica introducida (ver Figura 7):

- **Etapas 1:** Perfilado inicial en frío, obteniendo el perfil base.
- **Etapas 2:** Proceso de austenización. Calentar el perfil hasta que el acero alcance los 900°C y su estructura se convierta íntegramente en austenita.
- **Etapas 3:** Colocación del perfil y cierre del útil. Una vez calentado el perfil hasta la temperatura deseada, el robot coloca la pieza en el útil de la prensa que le dará la forma

deseada. Debido a la alta temperatura, al bajar el útil de cierre se produce la primera deformación de la pieza. Una vez cerrado, se insertan en los extremos del perfil los topes por los cuales se inyectará el aire a presión y posteriormente el agua de enfriado.

- **Etapas 4:** Inyección de aire a presión. Se inyecta aire a muy alta presión mediante las bocas de los topes de los extremos para que el acero, debido a su ductilidad por la alta temperatura a la que se encuentra, se expanda hacia las paredes del útil y adquiera la forma deseada. Simultáneamente a la inyección de aire, los topes se desplazan en la dirección del eje geométrico del perfil para conseguir que el espesor final sea constante a lo largo de todas las secciones que conforman la pieza. La velocidad de desplazamiento de los inyectores de aire se calcula mediante programas de simulación y debe ser aquella que evite que se produzcan adelgazamiento en la parte central y ondulaciones en los extremos.
- **Etapas 5:** Enfriamiento rápido. Una vez el perfil ha adquirido la forma deseada, la siguiente secuencia consiste en enfriar el acero a muy alta velocidad para que se produzca una transformación en la estructura interna del material transformando toda la austenita íntegramente en martensita alcanzando así un acero de Ultra Alta Resistencia. Para ello, se inyecta agua fría por los mismos inyectores por donde se introduce el aire a presión en la etapa anterior. La velocidad de enfriamiento debe ser tal que permita que toda la estructura formada a 900°C por austenita se convierta íntegramente en martensita.
- **Etapas 6:** Extracción de la pieza final. Al finalizar el enfriamiento de la pieza, el robot extrae el perfil final conformado de acuerdo a los requisitos geométricos y de resistencia planteados. A continuación, se procede a la soldadura de una serie de piezas para conseguir el conjunto final deseado que ya puede ser integrado en la carrocería autoportante del automóvil.

Las ventajas de utilizar esta mejora tecnológica frente a la estampación en caliente tradicional son:

- Excelentes tolerancias geométricas.
- Espesor constante a lo largo de todo el perfil.
- Calentamiento y enfriamiento directo frente al indirecto de la estampación en caliente.
- Uso de menor material de partida.
- Soldadura únicamente con elementos secundarios, evita

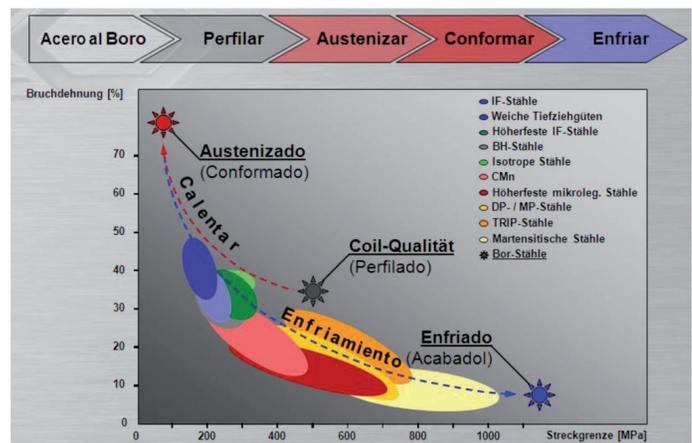


Fig. 7: Diagrama resumen del proceso de fabricación de acuerdo con la mejora tecnológica introducida

la soldadura entre diferentes zonas del perfil principal con sección distinta.

- Uso de un acero de partida más barato que un acero martensítico.

Por tanto, a través de la innovación realizada en el proceso productivo por medio de una mejora tecnológica no fácilmente accesible por las empresas del sector (P3), Linde & Wiemann logra un incremento del valor del producto originario (columna A) con una disminución de los costes de fabricación (P1), ya que partimos de un acero que no es de alta gama que es difícil de conformar y requiere mayor gasto energético sin comprometer la calidad del producto. Además, se mejora su productividad (P2) dada la reducción en tiempo de enfriamiento y calentamiento, uso de menor material de partida y reducción de la soldadura de elementos secundarios, y además esta tecnología se puede aplicar a otros productos existentes con similares características dentro del vehículo (P4), obteniéndose así una mayor competitividad tecnológica. A partir de la validación de los indicadores necesarios para determinar si una tecnología es clave o no, y atendiendo a lo anteriormente expuesto, se puede constatar que la tecnología Accra es una tecnología clave y por tanto se puede incorporar al árbol multitecnológico de la empresa.

