

MAPA i-MATH DE DEMANDA EMPRESARIAL DE TECNOLOGÍA MATEMÁTICA

TransMATH

**Peregrina Quintela Estévez
Wenceslao González Manteiga
María Teresa Alonso Alonso
María José Ginzo Villamayor
Mónica López Ratón**

TransMATH es una iniciativa del proyecto Consolider i-MATH a través del Nodo CESGA

Han participado en la cofinanciación de este mapa las siguientes entidades



XUNTA
DE GALICIA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Imprime: NINO-Centro de Impresión Digital
Rosalía de Castro, 58
Santiago de Compostela

ISBN: 978-84-692-7832-1

Dep. Legal: C 4219-2009

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	7
2	OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	11
2.1	Objetivos	11
2.2	Metodología	12
2.2.1	Muestra	14
2.2.2	Cuestionario	17
3	PRINCIPALES RESULTADOS.....	19
4	CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS.....	29
4.1	Distribución de las empresas por Comunidades Autónomas, sectores y tamaño.....	29
4.2	Análisis de los interlocutores	35
4.3	Departamentos	42
4.3.1	Empresas con departamentos de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos ..	44
4.3.2	Análisis de la ubicación geográfica del departamento de I+D+i o desarrollo de nuevos productos.....	45
5	TÉCNICAS CAD/CAE	47
5.1	Uso CAD/CAE.....	47
5.1.1	Uso de técnicas CAD.....	47
5.1.2	Uso de técnicas CAE	52
5.1.3	Uso de CAD y CAE.....	56
5.1.4	Uso de CAD y empleo posterior de los resultados en CAE.....	60
5.1.5	Uso de CAE y no CAD.....	65
5.2	Interlocutores en CAD/CAE	70
5.2.1	Interlocutores en CAD	70
5.2.2	Interlocutores en CAE.....	73
5.3	Modo de uso del CAE	76



5.3.1	Tipo de software empleado en CAE realizado internamente	77
5.3.2	CAE realizado internamente y con programas o módulos de CAE desarrollados a medida.....	79
5.4	Tipo de CAE realizado.....	81
5.5	Necesidades en CAD/CAE.....	84
5.5.1	Tipo de necesidades en CAD/CAE	86
6	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (TE/IO).....	91
6.1	Uso de TE/IO.....	91
6.2	Interlocutores en TE/IO.....	95
6.3	Modo de uso de TE/IO	99
6.3.1	Tipo de software empleado en la aplicación de TE/IO internamente.	100
6.3.2	Uso interno de TE/IO y con programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida.....	103
6.4	Áreas de aplicación de TE/IO.....	104
6.5	Necesidades en TE/IO	109
6.5.1	Tipo de necesidades en TE/IO	111
7	OTRAS TÉCNICAS MATEMÁTICAS (OTM)	116
7.1	Uso de OTM.....	116
7.2	Interlocutores en OTM.....	120
7.3	Tipo de aplicaciones utilizadas en OTM	123
8	CAD/CAE, TE/IO y OTM	128
8.1	Uso de alguna de estas técnicas.....	128
8.2	Uso de todas las técnicas	131
9	GRADO DE CONOCIMIENTO, RECURSOS HUMANOS Y NECESIDADES.....	133
9.1	Grado de conocimiento de las técnicas matemáticas.....	133
9.2	Recursos humanos con la titulación de Matemáticas o Estadística.....	135
9.2.1	Temas de trabajo de los matemáticos o estadísticos	138
9.3	Necesidades de servicios o titulados en matemáticas.....	141

9.3.1	De entre las empresas que utilizan CAD/CAE o TE/IO u OTM.....	143
10	COLABORACIÓN Y CONTRATACIÓN CON UNIVERSIDADES O CENTROS DE INVESTIGACIÓN (CI).....	144
10.1	Interés en colaboraciones con Universidades o CI.....	144
10.1.1	Usuaris de alguna técnica matemática y sin interés en establecer colaboraciones con Universidades o CI.....	147
10.1.2	Usuaris de OTM dispuestas a colaborar con Universidades o CI	150
10.1.3	Con necesidades en alguna técnica matemática y dispuestas a colaborar con Universidades o CI.....	151
10.2	Contrataciones y colaboraciones con Universidades o CI en los últimos cinco años	153
10.2.1	Interés en mantener la colaboración	156
10.2.2	Tipo de colaboración	158
10.3	Interés en contactar con i-MATH	163
11	CONCLUSIONES	166

1 INTRODUCCIÓN

Desde el proyecto Consolider Ingenio Mathematica (i-MATH, 2006-2011, <http://www.i-math.org>) se pretende proponer un Programa de Actividad Investigadora integral para la matemática española, con el objetivo básico de promover y ejecutar actuaciones estratégicas de ámbito estatal que incrementen cualitativa y cuantitativamente el peso de la matemática en el panorama internacional y en el sistema español de ciencia, tecnología y empresa.

Para llevar a cabo dicho salto, desde i-MATH se han puesto en marcha diversas iniciativas dirigidas a conocer cuál es la situación actual de la matemática española y a detectar sus debilidades y fortalezas, para poder así incidir en los aspectos en los cuales se encuentra a un nivel inferior respecto al que le debería corresponder con su desarrollo económico actual y a su vez seguir favoreciendo aquellas áreas o temáticas en las que ya existe una posición internacional relevante o consolidada.

Entre estas iniciativas se encuentra la elaboración del Mapa de Oferta Tecnológica Ingenio MATHEMATICA (Oferta TransMATH).

http://www.i-math.org/mapa_consulting

que analiza la experiencia en transferencia de tecnología a sectores empresariales e industriales de los grupos de investigación integrados en el proyecto i-MATH; en particular, este Mapa de Oferta TransMATH permite visualizar desde el exterior la capacidad y experiencia en transferencia de tecnología matemática y conseguir sinergias entre los grupos de investigación implicados en el proyecto para poner en marcha nuevas iniciativas. Se completa ahora este mapa con el presentado en el documento actual, el Mapa de Demanda de Tecnología Matemática (Demanda TransMATH), en el que se recoge una prospectiva nacional sobre el grado de conocimiento, de utilización y de demanda de tecnología matemática en la empresa.

El propósito de ambos mapas de oferta y demanda tecnológica, así como la temática que tratan, queda recogido en el siguiente punto del *Convenio de ejecución* que se firmó con el Ministerio de Educación y Ciencia para marcar el inicio del proyecto i-MATH:

“Diseño y actualización anual, junto con la validación por un panel externo al proyecto i-MATH, de un mapa que muestre las interacciones y conexiones (existentes y posibles) de la investigación matemática con la transferencia de tecnología a sectores empresariales e industriales. El mapa prestará una especial atención a la detección de

carencias en ámbitos emergentes, a la potenciación de las temáticas o al descubrimiento de oportunidades científico-tecnológicas latentes. “

Para llevar a cabo este Mapa de Demanda TransMATH, el Nodo CESGA (<http://matematica.nodo.cesga.es/>), en colaboración con el Consejo de Dirección (CD) de i-MATH, puso en marcha un proyecto para detectar problemas empresariales en los que las Matemáticas puedan ser una herramienta complementaria o fundamental, conocer la demanda de formación matemática y definir, si es necesario, nuevas líneas de investigación en Matemáticas orientadas a resolver estos problemas. Se trata de un proyecto pionero y muy ambicioso, único en el ámbito de las Matemáticas, en el que se han encuestado a casi 8000 empresas de más de 10 trabajadores, distribuidas por todo el territorio nacional y con representación de todos los sectores industriales o empresariales. Se ha contado para ello con el asesoramiento de un Panel de Expertos procedentes del ámbito académico, empresarial o industrial y de centros tecnológicos; en este panel han participado especialistas en CAD, Simulación Numérica, Estadística e Investigación Operativa y de otras áreas de Matemáticas con experiencia en transferencia a la empresa. En el postproceso, además de los técnicos de Consulting del Nodo CESGA, han participado técnicos de Consulting del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Santiago de Compostela.

La financiación de este Mapa de Demanda TransMATH ha corrido a cargo del Ministerio de Educación y Ciencia a través del Proyecto Consolider i-MATH CSD2006-00032, y de la Acción Complementaria MTM2007-30179-E, de la Xunta de Galicia a través del convenio de 16/10/2007 y de la Red Mathematica Consulting & Computing de Galicia, del Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) y de la Universidad de Santiago de Compostela (USC).

RESPONSABLES DEL MAPA

Peregrina Quintela Estévez. Coordinadora del Nodo CESGA. Catedrática de Matemática Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela.

Andrés Gómez Tato. Administrador de Aplicaciones y Proyectos. Centro de Supercomputación de Galicia.

Wenceslao González Manteiga. Catedrático de Estadística e Investigación Operativa. Universidade de Santiago de Compostela.

PANEL DE EXPERTOS

Aureli Alabert. Profesor Titular de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Autónoma de Barcelona. Director del Servei de Consultoria Matemàtica. Miembro de la Plataforma Consulting de i-MATH.

Alfredo Bermúdez de Castro y López Varela. Catedrático de Matemática Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela. Coordinador del Área de Transferencia de Tecnología de la ANEP. Miembro de la Plataforma Consulting de i-MATH.

Javier Bullón Camarasa. Director General de FerroAtlántica I+D.

Laureano F. Escudero Bueno. Catedrático de Estadística e Investigación Operativa. Universidad Rey Juan Carlos. Miembro de la Plataforma Consulting de i-MATH.

Jesús Gil Yenes. Sócio Director de INDIZEN Technologies.

Andrés Gómez Tato. Administrador de Aplicaciones y Proyectos. Centro de Supercomputación de Galicia.

Felix Martínez. Investigador del Área de Ingeniería Mecánica. Centro Tecnológico Ikerlan.

Peregrina Quintela Estévez. Catedrática de Matemática Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela. Coordinadora del Comité de la Plataforma Consulting de i-MATH.

Julio Rubio García. Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad de La Rioja. Miembro de la Plataforma Consulting de i-MATH.

Arturo Soto Bailón. Departamento de Cálculo y Seguridad. Grupo Antolin-Ingeniería.



EQUIPO TÉCNICO

M^a Teresa Alonso Alonso. Técnico Superior i-MATH del Nodo CESGA.

Miguel Bermejo. EOSA Estrategia y Organización S.A.

Miguel Costas Seijo. Jefe de equipo del trabajo de campo y consultor redactor de EOSA Estrategia y Organización S.A.

M^a José Ginzo Villamayor. Técnica del Dpto. de Estadística e Investigación Operativa de la Universidade de Santiago de Compostela.

Mónica López Ratón. Técnica del Dpto. de Estadística e Investigación Operativa de la Universidade de Santiago de Compostela.

Giuseppe Viglialoro. Técnico Superior i-MATH del Nodo CESGA.

Santiago de Compostela, diciembre de 2009.



2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 Objetivos

El objetivo principal de la Acción ANÁLISIS i-MATH DE LA DEMANDA EMPRESARIAL DE TÉCNICAS MATEMÁTICAS es detectar necesidades y problemas en distintos sectores empresariales españoles en los que las matemáticas puedan ser una herramienta fundamental o complementaria; conocer la demanda de formación matemática y definir, si es necesario, nuevas líneas de investigación en Matemáticas orientadas a resolver estos problemas.

Para la realización de este estudio se ha tomado una muestra amplia de empresas, distribuidas por todo el territorio nacional, con el fin de identificar el grado de conocimiento, utilización, satisfacción y necesidad de formación en:

- sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD),
- simulación numérica en las empresas (habitualmente denominado CAE),
- herramientas Estadísticas y de Investigación Operativa (TE/IO),
- otras técnicas matemáticas aplicables a la industria (OTM),

así como las preferencias empresariales en cuanto a la formalización de colaboraciones empresa-universidad y empresa-centro de investigación.

Más específicamente, los objetivos que persigue la Acción ANÁLISIS i-MATH DE LA DEMANDA EMPRESARIAL DE TÉCNICAS MATEMÁTICAS son:

1. Dar a conocer los beneficios que pueden aportar las técnicas matemáticas a las pequeñas, medianas y grandes empresas.
2. Profundizar en el estudio de los diferentes usos y aplicaciones que pueden presentarse para los sectores representativos de la economía española.
3. Conocer las necesidades que las empresas pueden tener en relación a la incorporación de recursos humanos cualificados en el campo de las matemáticas.
4. Detectar necesidades formativas en el ámbito de las matemáticas y estadística e Investigación operativa.
5. Identificar líneas de investigación de interés para las empresas en este campo.

6. Detectar las barreras existentes para la adopción por parte de las empresas de estas técnicas.
7. Identificar la predisposición y oportunidades de colaboración de las empresas con Universidades y Centros de Investigación.
8. Dar a conocer a la comunidad matemática las necesidades del mundo empresarial en este ámbito.

2.2 Metodología

Para llevar a cabo el ANÁLISIS i-MATH DE LA DEMANDA EMPRESARIAL DE TÉCNICAS MATEMÁTICAS se ha procedido a la realización de una encuesta mediante entrevista telefónica. Se han diseñado dos muestras: la primera de 6.716 empresas con un carácter general, y una segunda de 801 empresas sobre subsectores de especial relevancia en el uso de las matemáticas.

El periodo temporal del trabajo de campo ha sido del 24 de Marzo al 30 de Julio 2009. El informe de campo y metodológico detallado de las dos muestras consideradas está disponible en la página WEB http://www.imath.org/mapa_demanda y se recoge en un texto separado bajo el título *Informe Técnico del Mapa TransMATH Demanda*. Desde el punto de vista geográfico, la encuesta cubrió el conjunto del territorio nacional, a excepción de Ceuta y Melilla.

A efectos de su explotación estadística, la encuesta fue diseñada para analizar la muestra a nivel de Comunidades Autónomas, por sector de actividad y por tamaño de empresa, aspectos de interés especial en este estudio.

Como base del universo se empleó el Directorio Central de Empresas (DIRCE) del Instituto Nacional de Estadística (INE), actualizado a 1 de enero de 2008. El sistema de clasificación de las actividades económicas utilizado fue el CNAE-2009, recientemente actualizado con el fin de adaptarse a la nueva realidad económica y estructurado de forma armonizada con el resto de países de la Unión Europea.

De todos los sectores de actividad económica (CNAE-2009) se excluyeron en este estudio las divisiones:

- 01, 02 y 03 (*Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca*).
- 84 (*Administración Pública y defensa*).
- 85 (*Educación*).
- 97 (*Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico*).
- 98 (*Actividades de los hogares como productores de bienes y servicios*).
- 99 (*Actividades de organizaciones y organismos extraterritoriales*).

Estas divisiones se corresponden bien con actividades económicas que habitualmente no suelen incorporarse a los estudios empresariales, o bien con empresas cuya actividad principal es educación. El motivo principal de eliminar estas últimas, fue que si bien estas empresas pueden ser usuarias intensivas de matemáticas, no se consideran propiamente acciones de transferencia las colaboraciones con este grupo de

actividad. Las secciones 01, 02 y 03, se recogen de forma indirecta en otros códigos CNAE, como por ejemplo *Alimentación y vestido*. La exclusión de las divisiones antes mencionadas permitió centrar todo el esfuerzo del proyecto en el resto de actividades. El universo se ha estructurado en 13 grupos de actividad según los diferentes códigos CNAE-2009, como se recoge en la Tabla 2-1.

CNAE	Sector	Código
10-15	<i>Alimentación y vestido</i>	ALIM
16-18, 31	<i>Madera y papel</i>	MAD
05-09,19-23, 32-33, 35-39	<i>Energía, química y medio ambiente</i>	ENE
24-30	<i>Metal y maquinaria</i>	MET
41-43	<i>Construcción</i>	CON
45-47	<i>Comercio</i>	COM
49-53	<i>Transporte y almacenamiento</i>	TRA
58-63	<i>Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC)</i>	TIC
64-66	<i>Finanzas</i>	FIN
75, 86-88	<i>Salud</i>	SAL
69-70, 77-82	<i>Servicios de gestión</i>	GES
71-74	<i>Servicios técnicos</i>	TEC
55-56, 68, 90-96	<i>Servicios varios</i>	VAR

Tabla 2-1: Estructuración del universo por sectores de interés.

El número total de empresas que componen el universo descrito asciende a 195.098; su distribución, atendiendo al sector y número de asalariados de cada una, se muestra en la Tabla 2-2.

Respecto a la división por sectores, en la Tabla 2-2 se han marcado con fondo naranja aquéllos considerados de especial importancia atendiendo a la previsible aplicabilidad de técnicas matemáticas, mientras que los marcados en color azul se consideraron sectores con aplicabilidad más limitada.

Sector	De 10 a 49	De 50 a 199	Más de 199	Total
Alimentación y vestido	9.001	1.328	330	10.659
Madera y papel	6.624	758	116	7.498
Energía, química y medio ambiente	9.278	1.884	540	11.702
Metal y maquinaria	12.000	1.948	559	14.507
Construcción	42.197	4.415	733	47.345
Comercio	32.292	3.573	843	36.708
Transporte y almacenamiento	9.144	1.163	293	10.600
TIC	3.305	717	296	4.318
Finanzas	1.085	273	241	1.599
Salud	5.234	1.199	465	6.898
Servicios de gestión	12.185	1.897	921	15.003
Servicios técnicos	4.816	655	239	5.710
Servicios varios	19.244	2.653	654	22.551
Total	166.405	22.463	6.230	195.098

Tabla 2-2: Distribución del universo por sectores y en cada sector por tamaño de empresa.

Fuente: INE. Directorio Central de Empresas (DIRCE). Enero de 2008.

2.2.1 Muestra

El tamaño de la muestra fue de 6.716 empresas.

El tipo de muestreo utilizado ha sido el muestreo aleatorio, con segmentación por:

- Tamaño de empresa: se conformaron tres grupos, el primero con las empresas de entre 10 y 49 empleados, el segundo de 50 a 199 y el tercero para las de más de 200 empleados.
- Sector de actividad: los trece grupos diferentes que se han mostrado en la Tabla 2-1.
- Localización geográfica: correspondiente a cada una de las 17 comunidades autónomas del Estado.

Atendiendo al tamaño de la empresa, la afijación de la muestra no se realizó de forma proporcional dentro de los tres estratos de asalariados, pues por un lado, se buscaba obtener niveles de error similares en todos ellos, y por otro, el grupo de empresas de mayor tamaño, era de gran interés para el proyecto.

Una vez establecido el tamaño de cada estrato de asalariados, se realizó la afijación en cada uno de los trece estratos establecidos de actividad económica, dando especial representación a los grupos considerados de mayor interés. Estos son: *Energía, química y medio ambiente*; *Transporte y almacenamiento*; *Finanzas*; *Salud*; y *Servicios técnicos*. La afijación mínima de 331 empresas, se corresponde con el sector maderero.

Una vez determinada la muestra correspondiente a cada uno de los trece grupos de actividad económica y para cada uno de los tres grupos de empresas según el número de asalariados, la afijación por comunidades autónomas fue proporcional al universo. Las siguientes tablas recogen la distribución de la muestra y del universo por número de asalariados, por sector y por comunidad autónoma.

Asalariados	Muestra	Universo
DE 10 A 49	3.129	166.405
DE 50 A 199	2.509	22.463
200 O MAS	1.078	6.230
Total	6.716	195.098

Tabla 2-3: Distribución de la muestra y del universo por tamaño empresa.

Sector	Muestra	Universo	Nombre Sector
ALIM	447	10.659	Alimentación y vestido
MAD	331	7.498	Madera y papel
ENE	606	11.702	Energía, química y medio ambiente
MET	642	14.507	Metal y maquinaria
CON	653	47.345	Construcción
COM	651	36.708	Comercio
TRA	489	10.600	Transporte y almacenamiento
TIC	339	4.318	TIC
FIN	375	1.599	Finanzas
SAL	368	6.898	Salud
GES	629	15.003	Servicios de gestión
TEC	628	5.710	Servicios técnicos
VAR	559	22.551	Servicios varios

Tabla 2-4: Distribución de la muestra y del universo por sector.

CCAA	Muestra	Universo
Andalucía	820	28.304
Aragón	210	5.762
Asturias	124	3.535
Baleares	137	4.974
Canarias	228	8.242
Cantabria	68	2.178
Castilla La Mancha	212	7.710
Castilla y León	270	8.560
Cataluña	1.310	37.891
C. Valenciana	708	22.451
Extremadura	82	3.173
Galicia	359	10.252
Madrid	1.418	30.199
Murcia	191	6.763
Navarra	119	3.106
País Vasco	418	10.469
Rioja	43	1.529

Tabla 2-5: Distribución de la muestra y del universo por C. Autónoma.

En resumen, los criterios de elección del tamaño muestral por estrato no estuvieron basados en criterios de optimalidad, (muestreo proporcional, de varianza mínima, etc.), sino que además de considerar la población distribuida por tamaño de empresa, por sectores y por Comunidad Autónoma, se han utilizado criterios subjetivos basados en la experiencia en transferencia del Panel de Expertos del Mapa, para garantizar una representatividad razonable a sectores o a tamaños de empresa considerados más estratégicos en este estudio. Por ello, en esta edición del Mapa de Demanda TransMATH, se ha optado por un tratamiento descriptivo de los datos de la muestra, dejando para un trabajo posterior, si se hiciese necesario, el análisis de su inferencia en la población.

Muestra zoom

El objetivo fue definir una muestra especialmente orientada hacia los subsectores donde actualmente hay una importante transferencia de tecnología matemática y que pudiesen no estar suficientemente representados en la muestra general. Para esta muestra zoom se realizaron 801 encuestas adicionales a las ya realizadas en el estudio general en dichos subsectores (ver Tabla 2-6), resultando una muestra de 1.591 empresas.

Código subsector	Código CNAE	Muestra & zoom	Subsector
MET2	24-25,29-30	978	<i>Metal y maquinaria</i>
ENE2	35-39	161	<i>Energía y medio ambiente</i>
I+D	72	149	<i>Investigación y desarrollo</i>
SAL2	86	303	<i>Salud</i>
Total		1.591	

Tabla 2-6: Distribución de la muestra zoom por subsector.

Con referencia al subsector de I+D, se ha incluido, en la muestra zoom, un nuevo segmento de asalariados que no se contempló en el estudio principal (de 3 a 9 asalariados). Esta excepción fue debida a que el CNAE-2009 72, correspondiente a la actividad de *Investigación y Desarrollo*, tiene una importancia clave para el proyecto, y a que en la configuración de las empresas de esta división, las de menos de 10 asalariados tienen un peso muy significativo dentro del total. Las empresas de menos de 3 asalariados fueron descartadas de la muestra general, pues resulta extremadamente complejo obtener registros de este tipo de microempresas en los directorios telefónicos comerciales.

Una vez analizados los resultados de la muestra zoom, se ha comprobado que no existen diferencias significativas si se comparan con los de los correspondientes subsectores extraídos de la muestra general; esto refuerza y valida el estudio presentado. Con el fin de no hacer más tediosa la lectura de este documento, y al no aportar nueva información desde el punto de vista estadístico, los resultados del zoom no serán incluidos en este texto.

2.2.2 Cuestionario

El cuestionario utilizado se diseñó de acuerdo con los objetivos específicos de la encuesta; para facilitar su aplicación, las preguntas se agruparon en 6 grandes apartados:

1. Identificación y caracterización de la empresa e interlocutor.
2. Conocimiento y uso, tanto interno como externo, del diseño asistido por ordenador (CAD) y de la simulación numérica (CAE). Necesidades de formación en este ámbito.
3. Conocimiento y uso, tanto interno como externo, de las técnicas estadísticas y de investigación operativa (TE/IO). Necesidades de formación en este ámbito.

4. Conocimiento y uso, tanto interno como externo, de otras técnicas matemáticas (OTM) aplicables a la industria. Análisis de su aplicabilidad en la industria.
5. Recursos humanos en técnicas matemáticas.
6. Colaboración con Universidades y necesidad de asesoramiento.

En el apartado 3 se recoge el cuestionario y los principales resultados. También se puede consultar el cuestionario detallado en la página WEB http://www.imath.org/mapa_demanda y se recoge en un texto separado bajo el título *Informe Técnico del Mapa TransMATH Demanda*.

Para facilitar el procesamiento de datos y el análisis estadístico, las bases de datos procedentes de la encuesta fueron transferidas e integradas al paquete estadístico "Statistical Product and Service Solutions" (SPSS).

3 PRINCIPALES RESULTADOS

A continuación se detallan los resultados generales de la encuesta, tomando como referencia el cuestionario empleado en la misma. Como se ha explicado en el apartado 2.2.3, el cuestionario está estructurado en varios bloques, comenzando con la caracterización de la empresa e interlocutor, seguido de una serie de preguntas relacionadas con las tecnologías matemáticas empleadas por las empresas, específicamente en las temáticas siguientes:

- El diseño asistido por ordenador (CAD),
- La simulación numérica / ingeniería asistida por ordenador (CAE),
- Las estadística e investigación operativa (TE/IO),
- Otras técnicas matemáticas (OTM)

Para terminar, se les preguntó a los encuestados sobre los recursos humanos en técnicas matemáticas, colaboración con Universidades o Centros de Investigación y necesidad de asesoramiento.

A continuación se resumen para cada una de las preguntas del cuestionario el porcentaje de respuestas afirmativas con respecto al total de la muestra.

C1. Puede decirme cuál es su puesto en la empresa

Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería	2%
Responsable de métodos, tiempos, organización u oficina técnica	2%
Responsable de calidad	3%
Responsable de informática	33%
Director/gerente	20%
Otro (responsable de administración, administrativo, etc)	41%



C2. ¿Su empresa tiene alguno de los siguientes departamentos?

Control de calidad	52%
Diseño, oficina técnica	32%
I+D+i, desarrollo de nuevos productos	20%

C3. (Si tiene I+D+i o desarrollo) ¿El departamento de I+D+i o desarrollo está en España, en el extranjero o en ambos?

83% (España) 6% (Extranjero) 10% (Ambos)

>> CAD/CAE

C4. Ya sea internamente dentro la empresa o externamente con contrataciones o colaboraciones, ¿su empresa usa CAD? es decir, ¿usa diseño asistido por ordenador por ejemplo en el diseño de piezas, planos, imágenes o gráficos?

66% (No) 34% (Sí)

C5. Ya sea internamente dentro la empresa o externamente, ¿su empresa usa programas informáticos de cálculo para simular, prever o estudiar el comportamiento de productos o de procesos? Por ejemplo, para estudios térmicos, de esfuerzos mecánicos, de los procesos de fabricación, etc. Esto también suele llamarse ingeniería asistida por ordenador o CAE para abreviar. Así pues, ¿su empresa usa CAE?

87% (No) 13% (Sí)



C6. (Si usan CAE) ¿El CAE se realiza internamente dentro de la empresa, externamente fuera de la empresa o ambos?

63% (Interno) 16% (Externo) 22% (Ambos)

C7. (Si usan CAE) ¿En qué tipo de fenómenos utilizan CAE?

Mecánicos o Estructurales	50%
Térmicos o Termodinámicos	20%
De los procesos de fabricación: inyección, estampación, forja, etc	39%
Electrónicos y/o Electromagnéticos	15%
De fluidos: gases, líquidos	11%
Acústicos o vibroacústicos	7%
Medioambientales	15%
Otros, como multifísica	7%

C8. (Si realizan CAE internamente o ambos) ¿Internamente el CAE lo realizan con programas comerciales, de software libre o ambos?

56% (P. Comerciales) 16% (Software libre) 27% (Ambos)

C9. (Si realizan CAE internamente o ambos) ¿Tiene programas o módulos de CAE desarrollados a medida para la empresa?

46% (No) 46% (Sí) 8% (Nc)



C10. (Si usan CAD) ¿Los resultados obtenidos con el CAD se usan posteriormente en las aplicaciones de CAE, bien dentro de su empresa o externamente? (La respuesta es No si sólo hacen diseño-CAD, y no lo usan a continuación para “simular, prever o estudiar el comportamiento de productos o de procesos”)

66% (No)	26% (Sí)	8% (Nc)
----------	----------	---------

C11. ¿Su empresa tiene alguna necesidad en temas de CAD o de CAE, por ejemplo necesitan información o asesoramiento sobre su aplicabilidad; formación; implantar, desarrollar, o mejorar los programas?

97% (No)	3% (Sí)
----------	---------

C12. (Si tiene necesidades) ¿Qué tipo de necesidades tienen en CAD/CAE?

Información o asesoramiento sobre la aplicabilidad del CAD/CAE a la empresa	61%
Selección, implantación inicial y validación de herramientas CAD/CAE	20%
Formación en CAD/CAE	51%
Definición o cálculo de procesos en el CAD/CAE	13%
Desarrollar a medida software o interfaces CAD/CAE	18%
Integrar el CAD con el CAE o ambos con los procesos de la empresa	13%
Otra diferente	10%

>>TÉCNICAS ESTADÍSTICAS YDE ANALISIS DE DATOS O APOYO PARA TOMAR DECISIONES

C13. Ya sea internamente o externamente, ¿usan técnicas estadísticas, de análisis de datos, o de apoyo para tomar decisiones, por ejemplo para análisis de clientes, mercados, productos, calidad, planificación, riesgos, logística, asignación y optimización de recursos y procesos?

51% (No) 49% (Sí)

C14. (Si usan TE/IO) ¿Este uso es interno en la empresa, externo o ambos?

79% (Interno) 5% (Externo) 15% (Ambos)

C15. (Si usan TE/IO) ¿En qué tipo de temas usan técnicas estadísticas, de análisis de datos, o de apoyo para tomar decisiones?

Control de calidad	48%
Control y optimización de stocks	30%
Control y optimización de procesos de producción	34%
Análisis de riesgos o de productos financieros	28%
Estrategia, decisión, logística y planificación	43%
Análisis de clientes y estudios de mercado o productos	66%
Explotación de la información interna (minería de datos, inteligencia de negocio)	17%
Otros, por ejemplo: diseño de experimentos, análisis clínicos, etc.	2%



C16. (Si usan TE/IO internamente o ambos) ¿Los programas que usan internamente para estos temas son comerciales, de software libre o ambos?

49% (P.Comerciales)	20% (Software libre)	25% (Ambos)
---------------------	----------------------	-------------

C17. (Si hacen TE/IO internamente o ambos) Para estos temas ¿tienen programas o módulos desarrollados a medida para su empresa?

26% (No)	71% (Sí)	3% (Nc)
----------	----------	---------

C18. ¿Su empresa tiene alguna necesidad en estadística, en análisis de datos, o en el apoyo para tomar decisiones?

93% (No)	7% (Sí)
----------	---------

C19. (Si tiene necesidades) ¿Qué necesidades tienen?

Formación	39%
Control de calidad	30%
Control y optimización de stocks	23%
Control y optimización de procesos de producción	25%
Análisis de riesgos o de productos financieros	23%
Estrategia, decisión, logística y planificación	36%
Análisis de clientes y estudios de mercado o productos	40%
Explotación de la información interna (minería de datos, inteligencia de negocio)	15%
Otras, por ejemplo: diseño de experimentos, análisis clínicos, etc.	2%

>>OTRAS TÉCNICAS MATEMÁTICAS (OTM)

C20. Ya sea internamente o externamente, ¿aplican otras técnicas matemáticas distintas a las vistas anteriormente en temas tales como: localización geográfica, tratamiento de imágenes o señales; geometría, diseño o visualización; bio-informática o bio-matemática; búsqueda y codificación de la información, o computación? (*)

92% (No)

8% (Sí)

C21. (Si usan OTM) ¿El uso es interno, externo o ambos?

73 % (Interno)

7% (Externo)

20% (Ambos)

C22. (Si usan OTM) ¿En qué aplicaciones usan estas otras técnicas matemáticas? (distintas de las ya vistas: CAD, CAE, estadística, análisis de datos, ayuda para tomar de decisiones)

Imágenes digitales: gráficos, vídeo, animación, reconocimiento de imágenes	48%
Análisis geométrico: geometría computacional, visualización, desarrollo CAD, métodos simbólicos	24%
Tratamiento digital de señales	14%
Diseño de sistemas de localización geográfica como GIS o GPS	39%
Redes de comunicaciones	25%
Codificación de la información, criptografía, seguridad informática	18%
Computación, algebra computacional, procesadores de lenguajes, algoritmos simbólico-numéricos	9%
Tratamiento y búsqueda de información y conocimiento: web semántica, algoritmos para Internet	13%



Bioinformática, genómica y proteómica	3%
Biomatemática: aplicaciones en ciencias de la vida y de la salud (como por ejemplo, técnicas de diagnóstico, prescripción médica, administración de fármacos, crecimiento y propagación de enfermedades, control de plagas, biología de sistemas)	3%
Otras	2%

>> ASPECTOS GENERALES

C23. ¿Valore de 0 a 10 qué conocimiento tienen en su empresa sobre las posibles aplicaciones de las técnicas mencionadas: CAD, CAE, estadística, etc.? Cero (0) es una valoración muy baja; 10 es muy alta, 5 es media.

