

## TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL SECTOR DE MAQUINA-HERRAMIENTA

Antxon López Usoz  
IDEKO Centro Tecnológico

---

*La reciente crisis, la mundialización de la oferta y la demanda y la necesidad de los usuarios de suministrar una mayor variedad de productos con un ciclo de vida cada vez más corto, está obligando a los fabricantes de M-Hta., a dedicar importantes recursos a las actividades de investigación y desarrollo que permitan competir con productos cada vez más fuertes y precisos y con mayor calidad y productividad. Dentro de las áreas tecnológicas prioritarias para el sector de H-Hta., se pueden diferenciar las Tecnologías que se incorporan a la concepción del producto para incrementar sus prestaciones con el objetivo de mejorarla precisión, fiabilidad, productividad y coste de las máquinas, tecnologías relacionadas con el conformado de materiales para tratar de mejorar el conocimiento de las variables asociadas a los procesos y htas., de mecanizado para lograr la mejora de las condiciones de corte y/o conformado; y las Tecnologías de los Sistemas de Producción, incorporadas a los procesos de diseño, fabricación, montaje y verificación para la gestión u optimización de los mismos para mejorar los procesos, reducir el tiempo de proceso y disminuir el coste y aumentar la calidad.*

*Oraintsuko krisiak, eskaintza eta eskaeraren mundializazioak eta bizitza-ziklo gero eta murriztagoko produktuen aniztasun handiagoa eskaintzeko premia, gero eta baliabide handiagoak ikerketa eta garapen jardueran inbertitzera behartzen ari dira M-Etaren fabrikanteak, horren bidez gero eta fidagarritasun eta zehaztasun handiagoko produktuekin eta kalitate eta produktibitate handiagorekin lehiatu ahalizateko. M-Etaren sektorearentzat lehentasunezko eremu teknologikoen artean zenbait Teknologia sail berezi daitezke, prestazioak gehitzearren produktuen kontzeptioari erasten zaizkion Teknologia, berorien helburua makinen zehaztasuna, fidagarritasuna, produktibitatea eta kostua hobetzea delarik; materialen moldakuntzarekin zerikusia duten Teknologia, prozesu eta tresnei loturik dauden aldaeren ezagupena hobetzen saiatzeko eta mekanizaziozkoak mozteko edo/eta moldatzeko baldintzen hobekuntza lortzeko; eta Produzio Sistemen Teknologia, diseinu, fabrikazio, muntaia eta egiaztapen prozesuei erasten zaizkionak, beraien kudeaketa eta hobekuntzarako, prozesuak hobetzeko, prozesuaren denbora murrizteko, kostua apaltzeko eta kalitatea goratzeko.*

*La crise récente, la mondialisation de l'offre et de la demande et la nécessité des usagers de fournir une plus grande variété de produits avec un cycle de vie toujours plus court, oblige les fabricants de M-Hta. à consacrer d'importantes ressources à la recherche et au développement qui permettent de rivaliser avec des produits toujours plus solides et plus précis et de meilleures qualité et productivité. Au sein des espaces technologiques prioritaires pour le secteur M-Hta., on peut différencier les Technologies qui s'unissent à la conception du produit pour augmenter ses prestations dans le but d'améliorer la précision, la fiabilité, la productivité et le coût des machines; technologies en rapport avec la conformation de matériaux pour essayer d'améliorer la connaissance des variables associées aux processus et htas., de mécanisation pour obtenir l'amélioration des conditions de découpage et/ou conformation; et les Technologies de Systèmes de Production, incorporées aux processus de dessin, fabrication, montage et vérification pour la gestion ou le perfectionnement de ceux-ci afin d'améliorer les processus, réduire le temps de processus, diminuer le coût et augmenter la qualité.*

El sector de máquina-herramienta, sector estratégico para cualquier país industrial y de gran tradición en Euskadi, se ha caracterizado por ser generador de tecnología no

sólo en los productos que ofrece sino por aportar soluciones avanzadas para una gran variedad de sectores industriales.