El nuevo esquema del árbol multitecnológico se muestra en la Figura 6b donde se puede ver que ha habido una incorporación de una nueva tecnología clave en el potencial tecnológico de Linde & Wiemann, posibilitando la diversificación de producto y por tanto con capacidad para producir un nuevo producto (columna A'), mejorando la competitividad de la empresa.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este trabajo profundiza en una metodología de desarrollo de procesos de diversificación tecnológica esbozada en trabajos anteriores de los autores, en particular, en la segunda etapa (construcción del árbol tecnológico de la empresa) de la segunda fase (selección de la estrategia de diversificación). Hasta ahora, el concepto de árbol tecnológico se había interpretado desde un punto de vista unidimensional de la tecnología. Este artículo muestra la aplicación de este concepto desde un punto de vista multitecnológico, es decir, partiendo de la necesidad de utilizar varias tecnologías clave para la fabricación de un producto y desarrollando el concepto de árbol multitecnológico.

Por otro lado, se ha propuesto la identificación de una tecnología clave (aquellas que se utilizan para desarrollar los árboles tecnológicos) en base a cuatro indicadores: Eficiencia, Productividad, Accesibilidad y Aplicabilidad, que deben ser validados para confirmar que una tecnología llegue a ser clave en una empresa.

En la Sección 4 se ha presentado el caso de estudio de la empresa Linde & Wiemann, dedicada a la fabricación de elementos que conforman la carrocería autoportante de un automóvil, donde se muestra el árbol multitecnológico de uno de los productos de la empresa que contempla la identificación de cuatro tecnologías clave: Estampado, Perfilado, Conformado en caliente, y Soldadura. Además, en éste árbol multitecnológico, se puede ver cómo a través de la incorporación de una nueva tecnología clave, se puede desarrollar un nuevo producto o una mejora de uno existente, que implica un aumento de la competitividad de la empresa. En resumen, el método de desarrollo del árbol multitecnológico, permite identificar las tecnologías claves que son necesarias para el desarrollo o mejora de un producto, que posibiliten a la empresa llevar a cabo un proceso de diversificación, aumentando así su competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ansoff, H. I. The Changing Manager. En: H.I. Ansoff, R.P. Declerck y R.L. Hayes (eds.). From Strategic Planning to Strategic Management. New York: John Wiley & sons, 1976.
- [2] Betancur, J. D. Conceptos básicos sobre la tecnología. Revista Universidad Eafit, Enero-Marzo, pp. 117-133, 1998.
- [3] Durand, T. Twelve lessons from 'key technologies 2005': The french technology foresight exercise. Journal of Forecasting, 22(2), 161-177, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/for.856>
- [4] García-Vega, M. Does technological diversification promote innovation? An empirical analysis for European firms. Research Policy, vol. 35, pp. 230-246, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2005.09.006>
- [5] G.E.S.T, Grappes technologiques. Les nouvelles strategies d'entreprise, McGraw-Hill, Paris, 1986.
- [6] Hamel, G., y Prahalad, C. K. Competing for the future. Harvard Business Review, 72(4), 122-128, 1994.
- [7] Helfat, C. E. y Eisenhardt, K. M. Inter-temporal economies of scope, organizational modularity, and the dynamics of diversification. Strategic Management Journal, vol. 25 (13), pp. 1217-1232, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.427>
- [8] Kotler, P., y Singh, R. Marketing Warfare in the 1980s. Journal of Business Strategy. Winter 1981, pp. 30-41.
- [9] Larrodé, E., Moreno-Jiménez, J. M., y Muerza, M. V. An AHP-multicriteria suitability evaluation of technological diversification in the automotive industry. International Journal of Production Research, vol. 50(17), pp. 4889-4907, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2012.657975>.
- [10] Mahoney, J. T., y Pandian, J. R. The resource-based view within the conversation of Strategic Management. Strategic Management Journal, vol. 13(5), pp. 363-380, 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.4250130505>.
- [11] Moreno-Jiménez, J. M., De Arcocha, D., Larrodé, E., y Muerza, V. An AHP-multicriteria selection of products in industrial and technological diversification strategies. In F. Dargam, B. Delibasic, J. E. Hernández, S. Liu, R. Ribero & P. Zarate (Eds.), Operations Management Trends & Decision Support Systems and Solutions in Industries, University of Liverpool Management School, 2012, pp. 43-47.
- [12] Muerza, V., De Arcocha, D., Larrodé, E., y Moreno-Jiménez, J. M. The multicriteria selection of products in technological diversification strategies: An application to the Spanish automotive industry based on AHP. Production Planning & Control, vol. 25(8), pp. 715-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2013.798089>.
- [13] Penrose, E. T. The theory of the growth of the firm. New York: John Wiley, 1959.
- [14] Porter, M. E. Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. New York: The Free Press, 1985.
- [15] Ramanujan, V., y Varadajan, P. Research on corporate diversification: A synthesis. Strategic Management Journal, vol. 10(6), pp. 523-551, 1989. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.4250100603>.
- [16] Tan, B., Chang, H., y Lee, C. Relationships among industry environment, diversification motivations and corporate performance: An empirical study of the automobile industry in Taiwan. International Journal of Commerce and Management, vol. 17(4), pp. 326-343, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/10569210710844390>.
- [17] Wernerfelt, B. A resource-based view of the firm. Strategic Management Journal, vol. 5(2), pp. 171-180, 1984.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la empresa Linde & Wiemann por las facilidades dadas en la realización del caso de estudio que se plantea en este artículo y que ha sido realizado como consecuencia de un contrato de investigación entre la empresa y la Universidad de Zaragoza.