Media: 4,4

C24. ¿Su empresa estaría dispuesta a colaborar con las Universidades en proyectos de fin de carrera, de master o en la realización de prácticas en empresas en el ámbito de las técnicas mencionadas?

44% (No) 32% (Sí) 24% (Nc)

C25. ¿A corto o medio plazo, cree que su empresa necesitará servicios matemáticos o titulados en Matemáticas o Estadística para aplicar algunas de las técnicas mencionadas?

86% (No) 5% (Sí) 9% (Nc)



>> RECURSOS HUMANOS EN TÉCNICAS MATEMÁTICAS

C26. ¿Tienen titulados en Matemáticas o Estadística en su plantilla?

85% (No) 8% (Sí) 7% (Nc)

C27. ¿En que temas realizan su trabajo?

Informática de gestión o sistemas	48%
CAD/CAE	15%
Estadísticas, análisis de datos, apoyo a la toma de decisión	49%
Otras técnicas matemáticas	15%
Otras tareas	29%

>> COLABORACIÓN Y CONTRATACIÓN CON UNIVERSIDADES Y C. INVESTIGACIÓN

C28. En los últimos 5 años y sobre cualquier tema incluso distintos de matemáticas, ¿su empresa colaboró o contrató, con Universidades o Centros de Investigación, proyectos de formación, o de investigación o de servicios tecnológicos? (no necesariamente de matemáticas)

61% (No) 31% (Sí) 8% (Nc)

C29. (Si colaboró o contrató) ¿En qué temas colaboró o contrató? ¿en temas de formación; en temas de investigación o servicios tecnológicos o en ambos?

61% (Formación) 19% (Investigación o servicios tecnológicos) 17% (Ambos)

C30. (Si colaboró o contrató) Valore entre 0 y 10 su satisfacción con esta colaboración o contratación. (Cero (0) es una valoración muy baja; 10 es muy alta, 5 es media)

Media: 7,4

>>OTROS

C31. (Si tiene necesidades en CAD/CAE, estadística, etc, o aplican otras técnicas matemáticas) ¿Le interesa que nuestros técnicos del proyecto i-MATH le contacten, sin compromiso, para asesorarles en alguno de los temas tratados en la encuesta?

66% (No)

34% (Sí)

II RESULTADOS DEL ESTUDIO

En este apartado se presentará el análisis estadístico llevado a cabo con los datos obtenidos en la encuesta. Puesto que la elección de la muestra se ha hecho en base a tres criterios – tamaño de empresa, sector y Comunidad Autónoma- y, para los dos primeros no se ha considerado un muestreo proporcional a la población existente, se ha optado por un tratamiento estadístico descriptivo de los datos de la muestra. A continuación se detallan los resultados obtenidos en base a cada uno de dichos criterios.

4 CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS

En este bloque se incluye un análisis de la distribución de la población y de la muestra por Comunidades Autónomas, sectores y tamaño de empresa. Además se muestra el porcentaje de empresas de la muestra con departamentos de *Control de calidad*, de *Diseño*, *oficina técnica* o de *I+D+i* o *desarrollo de nuevos productos*; analizando para este último tipo si está ubicado en España o en el extranjero. Por último, dado lo específico del cuestionario, se presenta también un análisis de los interlocutores que han respondido la encuesta.

4.1 Distribución de las empresas por Comunidades Autónomas, sectores y tamaño

Por Comunidades Autónomas

El grupo de empresas para este estudio está formado por aquellas ubicadas en España de 10 o más asalariados; se han excluido las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla. A continuación se muestran los mapas de distribución de la población y de la muestra general de empresas seleccionadas para este estudio; en particular, en el Mapa 4-1 se indica para cada Comunidad Autónoma su porcentaje de empresas calculado con respecto al número total de empresas en España; en el Mapa 4-2 se muestra el porcentaje de empresas de la muestra de cada comunidad con respecto al total de empresas muestreadas en España.

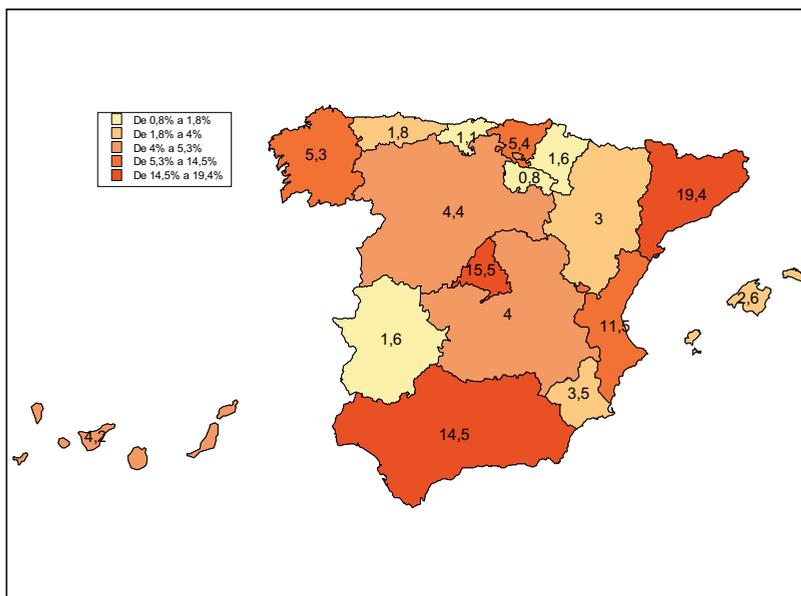
Para representar los datos de población, se ha tomado el Directorio Central de Empresas (DIRCE) del Instituto Nacional de Estadística (INE). Estas empresas se repartieron en trece sectores de actividad resultando un total de 195.098 empresas.



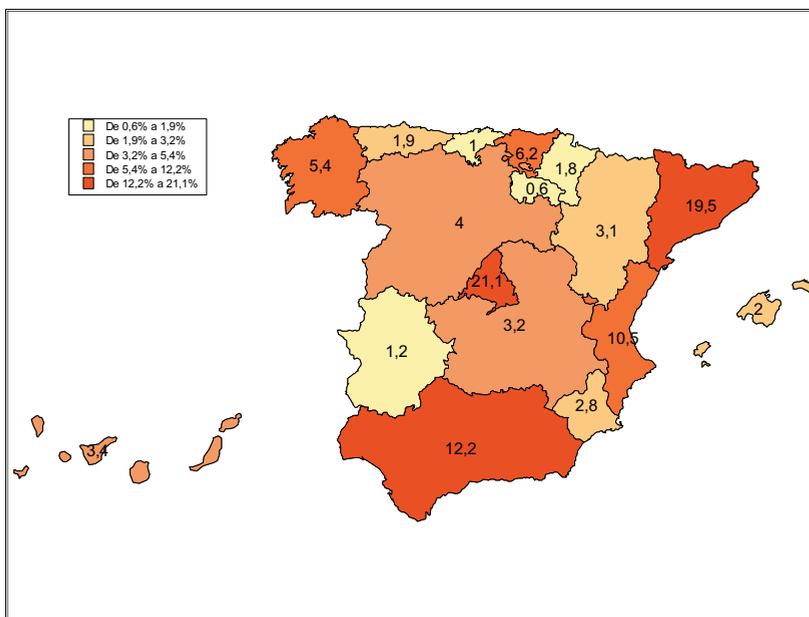
En cuanto a los datos mostrados en el Mapa 4-1 de distribución de la población según diferentes comunidades autónomas, podemos ver que Cataluña, con el 19,42% del total, es la comunidad autónoma con mayor número de empresas, seguida de Madrid con el 15,48%, Andalucía 14,51% y la comunidad Valenciana con el 11,51%. Entre estas cuatro comunidades se alcanza el 60% del total de empresas existentes en España en las divisiones CNAE consideradas en este estudio. A bastante distancia con un 5,37% está el País Vasco, seguido por Galicia que se encuentra en el sexto lugar, con un 5,25% del total de las empresas.

Con respecto a la muestra, la distribución de los datos es similar, con la excepción de las comunidades de Madrid y Cataluña, que se han intercambiado los puestos, pasando Madrid a ser la primera en número de empresas muestreadas con el 21,11%. Esto es debido al proceso seguido en el diseño de la muestra, ya que, aunque la afijación por comunidad autónoma fue proporcional, previamente se fijó el tamaño de cada estrato, atendiendo al número de empleados y sectores de actividad, de forma no proporcional; el efecto de aplicar este criterio, puede verse en la Figura 4-1, en la que se compara el porcentaje sobre población, con el porcentaje sobre muestra en cada comunidad autónoma.





Mapa 4-1: Distribución de la población de empresas por Comunidades Autónomas.



Mapa 4-2 : Distribución de la muestra de empresas por Comunidades Autónomas.

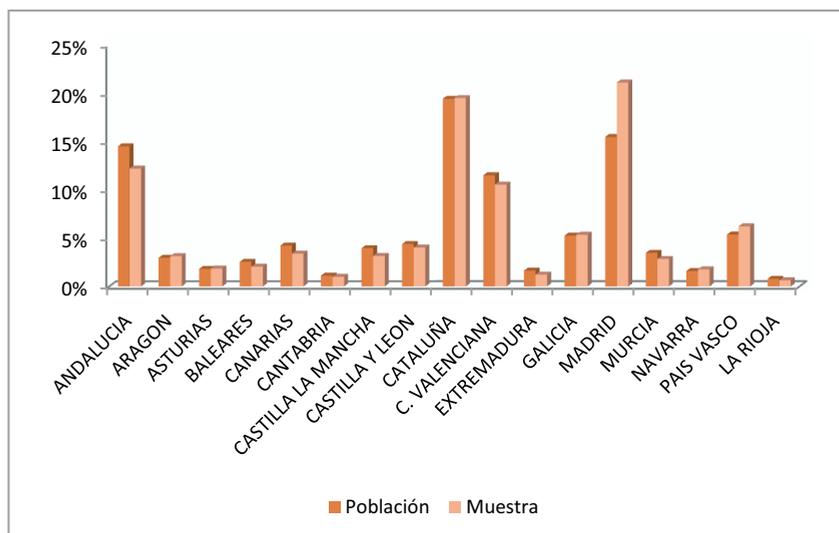


Figura 4-1: Distribución de la población (N= 195.098) y muestra (n=6.716) por Comunidad Autónoma.

Por Sectores

Recordar que para la selección de los 13 sectores que representasen la población, se tuvo en cuenta aquéllos dónde el uso de las técnicas matemáticas, evaluadas en el estudio, es más relevante y de mayor aplicabilidad. De especial interés son los que están relacionados con servicios financieros, de ingeniería, arquitectura e I+D.

Así una vez decidido el marco muestral, dentro de los sectores se identificaron aquéllos cuya actividad está más relacionada con la transferencia de tecnología matemática. Estos son: *Energía, química y medio ambiente, Transporte y almacenamiento, Finanzas, Salud y Servicios técnicos*. En la obtención de la muestra, para evitar sobre representación de sectores con muchas empresas y a priori de menor interés en el estudio, como por ejemplo *Comercio* con 36.708 empresas, el criterio tomado no fue proporcional (ver Figura 4-2).

En la Figura 4-2, se observa que los sectores con un mayor número de empresas en la población pertenecen a las categorías de *Construcción, Comercio y Servicios Varios*. Hay que tener en cuenta que aproximadamente el 85% de las empresas en España, son de tamaño pequeño (hasta 49 empleados), y la gran mayoría están ubicadas en los sectores antes mencionados. Si se compara la población con la muestra escogida (ver Figura 4-2), se observa que la distribución de empresas por sectores se ha suavizado en la muestra; esto es debido a los criterios elegidos en la fase de diseño, ya explicados anteriormente. De las empresas representadas en las muestra, sólo un 47% pertenecen a la categoría de pequeñas.

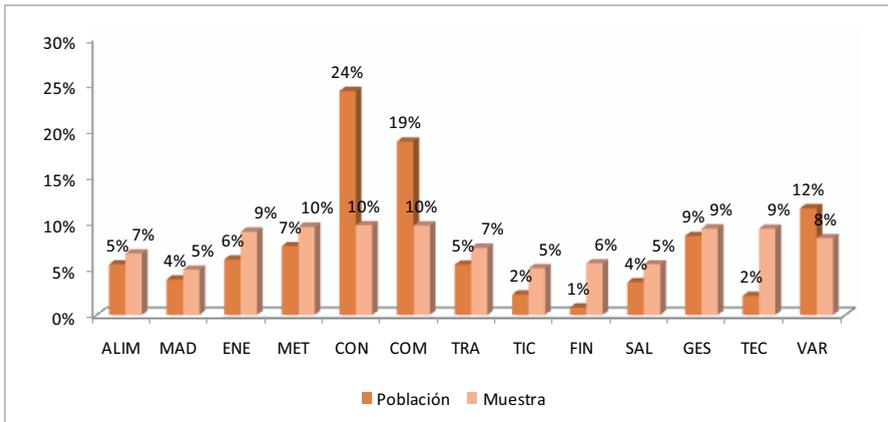


Figura 4-2 : Distribución de la población y muestra por sectores. Los códigos de los sectores pueden verse en la Tabla 2-4 (N= 195.098) y muestra (n=6.716).

Por tamaño de empresa

Con el fin de evitar una acumulación excesiva de encuestas entre las empresas pequeñas y para dar una representación suficiente a las empresas grandes y medianas, a la hora de tomar la muestra, se decidió no seguir un criterio proporcional al tamaño de la población. De ahí que las distribuciones de la población y de la muestra sean tan diferentes. Ver Figura 4-3 y Figura 4-4.

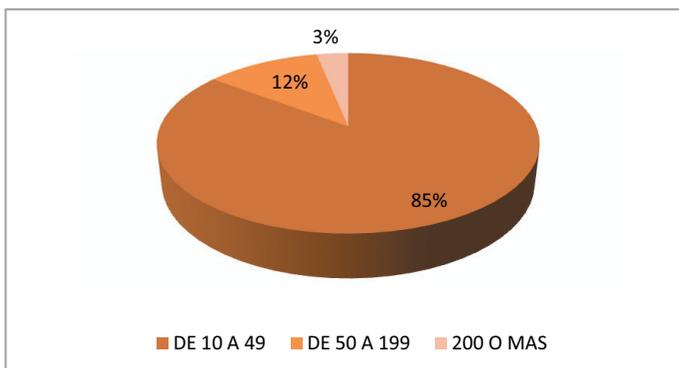


Figura 4-3: Distribución de la población por tamaño de empresa (N= 195.098).

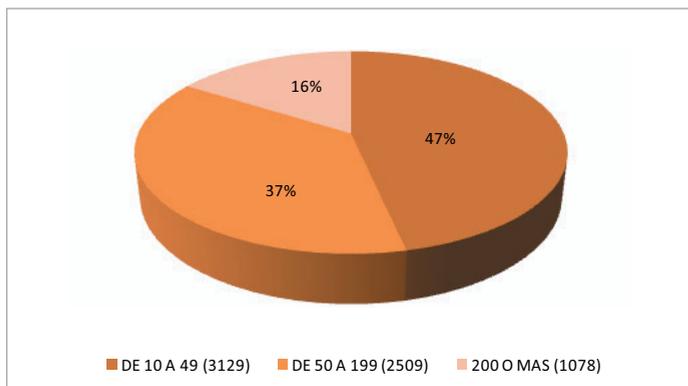


Figura 4-4: Distribución de la muestra por tamaño de empresa (n=6.716).

Si se hace un estudio segmentado de la población por sectores y se ve en cada uno de ellos la distribución de las empresas según su tamaño, no se advierten grandes diferencias, siendo el porcentaje de empresas pequeñas en cada uno, muy superior al resto. Los sectores en los que esta proporción disminuye, aumentando así el número de empresas medianas y grandes son: *Finanzas; Salud; y Tecnología de la información y comunicación (TIC)*. Ver Figura 4-5.

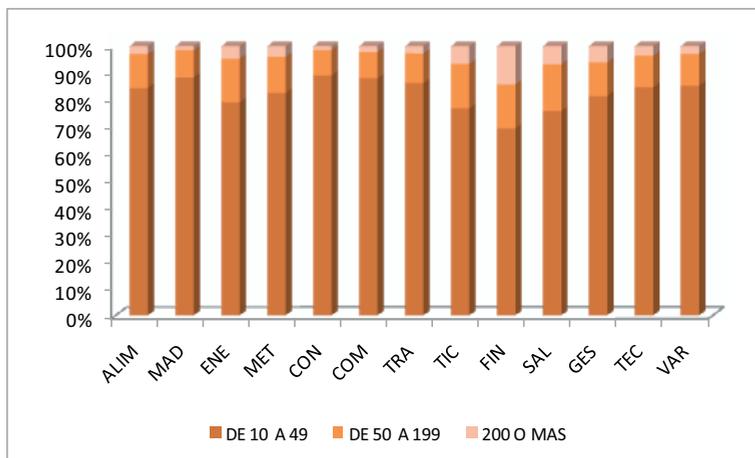


Figura 4-5: Distribución poblacional del tamaño de empresa por sector.

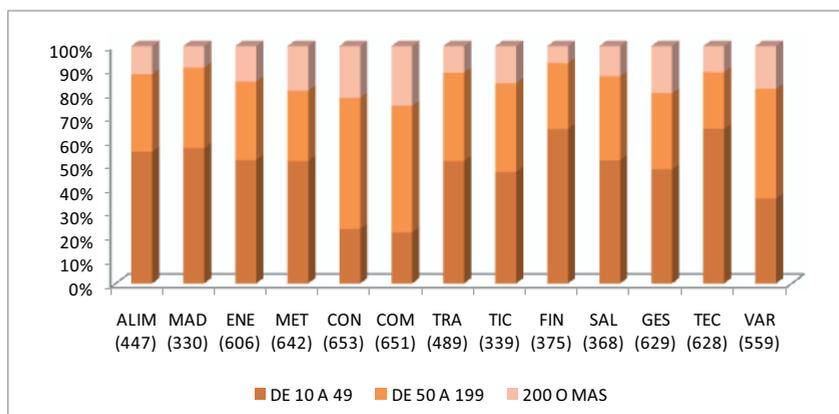


Figura 4-6: Distribución muestral del tamaño de empresa por sector.

Si ahora se analiza la muestra (Figura 4-6), la distribución cambia notablemente, ya que una de las prioridades de este estudio, era tomar una muestra con una buena representatividad de empresas medianas y grandes; de esta forma en cada uno de los sectores ha aumentado la proporción de las empresas medianas y grandes, de gran interés en este estudio. Ello permitió dedicar más esfuerzos en ámbitos donde indudablemente las Matemáticas deben jugar un papel más relevante.

4.2 Análisis de los interlocutores

Para poder analizar la influencia que el perfil del interlocutor pueda tener en los resultados de la encuesta se preguntó, a la persona entrevistada, cuál era su puesto dentro de la compañía. La categorización fue la siguiente:

- *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería.*
- *Responsable de métodos, tiempos, organización u oficina técnica.*
- *Responsable de calidad.*
- *Responsable de informática.*
- *Director/gerente.*
- *Otro (responsable de administración, administrativo, etc.).*

Un 20% de los encuestados afirmaron ocupar puestos de dirección o gerencia y un 33% puestos de responsabilidad informática; sumando ambos poco más de la mitad de las personas encuestadas. Entre el 50% restante, la mayoría desarrollan labores de tipo administrativo, con un 41%. Aproximadamente, sólo un 7% de los entrevistados, están relacionados con puestos de responsabilidad de investigación, innovación, métodos,

calidad, etc. La distribución de los interlocutores puede verse en la Figura 4-11 y Tabla 4-1.

Por sectores

En la división por sectores no se aprecian cambios sustanciales; cabe señalar el sector de la construcción con un 57% de los encuestados que responden al apartado de *Otros*, y los sectores de *Servicios técnicos* (12%), *Metalurgia y maquinaria* (11%) y *Tecnología de la información y la comunicación* (8%) que aportan el mayor número de encuestados responsables de *Investigación, desarrollo, innovación o ingeniería, Métodos, tiempos, organización u oficina técnica o Calidad* dentro de la empresa. Ver Figura 4-7 y Tabla 4-1.

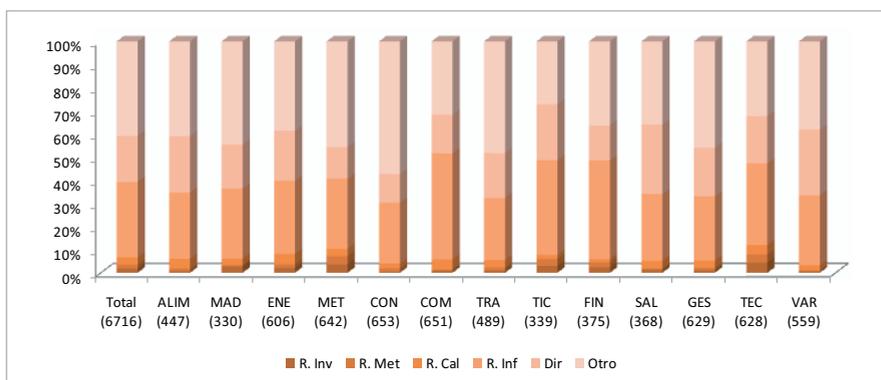


Figura 4-7: Puesto del encuestado por sectores.

Sector	R. Inv.	R. Met.	R. Cal.	R. Inf.	Dir.	Otro
ALIM	1%	1%	4%	29%	24%	41%
MAD	3%	1%	3%	30%	19%	45%
ENE	2%	1%	4%	32%	22%	39%
MET	4%	4%	3%	30%	14%	46%
CON	0%	1%	2%	26%	12%	57%
COM	1%	0%	4%	46%	17%	32%
TRA	1%	1%	3%	27%	19%	48%
TIC	3%	3%	2%	41%	24%	27%
FIN	2%	2%	1%	43%	15%	36%
SAL	1%	1%	3%	29%	30%	36%
GES	1%	1%	3%	28%	21%	46%
TEC	4%	4%	4%	35%	20%	32%
VAR	1%	0%	2%	30%	28%	38%
Total	2%	2%	3%	33%	20%	41%

Tabla 4-1: Puesto del encuestado por sectores.

Por tamaño de empresa

En las compañías con mayor número de empleados, el 59% de las personas que respondieron el cuestionario son responsables de informática y un 21% respondieron al perfil de *Otros*, lo que suma un 80% del total de interlocutores en este grupo (ver Figura 4-10); en las compañías medianas los porcentajes mayoritarios siguen estando en este perfil de interlocutores siendo ambos del 38% (ver Figura 4-9); mientras que en las pequeñas, los porcentajes mayoritarios están en el perfil *Otro* con un 50% y en el de Director/Gerente con un 25% (ver Figura 4-8). En cambio, no se aprecia una diferencia significativa entre los tres grupos de empresas si se analizan los porcentajes de interlocutores responsables de *Investigación, desarrollo, innovación o ingeniería, Métodos, tiempos, organización u oficina técnica o Calidad* dentro de la empresa (ver Tabla 4-2). La Figura 4-11 muestra una comparativa del puesto que ocupa el interlocutor de la encuesta para cada grupo de empresas con respecto al total de la muestra.

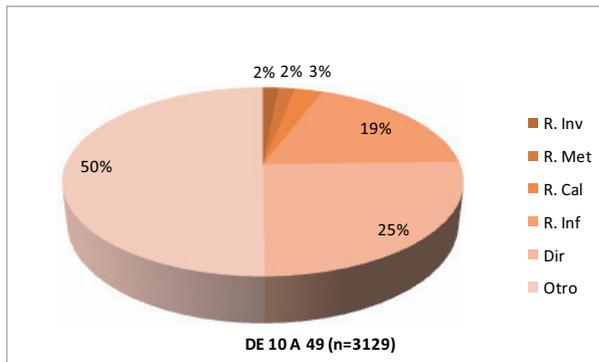


Figura 4-8: Puesto del encuestado en empresas pequeñas.

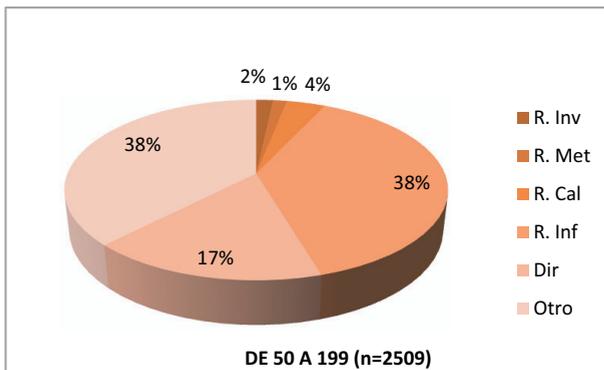


Figura 4-9: Puesto del encuestado en empresas medianas.

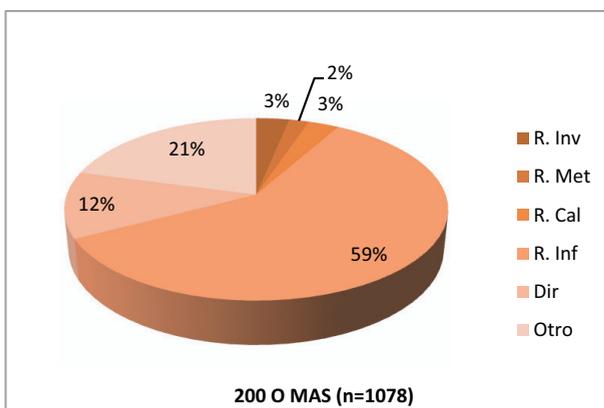


Figura 4-10: Puesto del encuestado en empresas grandes.

Puesto	DE 10 A 49	DE 50 A 199	200 O MAS
R. Investigación	2%	2%	3%
R. Métodos	2%	1%	2%
R. Calidad	3%	4%	3%
R. Informática	19%	38%	59%
Director/Gerente	25%	17%	12%
Otro	50%	38%	21%
Total	100%	100%	100%

Tabla 4-2: Puesto del encuestado por tamaño de empresa.

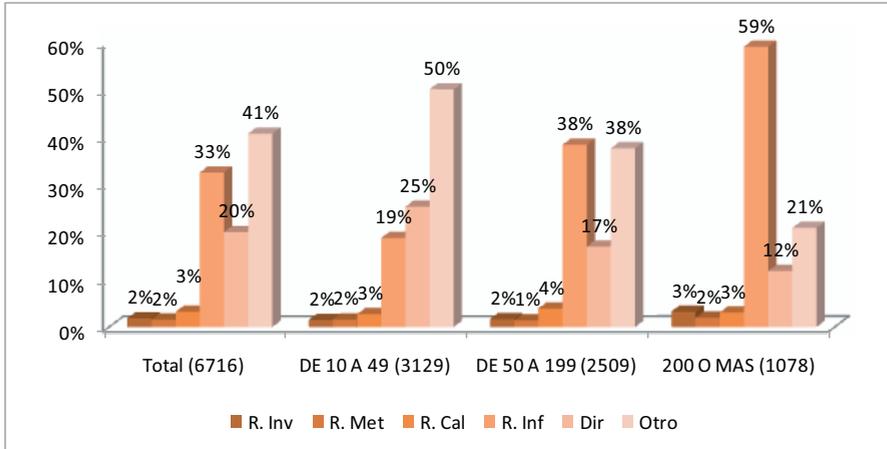


Figura 4-11: Comparativa del puesto ocupado por el encuestado en la muestra y por tamaño de empresa.

Por empresas con departamento de I+D+i

Debido a la naturaleza de este estudio, son de especial interés para el mismo, las empresas con departamento de I+D+i (Figura 4-16). A continuación, se detalla el análisis de los interlocutores tomando como muestra solamente aquellas empresas que poseen este departamento, por lo que todos los datos dados a continuación se harán con referencia a una base de 1.349 compañías, que suponen el 20% de las empresas muestreadas.

La Figura 4-12 representa el puesto del encuestado en la empresa; en ella se observa que, a pesar de tener estas empresas un departamento especializado en investigación, la mayoría de las personas que respondieron la encuesta pertenecen a la categoría de *Resto interlocutores*, con un 89%. Solamente en el 5% de las mismas, la persona entrevistada ocupaba el cargo de *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*. Este dato pone de manifiesto la dificultad de llegar al interlocutor idóneo en estudios tan específicos como el que nos ocupa; así llama la atención que, reduciendo la muestra a empresas con departamento de *I+D+i, desarrollo de nuevos productos*, el porcentaje de interlocutores responsables de *Investigación, desarrollo, innovación o ingeniería, Métodos, tiempos, organización u oficina técnica o Calidad* sea del 10%, sólo 3 puntos superior al del total de la muestra.

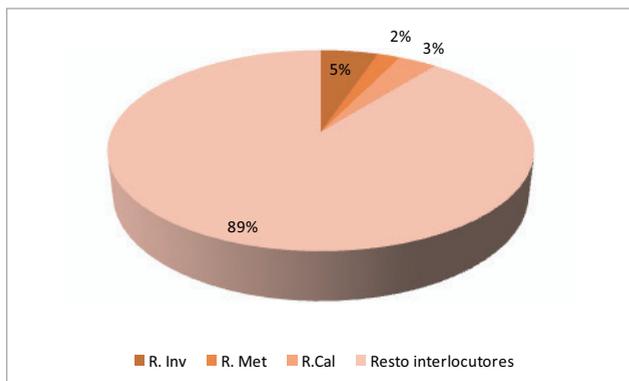


Figura 4-12: Puesto del entrevistado en empresas con departamento de I+D+i (n=1.349).

Si se hace la segmentación por sectores, los porcentajes más altos de interlocutores en la categoría de *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería* están relacionados con las actividades de *Madera y papel*, y *Servicios técnicos* con un 8% de interlocutores de este perfil. También es destacable el 9% de *Responsable de Calidad* en el sector de *Transporte y almacenamiento*. La Figura 4-13 refleja en cuántas encuestas respondieron los responsables de *Investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, de *Métodos, tiempos, organización u oficina técnica* o de *Calidad* tomando como base las empresas muestreadas con departamento de I+D+i. Se dan datos sobre el total de la muestra y de cada uno de los sectores.

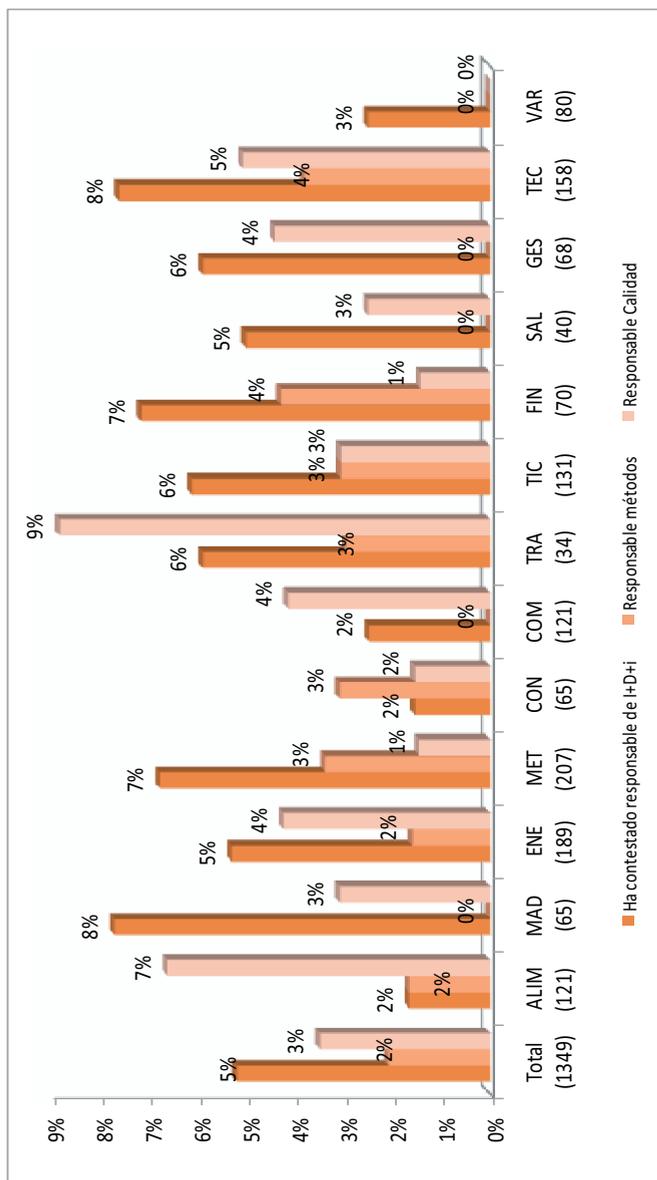


Figura 4-13: Puesto del entrevistado en empresas con I+D+i con referencia al total de la muestra y por sectores.