La reciente crisis, la mundialización de la oferta y la demanda y la necesidad de los usuarios de suministrar una mayor variedad de productos con un ciclo de vida cada vez más corto está obligando a los fabricantes de máquinas-herramienta a dedicar importantes recursos a las actividades de investigación y desarrollo que permitan competir con productos cada vez más fiables y precisos y con mayor calidad y productividad. Las actividades de investigación dentro del sector de máquina-herramienta se diferencian y clasifican como:

#### *Tecnologías del Producto*

*Definición:* Tecnologías que se incorporan a la concepción del producto para mejorar sus prestaciones

*Objetivos:* Mejorar la precisión, la fiabilidad, la productividad y el coste de las máquinas.

#### *Tecnologías de los Procesos de Mecanizado*

*Definición:* Tecnologías relacionadas con el conformado de materiales

*Objetivos:* Conocimiento de las variables asociadas a los procesos y herramientas de mecanizado para lograrla mejora de las condiciones de corte y/o conformado, analizando la influencia de los mismos en el diseño de la máquina.

#### *Tecnologías de los Sistemas de Producción*

*Definición:* Tecnologías incorporadas a los procesos de diseño, fabricación, montaje y verificación para la gestión y optimización de los mismos.

*Objetivos:* Mejora de los procesos, reducción del tiempo de proceso, disminución de coste y aumento de la calidad.

## **1. ALGUNOS DATOS SOBRE EL SECTOR DE MÁQUINAS-HERRAMIENTA**

### **1.1. Descripción del Sector**

La industria de la máquina herramienta provee máquinas para el procesado del metal. El programa de producto se puede dividir en dos grandes categorías: máquina-herramienta de corte y máquina-herramienta de deformación. El primero de los grupos ha ido perdiendo puestos en el mercado. Así, a mediados de 1.980, las máquinas de corte suponían el 75% del volumen de producción, mientras que en 1.993 sólo constituía el 63%.

Dentro del grupo de maquinaria de corte se incluyen principalmente: tornos, fresadoras, rectificadoras, centros de mecanizado, mandrinadoras, etc. Dentro de la segunda categoría, es decir, en las máquinas de deformación, destacan fundamentalmente: prensas, punzonadoras, cizalladoras, paneladoras y curadoras.

Además de los procesos de producción mecánicos, hay otros que no son estrictamente mecánicos, tales como: corte por láser, mecanizado por descarga eléctrica (EDM) y producción químico-eléctrica (ECM). Desde mediados de 1.980 este tipo de procesos no mecánicos ha incrementado

su demanda en comparación con los otros tipos de maquinaria.

Los proveedores de máquinas-herramienta no suministran solamente máquinas individuales. Dentro de este sector se incluyen también sistemas de producción completos, que abarca desde líneas transfer (especialmente para la industria del automóvil) hasta células y sistemas flexibles de fabricación. Debido a la gran importancia que están adquiriendo estos sistemas, las compañías de máquina-herramienta están ampliando su oferta proveyendo también equipamiento y software no sólo para la fabricación sino para otras áreas relacionadas con producción tales como planificación, diseño y fabricación asistido por ordenador (CAx), etc.. Así pues, la industria de máquina-herramienta está ofertando cada vez más, a parte de máquinas, servicios de ingeniería.

Desde la perspectiva del análisis del producto a construir, y dentro de la industria europea, la fabricación en serie va dejando de ser parte esencial de la cartera de pedidos y las empresas buscan su diferenciación en la incorporación de alta tecnología y en la acomodación flexible de las exigencias del cliente, lo cual conlleva altos coste fijos de preestudio, lanzamiento y ensayos. Todo ello está dirigido a la constante búsqueda de la personalización de las necesidades del cliente.

### **1.2. Evolución del sector**

La industria de máquinas-herramienta tradicionalmente se ha visto directamente afectada por la evolución de los ciclos económicos, siendo la demanda de este tipo de productos mucho más variable que en otros sectores.

La economía, en su conjunto, comenzó a decrecer en 1.990, año en el que la industria manufacturera de la Unión Europea recibió un duro golpe. Al disminuir los beneficios, las posibilidades inversoras de las empresas sufrieron un drástico recorte, y como consecuencia, las industrias de máquina-herramienta de la Unión Europea sufrieron la recesión más severa después de la 2ª Guerra Mundial. A partir de 1.990 y los subsecuentes 4 años la producción fue descendiendo, alcanzando en 1.994 sólo el 50% de la cota máxima lograda anteriormente en las cifras de producción.