4.3 Departamentos

Para hacer un análisis del tipo de departamentos en las empresas, la cuestión C2 del cuestionario preguntaba si las empresas disponían de algunos de los siguientes departamentos:

- *Control de calidad.*
- *Diseño, oficina técnica.*
- *I+D+i, desarrollo de nuevos productos.*

Del total de la muestra un 38% de las empresas no tiene ninguno de estos departamentos. Un 52% de ellas tiene departamento de *Control de calidad*, un 32% de *Diseño u oficina técnica* y un 20% de *I+D+i o desarrollo de nuevos productos*. Ver Tabla 4-3 y Figura 4-15.

Por sectores

En la división de la muestra por sectores, más del 65% de las empresas cuyas actividades se relacionan con los sectores de *Alimentación y vestido, Energía, química y medio ambiente y Metal y maquinaria*, tienen departamento de *Control de calidad*. En este último sector, el 60% de las compañías tienen departamento de *Diseño u oficina técnica*, siendo este valor el más alto en relación al resto de los sectores (ver Tabla 4-3). Con respecto al departamento de *I+D+i o desarrollo de nuevos productos*, destacan los sectores de *Tecnología de la información y la comunicación (39%), Metal y maquinaria (32%) y Energía, química y medio ambiente (31%)*. El porcentaje más bajo lo tiene el sector de *Transporte y almacenamiento*, donde solamente un 7% de sus empresas tienen este departamento (ver Figura 4-14).

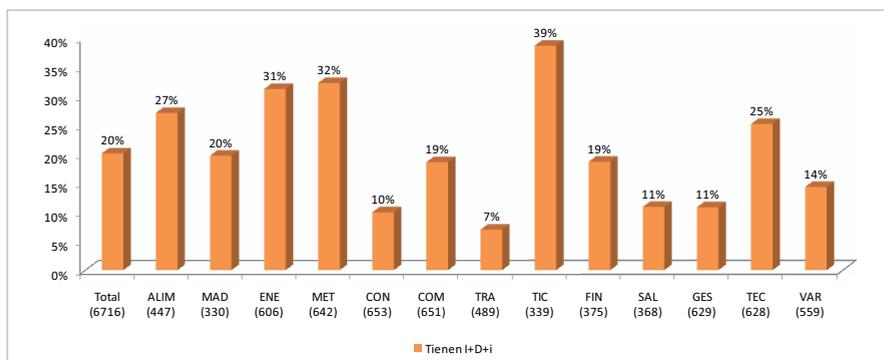


Figura 4-14: Empresas con departamento de *I+D+i, desarrollo de nuevos productos* respecto de la muestra total y de cada uno de los sectores.

Sector	Calidad	Diseño, oficina técnica	I+D+i o desarrollo	Ninguno
ALIM (n=447)	67%	28%	27%	29%
MAD (n=330)	48%	49%	20%	36%
ENE (n=606)	68%	42%	31%	26%
MET (n=642)	67%	60%	32%	23%
CON (n=653)	46%	39%	10%	42%
COM (n=651)	55%	27%	19%	37%
TRA (n=489)	49%	11%	7%	49%
TIC (n=339)	40%	44%	39%	29%
FIN (n=375)	29%	19%	19%	59%
SAL (n=368)	52%	14%	11%	45%
GES (n=629)	41%	19%	11%	52%
TEC (n=628)	52%	46%	25%	28%
VAR (n=559)	46%	14%	14%	47%
Total (n=6.716)	52%	32%	20%	38%

Tabla 4-3: Tipo de departamento con referencia a la muestra total y por sectores.

Por tamaño de empresa

Atendiendo al tamaño de las empresas se observa que más de la mitad de las empresas medianas de la muestra y el 73% de las grandes tienen departamento de *Control de calidad*. Tanto el departamento de *Diseño u oficina técnica*, como el de *I+D+i o desarrollo de nuevos productos*, aparecen en menor porcentaje en los tres grupos. En general, a medida que aumenta el tamaño de la empresa, el número de las que tienen departamentos de cualquiera de los tipos mencionados en el párrafo anterior, también aumenta. Esta relación se invierte, si analizamos las empresas que no tienen ninguno de estos departamentos por tamaño, siendo las más pequeñas con el 48% las que presentan la proporción más elevada. A medida que aumenta el tamaño, este porcentaje disminuye, bajando a un 20% las empresas grandes que no disponen de ningún departamento (ver Figura 4-15).

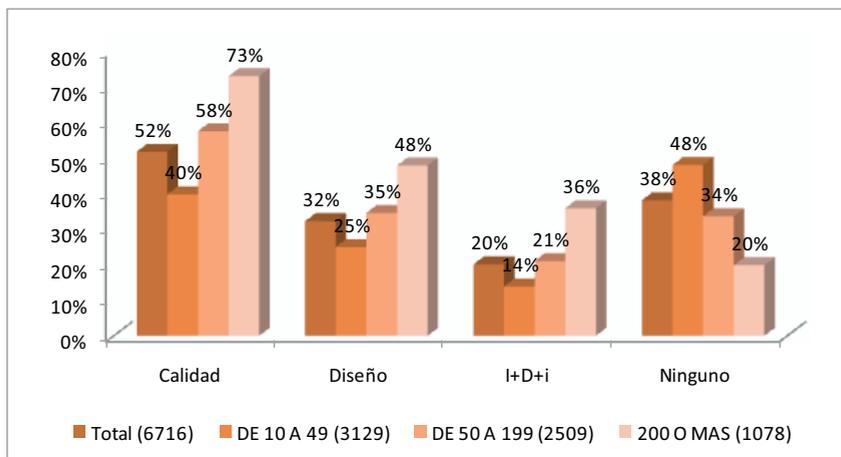


Figura 4-15: Tipo de departamento con referencia a la muestra total y por tamaño de empresa.

4.3.1 Empresas con departamentos de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos

Por empresas con departamento de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos

Como se ha mencionado anteriormente, entre los diferentes tipos de departamentos, es de especial interés en este estudio, con un 20% de las empresas muestreadas, el de *I+D+i o desarrollo de nuevos productos*. Ver Figura 4-16.

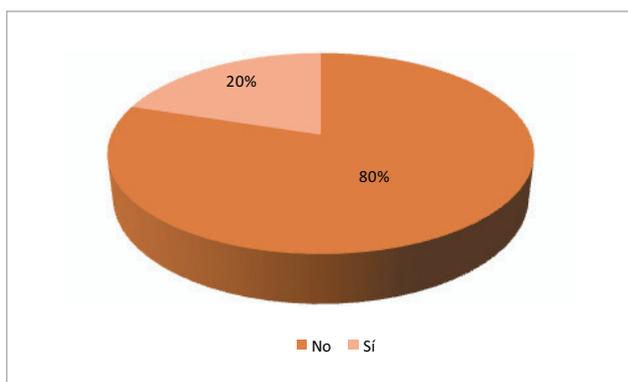


Figura 4-16: Empresas de la muestra con departamento de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos (n=6.716).

De las 6.716 empresas que componen la muestra, 1.349 tienen departamento de *I+D+i o desarrollo de nuevos productos*. En el análisis de las siguientes secciones usaremos como base esas 1.349 empresas.

En la Figura 4-17 se ha representado la distribución por sectores de las empresas con departamento de *I+D+i* o *desarrollo de nuevos productos*. A la vista del gráfico se observa que el 15% están relacionadas con actividades de *Metal y maquinaria*, el 14% con *Energía, química y medio ambiente*, el 12% con *Servicios técnicos* y un 10% con *Tecnología de la información y la comunicación*, sumando así entre estos sectores el 51% del total de empresas de la muestra con I+D+i.

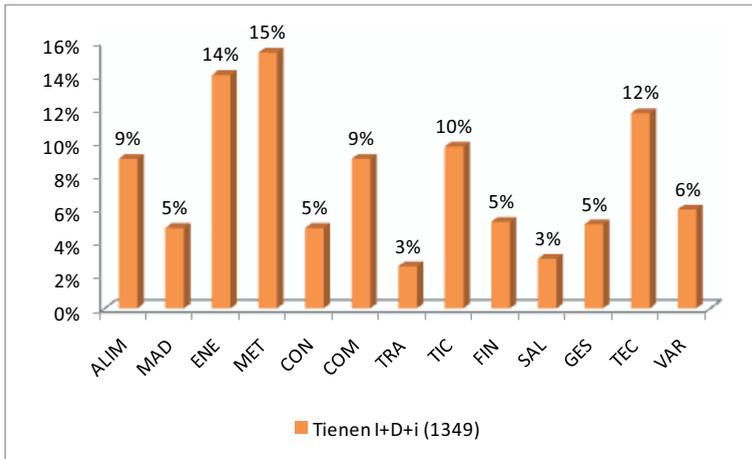


Figura 4-17: Distribución del número de empresas de la muestra que tienen departamento de I+D+i o desarrollo de nuevos productos por sector.

4.3.2 Análisis de la ubicación geográfica del departamento de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos

También se ha prestado atención al lugar de ubicación de este departamento, clasificándolo según estuviese sólo en *España*, sólo en el *Extranjero* o en *Ambos* sitios a la vez. A la vista de la Figura 4-18, en el 83% de los casos el emplazamiento es en *España*, solamente un 6% de las empresas que participaron en la encuesta dicen tenerlo en el *Extranjero*, mientras que en *Ambos* sitios a la vez lo tienen el 10% de las compañías. En el análisis por sectores destaca *Servicios varios*, donde un 39% de empresas tienen el departamento de *I+D+i* o *desarrollo de nuevos productos* en el *Extranjero*, al que se suma un 6% adicional que tienen el departamento entre *España* y el *Extranjero*, dando como resultado que en este sector de las 80 empresas que tienen I+D+i, el 45% de ellas, es decir 36 empresas, tienen todo o parte del departamento en el extranjero. Ver Tabla 4-4.

Nótese que la suma de *España*, *Extranjero* o en *Ambos* no siempre nos da el total de empresas con I+D+i, esto es debido a que alguna de ellas no respondió esta pregunta.

Sector	España	Extranjero	Ambos	Tienen I+D+i	Total empresas
ALIM	110	1	9	121	447
MAD	58	2	3	65	330
ENE	147	7	33	189	606
MET	176	8	21	207	642
CON	59	1	5	65	653
COM	84	16	18	121	651
TRA	28	1	5	34	489
TIC	121	5	4	131	339
FIN	52	6	11	70	375
SAL	38		1	40	368
GES	57	3	8	68	629
TEC	141	5	12	158	628
VAR	43	31	5	80	559
Total	1.114	86	135	1.349	6.716

Tabla 4-4: Número de empresas de la muestra que tienen departamento de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos y ubicación del mismo por sector.

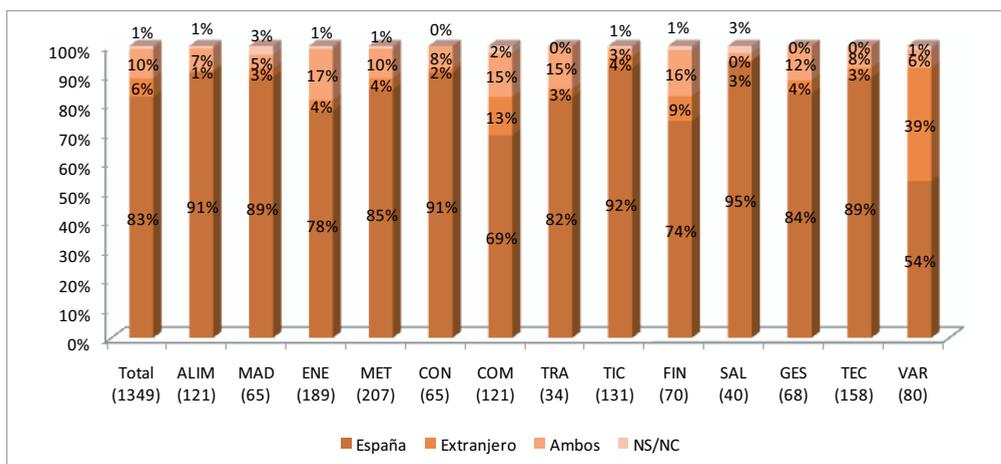


Figura 4-18: Ubicación del departamento de I+D+i con referencia a la muestra total y por sectores.

Si se divide la muestra por tamaño de las empresas, a medida que aumenta el número de empleados de las mismas, el porcentaje de empresas que declaran tener el departamento de *I+D+i* o *desarrollo de nuevos productos* tanto en España como en el

Extranjero también aumenta, pasando de un 4% en las pequeñas al 16% en las más grandes. Con respecto a que la ubicación del departamento sólo esté en el Extranjero, no se aprecian diferencias significativas (ver Figura 4-19).

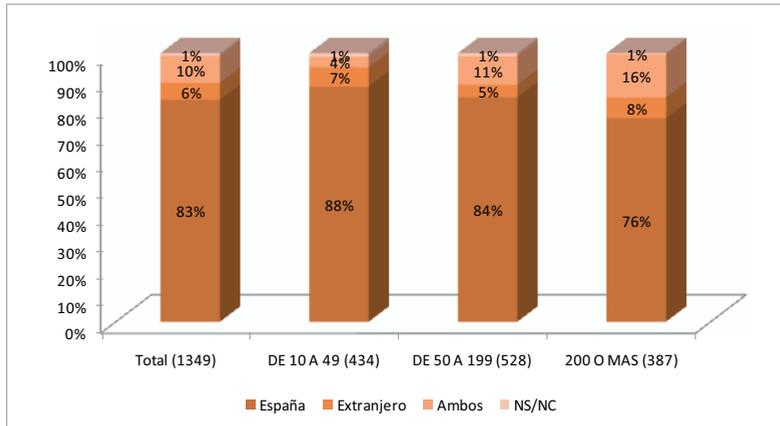


Figura 4-19: Ubicación del departamento de I+D+i con referencia a la muestra total y por tamaño de empresa.

5 TÉCNICAS CAD/CAE

5.1 Uso CAD/CAE

5.1.1 Uso de técnicas CAD

En este apartado se intenta analizar si internamente dentro de la empresa o externamente con contrataciones o colaboraciones se usa CAD, es decir, diseño asistido por ordenador para, por ejemplo, diseño de piezas, planos, imágenes o gráficos. De los datos obtenidos en esta encuesta, se ha observado que el 34% de las empresas muestreadas sí utilizan CAD.

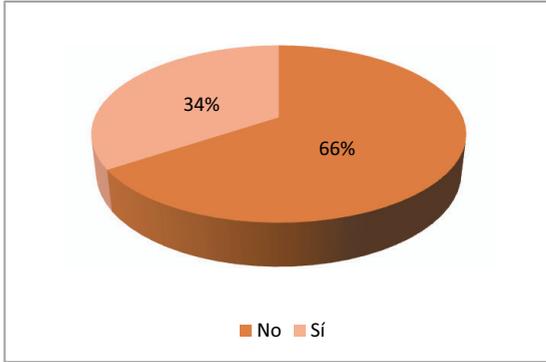
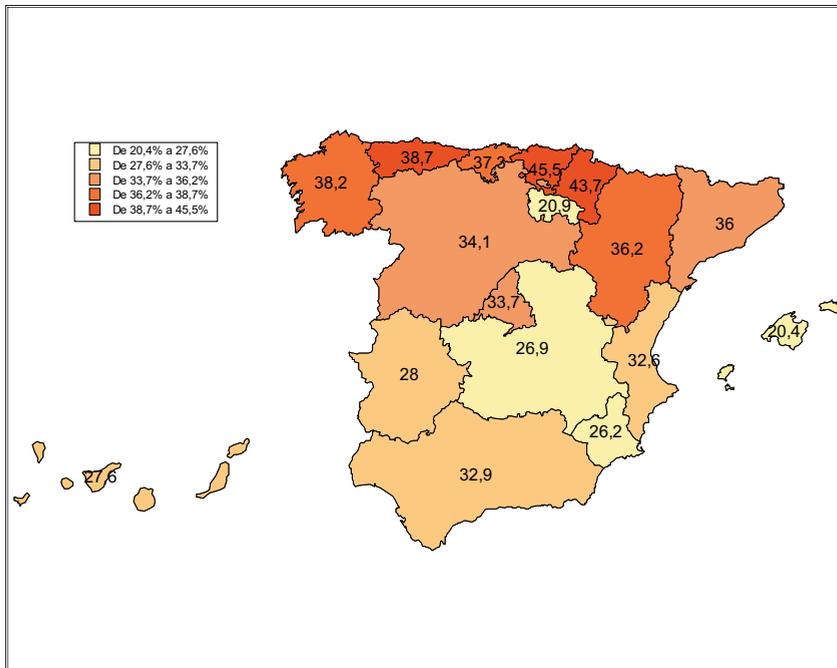


Figura 5-1: Uso de CAD en la muestra (n=6.716).

Por Comunidades Autónomas

Si desglosamos los resultados por comunidades autónomas, se observa que Aragón, Asturias, Cantabria, Cataluña, Galicia, Navarra y el País Vasco superan la media con una horquilla que varía desde el 45% del País Vasco al 36% de las empresas Aragonesas y Catalanas. Las empresas que menos utilizan técnicas CAD en sus procesos, pertenecen a las comunidades de Baleares y La Rioja con aproximadamente un 20%. Ver Mapa 5-1 y Tabla 5-1.



Mapa 5-1: Empresas usuarias de CAD por Comunidades Autónomas (n=6.716).

CCAA	CAD NO	CAD sí	Total empresas por CCAA
ANDALUCIA	550	270	820
ARAGON	134	76	210
ASTURIAS	76	48	124
BALEARES	109	28	137
CANARIAS	165	63	228
CANTABRIA	42	25	67
CASTILLA LA MANCHA	155	57	212
CASTILLA Y LEON	178	92	270
CATALUÑA	838	472	1.310
C. VALENCIANA	477	231	708
EXTREMADURA	59	23	82
GALICIA	222	137	359
MADRID	940	478	1.418
MURCIA	141	50	191
NAVARRA	67	52	119
PAIS VASCO	228	190	418
LA RIOJA	34	9	43
Total	4.415	2.301	6.716

Tabla 5-1: Empresas usuarias de CAD por Comunidades Autónomas.

Por sectores

Si se segmenta la muestra por sectores se ve que el porcentaje de empresas usuarias de CAD aumenta considerablemente, respecto al total de la muestra, en los sectores de *Metal y maquinaria*, *Servicios técnicos y Construcción*, con más del 50%. Con valores un poco inferiores, pero manteniéndose por encima de la media, se encuentran *Energía*, *química y medio ambiente*, y *Madera y papel*, con aproximadamente el 45% de las empresas. Ver Figura 5-2.

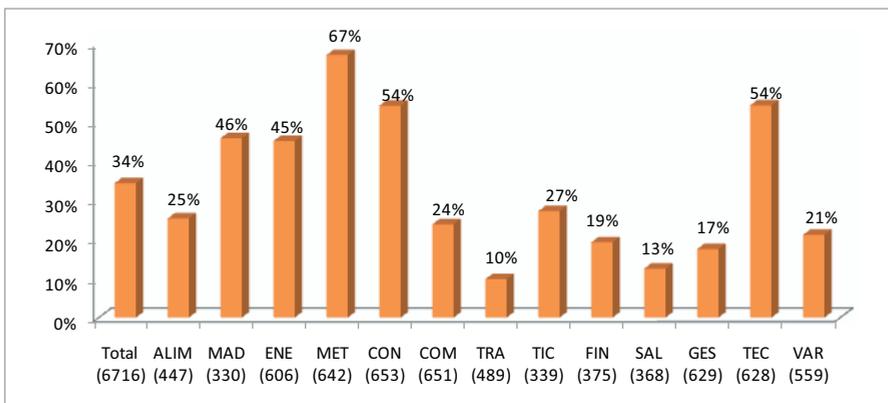


Figura 5-2: Uso de CAD con referencia al total de la muestra y por sectores.

Entre las empresas usuarias de CAD, casi el 50% de ellas se engloban en las actividades relacionadas con *Metal y maquinaria, Construcción y Servicios técnicos*. Ver Figura 5-3.

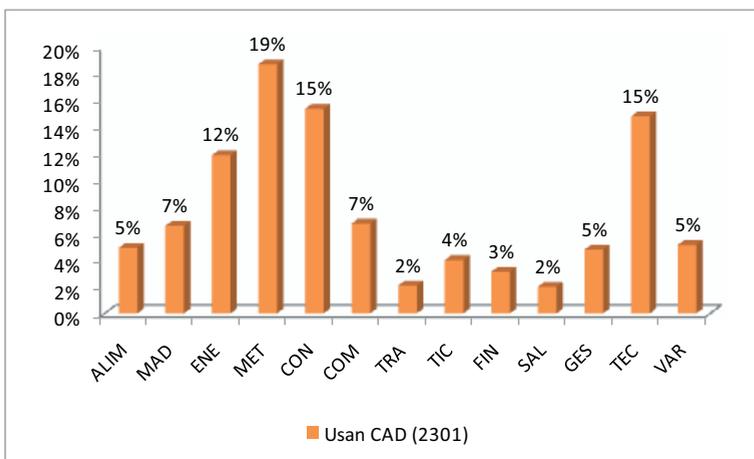


Figura 5-3: Distribución de empresas usuarias de CAD por sectores.

Por tamaño de empresa

Si se divide la muestra en tres grupos, atendiendo al tamaño de la empresa, el uso de técnicas CAD aumenta considerablemente en las medianas y grandes, como era de esperar, pasando de un 29% en las de menos empleados al 49% en las compañías más grandes. Ver Figura 5-4.

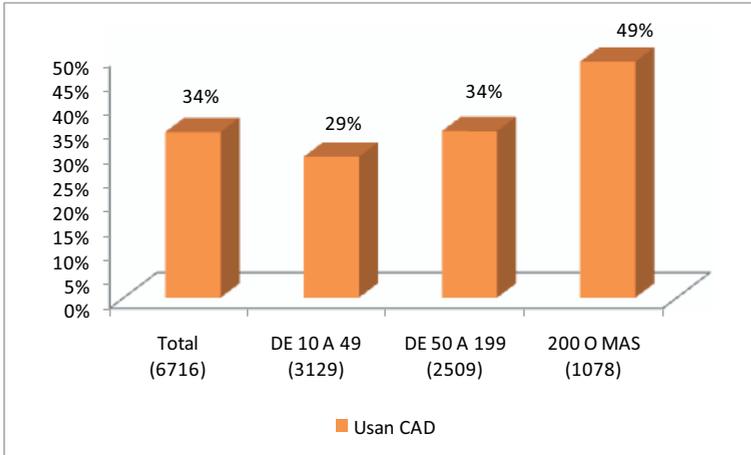


Figura 5-4: Uso de CAD con referencia al total de la muestra y por tamaño de empresa.

Tomando de nuevo solamente las empresas usuarias de CAD, que serían 2.301, se tiene que un 23% de ellas son grandes, frente a casi un 40% de medianas y pequeñas. Esto no se debe interpretar como que sean estas últimas las que más usen esta técnica, ya que no se puede olvidar que el 84% de las empresas muestreadas pertenecen precisamente a las categorías de pequeña y mediana, con un 16% solamente de compañías de más de 200 empleados. Ver Figura 5-5.

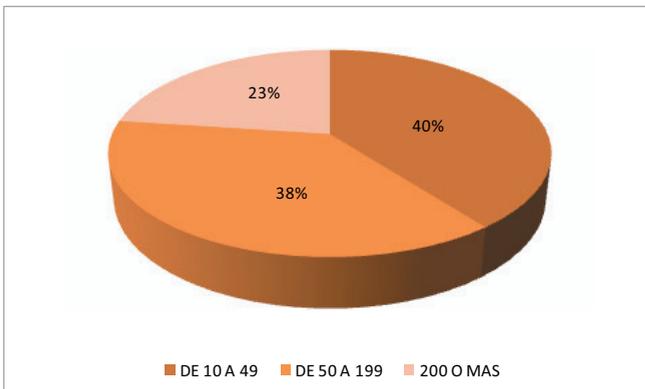


Figura 5-5: Distribución de empresas usuarias de CAD por tamaño (n=2.301).



5.1.2 Uso de técnicas CAE

En la cuestión C5 se les preguntaba si la empresa usa programas informáticos de cálculo para simular, prever o estudiar el comportamiento de productos o de procesos; por ejemplo, para estudios térmicos, de esfuerzos mecánicos, de los procesos de fabricación, etc., lo que se suele llamar ingeniería asistida por ordenador o CAE para abreviar. Tras el análisis de esta encuesta, se ha calculado en base a los datos muestrales que aproximadamente un 13% de las empresas realizan técnicas CAE. Ver Figura 5-6.

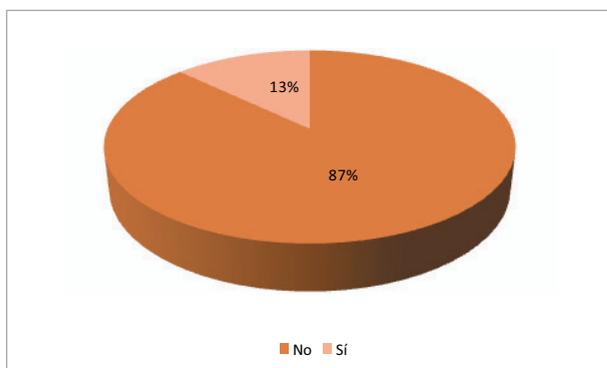
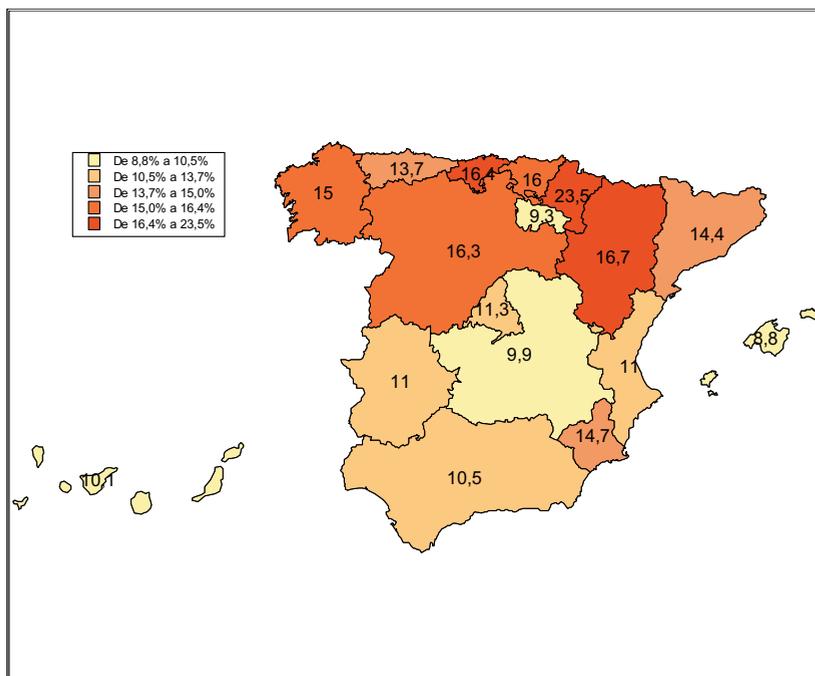


Figura 5-6: Uso de técnicas CAE (n=6.716).

Por Comunidades Autónomas

Si se analiza la muestra comunidad a comunidad, se tiene que Aragón, Asturias, Cantabria, Castilla y León, Cataluña, Galicia, Murcia, Navarra y el País Vasco superan esta media. El porcentaje más elevado se encuentra en Navarra con un 23,5%. Los tamaños de muestra de cada comunidad y el número de empresas que hace CAE en cada una de ellas, pueden verse en la Tabla 5-2. En el Mapa 5-2 se representan los porcentajes correspondientes a la tabla mencionada.





Mapa 5-2: Empresas usuarias de técnicas CAE por Comunidades Autónomas (n=6.716).

CCAA	Usan CAE	Total empresas CCAA
ANDALUCÍA	86	820
ARAGÓN	35	210
ASTURIAS	17	124
BALEARES	12	137
CANARIAS	23	228
CANTABRIA	11	67
CASTILLA-LA MANCHA	21	212
CASTILLA-LEÓN	44	270
CATALUÑA	189	1.310
COMUNIDAD VALENCIANA	78	708
EXTREMADURA	9	82
GALICIA	54	359
MADRID	160	1.418
MURCIA	28	191
NAVARRA	28	119
PAÍS VASCO	67	418
LA RIOJA	4	43
Total	866	6.716

Tabla 5-2: Empresas usuarias de técnicas CAE en cada Comunidad Autónoma.



Por sectores

A la vista de la Figura 5-7, por encima de ese 13% del total de las empresas muestreadas que utilizan algún tipo de técnicas CAE, están los sectores de *Metal y maquinaria* (29%), *Servicios técnicos* (21%), *Energía, química y medio ambiente* (18%), *Madera y papel* (15%) y *Construcción* (14%). El valor más bajo se presenta en las empresas cuya actividad es la *Salud*, con el 2%; en valores absolutos, solo 7 empresas pertenecientes al área de *Salud* usan técnicas CAE de entre las 368 que componen la muestra en este sector.

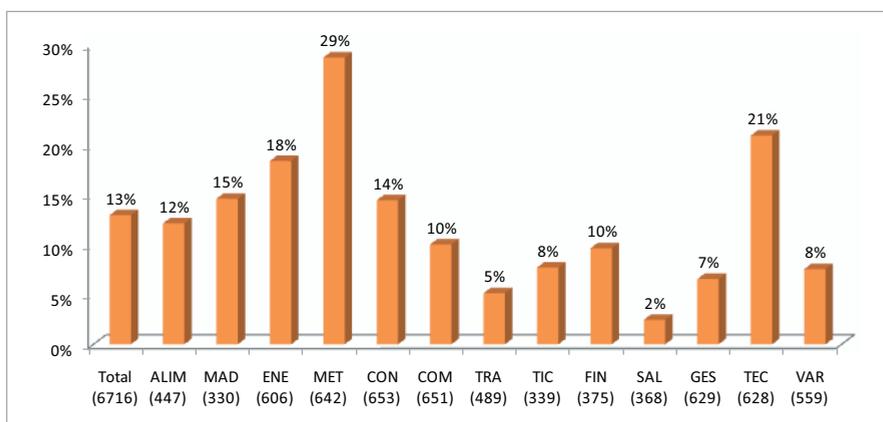


Figura 5-7: Uso de técnicas CAE con referencia al total de la muestra y por sectores.

Tomando como base las empresas usuarias de CAE (n=866) y su desglose por sectores, destacan aquéllos relacionados con *Metal y maquinaria* (21%), *Servicios técnicos* (15%) y *Energía, química y medio ambiente* (13%). Si enlazamos con el párrafo anterior esas 7 empresas encuestadas del mundo de la *Salud*, que afirmaron usar CAE, representan el 1% sobre el total de empresas usuarias de CAE. Ver Figura 5-8.

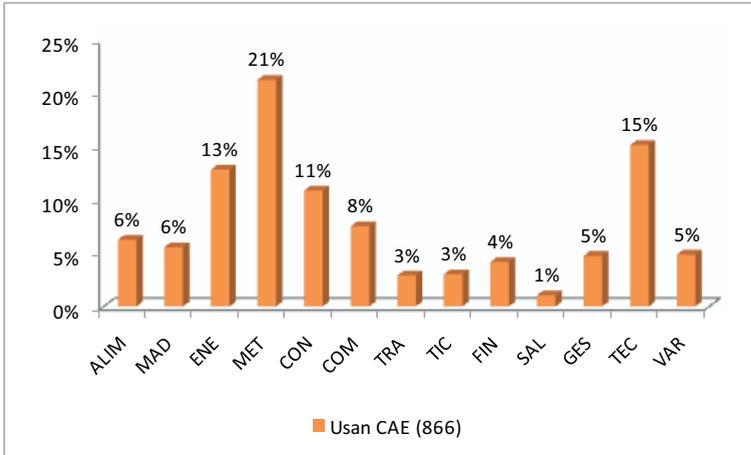


Figura 5-8: Distribución de empresas usuarias de CAE por sectores.

Por tamaño de empresa

Como se indica en la Figura 5-9, a medida que aumenta el tamaño de la empresa, se incrementa el uso de estas técnicas. Así en las compañías grandes, con un 19% del total de este grupo, el porcentaje de usuarias de CAE supera en 6 puntos al del total de la muestra.

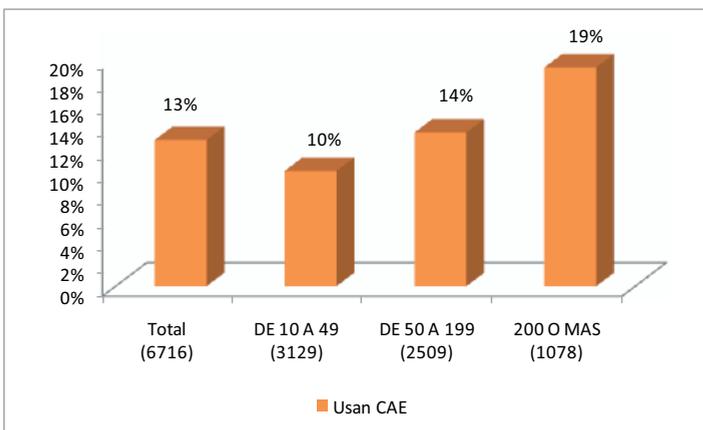


Figura 5-9: Uso de técnicas CAE con referencia al total de la muestra y por tamaño de empresa.

Si de nuevo se toma como base las empresas usuarias de CAE ($n=866$) y se divide por tamaño de empresa, el 76% de las mismas estarían entre las pequeñas y medianas, con solamente un 24% de compañías grandes. Ver Figura 5-10.

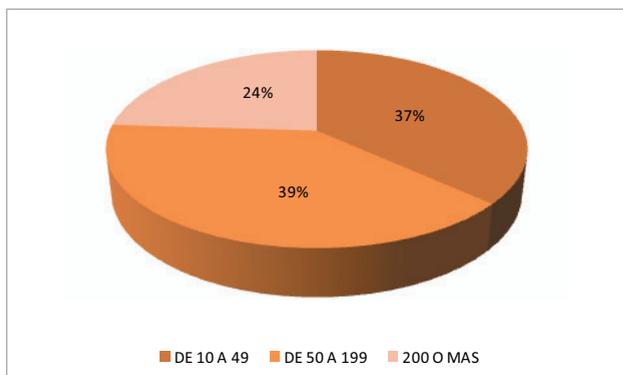


Figura 5-10: Distribución de empresas usuarias de CAE por tamaño de empresa (n=866).

5.1.3 Uso de CAD y CAE

A continuación se analiza el conjunto de empresas que emplean ambas técnicas, sin que necesariamente los resultados obtenidos con el CAD sean utilizados para su posterior análisis con CAE.

El 10% del total de empresas de la muestra utilizan tanto CAD, como CAE. Esto implica que la mayoría de empresas que usan CAE, también utilizan aplicaciones CAD. Sólo un 3% de las empresas muestreadas llevarían a cabo tareas relacionadas con el CAE exclusivamente. Ver Figura 5-11.

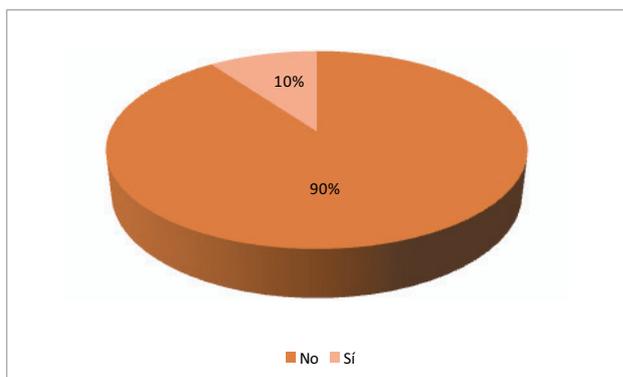


Figura 5-11: Empresas usuarias de CAD y CAE (n=6.716).

Tomando como base las empresas usuarias de CAD, el porcentaje de aquéllas que además realizan CAE sería del 29%. Ver Figura 5-12.

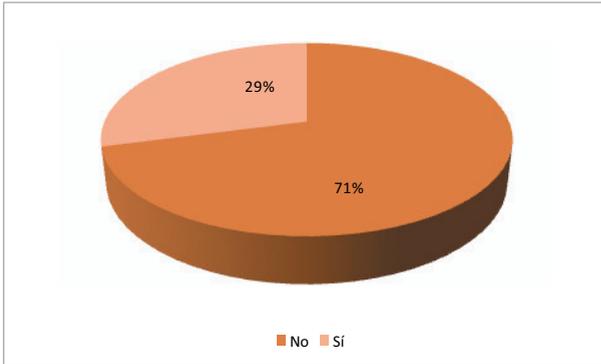


Figura 5-12: Empresas usuarias CAE, tomando como base las usuarias de CAD (n=2.301).

Por sectores

En la Figura 5-13 se recogen los valores de las empresas que usan las técnicas CAD y CAE sobre el total de la muestra y el total de cada sector. Si la comparamos con la Figura 5-7, donde se representaban las compañías que emplean el CAE, podemos observar que la distribución es análoga. Los sectores donde el porcentaje es mayor son *Metal y maquinaria* (27%/ sólo CAE era el 29%), *Servicios técnicos* (18%/ 21%), *Energía, química y medio ambiente* (15%/ 18%), *Construcción* (13%/ 14%) y *Madera y papel* (10%/ 15%). La diferencia más significativa está en el sector de *Madera y papel*, con un 5% de empresas que no usan CAD, pero implementan CAE.

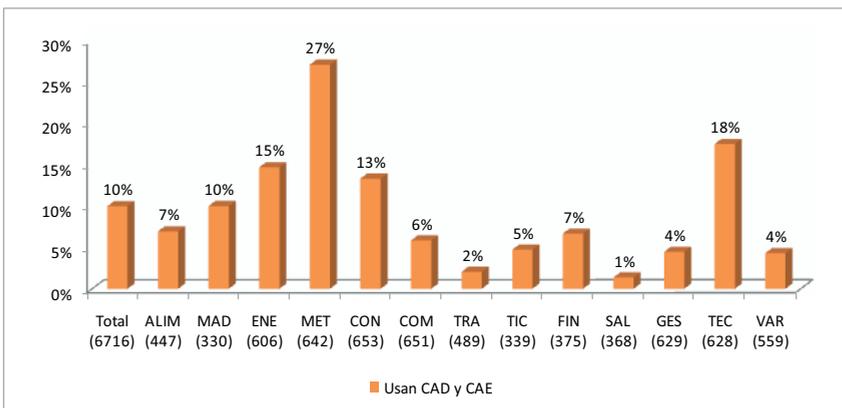


Figura 5-13: Uso de técnicas CAD y CAE con referencia al total de la muestra y por sectores.

Si se hace el cálculo sobre la muestra de empresas usuarias de CAD (2.301), los valores son más altos en los sectores de *Metal y maquinaria* (40%) y *Finanzas* (35%). Ver Figura 5-14.

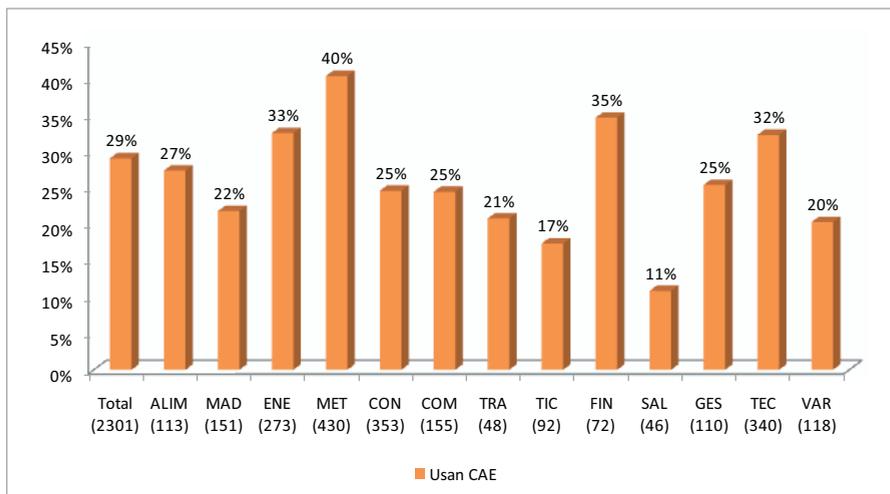


Figura 5-14: Uso de técnicas CAD y CAE tomando como base las usuarias de CAD para el total de la muestra CAD y por sectores.

Atendiendo a la distribución por sectores, se puede observar en la Figura 5-15 que los sectores con mayor aplicación de estas técnicas siguen siendo *Metal y maquinaria* (26%), *Servicios técnico* (16%), *Energía, química y medio ambiente* (13%) y *Construcción* (13%). Nótese que, por ejemplo, el valor en el sector de *Madera y papel* (5%), al estar calculado sobre las empresas de la muestra total usuarias de CAD y CAE (670), está influido, ya de inicio, por el tamaño de la muestra total en el propio sector (330), que en relación con, por ejemplo, el de *Construcción* (653) es casi la mitad; así, comparando con su posición en la Figura 5-13, dónde ocupa el quinto lugar, podría dar lugar a confusión el valor tan bajo en la Figura 5-15.

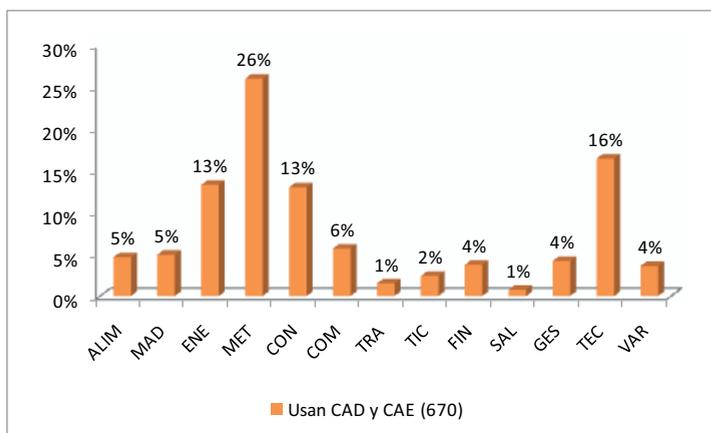


Figura 5-15: Distribución de empresas usuarias de CAD y CAE por sectores.

Por tamaño de empresa

Como en apartados anteriores a medida que aumenta el tamaño de las empresas, se incrementa el uso de estas técnicas (ver Figura 5-16). Así en las compañías grandes, con un 17% del total de este grupo, el porcentaje de usuarias de CAD y CAE supera en 10 puntos al de empresas pequeñas.

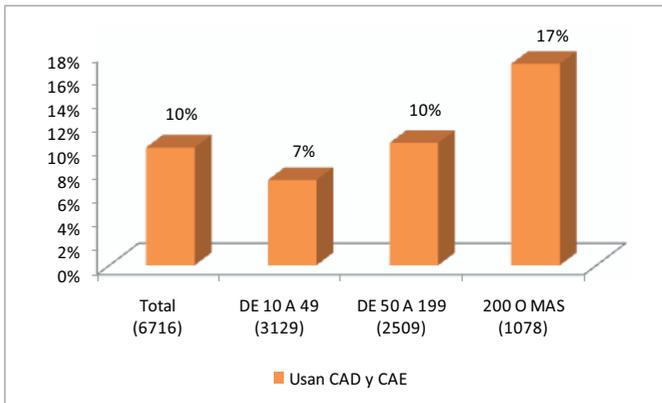


Figura 5-16: Uso de técnicas CAD y CAE con referencia al total de la muestra y por tamaño de empresa.

Seleccionando de la muestra solamente las empresas que usan CAD, hay una diferencia de cinco puntos porcentuales al saltar de un grupo de tamaño de empresas al siguiente, yendo desde un 25% en las de tamaño pequeño hasta el 35% de las de tamaño grande (ver Figura 5-17).

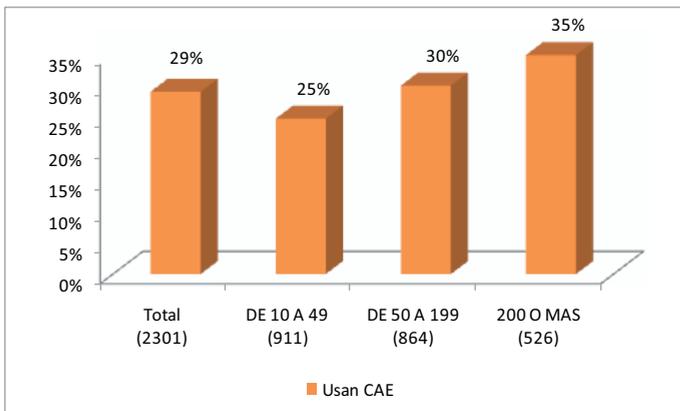


Figura 5-17: Uso de técnicas CAD y CAE tomando como base las usuarias de CAD para el total de la muestra CAD y por tamaño.



En la distribución por tamaño de empresa, el 73% de las empresas que usan CAD y CAE de la muestra se corresponden con pequeñas y medianas. Ver Figura 5-18.

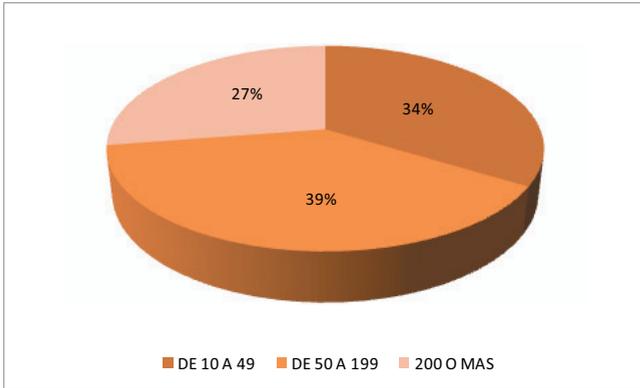


Figura 5-18: Distribución de empresas usuarias de CAD y CAE por tamaño (n=670).

5.1.4 Uso de CAD y empleo posterior de los resultados en CAE

En este apartado se analizan las empresas que usan CAD y posteriormente usan los resultados de CAD para llevar a cabo el CAE.

Habíamos visto que el 34% de las empresas son usuarias de CAD. Esto asciende a 2.301 de entre las 6.716 compañías que conforman la muestra. De esta submuestra, el 26% de las mismas utilizan CAE posteriormente, empleando los resultados de CAD obtenidos, representando así el 9% de todas las empresas que componen la muestra. Ver Figura 5-19 y Figura 5-20.

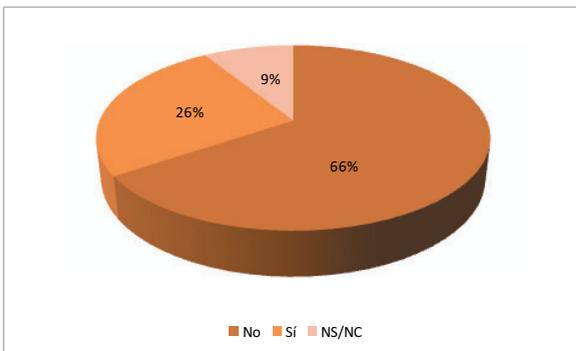


Figura 5-19: Empresas que utilizan CAE como aplicación posterior del CAD, dentro de las usuarias de CAD (n=2.301).

Por sectores

En la Figura 5-20 se recogen los valores sobre el total de la muestra y el total de cada sector, tanto de las empresas usuarias de CAD (primera barra), como de las empresas que después de haber hecho el CAD, utilizan esos resultados para aplicaciones de CAE (segunda barra).

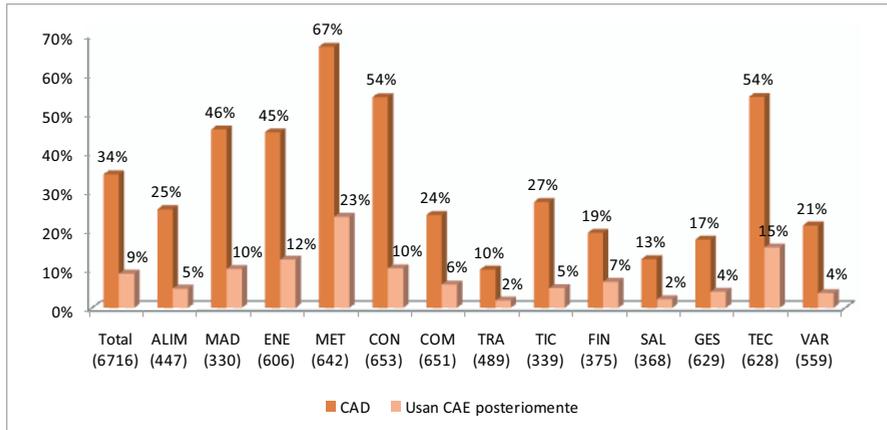


Figura 5-20: Comparativa de las empresas usuarias de CAD con las empresas usuarias de CAE que utilizan los resultados CAD obtenidos con anterioridad, respecto del total de la muestra y del total de empresas de cada sector.

La Tabla 5-3 muestra el porcentaje de las empresas usuarias de CAD para cada uno de los sectores, y el porcentaje de las que siendo usuarias de CAD, utilizan sus resultados para hacer CAE. Por ejemplo, en el sector de *Metal y maquinaria* el 67% de las empresas utilizan técnicas CAD; de ellas, el 35% emplean los resultados CAD posteriormente en aplicaciones CAE, por lo que este 35% (Tabla 5-3 y Figura 5-21) es el equivalente al 23% (Figura 5-20) si tomamos como base de referencia todas las empresas del sector de la muestra general (642), en vez de solamente las empresas del sector muestreadas que usen CAD (430).

Sector	CAD	Usan CAE posteriormente
ALIM	25%	19%
MAD	46%	22%
ENE	45%	27%
MET	67%	35%
CON	54%	19%
COM	24%	25%
TRA	10%	19%
TIC	27%	18%
FIN	19%	35%
SAL	13%	17%
GES	17%	24%
TEC	54%	29%
VAR	21%	18%
Total muestra	34%	26%

Tabla 5-3: Porcentaje de empresas usuarias de CAE como aplicación posterior al CAD obtenido, por sectores.

En la gráfica siguiente se muestran los porcentajes referidos en la segunda columna de la Tabla 5-3, en los que se han tomado como muestra las 2.301 empresas que han contestado que si a la pregunta C4, *¿su empresa usa CAD?*

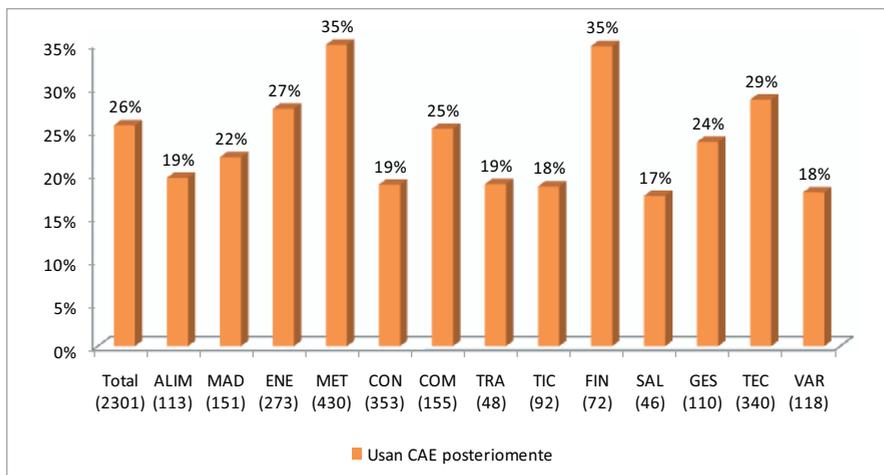


Figura 5-21: Empresas usuarias de CAE con resultados obtenidos con CAD, respecto a las usuarias de CAD de la muestra y usuarias de CAD de cada sector.

Al comparar cada uno de los sectores con el comportamiento global de la muestra (Figura 5-21), se observa que los de *Metal y maquinaria* (35%), *Finanzas* (35%), seguidos de *Servicios técnicos* (29%) y *Energía, química y medio Ambiente* (27%),

superan ese valor global. Los valores mínimos se tienen en los sectores de *Salud* (17%), *TIC* y *Servicios varios* (18%) y *Alimentación y vestido*, *Construcción* y *Transporte y almacenamiento* (19%).

Si restringimos el estudio a las 588 empresas que utilizan el CAE posteriormente a la realización del CAD, se observa que el 26% de ellas pertenecen al sector de *Metal y maquinaria*, un 16% al de *Servicios técnicos*, un 13% al de *Energía, química y medio ambiente* y un 11% al de *Construcción*. El 34% restante estaría repartido en el resto de sectores. Ver Figura 5-22.

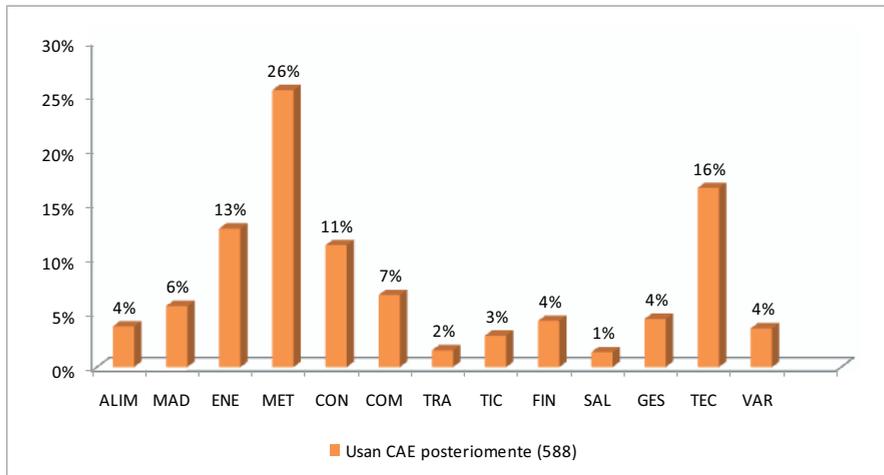


Figura 5-22: Distribución de empresas que usan CAE posteriormente a la utilización de CAD por sectores.

Por tamaño de empresa

Como hemos dicho anteriormente, aproximadamente el 26% de las empresas que usan CAD realizan además técnicas CAE, lo que representa el 9% del total de la muestra. Este valor aumenta en las compañías cuyo número de empleados es mayor de 199, llegando al 15%, que sería el equivalente al 31% de empresas grandes que usando CAD, usan sus resultados para hacer CAE. Ver Figura 5-23 y Tabla 5-4.

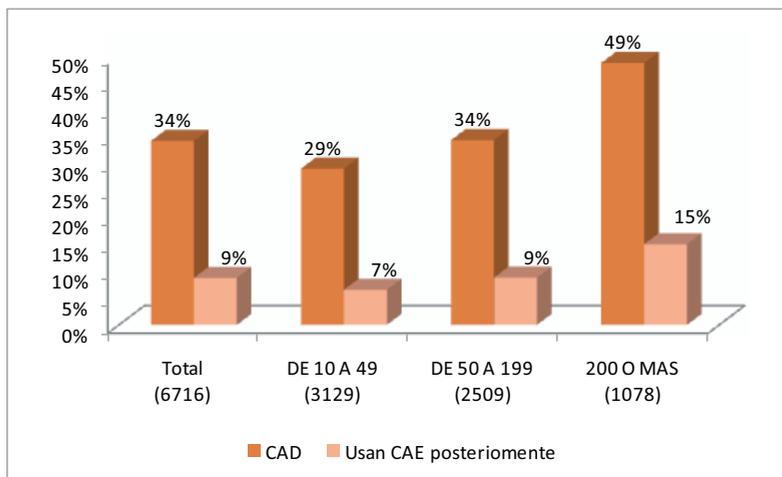


Figura 5-23: Comparativa de empresas usuarias de CAD, con las empresas usuarias de CAE posteriormente dentro de las que usan CAD, respecto del total de la muestra y del total de empresas por tamaño.

Tamaño empresa	CAD	Usan CAE posteriormente
DE 10 A 49	29%	23%
DE 50 A 199	34%	26%
200 O MAS	49%	31%
Total muestra	34%	26%

Tabla 5-4: Porcentaje de empresas usuarias de CAE posteriormente, dentro de las que usan CAD, por tamaño de empresa.

Respecto al grupo de las empresas pequeñas, el 23% de ellas emplean los resultados CAD posteriormente en aplicaciones CAE. Esto representa el 7% sobre el total de empresas de menos de 50 empleados de la muestra. Ver Figura 5-23 y Figura 5-24.

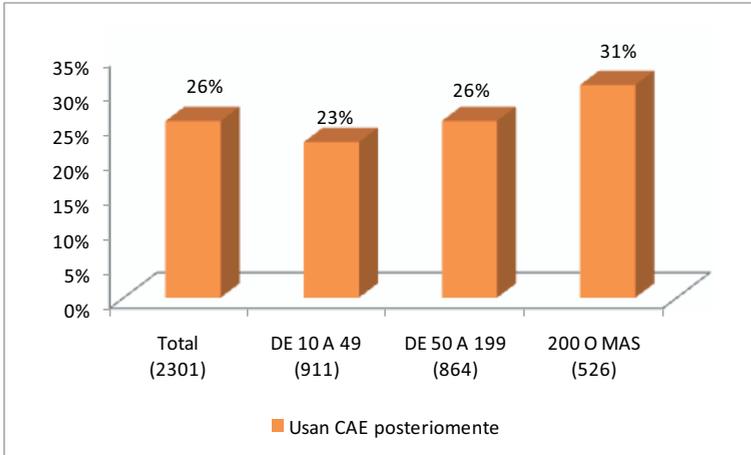


Figura 5-24: Empresas usuarias de CAE posteriormente dentro de las que usan CAD, respecto a las usuarias de CAD de la muestra y usuarias de CAD por tamaño.

Si se calculan los porcentajes sobre el total de usuarias de los resultados CAD posteriormente en aplicaciones CAE ($n=588$), se tiene que prácticamente el 73% de ellas están en la categoría de pequeñas y medianas. Ver Figura 5-25.

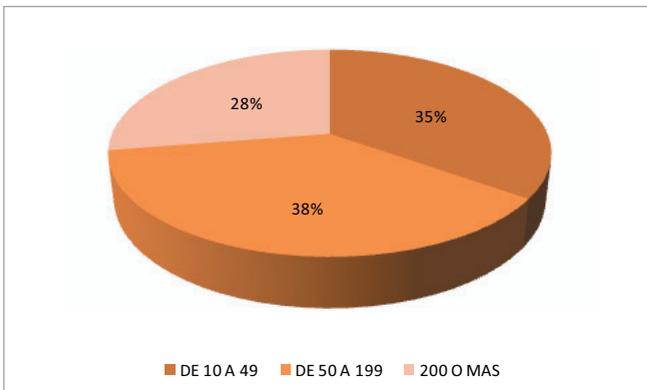


Figura 5-25: Distribución de empresas que usan CAE posteriormente a la utilización de CAD por tamaño ($n=588$).

5.1.5 Uso de CAE y no CAD

Dentro de las empresas que usan CAE, que representan el 13% de la muestra total ($n=866$), un 23% no utiliza técnicas CAD. Ver Figura 5-26.

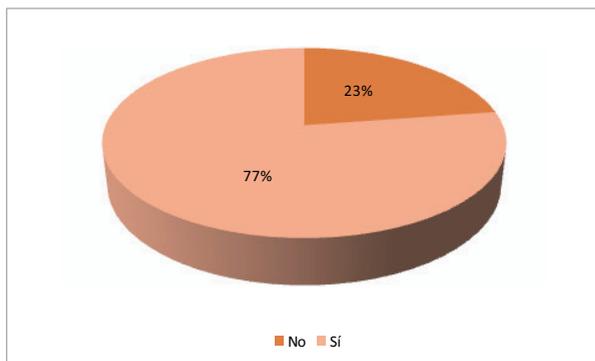


Figura 5-26: Empresas que no utilizan CAD dentro de las usuarias de CAE (n=866).

Por sectores

De forma análoga a la sección anterior, en la Figura 5-27 se recogen los valores sobre el total de la muestra y el total de cada sector, tanto de las empresas usuarias de CAE (primera barra), como de las empresas que usando el CAE, no utilizan aplicaciones de CAD (segunda barra). Así si queremos representar ese 23% de empresas que habiendo usado técnicas CAE, no realiza CAD, respecto al total de las empresas de la muestra, este valor sería del 3%.

Si, por ejemplo, se analiza el sector de *Metal y maquinaria* con un 29% de empresas que usan técnicas CAE, solamente el 5% de ellas, no ha empleado previamente el CAD. Esto representa el 2% del total de empresas en el sector. Ver Tabla 5-5 y Figura 5-27.

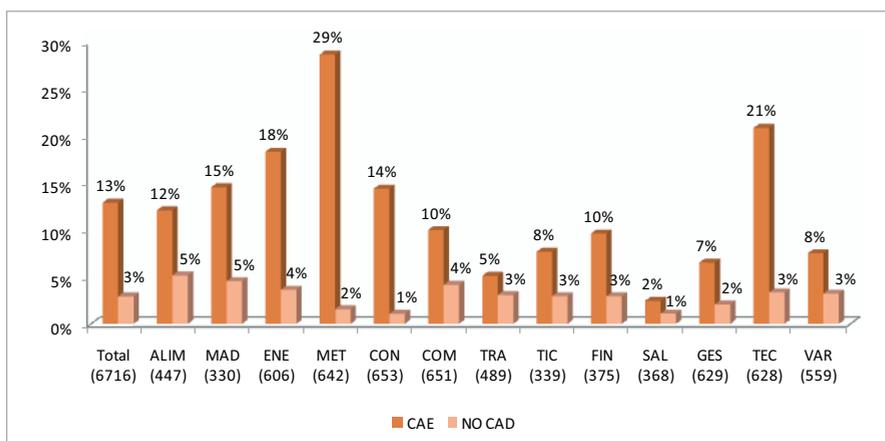


Figura 5-27: Comparativa de las empresas usuarias de CAE con las empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto del total de la muestra y del total de empresas de cada sector.

Sector	CAE	No CAD
ALIM	12%	43%
MAD	15%	31%
ENE	18%	20%
MET	29%	5%
CON	14%	7%
COM	10%	42%
TRA	5%	60%
TIC	8%	38%
FIN	10%	31%
SAL	2%	44%
GES	7%	32%
TEC	21%	16%
VAR	8%	43%
Total muestra	13%	23%

Tabla 5-5: Porcentaje de empresas no usuarias de CAD, dentro de las que usan CAE, por sectores.

Si tomamos como base las empresas usuarias de CAE (n=866) y segmentamos por sectores, con valores bastante más altos que el valor global (23%), destacan los sectores de *Alimentación y vestido, Madera y papel, Comercio, Transporte y almacenamiento, TIC, Finanzas, Salud, Servicios de gestión y Servicios varios*, variando de un 31% al 60%. En el lado opuesto estarían los sectores de *Metal y maquinaria y Construcción*, con un porcentaje muy pequeño de empresas que utilizando técnicas CAE, no hayan obtenido previamente algún resultado de CAD elaborado por ellas mismas. Ver Figura 5-28.