En 1.994 la economía europea - precedida por el Reino Unido -, comenzó progresivamente a mejorar, recuperándose así el clima de inversión. El marco de las condiciones de la industria de máquina-herramienta fue mejorando, y la mayoría de los estados miembros de la Unión Europea vieron aumentar su cartera de pedidos una media de un 10% con respecto al año precedente. Es cuando surge el problema debido a que muchas empresas no están preparadas para asumir un crecimiento de la demanda de dos dígitos, viéndose en serias dificultades para sacar adelante la producción. Los pedidos han ido aumentando mientras la producción se ha mantenido estancada.

Desde mediados de 1.994, la producción de la industria de la máquina-herramienta Británica, al igual que la española, ha crecido de manera importante; pero la producción general de la Unión Europea se ha mantenido estable en comparación con el año 1.993.

Las perspectivas a medio plazo de las industrias manufactureras son optimistas y la mayoría de los indicadores muestran que no se va a repetir un receso como el pasado, por lo que se espera que crezcan también las actividades

inversoras. Tomando como referencia las previsiones de desarrollo en el mercado de bienes de equipo y los indicadores de ciclos de negocio, la producción de máquina-herramienta de la Unión Europea probablemente crecerá en un 15% en 1.995 y en un 10% en 1.996.

Sin embargo, la continua presión sobre los precios y el poco margen resultante no permitirá a los fabricantes sacar demasiado beneficio del crecimiento, las pérdidas ocasionadas en los años de recesión no se recuperarán durante la fase de crecimiento. A pesar de la recuperación, en 1.997 el número de empleados será cerca de un 25% menor que en períodos anteriores.

En resumen, el sector de máquinas-herramienta está fuertemente expuesto a los ciclos económicos y, especialmente los fabricantes europeos, arrastran una serie de deficiencias coyunturales tales como: altos costos sociales, elevados tipos de interés, falta de cualificación y flexibilidad de los trabajadores, escasa actividad de investigación y desarrollo, etc..., que, unido a la fuerte competencia internacional y a la globalización de mercados, exigen un esfuerzo constante de superación.

### 1.3. Competencia internacional

La importancia de la industria de la máquina-herramienta de la Unión Europea se refleja en el peso que esta tiene dentro de la producción mundial. Su contribución en 1.980 se fijaba en un 35% del total de la producción, al igual que en 1.993, y el análisis en el tiempo no indica una tendencia definida.

Normalmente, cerca del 60% de la producción va dirigida hacia el mercado interior, exportándose el 40% a terceros países. Las importaciones alcanzaban en 1.993 una cuota del 25% del consumo aparente, habiendo aumentado ligeramente con respecto a 1.984.

La cuota de exportación de la producción de la Unión Europea muestra una fuerte dependencia de los mercados extranjeros, lo cual es un indicador de la alta competitividad de este sector.

Japón, otra importante nación en el mercado de la máquina-herramienta ha aumentado su cuota de producción en el mercado mundial del 14% en 1.980 hasta el 25% en 1.993. La balanza comercial muestra una gran desproporción entre exportaciones e importaciones; sólo un 10% de la demanda interior procede de terceros países, y la cifra de exportación es incluso mayor que en la Unión Europea, en 1.984 era del 39% y en 1.993 alcanzó el 51%.

La tercera nación en producción de máquinas-herramienta es EEUU; a pesar de que su contribución a la producción mundial paso del 18% en 1.980 al 11% en 1.993. La dependencia de las compañías americanas del mercado extranjero es baja. La cuota de producción para la exportación alcanzó el 17% en 1.984, aumentando en 1.993 al 30%. Este desarrollo se debe, por un lado, a la creación de la NAFTA y a exportaciones especiales a México, y por otro, a que los fabricantes japoneses instalaron plantas de producción dentro del territorio americano para exportar a terceros países.