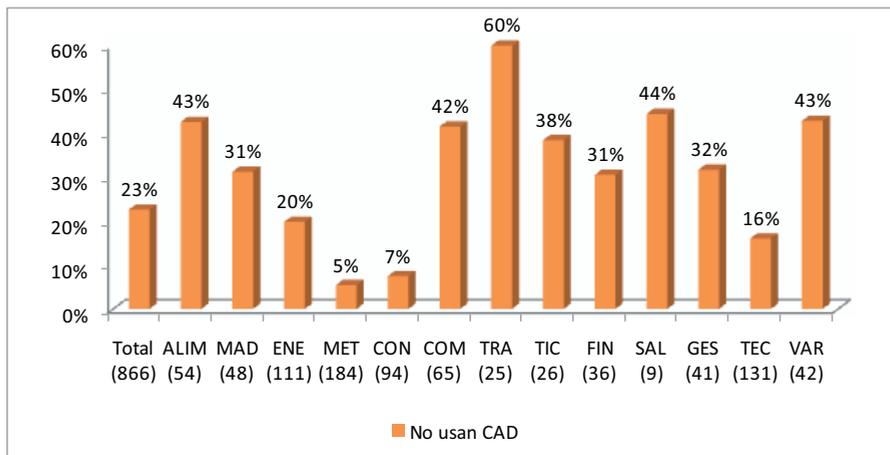


Figura 5-28: Empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto a las usuarias de CAE de la muestra y usuarias de CAE de cada sector.



Si nos quedamos con las empresas no usuarias de CAD dentro de las que realizan CAE (n=196), la distribución respecto al total de las mismas (196) sería la siguiente:

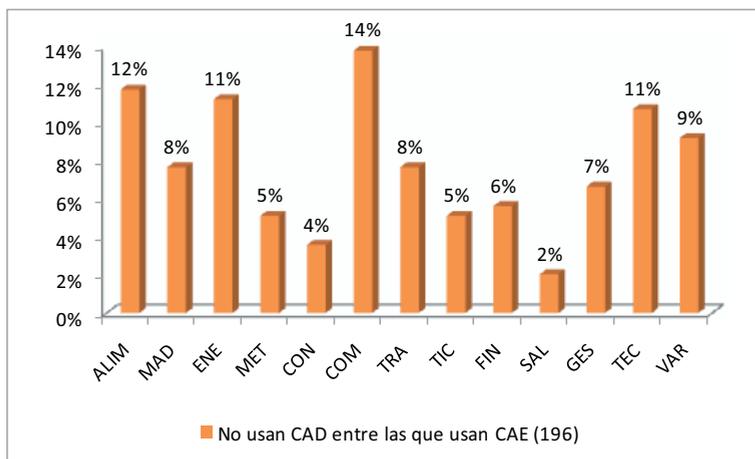


Figura 5-29: Distribución de empresas que no usan CAD con anterioridad a la utilización de CAE por sectores.

Por tamaño de empresa

Atendiendo a la comparación por tamaño de empresas, el porcentaje de empresas que siendo usuarias de CAE, no utilizan herramientas CAD es menor en las más grandes. Si el cálculo se hace con respecto al total de compañías grandes sería del 2%. Ver Figura 5-30, que es el equivalente al 12% que aparece en la Tabla 5-6 calculado sobre las que usan CAE.

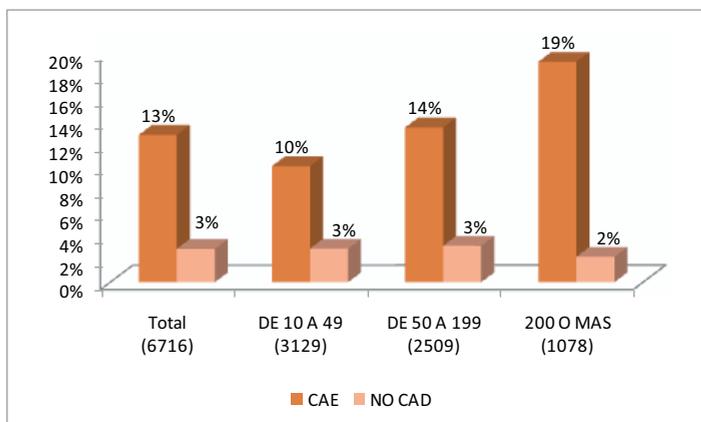


Figura 5-30: Comparativa de las empresas usuarias de CAE con las empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto del total de la muestra y del total de empresas por tamaño de empresa.

Sector	CAE	NO CAD
DE 10 A 49	10%	29%
DE 50 A 199	14%	24%
200 O MAS	19%	12%
Total muestra	13%	23%

Tabla 5-6: Porcentaje de empresas no usuarias de CAD, dentro de las que usan CAE, por tamaño de empresa.

La Tabla 5-6 se representa en la Figura 5-31 dónde se muestra la división por tamaño de empresa de las 866 empresas que usan CAE, atendiendo a si también emplean o no técnicas CAD.

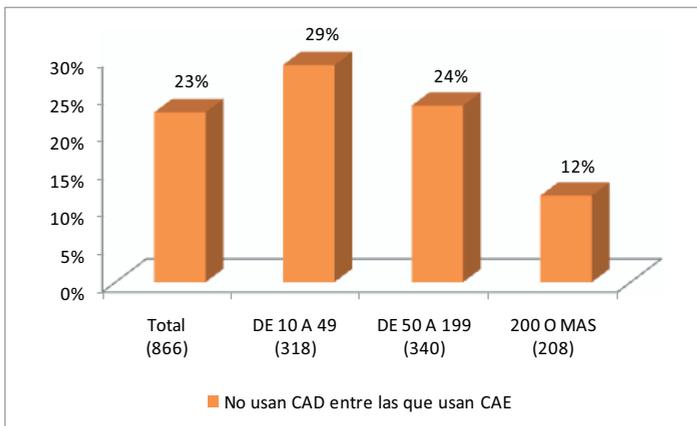


Figura 5-31: Empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto a las usuarias de CAE de la muestra y usuarias de CAE por tamaño de empresa.

A continuación se tiene la distribución de empresas que no usan CAD dentro de las que realizan CAE (n=196) por tamaño. Ver Figura 5-32.

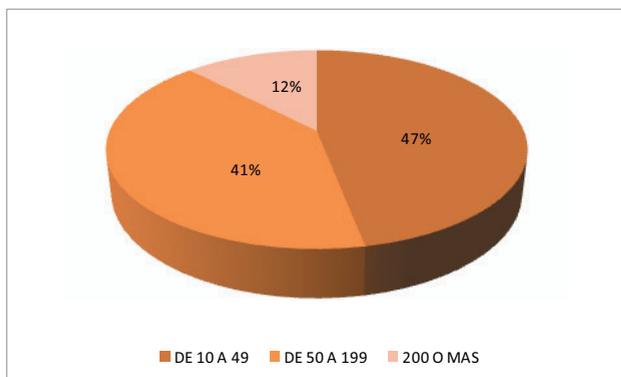


Figura 5-32: Distribución de empresas que no usan CAD pero sí usan CAE por tamaño (n=196).

5.2 Interlocutores en CAD/CAE

5.2.1 Interlocutores en CAD

En este apartado pasamos a analizar entre las empresas que utilizan CAD, qué puestos desempeñaban en la empresa las personas que respondieron la encuesta. Ver Figura 5-33. Nótese que en *Resto interlocutores* están incluidos el *Responsable de informática, Director/gerente y Otro (responsable de administración, administrativo, etc.)*. Hay que resaltar el alto porcentaje de *Resto interlocutores* que respondieron, con sólo un 4% que son *Responsables de calidad* y un 3% de interlocutores *Responsables de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, igual porcentaje que el de *Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica*. Al ser posiblemente minoritarios los interlocutores concedores del área que se les pregunta, debemos tratar con precaución algunas de sus respuestas.

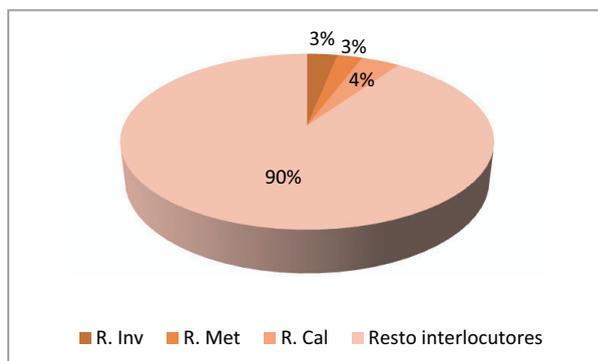


Figura 5-33: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de CAD (n=2.301).

Si se divide la muestra en cuatro grupos atendiendo al tipo de interlocutor que contestó la encuesta, la Figura 5-34 muestra los porcentajes de empresas que dicen utilizar algún tipo de técnicas CAD. Esta gráfica, indica que la respuesta puede estar afectada por el puesto que desempeña el interlocutor en la empresa: De un 34% del total de empresas que manifiestan utilizar CAD, se pasa a un 58% si el interlocutor es el *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, un 57% si responde el *Responsable de métodos, tiempos, organización u oficina técnica*, y a un 43% si responde el *Responsable de calidad*, todos valores muy superiores al total muestral. Sin embargo, tampoco debe olvidarse que un 38% de las empresas manifiesta no tener ninguno de estos departamentos.

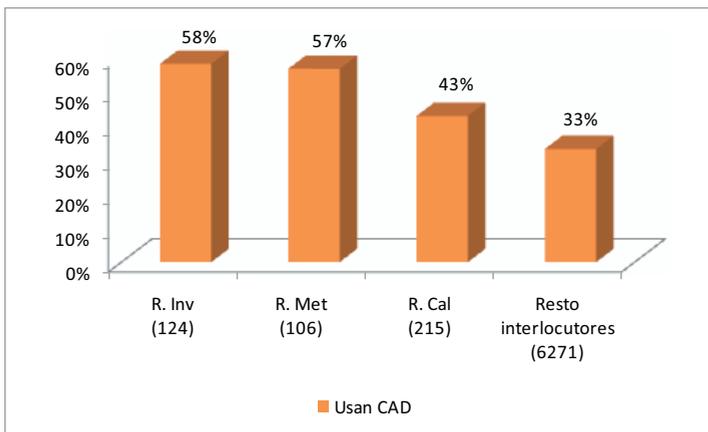


Figura 5-34: Empresas usuarias de CAD, según el tipo de interlocutor.

Por sectores

Si se compara el resultado global con el de cada uno de los sectores, no se encuentran muchas diferencias respecto de quién respondió la encuesta. En cada uno de los sectores prácticamente el 90% de encuestados pertenecían al perfil de *Resto interlocutores*, mencionado con anterioridad. Destaca el 15% de interlocutores con el perfil de *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, *Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica* y *Responsables de calidad* en el sector de *Servicios técnicos*. Ver Figura 5-35.

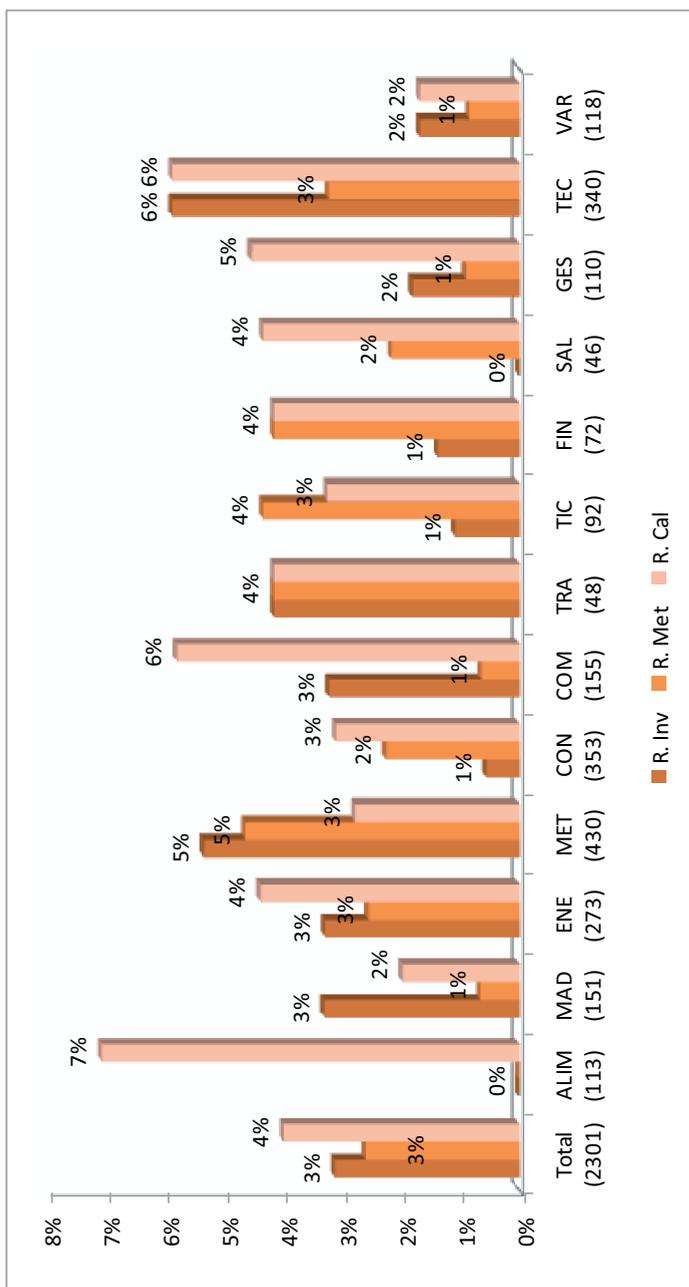


Figura 5-35: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de CAD por sector.

5.2.2 Interlocutores en CAE

Se analizan a continuación las empresas usuarias de CAE. De forma análoga al anterior apartado, un 87% de los encuestados se corresponden con *Resto interlocutores* donde están incluidos el *Responsable de informática, Director/gerente y Otro (responsable de administración, administrativo, etc.)*. Sólo un 5% son *Responsables de calidad y Responsables de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, y un 3% de interlocutores *Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica*. Ver Figura 5-36.

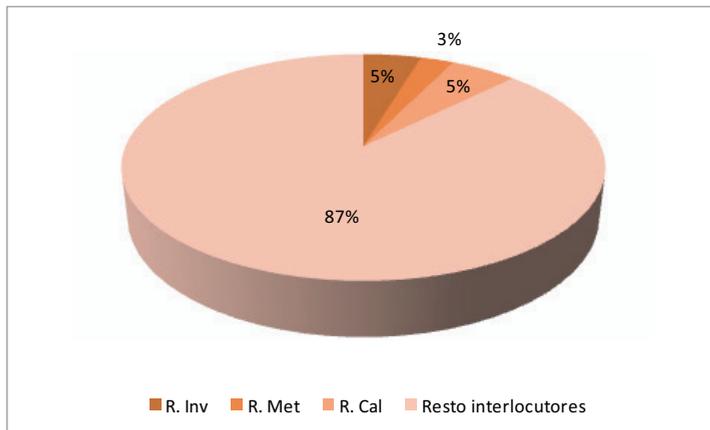


Figura 5-36: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de CAE (n=866).

Si se divide la muestra en cuatro grupos atendiendo al tipo de interlocutor que contestó la encuesta, la Figura 5-37 muestra los porcentajes de empresas que dicen utilizar algún tipo de técnicas CAE. Esta gráfica, indica que la respuesta puede estar afectada por el puesto que desempeña el interlocutor en la empresa: De un 13% del total de empresas que manifiestan utilizar CAE, se pasa a un 32% si el interlocutor es el *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, un 22% si responde el *Responsable de métodos, tiempos, organización u oficina técnica*, y a un 21% si responde el *Responsable de calidad*, todos valores muy superiores al total muestral. Es importante subrayar que aunque el 62% de las empresas tienen alguno de estos departamentos, no responde a la encuesta ninguno de sus responsables.

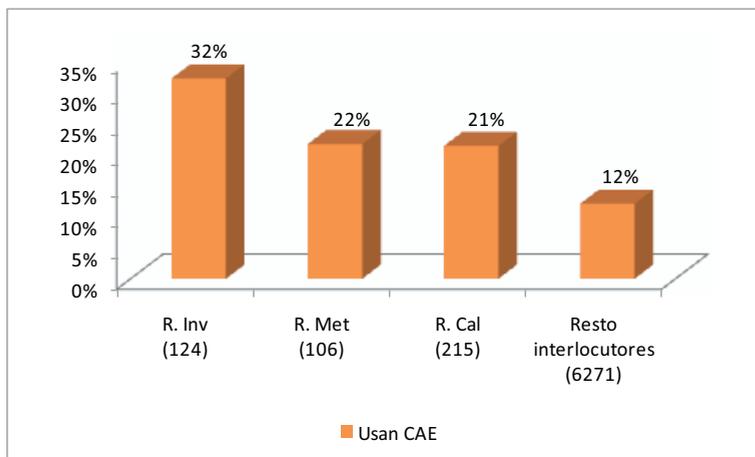


Figura 5-37: Empresas usuarias de CAE, según el tipo de interlocutor.

Por sectores

Si se compara de nuevo el resultado global con el de cada uno de los sectores, destaca el 20% de interlocutores con el perfil de *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería, Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica* y *Responsables de calidad* en el sector de *Servicios técnicos y TIC.*. Ver Figura 5-38.

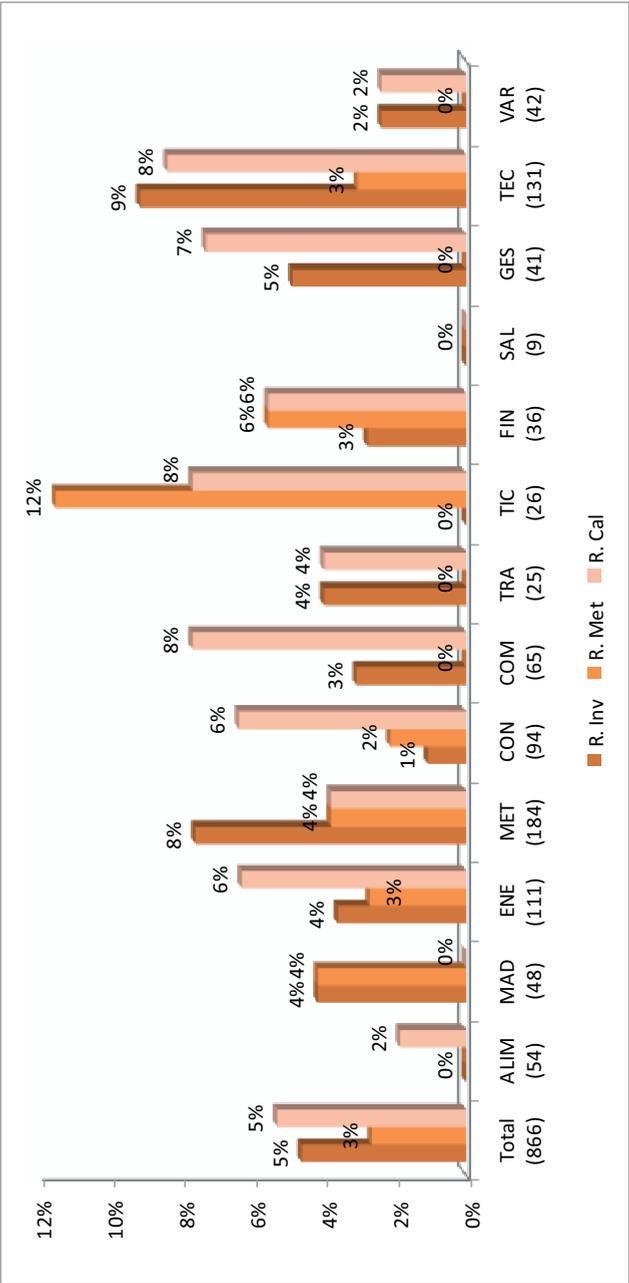


Figura 5-38: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de CAE por sector.



5.3 Modo de uso del CAE

En este apartado se analizará, entre las empresas que usan herramientas CAE, si éste lo realizan internamente dentro de la empresa, externamente o ambos.

En la Figura 5-39 se observa que el 85% de las empresas realizan CAE internamente, con el 22% del total de las empresas cuyo uso es tanto interno, como externo.

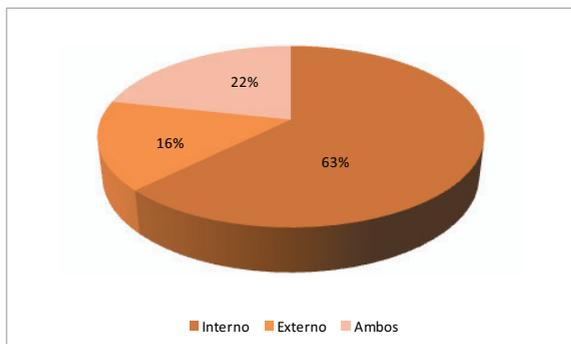


Figura 5-39: Empresas que emplean CAE, según donde lo realizan (n=866).

Por sectores

Si se analiza por sectores el empleo interno de CAE aumenta en TIC y Servicios de gestión, dónde solamente el 8% y 10%, respectivamente, de sus empresas realizan CAE de forma única externamente. Ver Figura 5-40.

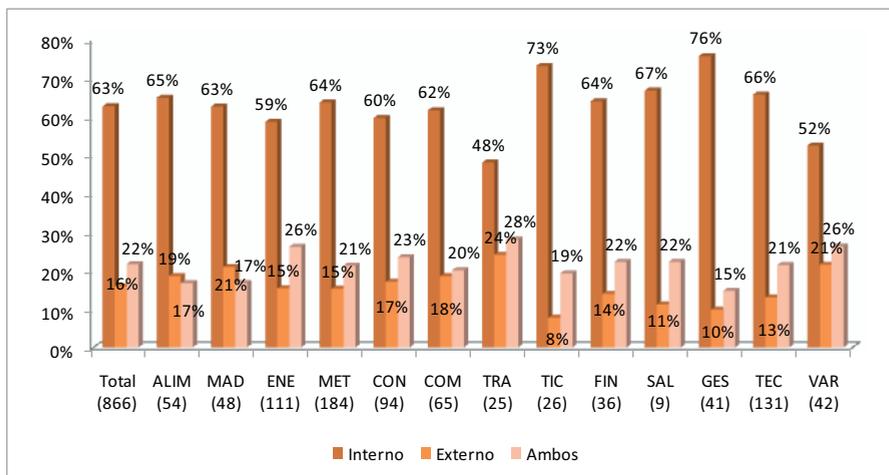


Figura 5-40: Empresas que emplean CAE, según donde lo realizan, por sector.

Por tamaño de empresa

Si se compara por tamaño de empresa, son las más grandes las que menos realizan el CAE de forma únicamente externa, con el 12%. Ver Figura 5-41.

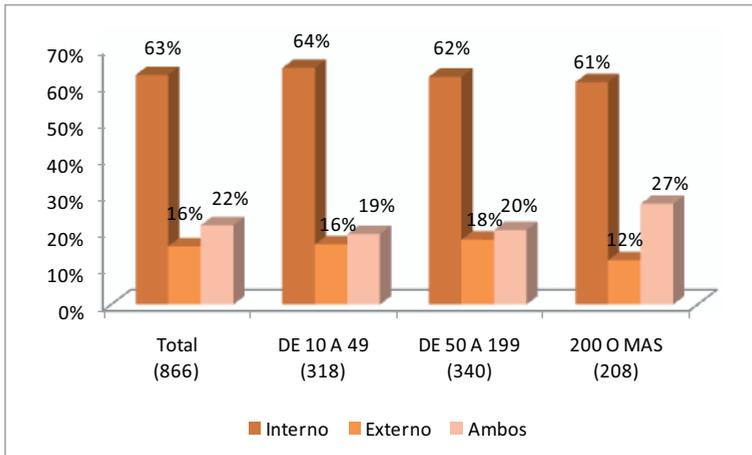


Figura 5-41: Empresas que emplean CAE, según donde lo realizan, por tamaño de empresa.

5.3.1 Tipo de software empleado en CAE realizado internamente

En este apartado se tomarán aquellas empresas que realizan el CAE internamente y se hará un estudio del tipo de software empleado, atendiendo a si es comercial, libre o de ambos tipos.

De las 729 empresas que realizan CAE internamente, el 83,5% emplean software de tipo comercial. Solamente un 16,2% usan software libre, de forma exclusiva. Ver Figura 5-42.

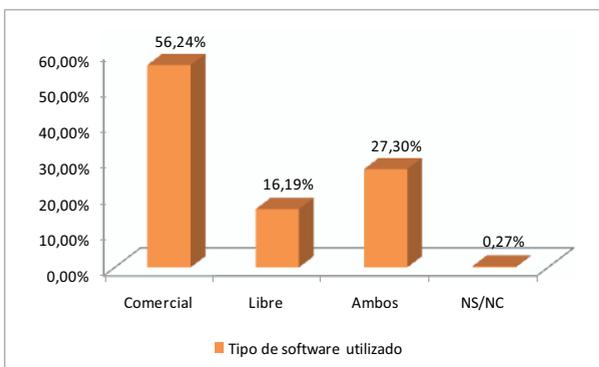


Figura 5-42: Empresas que realizan CAE internamente, según tipo de software utilizado (n=729).



Por sectores

En la Tabla 5-7 se observa que el uso exclusivo de software libre es menor en los sectores de *Metal y maquinaria* (9%) y *Servicios varios* (3%), siendo de un 33% y 27% respectivamente si se cuenta con aquellas empresas que han declarado utilizar ambos. Destacan los sectores de *TIC* (67%), *Construcción* (53%) y *Salud* (50%), donde el software libre está más implementado. Ver Figura 5-43.

Sector	Comercial	Libre	Ambos	NS/NC
ALIM (44)	64%	16%	20%	0%
MAD (38)	50%	18%	32%	0%
ENE (94)	56%	17%	27%	0%
MET (156)	66%	9%	24%	1%
CON (78)	47%	21%	32%	0%
COM (53)	55%	26%	19%	0%
TRA (19)	53%	21%	26%	0%
TIC (24)	33%	21%	46%	0%
FIN (31)	52%	13%	35%	0%
SAL (8)	50%	25%	25%	0%
GES (37)	49%	24%	27%	0%
TEC (114)	54%	17%	30%	0%
VAR (33)	73%	3%	24%	0%
Total (729)	56%	16%	27%	0%

Tabla 5-7: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tipo de software utilizado por sector.

En la gráfica siguiente se recogen los porcentajes de empresas que han respondido que usan software libre o ambos.

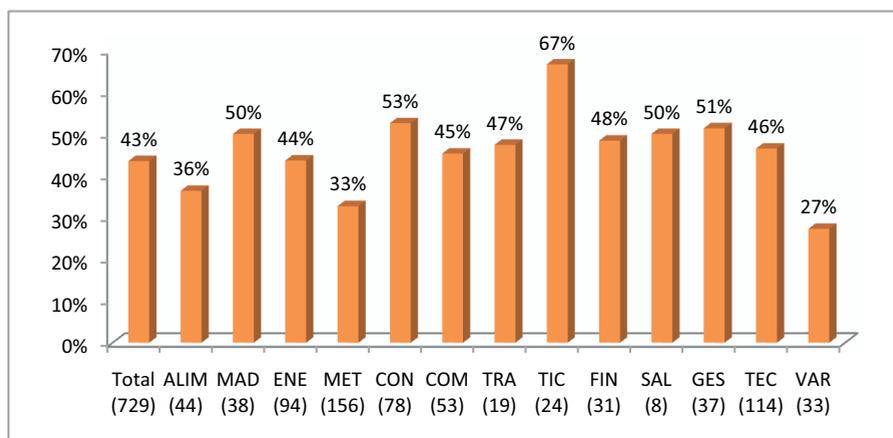


Figura 5-43: Empresas usuarias de CAE realizado internamente que utilizan software libre (n=729).

Por tamaño de empresa

En el análisis por tamaño de empresa, existen diferencias en cuanto al tipo de software empleado, siendo las más pequeñas, las que hacen un uso algo menor del comercial, con el 80%. Ver Figura 5-44.

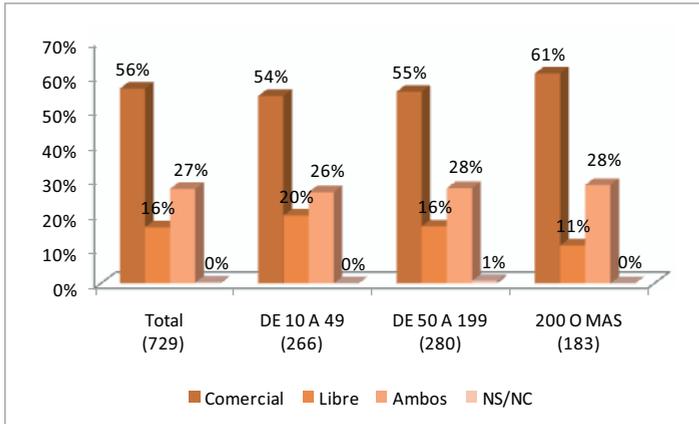


Figura 5-44: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tipo de software utilizado por tamaño de empresa.

5.3.2 CAE realizado internamente y con programas o módulos de CAE desarrollados a medida

En la Figura 5-45 se muestra que el 46% de las empresas que usan CAE realizado de modo interno, tienen programas desarrollados a medida para su empresa.

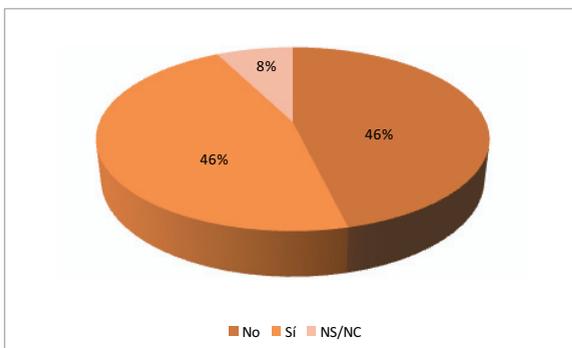


Figura 5-45: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tengan programas o módulos de CAE desarrollados a medida (n=729).



Por sectores

En la comparación por sectores este valor del 46% del total de la muestra, aumenta considerablemente en los relacionados con *Salud* (75%), *Madera y papel* (66%) y *Finanzas* (61%). Ver Tabla 5-8.

Sector	No	Sí	NS/NC
ALIM (44)	34%	59%	7%
MAD (38)	26%	66%	8%
ENE (94)	48%	43%	10%
MET (156)	53%	36%	12%
CON (78)	47%	46%	6%
COM (53)	40%	57%	4%
TRA (19)	37%	58%	5%
TIC (24)	42%	46%	13%
FIN (31)	35%	61%	3%
SAL (8)	25%	75%	0%
GES (37)	41%	59%	0%
TEC (114)	58%	36%	6%
VAR (33)	48%	42%	9%
Total (729)	46%	46%	8%

Tabla 5-8: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tengan programas o módulos de CAE desarrollados a medida, por sector.

Por tamaño de empresa

Si se compara por tamaño, no se encuentran diferencias significativas. Ver Figura 5-46.

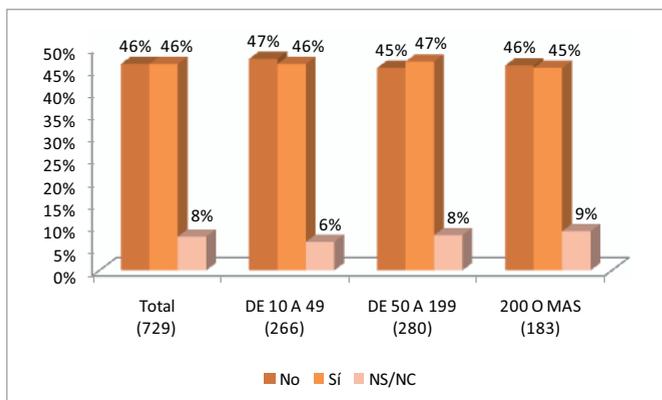


Figura 5-46: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tengan programas o módulos de CAE desarrollados a medida, por tamaño de empresa.

5.4 Tipo de CAE realizado

En el siguiente apartado nos centraremos en las empresas de la muestra que han afirmado utilizar técnicas CAE. Esto supone trabajar con una base de 866 compañías.

Atendiendo al tipo fenómenos en los que utilizan el CAE, en la cuestión C7 se pedía su clasificación atendiendo a las siguientes opciones:

- 1: *Mecánicos o estructurales.*
- 2: *Térmicos o termodinámicos.*
- 3: *De los procesos de fabricación: inyección, estampación, forja, etc.*
- 4: *Electrónicos y/o electromagnéticos.*
- 5: *De fluidos: gases, líquidos.*
- 6: *Acústicos o vibroacústicos.*
- 7: *Medioambientales.*
- 8: *Otros, como multifísica.*

El 50% de las respuestas se engloban en *Mecánicos o estructurales* y un 39% en *Procesos de fabricación*. Obsérvese que, al tratarse de una respuesta múltiple, una empresa ha podido indicar uno o varios de los tipos de fenómenos señalados. Ver Figura 5-47.

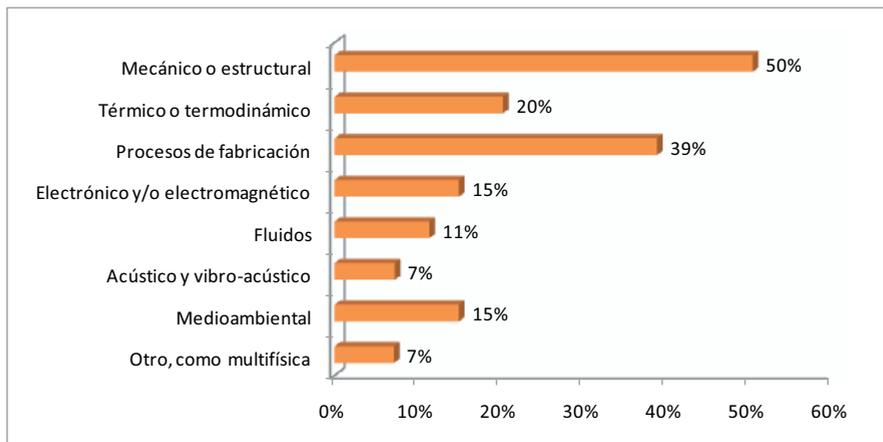


Figura 5-47: Tipo de CAE realizado (n=866).

Por sectores

En la Tabla 5-9 se recogen los porcentajes sobre el total de empresas usuarias de CAE en cada sector. Podemos observar que en el de *Alimentación y vestido* el 70% de las 29 empresas que usan CAE en el Sector, lo aplican a *Procesos de fabricación* y el 19% en análisis de tipo *Mecánicos o estructurales*. Llama la atención que en el sector de *Finanzas*, la mitad de las empresas que hacen CAE, lo utilicen para simular fenómenos *Mecánicos o estructurales* y el 17% *Térmicos o termodinámicos*.

Sector	Mecánicos o estructurales	Térmicos o termodinámicos	Procesos de fabricación	Electrónicos y/o electromagnéticos	De fluidos	Acústicos o vibroacústicos	Medioambientales	Otros (como multifísica)
ALIM (54)	19%	9%	70%	4%	6%	0%	6%	4%
MAD (48)	38%	4%	65%	4%	2%	2%	2%	6%
ENE (111)	41%	25%	49%	9%	17%	7%	23%	5%
MET (184)	63%	24%	49%	21%	13%	7%	9%	2%
CON (94)	60%	21%	35%	14%	13%	13%	18%	4%
COM (65)	37%	17%	43%	20%	9%	5%	9%	9%
TRA (25)	56%	20%	16%	16%	16%	8%	24%	16%
TIC (26)	27%	12%	35%	38%	0%	8%	8%	0%
FIN (36)	50%	17%	17%	6%	6%	8%	14%	19%
SAL (9)	56%	0%	33%	0%	0%	0%	22%	22%
GES (41)	61%	20%	2%	22%	5%	5%	20%	12%
TEC (131)	64%	27%	20%	18%	18%	11%	24%	11%
VAR (42)	36%	17%	31%	10%	5%	10%	19%	12%
Total (866)	50%	20%	39%	15%	11%	7%	15%	7%

Tabla 5-9: Tipo de fenómenos para los que se utiliza el CAE por sector.

Por tamaño de empresa

Analizando por tamaño de empresa y para cada aplicación de CAE, las compañías grandes en relación a las medianas y pequeñas, simulan más fenómenos *Mecánicos o estructurales*, *Térmicos o termodinámicos*, *Electrónicos y/o electromagnéticos*, *De fluidos: gases, líquidos y Acústicos o vibroacústicos*. Por el contrario, el porcentaje de empresas pequeñas en comparación con las más grandes, es mayor en las simulaciones *Medioambientales* y *Otros, como multifísica*. Ver Figura 5-48.

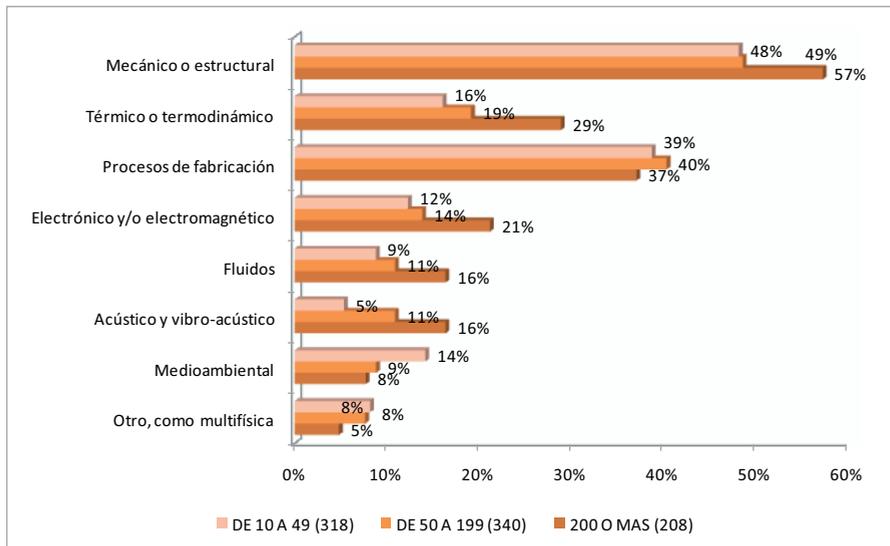


Figura 5-48: Tipo de simulaciones CAE realizado por tamaño de empresa.

A continuación, se estudian las empresas que solamente realizan un tipo CAE. De las 866 empresas que emplean alguna aplicación de CAE, el 66% de ellas marcaron en la pregunta múltiple C7 una sola de las opciones, esto quiere decir que actualmente se centran en un solo ámbito de aplicación. En la Tabla 5-10 se recoge el número de empresas que aplican el CAE a un sólo tipo de fenómenos y el porcentaje correspondiente sobre el total de empresas que usa CAE, según el tipo de CAE realizado. Así, por ejemplo, se ve que el 26% de las empresas que usan CAE sólo lo emplean para procesos de tipo *Mecánico o estructural* y el 23% lo emplean para *Procesos de fabricación*.



Tipo de CAE	Nº Empresas	%
Mecánico o estructural	227	26%
Térmico o termodinámico	28	3%
Procesos de fabricación	201	23%
Electrónico y/o electromagnético	29	3%
Fluidos	7	1%
Acústico y vibro-acústico	5	1%
Medioambiental	27	3%
Otro, como multifísica	51	6%
Total sólo un tipo de CAE	575	66%

Tabla 5-10: Tipo de CAE realizado tomando las empresas que sólo usan uno de ellos (n=866).

5.5 Necesidades en CAD/CAE

A todas las empresas encuestadas se les preguntó si su empresa tiene alguna necesidad en temas de CAD o de CAE; por ejemplo, si necesitan información o asesoramiento sobre su aplicabilidad; formación; o para implantar, desarrollar o mejorar los programas. Un 3,5% del total de la muestra contestaron que sí necesitaban ayuda. Esto representa a 235 empresas que reconocen tener algún tipo de necesidad en estas técnicas CAD/CAE. Ver Figura 5-49.

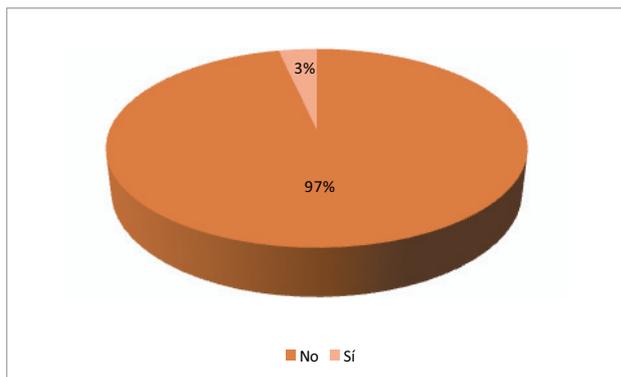


Figura 5-49: Necesidad en CAD/CAE (n=6.716).

Por sectores:

Calculando los porcentajes sobre el total de empresas de cada sector, la necesidad aumenta en los sectores relacionados con *Metal y maquinaria* (7%), *Construcción* (5%) y *Servicios Técnicos* (5%). Ver Figura 5-50.

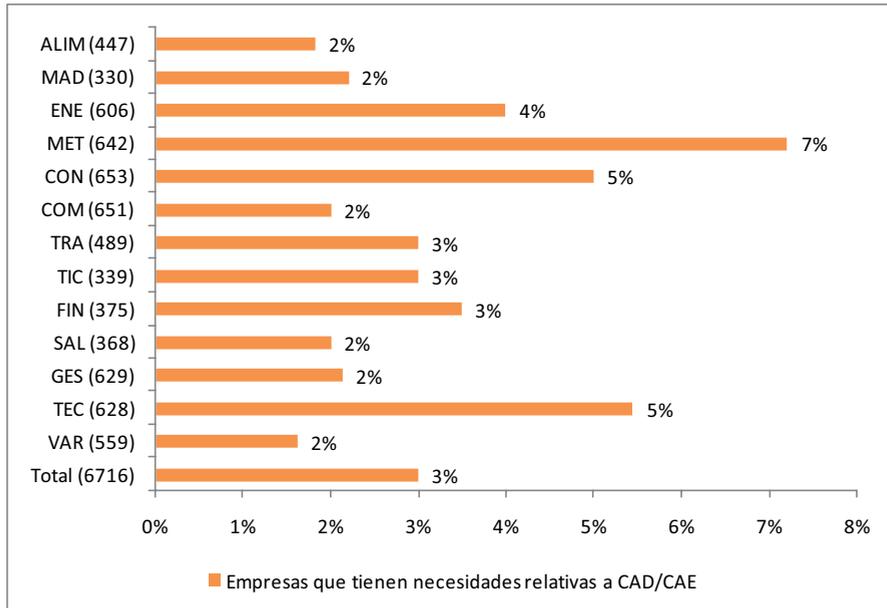


Figura 5-50: Necesidad de CAD/CAE del total de la muestra y por sector.

Por tamaño de empresa

Atendiendo al tamaño de empresa no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a una mayor o menor necesidad de información o asesoramiento en temas de CAD/CAE. Ver Figura 5-51.

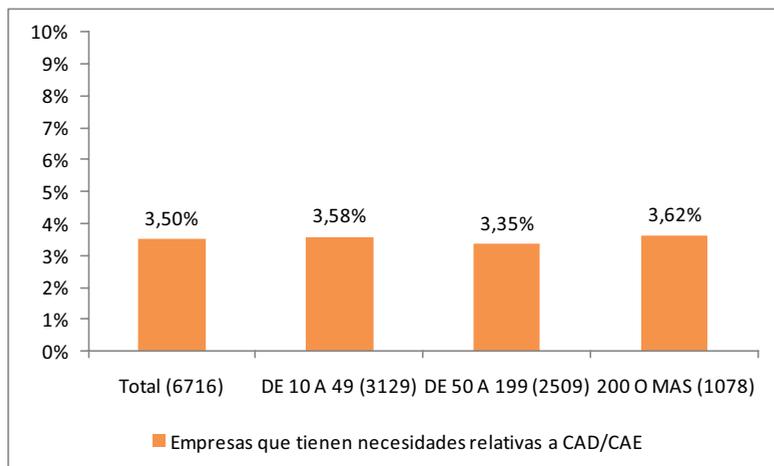


Figura 5-51: Necesidad de CAD/CAE del total de la muestra y por tamaño de empresa.

5.5.1 Tipo de necesidades en CAD/CAE

A las empresas que declararon tener necesidades en temas CAD/CAE se les pidió una clasificación en alguno de los siguientes ítems:

1. *Información o asesoramiento sobre la aplicabilidad del CAD/CAE a la empresa.*
2. *Selección, implantación inicial y validación de una solución CAD/CAE.*
3. *Formación en CAD/CAE.*
4. *Definición o cálculo de procesos en el CAD/CAE.*
5. *Desarrollar a medida software o interfaces CAD/CAE.*
6. *Integrar el CAD con el CAE o ambos con los procesos de la empresa.*
7. *Otra diferente.*

Tomando como base las 235 empresas que admiten tener necesidades en CAD/CAE, en la Figura 5-52 se representa como se distribuyen según sea ese tipo de necesidad. A la vista del gráfico se tiene que el 61% de las mismas necesitaría *Información o asesoramiento sobre la aplicabilidad del CAD/CAE a la empresa* y un 51% *Formación en CAD/CAE*. Un 20% estaría interesada en la *Selección, implantación inicial y validación de una solución CAD/CAE* mientras que un 18% necesita hacer *desarrollos a medida de software o de interfaces CAD/CAE*.

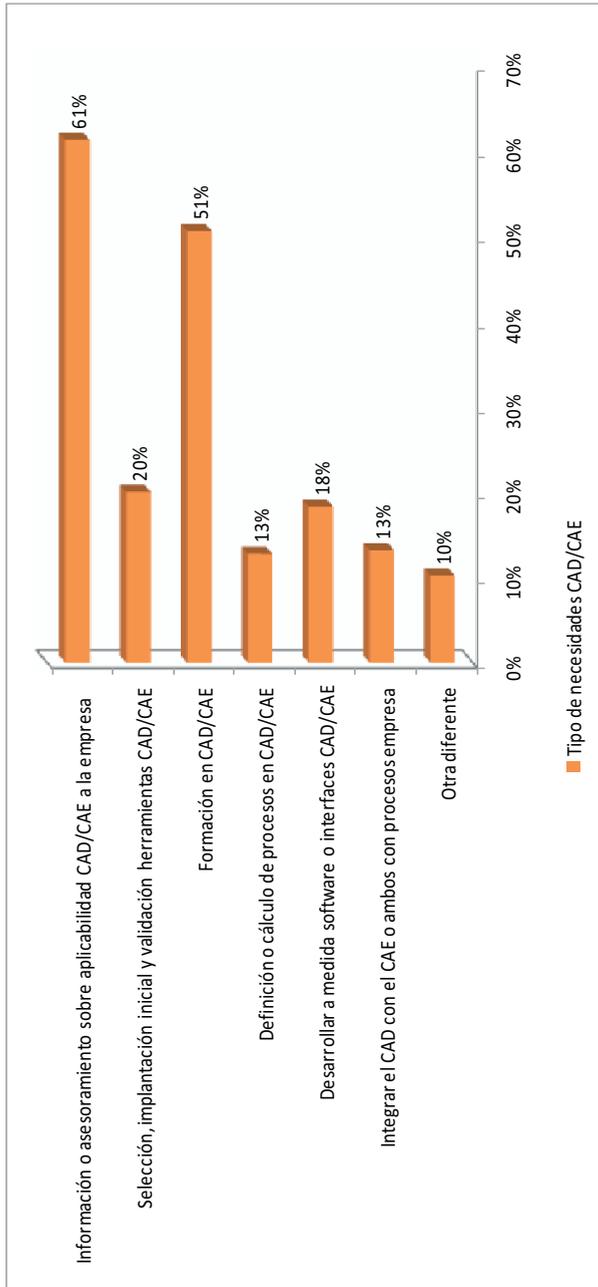


Figura 5-52: Tipo de necesidades en CAD/CAE.



Por sectores

La Tabla 5-11 muestra el tipo de necesidad en CAD/CAE, según las empresas pertenezcan a uno u otro sector. Así, por ejemplo, de las 8 empresas del sector Madera y papel, que han indicado que sí tienen necesidades en CAD/CAE, 7 indican que necesitan *Información o asesoramiento sobre la aplicabilidad del CAD/CAE a la empresa* y cuatro de ellas *Formación*. En el sector de la Salud el 71% solicita *Formación en CAD/CAE* y prácticamente la mitad de ellas *Información o asesoramiento, Selección, implantación inicial y validación de una solución CAD/CAE* y *Desarrollo a medida de software o interfaces CAD/CAE*. Con relación a *Integrar el CAD con el CAE o ambos con los procesos de la empresa*, es más solicitado por las empresas dedicadas a Madera y papel y TIC.

Por tamaño de empresa

En la división por tamaño de empresa (ver Figura 5-53) y dependiendo del tipo de necesidad declarada, las compañías grandes en relación a las medianas y pequeñas, solicitan más *Información o asesoramiento sobre la aplicabilidad del CAD/CAE* y *Selección, implantación inicial y validación de una solución CAD/CAE*; con respecto a la necesidad de *Desarrollar a medida software o interfaces CAD/CAE*, la diferencia con las pequeñas es sólo de un 2%. Por otro lado el porcentaje de empresas pequeñas y medianas en comparación con las más grandes, es mayor en necesidades de *Formación, Integrar el CAD con el CAE* y *Otra diferente*. Ver Tabla 5-12.



Sector	Información o asesoramiento	Selección, implantación inicial y validación	Formación	Definición o cálculo de procesos	Software o interfaces a medida	Integración del CAD con el CAE	Otras
ALIM (10)	40%	20%	30%	0%	0%	0%	30%
MAD (8)	88%	25%	50%	25%	38%	25%	0%
ENE (25)	56%	12%	40%	16%	24%	16%	16%
MET (42)	60%	21%	62%	12%	10%	19%	7%
CON (33)	70%	18%	52%	3%	9%	3%	3%
COM (16)	75%	13%	38%	6%	19%	13%	6%
TRA (13)	62%	15%	62%	15%	31%	8%	15%
TIC (11)	64%	36%	45%	18%	27%	27%	0%
FIN (11)	55%	18%	36%	18%	18%	9%	18%
SAL (7)	43%	43%	71%	14%	43%	14%	14%
GES (15)	47%	13%	40%	13%	20%	20%	7%
TEC (31)	61%	29%	65%	26%	29%	13%	6%
VAR (13)	69%	8%	38%	0%	0%	8%	31%
Total (235)	61%	20%	51%	13%	18%	13%	10%

Tabla 5-11: Tipo de necesidad en CAD/CAE por sector (n=235).

Tamaño	Información o asesoramiento	Selección, implantación inicial y validación	Formación	Definición o cálculo de procesos	Software o interfaces a medida	Integración del CAD con el CAE	Otras
DE 10 A 49 (112)	55%	18%	58%	12%	19%	11%	11%
DE 50 A 199 (84)	65%	15%	40%	15%	17%	11%	11%
200 O MAS (39)	69%	36%	51%	10%	21%	8%	8%
Total (235)	61%	20%	51%	13%	18%	13%	10%

Tabla 5-12: Tipo de necesidad en CAD/CAE por tamaño de empresa (n=235).

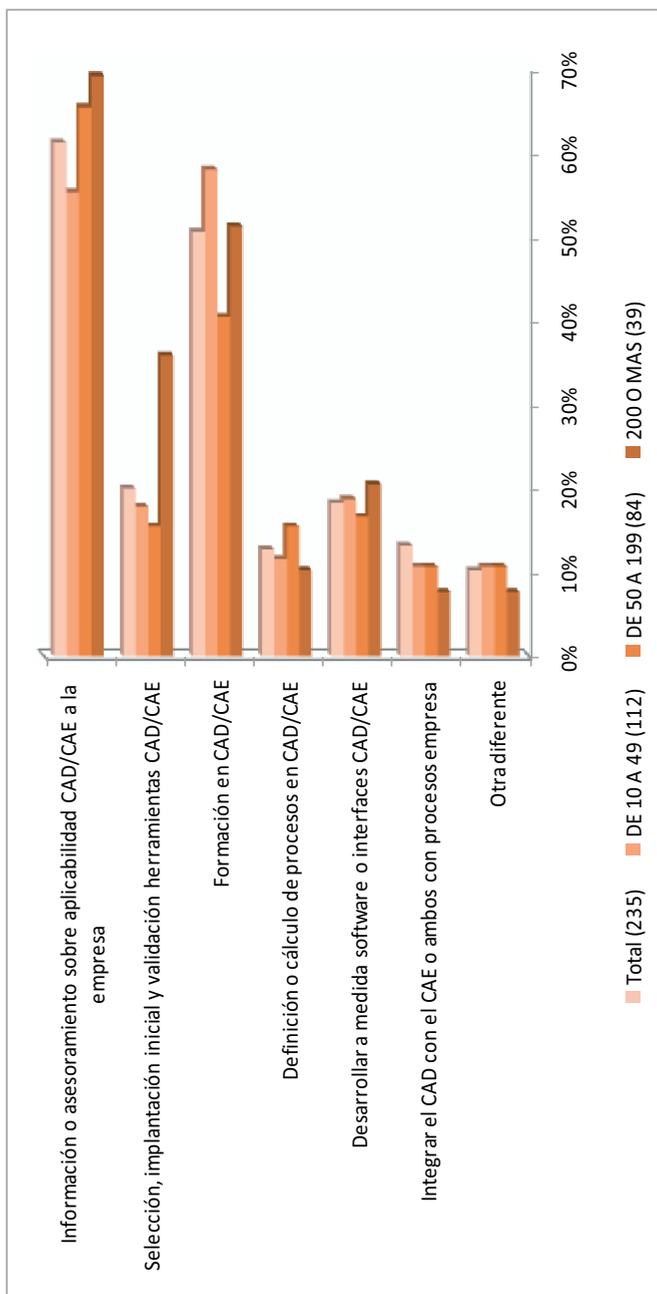


Figura 5-53: Tipo de necesidad en CAD/CAE por tamaño de empresa (n=235).

6 ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (TE/IO)

6.1 Uso de TE/IO

En esta sección se analizará la difusión y manejo de las herramientas estadísticas y de la investigación operativa en el mundo empresarial, así como las necesidades de asesoramiento o formación en este ámbito.

De los datos obtenidos en la muestra general, se ha observado que prácticamente la mitad de las empresas dicen utilizar técnicas estadísticas, de análisis de datos, o de apoyo para tomar decisiones, por ejemplo, para análisis de clientes, mercados, productos, calidad, planificación, riesgos, logística, asignación y optimización de recursos y procesos. Ver Figura 6-1.

Al tratarse de una encuesta telefónica y puesto que gran parte de los interlocutores no pertenecían al ámbito de las matemáticas, es posible que refieran como técnicas estadísticas cualquier proceso derivado de gestionar una base de datos. Nótese que la pregunta del cuestionario C13 se formuló de forma amplia referida a uso de *técnicas estadísticas, de análisis de datos o de apoyo para tomas decisiones*.

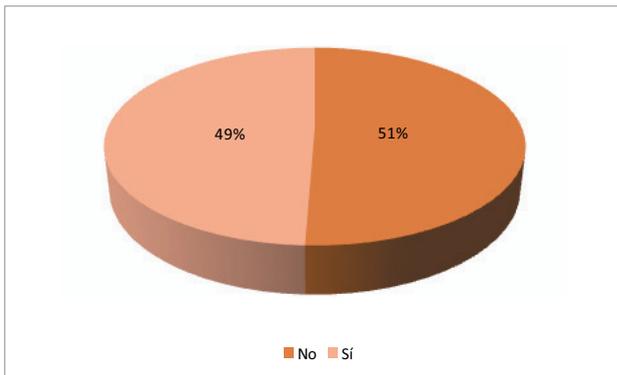
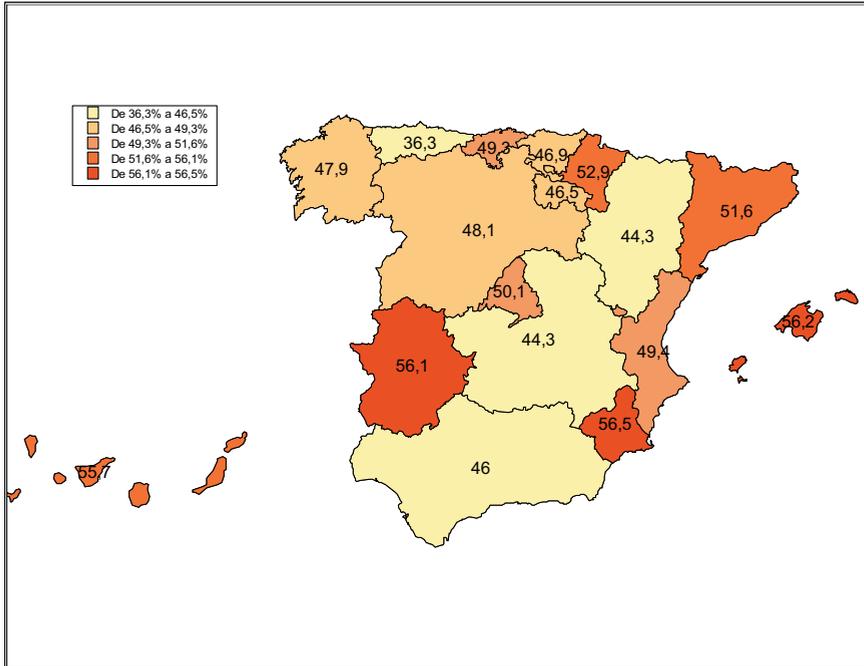


Figura 6-1: Empresas usuarias de TE/IO (n=6.716).



Por Comunidades Autónomas

Si desglosamos los resultados por comunidades autónomas, no se observan diferencias muy significativas, estando todas entre el 45% y 55% de uso de estas herramientas, a excepción de Asturias con un 36%. Ver Mapa 6-1.



Mapa 6-1: Empresas usuarias de TE/IO por Comunidades Autónomas.

En la Tabla 6-1 se muestran el número de empresas de cada comunidad, que emplean alguna herramienta relacionada con TE/IO.

CCAA	Usan TE/IO	Total empresas
ANDALUCIA	377	820
ARAGON	93	210
ASTURIAS	45	124
BALEARES	77	137
CANARIAS	127	228
CANTABRIA	33	67
CASTILLA LA MANCHA	94	212
CASTILLA Y LEON	130	270
CATALUÑA	676	1.310
C. VALENCIANA	350	708
EXTREMADURA	46	82
GALICIA	172	359
MADRID	710	1.418
MURCIA	108	191
NAVARRA	63	119
PAIS VASCO	196	418
LA RIOJA	20	43
Total	3.317	6.716

Tabla 6-1: Empresas usuarias de TE/IO por Comunidades Autónomas.

Por sectores

Si se segmenta la muestra por sectores, en la Figura 6-2 se observa que el porcentaje de empresas usuarias de técnicas estadísticas, de análisis de datos, o de apoyo para tomar decisiones, alcanza los valores más altos en los relacionados con *Comercio* (65%), *Servicios varios* (59%) y *Alimentación y vestido* (56%). El valor más bajo se alcanza en el sector de *Construcción* con un 33% de empresas usuarias de este tipo de técnicas.

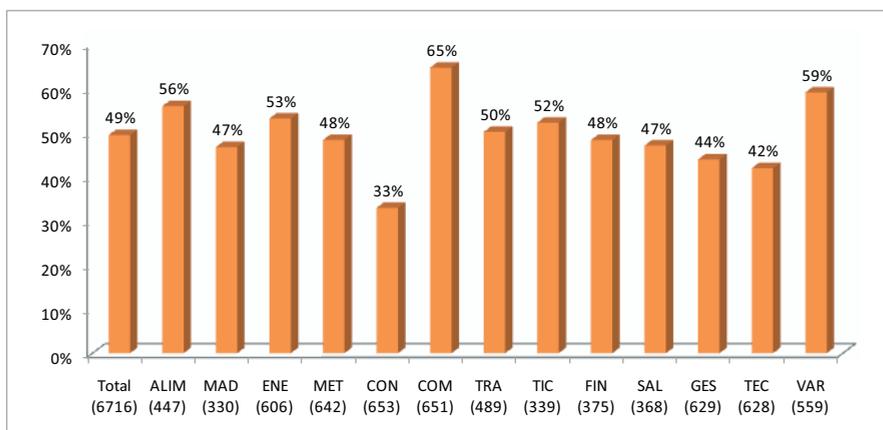


Figura 6-2: Uso de TE/IO con referencia al total de la muestra y por sectores.

En la distribución de las empresas usuarias (3.317) por sectores, sigue destacando el sector de Comercio con un 13% de las empresas. Ver Figura 6-3.

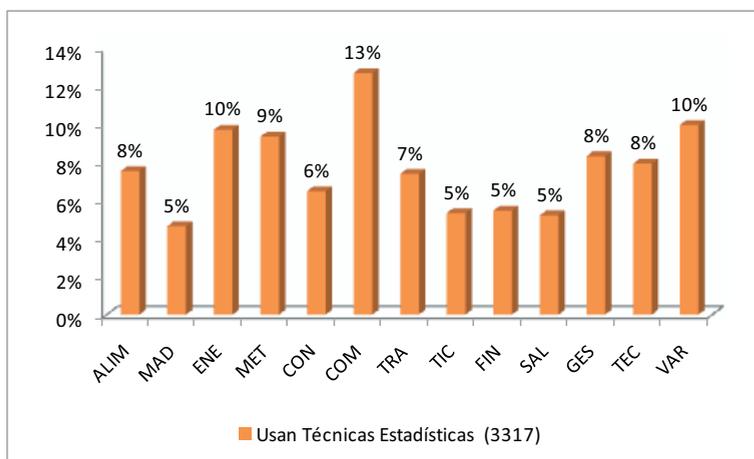


Figura 6-3: Distribución de empresas usuarias TE/IO por sectores.

Por tamaño de empresa

A continuación se tomará como base todas las empresas de la muestra y su división por tamaño de empresa. Como era de esperar el porcentaje de empresas que emplean en sus tareas herramientas estadísticas o de investigación operativa es mayor en las medianas y grandes, en relación con las pequeñas. Ver Figura 6-4.

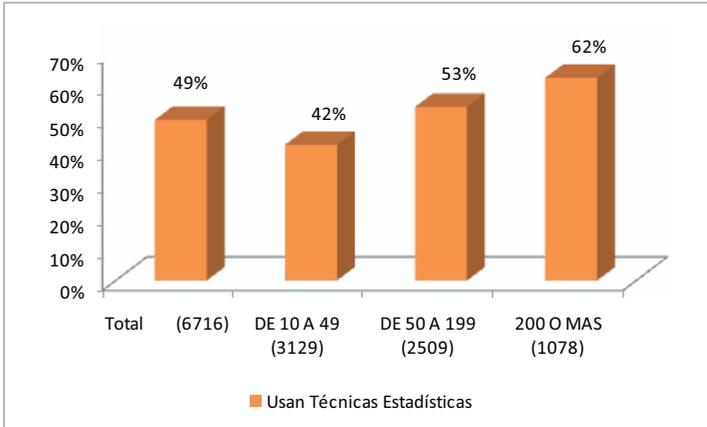


Figura 6-4: Uso de TE/IO con referencia al total de la muestra y por tamaño.

Si se calculan ahora los porcentajes sobre el total de usuarias de TE/IO (3.317), se tiene que prácticamente el 79% de ellas están en la categoría de pequeñas y medianas. De nuevo debemos concluir que este dato está afectado por la distribución interna de la muestra, donde el número de empresas de ambas categorías es mucho mayor que el de grandes (Figura 6-5).

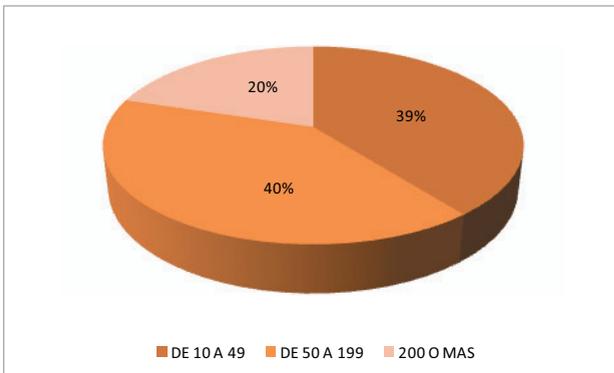


Figura 6-5: Distribución de empresas usuarias de TE/IO por tamaño de empresa (n=3.317).