Analizando la producción de estos tres países se observa la fuerte dependencia de los ciclos económicos. Entre 1.990 y 1.993, y debido a la recesión, Japón y la Unión Europea, sufrieron una reducción en la producción pasan-

do del 51% al 41% respectivamente en términos reales. EEUU se mantuvo mejor debido a la situación económica del mercado doméstico y al crecimiento en los países vecinos.

### 1.4. Empresas

La industria de máquina-herramienta de la UE estaba constituida por 1.212 compañías en 1.993. Este sector está formado predominantemente por compañías medias con un volumen de negocio de entre 900 y 1.200 millones de pesetas y con plantillas que comprenden entre 80 y 110 trabajadores. Esta estructura industrial difiere bastante entre los miembros de la unión, así, una empresa alemana emplea a unos 215 trabajadores, mientras que en Italia o España el promedio de plantilla es de 67. Las compañías de los Países Bajos y Portugal tienen una plantilla incluso menor.

La industria europea no está dominada por grandes compañías. En 1.993 las cinco mayores empresas suponían el 20% de la producción de máquinas herramientas de la UE. La concentración de japoneses y sobre todo de la industria de máquina herramienta en EEUU es mucho mayor. Las cinco primeras cifras constituyen el 40% y 55% de la producción de las naciones de máquina-herramienta respectivamente.

Los años de recesión y consiguiente recuperación han estado marcados por una importante reorganización de la industria, habiéndose producido diversas fusiones y adquisiciones que han servido para crear compañías más competitivas.

Así, y en lo referente al tamaño de las plantillas, la disminución de personal tocó fin a finales de 1.994 y parece que no es necesario reducir más las capacidades. El problema surge no sólo debido a la necesidad de disminución de la mano de obra porque aumenta la productividad, sino porque un proyectista de cierta edad no es intercambiable por un ingeniero, ni accede fácilmente a sus conocimientos. Este empuje de la demanda está obligando a las empresas a contratar a nuevo personal cada vez más cualificado.

### 1.5. Sector proveedor

Normalmente los fabricantes de máquinas-herramienta incorporan a sus productos una cantidad importante de componentes que se adquieren del exterior, productos preliminares son de gran importancia para el diseño de máquinas de alta tecnología. Entre un 30 y un 60% de los accionamientos, controles y otros componentes eléctricos y mecánicos provienen de compañías especializadas.

Los fabricantes europeos de máquinas-herramienta, tienen que integrar diferentes componentes a la hora de desarrollar sus máquinas, lo cual supone grandes esfuerzos de I+D para poder adaptar estos componentes procedentes de diferentes suministradores, debido fundamentalmente a la falta de compatibilidad.

De hecho, algunas empresas suministradoras desarrolladores, a la hora de proveer de componentes, están intentando solucionar estos problemas creando productos modulares que sean compatibles unos con otros. Por ejemplo, gracias a la introducción de los CNCS con estructura abierta, la adaptación de los diferentes hard y soft puede resultar mucho más fácil.

Estos desarrollos supondrían a la industria de la máquina-herramienta europea una considerable reducción del coste, aspecto en el que tradicionalmente ha ocupado una posición de desventaja con respecto a la competencia internacional.

Es evidente que una correcta interrelación entre los proveedores y fabricantes de máquinas-herramienta tiene unas consecuencias inmediatas en los costes y calidad final de los productos suministrados.

### 1.6. Sector cliente

En la mayoría de los países, a los usuarios de máquinas-herramienta se les está exigiendo una mayor variedad de productos acompañada de una reducción del ciclo de vida de los mismos.

Por ello, el entorno cambiante de los usuarios de máquinas-herramienta debe hacer frente a la demanda de una mayor variedad de los productos y reduciendo el ciclo de vida de los mismos, lo cual internamente obliga a reducir el tamaño de los lotes y acortar plazos de entrega. Esto está en contraposición con la demanda de alta calidad, bajos costes de productos (con ningún defecto) e incremento de la productividad. Dichos factores nos ofrecen una idea clara de los requerimientos técnicos que deben asegurar las máquinas-herramienta.