6.2 Interlocutores en TE/IO

En este apartado pasamos a analizar entre las empresas que utilizan TE/IO, qué puestos desempeñaban en la empresa las personas que respondieron la encuesta. Ver Figura 6-6. Nótese que en *Resto interlocutores* están incluidos el *Responsable de*

informática, Director/gerente y Otro (responsable de administración, administrativo, etc.).

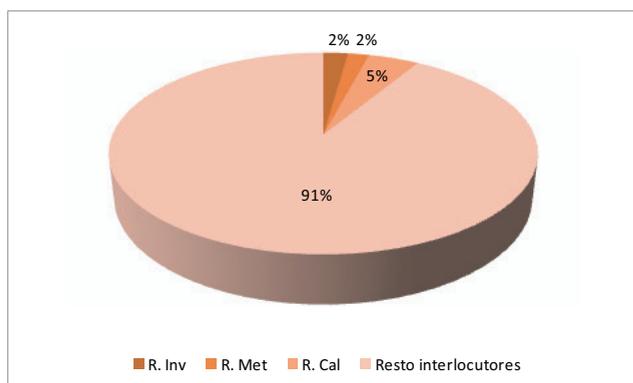


Figura 6-6: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de TE/IO (n=3.317).

Hay que resaltar el alto porcentaje de *Resto interlocutores* que respondieron, con sólo un 5% que son *Responsables de calidad* y un 2% de interlocutores *Responsables de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, igual porcentaje que el de *Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica*. Al ser posiblemente minoritarios los interlocutores conocedores del área que se les pregunta, debemos tratar con precaución algunas de sus respuestas.

Si se divide la muestra en cuatro grupos atendiendo al tipo de interlocutor que contestó la encuesta, la Figura 6-7 muestra los porcentajes de empresas que dicen utilizar algún tipo de TE/IO. Esta gráfica, indica que la respuesta puede estar afectada por el puesto que desempeña el interlocutor en la empresa: De un 49% medio de empresas que manifiestan utilizar TE/IO, se pasa a un 71% si el interlocutor es el *Responsable de calidad*, un 60% si responde el *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería* y a un 59% si responde el *Responsable de métodos, tiempos, organización u oficina técnica*, todos valores muy superiores a la media. Dado que sólo el 9% de los interlocutores ocupan alguno de estos tres puestos analizados, es posible que los datos recogidos en este documento no reflejen fielmente el estado de aplicación de TE/IO en las empresas encuestadas.

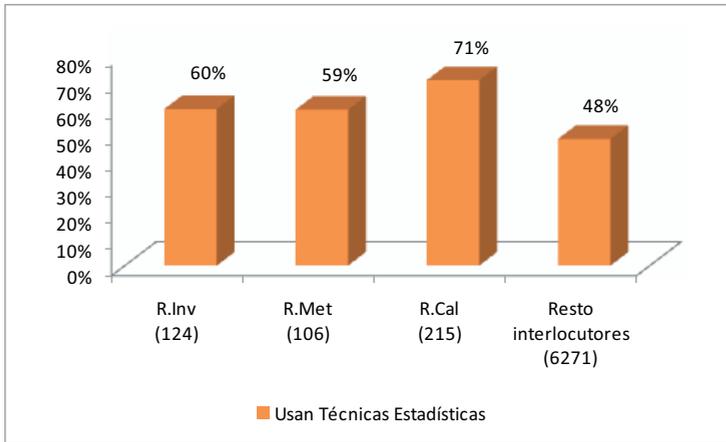


Figura 6-7: Empresas usuarias de TE/IO, según el tipo de interlocutor.

Por sectores

Si se compara el resultado global con el de cada uno de los sectores, no se encuentran muchas diferencias respecto de quién respondió la encuesta. En cada uno de los sectores prácticamente el 90% de encuestados pertenecían al perfil de *Resto interlocutores*, mencionado con anterioridad. Destaca el 15% de interlocutores con el perfil de *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería, Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica y Responsables de calidad* en el sector de *Servicios técnicos*, porcentaje que pasa a un 14% en el de *Metal y maquinaria*; ambos valores claramente por encima de la media que está en un 9%. Ver Figura 6-8 en la que se representa el tipo de interlocutor solamente de los perfiles de *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería, Responsable de métodos, tiempos, organización u oficina técnica y Responsable de calidad*.

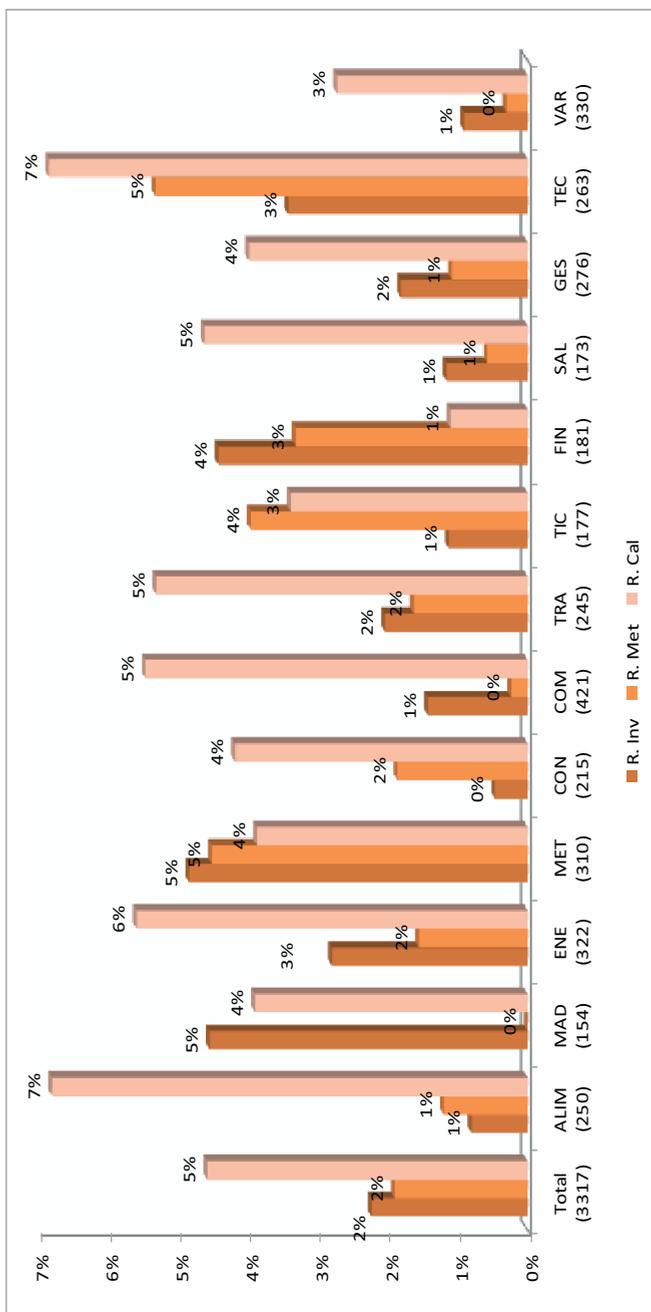


Figura 6-8: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de TE/IO por sector.

6.3 Modo de uso de TE/IO

En este apartado se analizará, entre las empresas que usan herramientas TE/IO, si las usan internamente dentro de la empresa, externamente o de ambas formas.

En la Figura 6-9 vemos que el 94% de las empresas aplican TE/IO internamente, con el 5% del total de las empresas que las realizan solamente de forma externa.

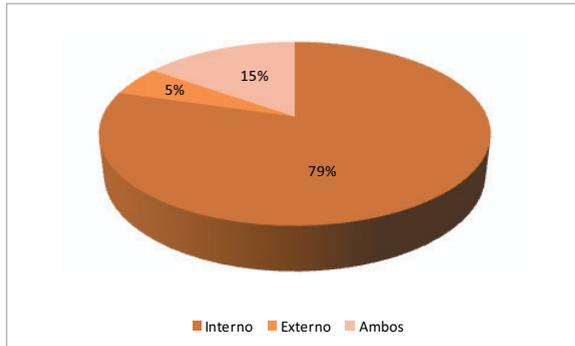


Figura 6-9: Empresas que emplean TE/IO, según el tipo de uso (n=3.317).

Por sectores

En la división por sectores prácticamente el 100% de las empresas relacionadas con las actividades de *Madera y papel* y *Salud*, emplean las herramientas de TE/IO de forma interna, con el 1% y 2%, respectivamente, de sus empresas que las realizan solamente de forma externa. Ver Figura 6-10.

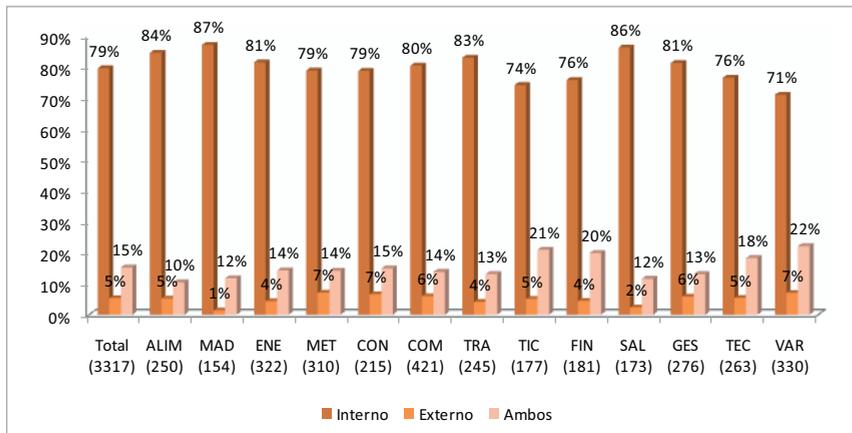


Figura 6-10: Empresas que emplean TE/IO, según el tipo de uso por sector.



Por tamaño de empresa

Si se compara por tamaño de empresa, son las más grandes las que menos usan TE/IO de forma externa únicamente, con el 3%. Análogo comportamiento con el uso de CAE. Ver Figura 6-11. Se debe notar que estas diferencias no son estadísticamente significativas.

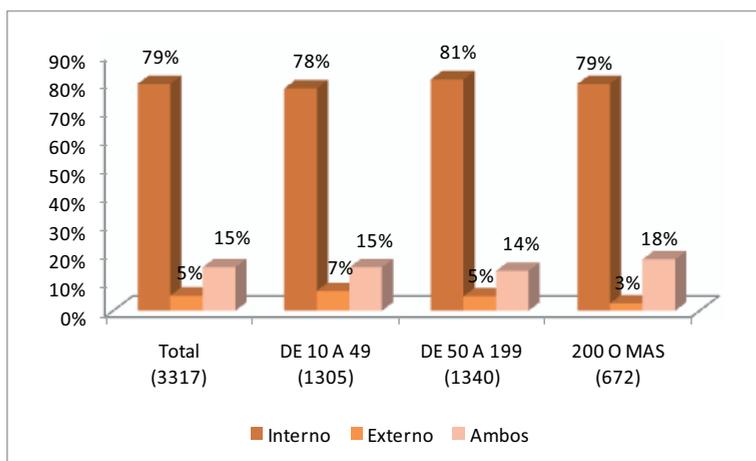


Figura 6-11: Empresas que emplean TE/IO, según el tipo de uso por tamaño de empresa.

6.3.1 Tipo de software empleado en la aplicación de TE/IO internamente.

En este apartado se toman aquellas empresas que realizan TE/IO internamente y se hace un estudio del tipo de software empleado, atendiendo a si es comercial, libre o de ambos tipos.

De las 3.143 empresas que utilizan TE/IO internamente, el 74% de ellas emplean software de tipo comercial, mientras que un 20% usan software libre, de forma exclusiva. Ver Figura 6-12.

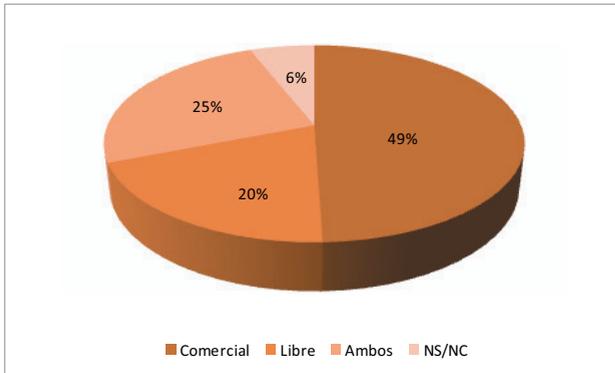


Figura 6-12: Empresas con uso interno de TE/IO, según tipo de software utilizado (n=3.143).

Por sectores

En la Tabla 6-2 vemos que el uso exclusivo de software libre disminuye en casi un 10% respecto al total de la muestra en el sector de *Metal y maquinaria* (11%), mientras que alcanza el valor más alto en *Salud* con un 25%. Si se tienen en cuenta las empresas que han contestado *ambos*, destacan los sectores de *Servicios técnicos* y *TIC* con un 52%, seguidos por *Construcción* con un 50% de empresas que emplean software libre en TE/IO. Ver Figura 6-13.

Sector	Comercial	Libre	Ambos	NS/NC
ALIM (237)	56%	19%	18%	7%
MAD (152)	53%	22%	24%	1%
ENE (308)	48%	23%	24%	5%
MET (288)	57%	11%	24%	8%
CON (201)	44%	19%	31%	5%
COM (396)	51%	19%	25%	5%
TRA (235)	48%	22%	23%	7%
TIC (168)	41%	23%	29%	7%
FIN (173)	40%	20%	27%	13%
SAL (169)	47%	25%	22%	5%
GES (260)	51%	20%	26%	3%
TEC (249)	42%	19%	33%	6%
VAR (307)	56%	18%	21%	6%
Total (3.143)	49%	20%	25%	6%

Tabla 6-2: Empresas con uso interno de TE/IO, según tipo de software utilizado por sector.



En la gráfica siguiente se recogen los porcentajes de empresas que han respondido que usan software libre o ambos

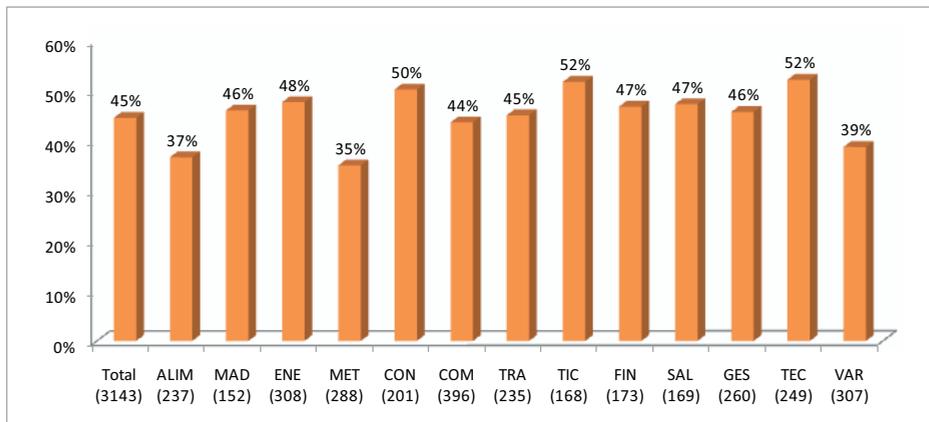


Figura 6-13: Empresas con uso interno de TE/IO que emplean software libre (n=3.143).

Por tamaño de empresa

En el análisis por tamaño de empresa, no existen diferencias significativas en cuanto al tipo de software empleado. Ver Figura 6-14.

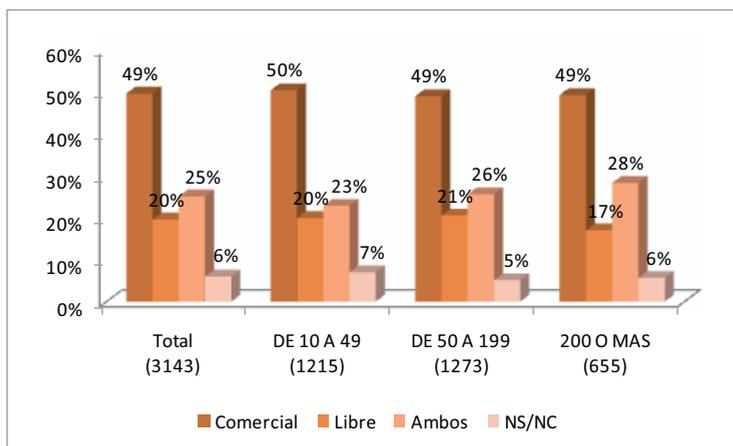


Figura 6-14: Empresas con uso interno de TE/IO, según tipo de software utilizado, por tamaño de empresa.

6.3.2 Uso interno de TE/IO y con programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida

En la Figura 6-15 se muestra que el 71% de las empresas que usan TE/IO de modo interno, tienen programas o módulos desarrollados a medida para su empresa.

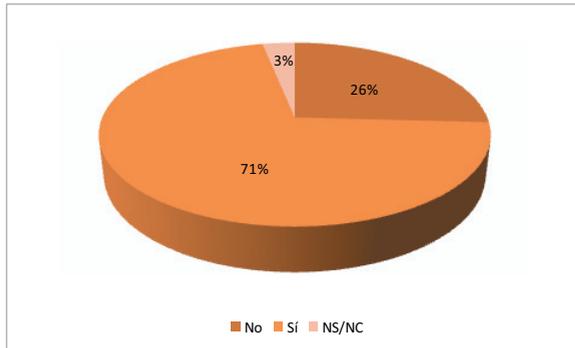


Figura 6-15: Empresas con uso interno de TE/IO, según tengan programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida (n=3.143).

Por sectores

En la comparación por sectores este valor del 71% del total de la muestra, disminuye en los relacionados con *Metal y maquinaria* (60%), *Construcción* (65%) y *Servicios técnicos* (65%), aumentando en *Comercio, Transporte y almacenamiento* y *Finanzas*, todos ellos con un 77%, seguidos de *Madera y papel* con un 76%. Ver Figura 6-16.

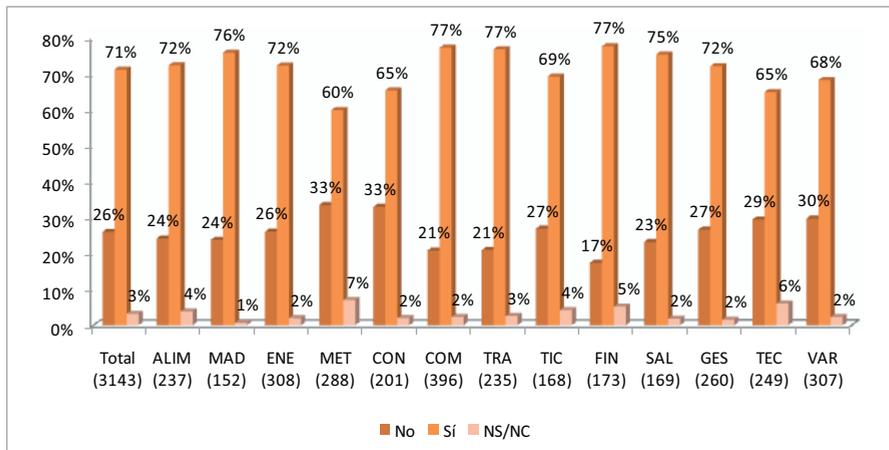


Figura 6-16: Empresas con uso interno de TE/IO, según tengan programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida, por sector.



Por tamaño de empresa

En el análisis por tamaño son las empresas con menor número de empleados, las que tienen menos programas o módulos desarrollados a medida. Ver Figura 6-17.

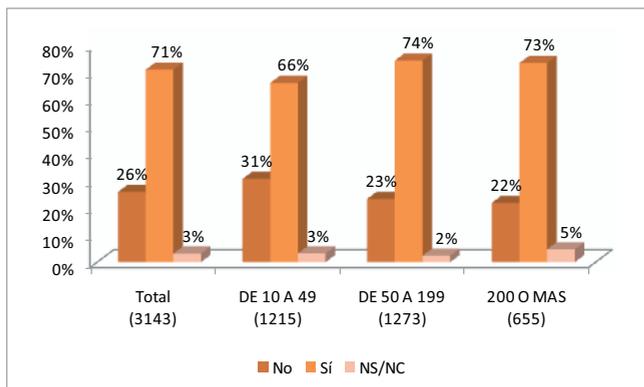


Figura 6-17: Empresas con uso interno de TE/IO, según tengan programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida, por tamaño de empresa.

6.4 Áreas de aplicación de TE/IO

En la pregunta C15 del cuestionario se les preguntaba en qué tipo de temas usan las técnicas estadísticas, de análisis de datos, o de apoyo para tomar decisiones. Las posibles respuestas presentadas en el cuestionario son las detalladas a continuación:

1. *Control de calidad.*
2. *Control y optimización de stocks.*
3. *Control y optimización de procesos de producción.*
4. *Análisis de riesgos o productos financieros.*
5. *Estrategia, decisión, logística y planificación.*
6. *Análisis de clientes y estudios de mercado o productos.*
7. *Explotación de la información interna (minería de datos, inteligencia de negocio).*
8. *Otros (por ejemplo: diseño de experimentos, análisis clínicos, etc.)*

De todas la empresas que contestaron que sí utilizaban TE/IO en sus tareas (3.317), destaca que el 66% de ellas utilizan estas herramientas aplicadas al *Análisis de clientes y estudios de mercado o productos*. Algo menor es el porcentaje en temas relacionados



con *Control de calidad*, un 48%, y en temas de *Estrategia, decisión, logística y planificación*, un 43%. Ver Figura 6-18. Nótese que puesto que la respuesta a la cuestión C15 es múltiple, una misma empresa puede indicar aplicaciones en distintos tipos de temas.

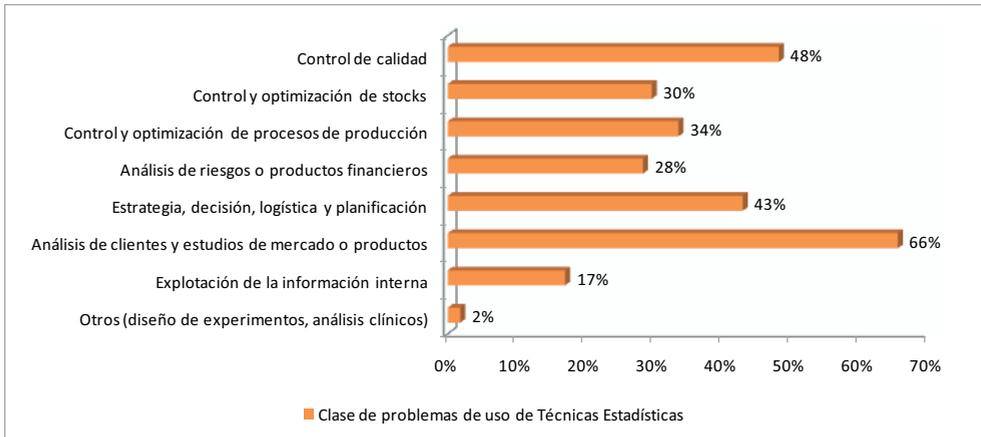


Figura 6-18: Temas en los que se usan TE/IO en las empresas de la muestra (n=3.317).

Por sectores

En la Tabla 6-3 se recogen los datos del tipo de uso de TE/IO según el sector de actividad. Destaca la aplicación en temas de *Análisis de clientes y estudios de mercado o productos* en los sectores de *Servicios varios* (78%), *Tecnologías de la información y la comunicación* (73%), *Finanzas* (71%), *Servicios de gestión* (71%) y *Alimentación y vestido* (69%); todos ellos con valores por encima de la media del total de la muestra que es de un 66%. En el resto de tipos de aplicación de estas herramientas, sólo se supera el 60% en temas relacionados con el *Control de calidad* en los sectores de *Metal y maquinaria* (65%) y *Energía, química y medio ambiente* (61%). Llama la atención el campo de la Salud, dónde sólo la mitad de las empresas dice utilizar alguna técnica de *Control de calidad*.

Sector	Control de calidad	Control y optimización de stocks	Control y optimización de procesos de producción	Análisis de riesgos o productos financieros	Estrategia, decisión, logística y planificación	Análisis de clientes y estudios de mercado	Explotación de la información interna	Otros (diseño experimentos, análisis clínicos)
ALIM (250)	59%	46%	50%	28%	37%	69%	15%	1%
MAD (154)	52%	33%	44%	27%	42%	66%	16%	1%
ENE (322)	61%	35%	41%	31%	39%	60%	17%	1%
MET (310)	65%	43%	55%	31%	41%	57%	17%	1%
CON (215)	58%	31%	39%	40%	47%	61%	19%	0%
COM (421)	47%	42%	28%	28%	46%	67%	18%	2%
TRA (245)	44%	24%	26%	28%	58%	61%	19%	0%
TIC (177)	37%	20%	33%	21%	40%	73%	18%	2%
FIN (181)	27%	8%	17%	49%	41%	71%	17%	1%
SAL (173)	50%	16%	12%	20%	31%	58%	21%	13%
GES (276)	38%	21%	29%	28%	38%	71%	17%	2%
TEC (263)	43%	16%	32%	26%	41%	60%	17%	3%
VAR (330)	39%	28%	25%	19%	50%	78%	13%	1%
Total (3.317)	48%	30%	34%	28%	43%	66%	17%	2%

Tabla 6-3: Temas en los que se aplican TE/IO del total de la muestra y por sector (n=3.317).

Por tamaño de empresa

Atendiendo al número de empleados de la empresa, en general, cuánto más grande es la empresa, más uso hacen de herramientas TE/IO. Existe una diferencia de aproximadamente diez puntos a favor de las grandes, en los temas de *Control de calidad*, *Control y optimización de procesos de producción* y *Estrategia, decisión, logística y planificación*. No se aprecia una diferencia significativa en *Análisis de clientes y estudios de mercado*, tema de aplicabilidad en más del 60% de las empresas pequeñas. Ver Figura 6-19 y Tabla 6-4.

Tamaño	Control de calidad	Control y optimización de stocks	Control y optimización de procesos de producción	Análisis de riesgos o productos financieros	Estrategia, decisión, logística y planificación	Análisis clientes estudios mercado	Explotación de la formación interna	Otros (diseño experimentos, análisis clínicos)
DE 10 A 49 (1.305)	43%	24%	30%	26%	39%	63%	16%	2%
DE 50 A 199 (1.340)	50%	32%	34%	27%	44%	67%	16%	2%
200 O MAS (672)	56%	35%	40%	35%	49%	67%	22%	2%
Total (3.317)	48%	30%	34%	28%	43%	66%	17%	2%

Tabla 6-4: Tipos de aplicación de las herramientas de TE/IO del total de la muestra y por tamaño de empresa (n=3.317).

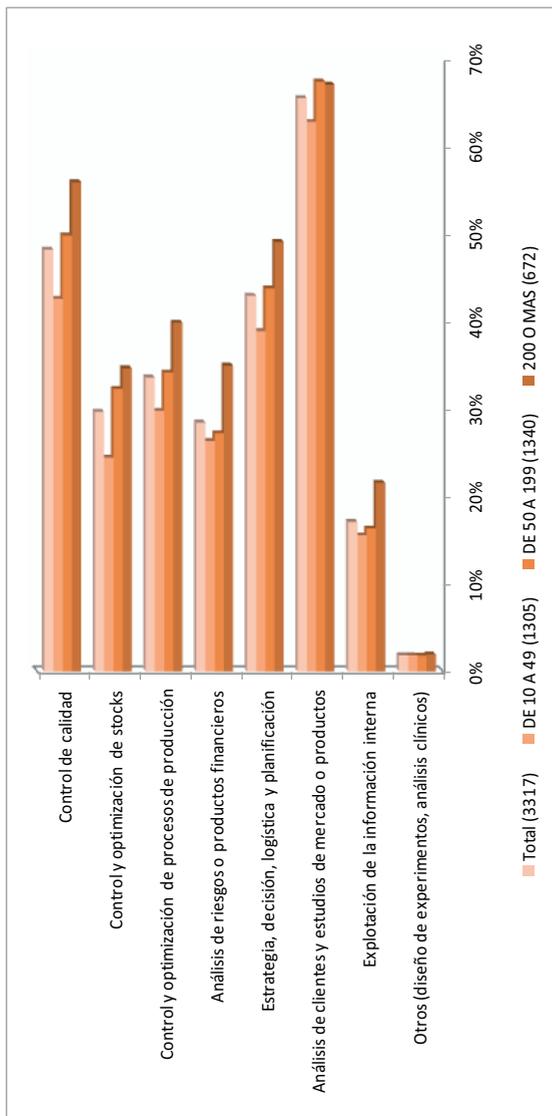


Figura 6-19: Empresas con necesidades en TE/IO (n=6.716).

6.5 Necesidades en TE/IO

Del total de los encuestados un 7% admitió tener alguna necesidad en estadística, en análisis de datos, o en el apoyo para tomar decisiones. Esto representa a 461 empresas de las muestreadas. Ver Figura 6-19.

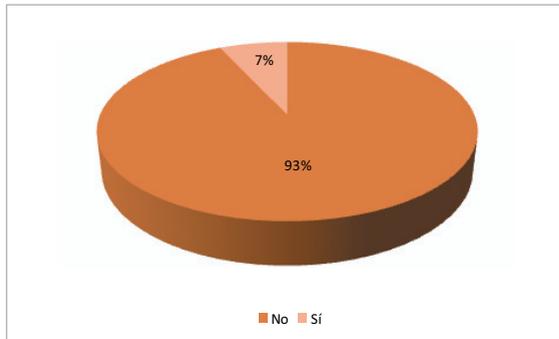


Figura 6-19: Empresas con necesidades en TE/IO (n=6.716).

Por sectores

Si se calculan estos porcentajes sobre el total de empresas de cada sector, es el de *Servicios varios*, el que más necesidades tiene en este tipo de herramientas, con un 11%. Ver Figura 6-20.

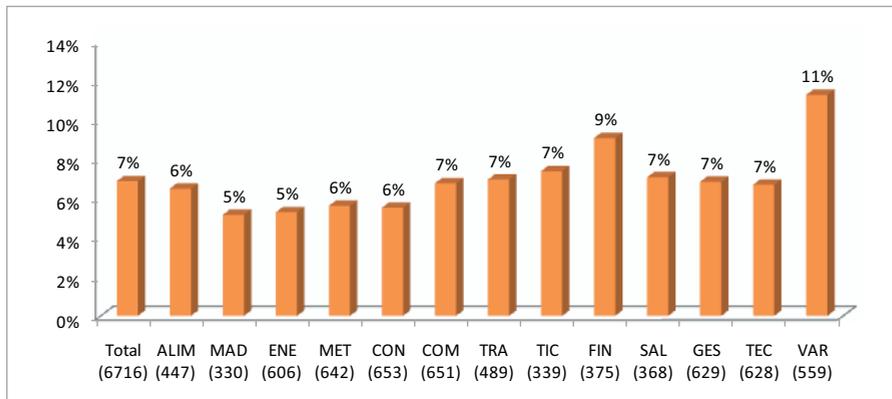


Figura 6-20: Empresas con necesidades en TE/IO del total de la muestra y por sector.



De las 461 empresas con algún tipo de necesidad, el 14% pertenecen a *Servicios varios* y el 10% a *Comercio*. La distribución por sectores se recoge en la Figura 6-21.

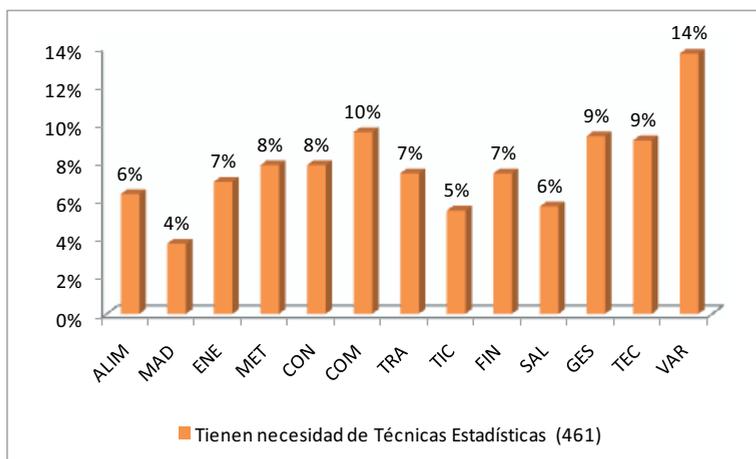


Figura 6-21: Distribución de las empresas con necesidades en TE/IO por sector.