La industria de la máquinas-herramienta se debe dotar de la tecnología necesaria para responder efectivamente a las necesidades del cliente. El primero y más importante de estos elementos es la fiabilidad. Otro aspecto importante es la productividad: tiempos mínimos de puesta a punto, reducción de los tiempos de cambio de herramienta, mayor velocidad de desplazamiento, etc..., Y por último, el incremento de precisión y repetibilidad son aspectos importantes a tener en cuenta.

Por otro lado, un hecho evidente es la mundialización de los servicios de compra. Las grandes empresas se han asentado detrás de su indiscutible poder de compra. La complejidad del suministro sigue una senda cada vez más comprometida con la tecnología y la rentabilidad del producto final, y el modo de financiarse está haciendo que parte de los costes recaigan en los proveedores de maquinaria y componentes.

## 2. PRINCIPALES RETOS TECNICOS DE LA INDUSTRIA DE LA MAQUINA-HERRAMIENTA

Antes de entrar en el análisis de las tendencias tecnológicas dentro del sector de máquinas-herramienta es preciso identificar cuál es el marco en el que deben de competir los fabricantes de máquinas-herramienta. Este análisis, unido a recientes encuestas realizadas por CECIMO a nivel europeo e INVEMA dentro de Euskadi, permitirá establecer los factores de competitividad que deben dirigir cualquier planteamiento estratégico, incluidos los tecnológicos, si se quiere mantener una posición competitiva a largo plazo dentro del sector.

Así, habría que destacar:

- Tradicionalmente el sector de máquinas-herramienta ha estado condicionado por una fuerte dependencia de los ciclos económicos, y en particular, desde 1.990 hasta 1.994 la crisis económica que ha afecta-

do a la industria manufacturera en general, redujo la confianza del sector privado para acometer nuevas inversiones. Esta situación ha afectado fundamentalmente a los principales sectores destinatarios: industria del armamento y del automóvil. Como consecuencia, se ha producido una descapitalización de las empresas que impide la puesta en marcha de determinadas acciones para hacer frente al nuevo entorno competitivo.

- Por otro lado, el sector de máquinas-herramienta se ha caracterizado:

- por el pequeño tamaño de las empresas
- por los altos gastos de personal
- en los últimos años se ha producido una disminución del número de horas reales trabajadas
- por la falta de elasticidad de las empresas para poder atender a la evolución de los ciclos económicos
- por la alta necesidad de personal cualificado

Esta situación, unida a la pasada desaparición de protecciones arancelarias, a la aparición en el mercado de la oferta procedente de nuevos países en vías de industrialización (fundamentalmente los países asiáticos) y a la mundialización de los servicios de compra de los usuarios de máquinas-herramienta, permite cuestionarse seriamente la disposición de las empresas para poder asegurar su supervivencia en el futuro.

- Así mismo, la demanda debe hacer frente a la solicitud de una mayor variedad de productos cuyo ciclo de vida cada vez es más corto, lo cual obliga a reducir el tamaño de los lotes y acortar los plazos de entrega. Como consecuencia se produce una exigencia de productos de alta calidad, de mayor productividad y de una reducción en el coste de los mismos. Esto ha provocado una demanda de productos tecnológicamente más complejos, siendo la tendencia actual que al suministrador de los equipos de producción se le vaya integrando en el diseño de los procesos de fabricación aportando nuevas soluciones y comprometiéndole en el rendimiento de las mismas.

\*El sector de máquinas-herramienta se diferencia también por la fuerte dependencia del sector proveedor debido a que las máquinas-herramienta incorporan un alto porcentaje de componentes adquiridos en el exterior. Esto implica una exigencia de grandes esfuerzos de investigación y desarrollo para poder adaptar componentes procedentes de diferentes suministradores.

- Por último, se han producido una serie de cambios tecnológicos que han abierto nuevas posibilidades en el desarrollo de productos y en la mejora de los sistemas de producción que exigen un esfuerzo permanente de asimilación y aplicación de estas nuevas tecnologías. Así, la aparición de nuevos materiales en componentes y herramientas, las tecnologías de la información de aplicación a productos y procesos, etc..., permiten suministrar productos más fiables, precisos y de mayor productividad.

Afortunadamente, la reactivación económica parece que se confirma y la efectividad de determinadas políticas económicas están teniendo consecuencias favorables. Esta

situación y el hecho de que el sector de máquinas-herramienta tradicionalmente haya sido un colectivo dinámico de gran capacidad de ajuste a las adversidades, ha permitido el gran esfuerzo realizado por determinadas empresas para emprender procesos de reorganización que han supuesto el primer paso para poder optimizar sinergias en la forma de abordar nuevos mercados, diferentes planteamientos productivos y nuevas iniciativas para hacer frente a la fuertes exigencias de investigación y desarrollo.

Partiendo de la situación comentada anteriormente y de los diversos estudios realizados para el sector, CECIMO junto con varios miembros de la asociación, en 1.994 realizó una preselección de los factores de competitividad de las empresas de máquina-herramienta analizando a continuación los proyectos de investigación que las empresas estaban realizando. El mismo análisis lo ha realizado INVE-MA durante 1.995 en las empresas de máquina-herramienta de Euskadi.

#### Factores de Competitividad

- Relación precio/calidad
- Costes de fabricación
- Calidad de producto
- Seguridad
- Servicio post-venta
- Diseño personalizado
- Mantenibilidad
- Fiabilidad
- Incorporación de tecnología avanzada
- Marketing, logística

Comparando la prioridad y plazo de estos factores necesarios para competir, los resultados han sido los siguientes:

#### ENCUESTA A NIVEL EUROPEO (CECIMO)

PLAZO	PRIORIDAD				
	5	4	3	2	1
Corto-medio	Relación precio/calidad	Costes de fabricación Calidad de producto	Seguridad	Servicio Diseño personalizado	Mantenimiento
Medio-largo		Fiabilidad	Tecnología avanzada	Marketing. logística	

#### ENCUESTA A NIVEL DE EUSKADI (INVE-MA)

PLAZO	PRIORIDAD				
	5	4	3	2	1
Corto-medio	Relación precio/calidad	Fiabilidad	Costes de fabricación Calidad de producto Seguridad	Diseño personalizado Mantenimiento	
Medio-largo			Servicio	Tecnología avanzada	Marketing. logística Estandarización

Analizando conjuntamente los resultados de ambas encuestas, y tratando de obtener alguna conclusión de esta información, se observa que el mayor interés se centra en los siguientes puntos:

- Relación precio/calidad
- Costes de fabricación
- Calidad del producto

Es interesante observar que, dentro de los proyectos que actualmente están abordando las empresas, hay muy pocas ideas en estos campos. Una razón puede ser que estos aspectos tradicionalmente no se han contemplado dentro de las actividades de I+D del sector, y otra, que los programas de investigación financiados por las distintas Administraciones tienen carácter precompetitivo, por lo que las empresas consideran que estos temas no están dentro de los requisitos de las distintas convocatorias.

Los siguientes aspectos más prioritarios dentro de los factores de competitividad del sector serían:

- Diseño personalizado
- Servicio post-venta
- Seguridad

Estos tres aspectos, al tener la mayoría de los proyectos una orientación eminentemente técnica, quizás salvo en el caso del diseño, son temas igualmente poco contemplados dentro de las actividades de I+D.

#### Áreas de I+D en el Sector de Máquinas-Herramienta

— Tecnologías de los Procesos de Mecanizado Objetivo: Conocimiento de las variables asociadas a los procesos y herramientas de mecanizado para lograr la mejora de las condiciones de corte y/o conformado, analizando la influencia de los mismos en el diseño de la máquina.
1. Procesos de mecanizado
1.1. Herramientas de corte, materiales, recubrimientos. 1.2. Mecanizado de alta velocidad 1.3. Fabricación de nuevos materiales
2. Fabricación limpia y ecológica
2.1. Mecanizado de pieza bruta 2.2. Mecanizado en seco 2.3. Seguridad
— Tecnologías del Producto Objetivo: Mejorar la precisión, la fiabilidad, la productividad y el coste de las máquinas.
3. Conceptos y componentes de máquinas-herramienta
3.1. Modularidad/multifuncionalidad 3.2. Mejora de los elementos de máquina
4. Automatización, comunicaciones, control de procesos
4.1. Monitorización/Diagnóstico 4.2. Control de procesos 4.3. Control inteligente (compensación de errores, monitorización)
Tecnologías de los Sistemas de Producción Objetivo: Mejora de los procesos, reducción del tiempo de proceso (lead-time), disminución de costes y aumento de la calidad
5. Flexibilidad, disponibilidad
5.1. Simulación de procesos, modelización 5.2. Flujos flexibles de fabricación
6. Logística, servicio
6.1. Métodos de diseño 6.2. Organización de servicio
7. Calidad
7.1. Herramientas de gestión de calidad 7.2. Introducción de sistemas de calidad

Hay que comentar que, a la hora de analizar los proyectos de investigación que actualmente se están abordando, se ha hecho un mayor hincapié en los proyectos financiados por la Administración y en aquellos que se realizan en los Centros e Institutos de Investigación que reciben ayuda pública, llegando a la conclusión de que, en general, el enfoque de estos proyectos es eminentemente técnico y no van en concordancia con aquellos aspectos que el mercado está exigiendo para poder competir.

## 2.1. Análisis de las necesidades tecnológicas en el sector de máquinas-herramienta

En base a la información mencionada anteriormente se ha realizado una clasificación de las áreas de I+D más importante para el sector, con el fin de poder priorizar las acciones de investigación y desarrollo a llevar a cabo.

Se ha consultado a los fabricantes de máquina-herramienta, tanto a nivel europeo como de Euskadi, siendo los resultados de esta encuesta los que se presentan a continuación:

EUROPA	EUSKADI
De urgente desarrollo	
7.1. Herramientas de gestión de calidad 6.1. Métodos de diseño	3.2. Mejora de los elementos de máquina 7.2. Introducción de sistemas de calidad 7.1. Herramientas de gestión de calidad
Investigación: acorto plazo	
4.1. Monitorización/Diagnóstico 3.2. Mejora de los elementos de máquina 1.2. Mecanizado de alta velocidad 4.2. Control de procesos 2.3. Seguridad	4.1. Monitorización/Diagnóstico 3.1. Modularidad/multifuncionalidad 6.1. Métodos de diseño 4.3. Control inteligente 1.1. Htas. de corte, materiales, recubrimientos. 4.2. Control de procesos 1.2. Mecanizado de alta velocidad 2.1. Mecanizado de pieza bruta 2.2. Mecanizado en seco
2.2. Mecanizado en seco 7.1. Herramientas de gestión de calidad	
Investigación a medio plazo	
6.2. Organización de servicio 4.3. Control inteligente	6.2. Organización de servicio 5.1. Simulación de procesos, modelización
5.2. Flujos flexibles de fabricación 3.1. Modularidad/multifuncionalidad 1.3. Fabricación de nuevos materiales 5.1. Simulación de procesos, modelización	5.2. Flujos flexibles de fabricación 1.3. Fabricación de nuevos materiales 2.3. Seguridad
Investigación a largo plazo	
1.1. Htas. de corte, materiales, recubrimientos. 2.1. Mecanizado de pieza bruta	

En relación a los resultados obtenidos se llegan a las siguientes conclusiones:

- En Europa se considera que los procesos de mecanizado son la principal fuente de innovación, tratándose de un tema claro de investigación, en el cual no es fácil obtener resultados a corto plazo, y que requiere de una constante comunicación con el cliente para conocer sus necesidades. Por el contrario, Euskadi no reconoce como Europa que la mejora de los procesos puede ser una importante fuente de innovación, adoptándose la posición de «seguidor del líder», y reenviando el problema a los clientes y a los fabricantes de herramientas. En

cualquier caso, los nuevos materiales de aplicación a componentes de máquinas, herramientas y productos del cliente, siempre van a requerir grandes esfuerzos de investigación para adaptar las máquinas a estos requisitos.

- El medio ambiente, en general preocupa poco, y se considera un tema a largo plazo. Todavía no existe conciencia al respecto, pero se observa que en los países más avanzados se comienza a incorporar estas cuestiones a la hora de diseñar los nuevos productos.
- Los temas específicos de mejora de máquinas y elementos, tienen mayor interés en los fabricantes de Euskadi que en los europeos. En Euskadi son los proyectos de más alto interés y siempre con plazos cortos, mientras que en Europa se considera que es una tecnología dominada, y la urgencia de la investigación se sitúa a medio plazo.
- El interés en los temas de control de las máquinas y de los procesos, mediante la incorporación de las posibilidades que aportan las tecnologías de la información, sigue una tónica análoga en Euskadi y en Europa, despertando un interés escaso. Se ve quizás como algo ajeno a la propia máquina. Este punto destaca por su contraposición con el alto número de proyectos de investigación financiados por la administración en este campo, una razón puede ser el hecho de incorporar los últimos avances de investigación, y cuyas posibilidades son desconocidas por los fabricantes.
- La flexibilidad y disponibilidad despiertan un alto interés a corto y medio plazo, quizás con menos urgencia que la que se ha dado en el pasado, y con una mayor focalización en lo referente a asegurar la fiabilidad del producto suministrado.
- La logística se considera menos importante en Euskadi que en Europa. Por el contrario, al incrementarse la distancia entre el proveedor y los usuarios, el servicio despierta un gran interés a corto plazo. En este sentido, las posibilidades que aportan los nuevos desarrollos tanto informáticos como en comunicaciones, en el momento en que se generalice el uso, deberán servir para mejorar la relación entre cliente y proveedor.
- En general, la calidad aplicada tanto a los propios productos como a los sistemas de fabricación se considera importante, debiendo ser materia de investigación a corto y de urgente implantación.

## 2.2. Conclusiones

Las tendencias actuales de los fabricantes de máquinas-herramienta que quieran satisfacer los requisitos del cliente tienen que ir hacia productos cada vez más especializados y con plazos de entrega más ajustados. Esto además, debe compaginarse con la demanda de productos de mayor calidad más fiables y más precisos), menor coste, mayor productividad y más concienciados con el medio ambiente. Estos son los factores de competitividad que deben determinar las características técnicas de las máquinas-herramienta.

A los sistemas de producción se deben incorporar nuevos métodos y conceptos como son diseño para mon-

taje, ingeniería simultánea, técnicas de producción ajustada, etc.

Muchas soluciones deben ser modulares y estar estandarizadas, particularmente los interfaces mecánicos y electrónicos, favoreciendo la posibilidad de incorporar suministros que procedan de distintos fabricantes, minimizando la labor de investigación y desarrollo para adaptar dichos componentes y fomentando las posibilidades e infraestructura de subcontratación. Los controles numéricos deben ser abiertos, permitiendo la incorporación de inteligencia adicional, sobre todo en lo referente al interface de usuario. En este sentido, las tecnologías de la Información juegan un papel fundamental en el desarrollo de las máquinas modernas.

Hay que desarrollar nuevas prestaciones que puedan ser incorporadas a los sistemas de control de las máquinas-herramienta. Ejemplos de estas prestaciones serían: control y planificación de herramienta, control y monitorización de procesos, sistemas de tolerancia a fallos, sistemas de compensación dimensional y sistemas de diagnóstico de máquina o elementos.

Muchos aspectos de la relación entre el proveedor y el usuario final deben ser mejorados, no sólo para cumplir las demandas de producción del usuario, sino también para aportar soluciones que permitan seguir la evolución de los nuevos materiales y que sirvan para mejorar la credibilidad en el mercado y las relaciones a largo plazo.

También, los plazos de entrega se deben de acortar, acompañado con un buen servicio post-venta en el que los tiempos de respuesta sean minimizados y en el que los repuestos estén siempre disponibles.

En resumen, el sector de máquinas-herramienta, sector estratégico para cualquier país industrializado, debe continuar asumiendo su misión de generador de tecnología, aspecto fundamental para seguir manteniendo su papel de sector exportador y de incorporación de innovación tecnológica al resto de sectores industriales. En este sentido, todos los agentes que intervienen en este proceso: Administración, fabricantes, usuarios y oferta tecnológica, deben de asumir la responsabilidad que les corresponda para mantener y mejorar la posición competitiva que a través de la historia y con mucho esfuerzo este sector ha logrado alcanzar.