Por tamaño de empresa

Si comparamos ahora atendiendo al tamaño de empresa, este valor aumenta ligeramente en las compañías cuyo número de empleados es mayor de 199, llegando al 9%, que sería el equivalente a 97 empresas del total de la muestra. Ver Figura 6-22.

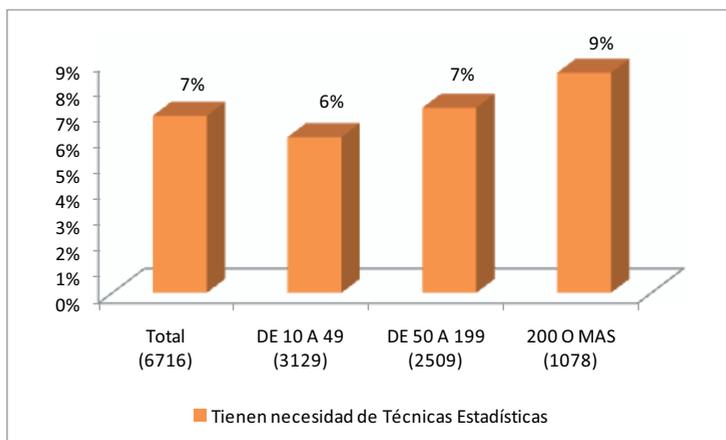


Figura 6-22: Empresas con necesidades en TE/IO del total de la muestra y por tamaño de empresa.

Siguiendo el mismo procedimiento que en apartados anteriores, en la Figura 6-23 se representa la distribución, según sea su tamaño, de las empresas que han manifestado

tener alguna necesidad en estadística, en análisis de datos, o en el apoyo para tomar decisiones.

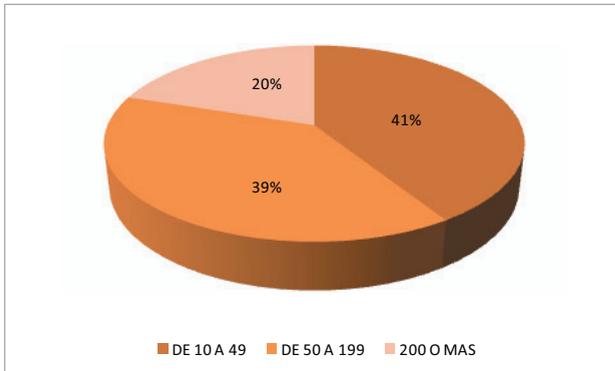


Figura 6-23: Distribución de las empresas con necesidades en TE/IO, por tamaño de empresa (n= 461).

6.5.1 Tipo de necesidades en TE/IO

En la pregunta C19 del cuestionario se pedía la clasificación de sus necesidades en este ámbito de acuerdo con la siguiente lista:

1. *Formación.*
2. *Control de calidad.*
3. *Control y optimización de stocks.*
4. *Control y optimización de procesos de producción.*
5. *Análisis de riesgos o productos financieros.*
6. *Estrategia, decisión, logística y planificación.*
7. *Análisis de clientes y estudios de mercado o productos.*
8. *Explotación de la información interna (minería de datos, inteligencia de negocio).*
9. *Otras, por ejemplo: diseño de experimentos, análisis clínicos, etc.*

Las necesidades más demandadas por las empresas, se engloban en las ramas de *Análisis de clientes y estudios de mercado o productos (40%)*, *Formación (39%)*, *Estrategia, decisión, logística y planificación (36%)* y *Control de calidad (30%)*, coincidiendo en general con las más utilizadas, como se ha visto en la sección anterior. Ver Figura 6-24.

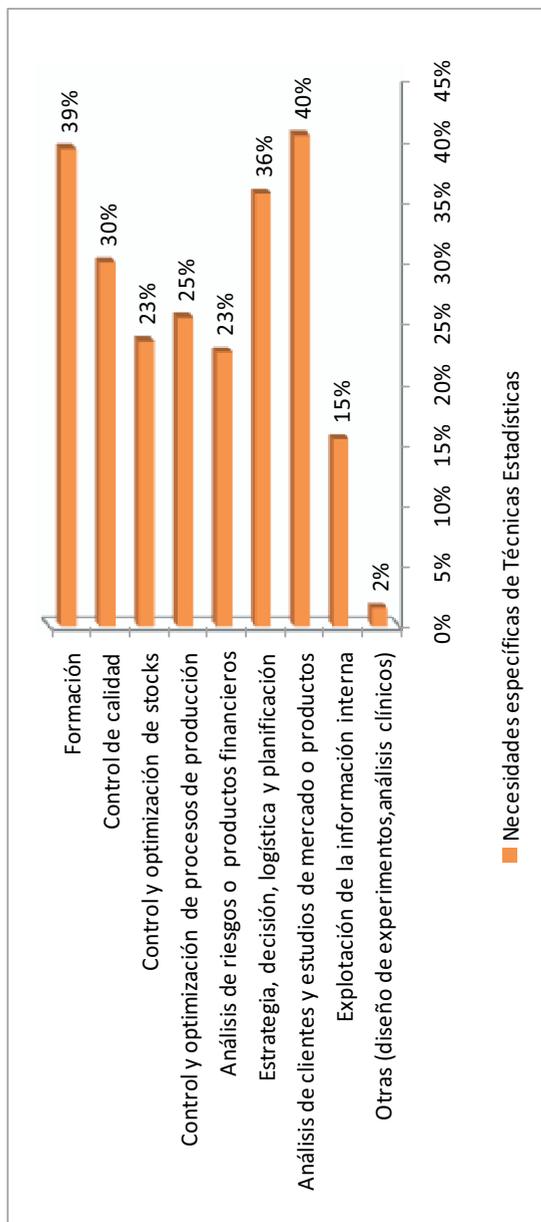


Figura 6-24: Tipos de necesidades en TE/IO (n=461)

Por sectores

En el análisis del tipo de necesidad se encuentran diferencias según la empresa pertenezca a uno u otro sector. Así los sectores de *Alimentación y vestido*, *Energía, química y medio ambiente* demandan información sobre procesos de *Control de calidad* en más del 50% de los casos, valor muy superior a la media de la muestra que es de un 30%. En particular, los sectores de *Alimentación y vestido* y *Madera y papel* manifiestan tener necesidades en herramientas TE/IO por encima de la media en prácticamente todos los temas de aplicación. Ver Tabla 6-5.

	Formación	Control de calidad	Control y optimización de stocks	Control y optimización de procesos de producción	Análisis de riesgos o productos financieros	Estrategia, decisión, logística y planificación	Análisis de clientes y estudios de mercado	Explotación de la formación interna	Otras (diseño experimentos, análisis clínicos)
ALIM (29)	41%	52%	48%	41%	21%	38%	45%	17%	3%
MAD (17)	41%	47%	35%	41%	47%	53%	41%	35%	0%
ENE (32)	50%	53%	38%	28%	22%	25%	47%	28%	6%
MET (36)	44%	28%	19%	36%	19%	25%	31%	11%	0%
CON (36)	33%	28%	36%	33%	22%	25%	44%	17%	0%
COM (44)	45%	30%	36%	27%	25%	39%	55%	14%	0%
TRA (34)	35%	35%	12%	26%	24%	44%	26%	18%	3%
TIC (25)	44%	16%	16%	28%	20%	32%	36%	8%	0%
FIN (34)	21%	18%	6%	15%	53%	15%	38%	9%	0%
SAL (26)	46%	46%	19%	19%	8%	19%	31%	23%	8%
GES (43)	40%	26%	23%	14%	26%	40%	51%	16%	0%
TEC (42)	57%	24%	21%	29%	17%	29%	50%	14%	2%
VAR (63)	24%	16%	10%	13%	10%	62%	29%	8%	0%
Total (461)	39%	30%	23%	25%	23%	36%	40%	15%	2%

Tabla 6-5: Tipo de necesidades en TE/IO por sectores (n=461).



Por tamaño de empresa

Atendiendo a la división por tamaño, sí se han encontrado diferencias en las distintas necesidades de herramientas estadísticas o de la investigación operativa. Si comparamos las de mayor tamaño, con las de menor, esta diferencia se hace máxima en *Control y optimización de procesos de producción* pasando de un 19% al 36% de compañías que alegan necesitar ayuda en esa área. Ver Figura 6.25 y Tabla 6.6.



Tamaño	Formación	Control de calidad	Control y optimización de stocks	Control y optimización de procesos de producción	Análisis de riesgos o productos financieros	Estrategia, decisión, logística y planificación	Análisis clientes, estudios de mercado	Explotación de la formación interna	Otros (diseño experim, a. clínicos)
DE 10 A 49 (189)	35%	24%	16%	19%	19%	35%	37%	14%	1%
DE 50 A 199 (180)	42%	35%	30%	27%	25%	37%	43%	18%	2%
200 O MAS (92)	43%	33%	25%	36%	25%	34%	43%	13%	2%
Total (461)	39%	30%	23%	25%	23%	36%	40%	15%	2%

Tabla 6.6: Tipo de necesidades en TE/IO por tamaño de empresa (n=461).

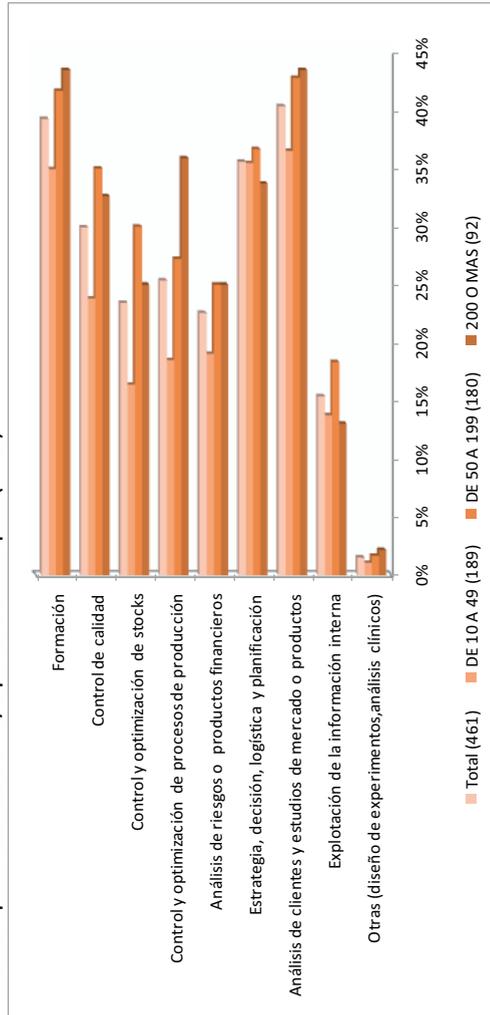


Figura 6.25: Tipo de necesidades en TE/IO por tamaño de empresa (n=461).



7 OTRAS TÉCNICAS MATEMÁTICAS (OTM)

7.1 Uso de OTM

En este apartado analizaremos las empresas, que ya sea de forma interna o externa, manifestaron en la encuesta que aplicaban OTM distintas de las consideradas hasta el momento en el cuestionario. Estas técnicas engloban temas como localización geográfica, tratamiento de imágenes o señales; geometría, diseño o visualización; bio-informática o bio-matemática; búsqueda y codificación de la información, o computación.

En el gráfico sectorial de la Figura 7-1, se observa que el 8% de las 6.716 empresas que componen la muestra, aplica OTM en alguno de los temas antes mencionadas. Esto supone un total de 542 empresas usuarias de OTM.

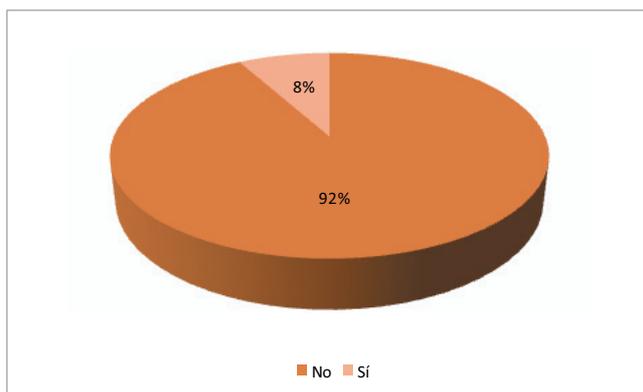
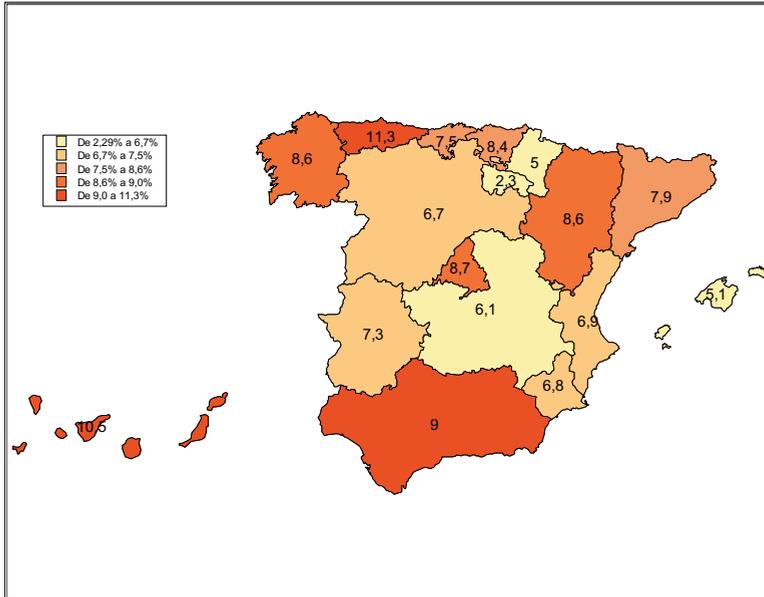


Figura 7-1: Empresas usuarias de OTM (n=6.716).

Por Comunidades Autónomas

En el análisis de porcentajes por comunidades autónomas, destacan Asturias (11,3%) y Canarias (10,5%), con los porcentajes más elevados. Ver Mapa 7-1.





Mapa 7-1: Empresas usuarias de OTM (n=6.716).

La Tabla 7-1 indica los tamaños de muestra de cada comunidad y el número de empresas de entre las entrevistadas en cada una de ellas, que aplican OTM. En cuanto a números absolutos destacan Madrid con 124 y Cataluña con 104 empresas usuarias de OTM.

CCAA	OTM Sí	Total empresas
ANDALUCIA	74	820
ARAGON	18	210
ASTURIAS	14	124
BALEARES	7	137
CANARIAS	24	228
CANTABRIA	5	67
CASTILLA LA MANCHA	13	212
CASTILLA Y LEON	18	270
CATALUÑA	104	1.310
C. VALENCIANA	49	708
EXTREMADURA	6	82
GALICIA	31	359
MADRID	124	1.418
MURCIA	13	191
NAVARRA	6	119
PAIS VASCO	35	418
LA RIOJA	1	43
Total	542	6.716

Tabla 7-1: Empresas usuarias de OTM por comunidades autónomas.



Por sectores

La Figura 7-2 muestra que existen diferencias según la empresa pertenezca a uno u otro sector. Así los sectores de *Alimentación y vestido* y *Comercio* se corresponden con los porcentajes más bajos en el uso de OTM (4%). Por el contrario, dentro de la muestra los que más emplean estas técnicas son los relacionados con *TIC* y *Servicios técnicos* con el 16% y *Transporte y almacenamiento* con el 13%.

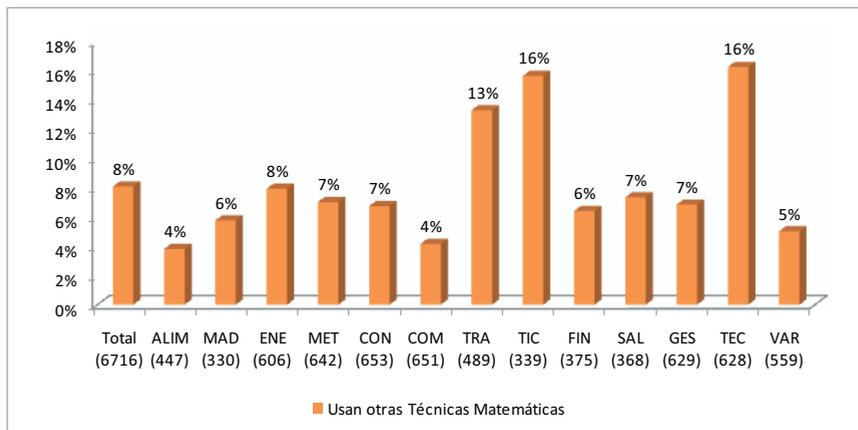


Figura 7-2: Empresas usuarias de OTM del total de la muestra y por sector.

La distribución por sectores de las 542 empresas que emplean OTM, se ilustra en la Figura 7-3. Siguen destacando los sectores de *Servicios técnicos* (19%), *Transporte y almacenamiento* (12%) y *TIC* (10%).

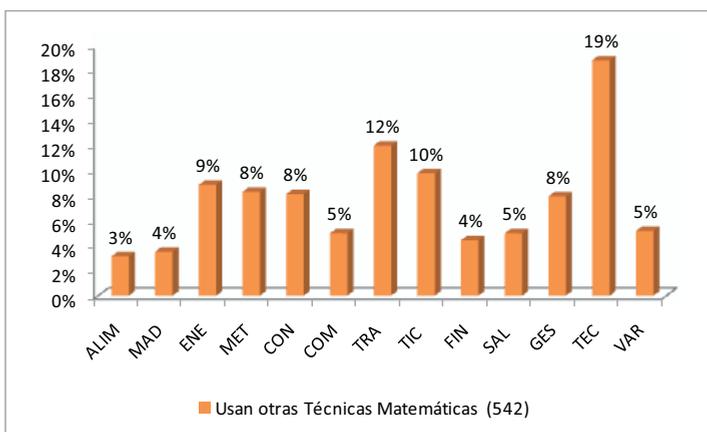


Figura 7-3: Distribución de las empresas usuarias de OTM por sector.

Por tamaño de empresa

Como era de esperar cuánto más grande es la compañía, aumenta el número de empresas que en sus desarrollos emplean OTM, pasando del 6% de las empresas pequeñas al 13% de las más grandes. Ver Figura 7-4.

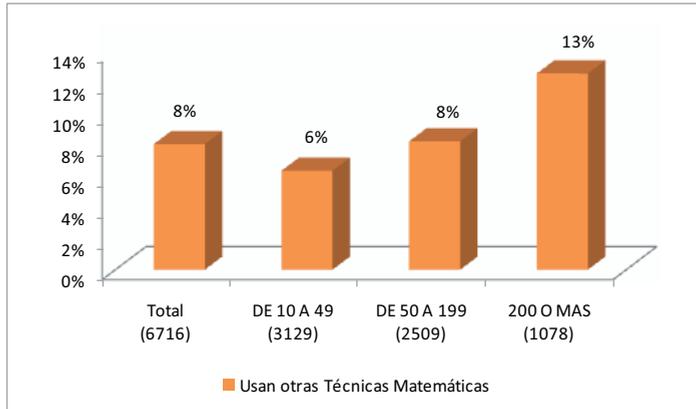


Figura 7-4: Empresas usuarias de OTM del total de la muestra y por tamaño.

En la distribución por tamaño de las empresas usuarias de estas OTM, nos encontramos de nuevo, debido a la naturaleza de la propia muestra, que el 75% de esas 542 empresas seleccionadas son pequeñas y medianas como muestra la Figura 7-5.

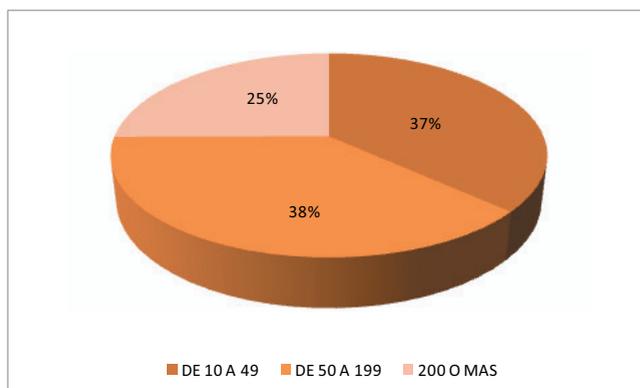


Figura 7-5: Distribución de las empresas usuarias de OTM por tamaño (n=542).



7.2 Interlocutores en OTM

Analicemos a continuación, el puesto de los interlocutores que respondieron la encuesta e indicaron utilizar OTM. La distribución se muestra en la Figura 7-6. Nótese que en *Resto interlocutores* se incluye el *Responsable de informática, Director/gerente y Otro (responsable de administración, administrativo, etc.)*.

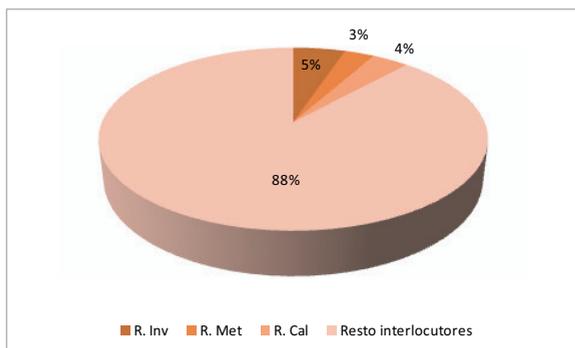


Figura 7-6: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de OTM (n=542).

El 88% de los encuestados en estas empresas se englobarían en *Resto interlocutores*. Con sólo un 5% están los *Responsables de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, con un 3% *Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica*, y con un punto superior (4%) *Responsables de Calidad*. Ver Figura 7-6.

Si se divide la muestra total en cuatro grupos atendiendo al tipo de interlocutor que contestó la encuesta, en la Figura 7-7 se muestran los porcentajes de empresas que dicen utilizar OTM, según sea la persona entrevistada. Así el 23% de las empresas en las que respondió la encuesta el *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, dice utilizar OTM; el 15% si el que responde es el *Responsables de métodos, tiempos, organización u oficina técnica* y el 9% si es *Responsable de Calidad*. El valor más bajo es para *Resto interlocutores* con un 8%.

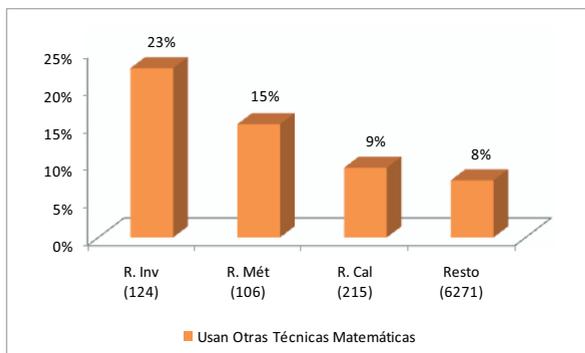


Figura 7-7: Empresas usuarias de OTM, según el tipo de interlocutor.

En la Tabla 7-2 se recogen los porcentajes del gráfico anterior con números absolutos del total y por sectores.

Sector	R. Inv	R. Mét	R. Cal	Resto	Usan OTM
01.-ALIM	1		2	14	17
02.-MAD	1			18	19
03.-ENE	4	2	2	40	48
04.-MET	8	3	1	33	45
05.-CON		2	2	40	44
06.-COM	1		1	25	27
07.-TRA	4		4	57	65
08.-TIC	2	4	2	45	53
09.-FIN		2		22	24
10.-SAL	3		1	23	27
11.-GES		1		42	43
12.-TEC	4	2	5	91	102
13.-VAR				28	28
Total	28	16	20	478	542

Tabla 7-2: Número de interlocutores de las empresas usuarias de OTM por sector.

Por sectores

Si se continúa con el análisis de los interlocutores y se compara el resultado global (Figura 7-6) con el de cada uno de los sectores, no se encuentran grandes diferencias respecto de quién respondió la encuesta. En cada uno de los sectores, prácticamente entre el 80% y el 90% de encuestados pertenecían al perfil de *Resto interlocutores*. Destaca el 18% y 11% de interlocutores con el perfil de *Responsable de investigación, desarrollo, innovación o ingeniería*, en los sectores de *Metal y maquinaria* y *Salud*, respectivamente, y el 12% de *Responsables de calidad* en el sector *Alimentación y vestido*. Ver Figura 7-8.

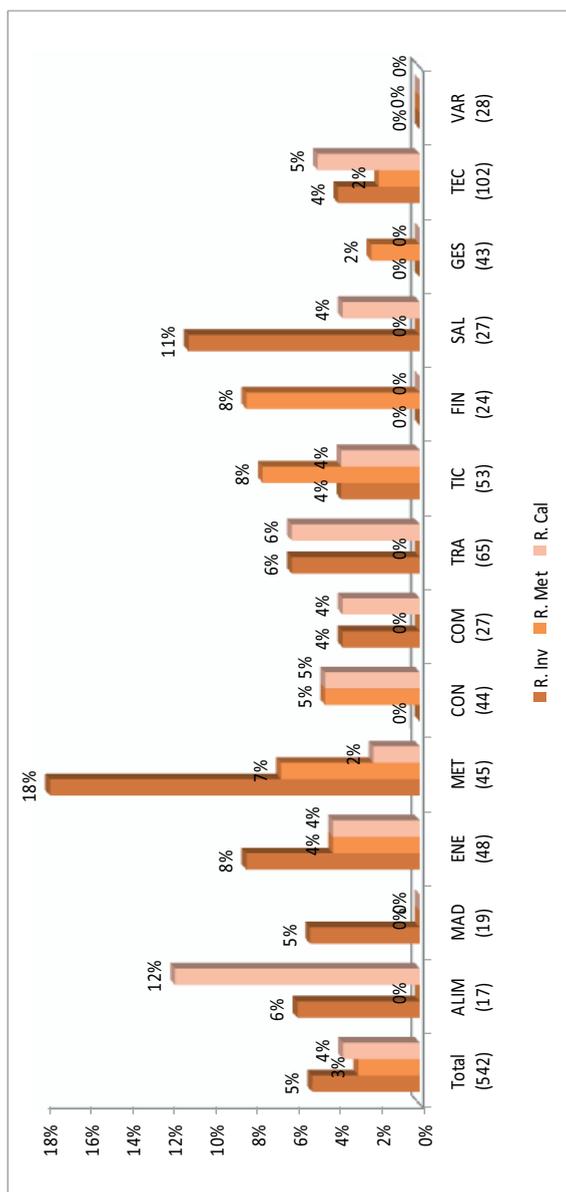


Figura 7-8: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de OTM por sector.

7.3 Tipo de aplicaciones utilizadas en OTM

La pregunta C22 del cuestionario planteaba en qué tipo de temas se usan en las empresas OTM. Las posibles respuestas a esta pregunta eran las detalladas a continuación:

1. *Imágenes digitales: gráficos, video, animación, reconocimiento de imágenes.*
2. *Análisis geométrico: geometría computacional, visualización, desarrollo CAD, métodos simbólicos.*
3. *Tratamiento digital de señales.*
4. *Diseño de sistemas de localización geográfica como GIS o GPS.*
5. *Redes de comunicaciones.*
6. *Codificación de la información, criptografía, seguridad informática.*
7. *Computación, álgebra computacional, procesadores de lenguaje, algoritmos simbólico numéricos.*
8. *Tratamiento y búsqueda de información y conocimiento: web semántica, algoritmos para internet.*
9. *Bioinformática, genómica y proteómica.*
10. *Biomatemática: aplicaciones a ciencias de la vida y de la salud (como, por ejemplo, técnicas de diagnóstico, prescripción médica, administración de fármacos, crecimiento y propagación de tumores, control de plagas, biología de sistemas).*
11. *Otras.*

De todas las empresas que contestaron que sí utilizan OTM en sus tareas (542), el 48% de ellas utilizan estas herramientas aplicadas al tratamiento de *Imágenes digitales*. Algo menor es el porcentaje en temas relacionados con *Diseño de sistemas de localización geográfica como GIS o GPS* con el 39%. Algo más distanciados y con prácticamente el mismo porcentaje, están *Análisis geométrico* (24%) y *Redes de comunicaciones* (25%). Nótese que puesto que la respuesta a la cuestión C22 es múltiple, una misma empresa puede abarcar distintas áreas de aplicación. Ver Figura 7-9.

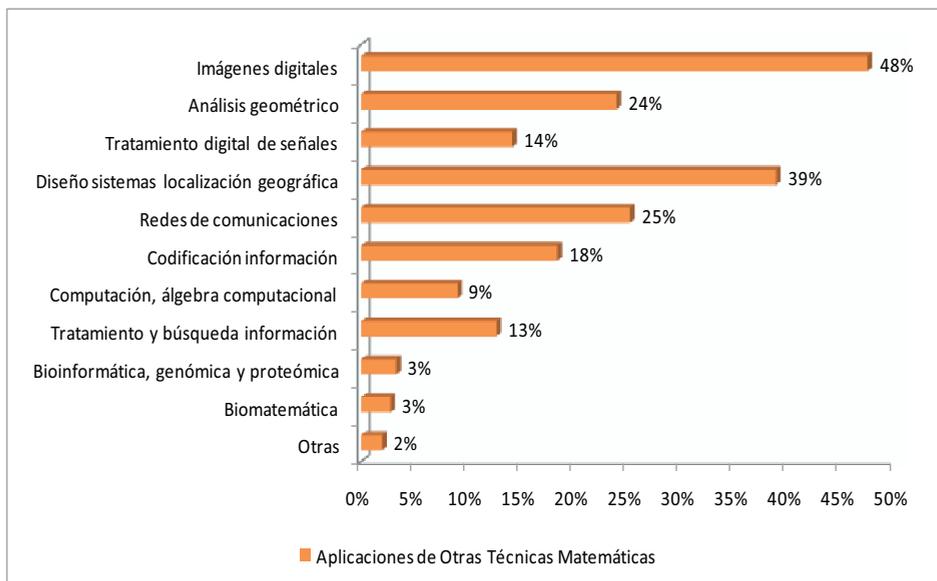


Figura 7-9: Temas de aplicación de OTM en las empresas usuarias (n=542).

Por sectores

El análisis por sectores de las aplicaciones relativas al uso de OTM se refleja en la Tabla 7-3. La aplicación de tratamiento de *Imágenes digitales* es la que tiene índices más elevados en todos los sectores; destacan *Madera y papel* y *TIC* por encima del 60% y solamente por debajo del 39% están *Alimentación y vestido*, *Transporte y almacenamiento*, *Finanzas* y *Servicios de gestión*. En el empleo de *Análisis geométrico* destacan *Construcción y Metal y maquinaria* con un 52% y 47%, respectivamente. Como era de esperar en *Diseño de sistemas de localización geográfica como GIS o GPS*, destaca el sector de *Transporte y almacenamiento* con el 75% de uso entre sus empresas usuarias de OTM. Las técnicas relacionadas con *Codificación de la información*, *criptografía*, *seguridad informática* y *Redes de comunicaciones*, las emplean prácticamente la mitad de las empresas financieras muestreadas que sí usan OTM. El resto de técnicas matemáticas descritas en el apartado anterior presentan un uso más minoritario.

Sector	Imágenes digitales	Análisis geométrico	Tratamiento digital de señales	GIS o GPS	Redes de comunicaciones	Codificación, criptografía	Computación, álgebra computacional	Tratamiento, búsqueda información	Bioinformática, genómica y proteómica	Biomatemática	Otros
ALIM (17)	35%	18%	18%	35%	35%	18%	18%	12%	6%	12%	0%
MAD (19)	63%	16%	11%	32%	11%	21%	11%	11%	0%	0%	0%
ENE (48)	50%	29%	23%	50%	23%	19%	8%	19%	2%	4%	4%
MET (45)	49%	47%	18%	18%	20%	16%	20%	11%	4%	2%	4%
CON (44)	59%	52%	18%	32%	27%	16%	7%	9%	5%	2%	2%
COM (27)	48%	19%	4%	48%	15%	11%	7%	11%	0%	4%	4%
TRA (65)	22%	6%	5%	75%	25%	6%	0%	6%	0%	0%	3%
TIC (53)	62%	15%	17%	26%	32%	23%	13%	15%	6%	0%	4%
FIN (24)	38%	21%	13%	21%	50%	54%	29%	8%	8%	0%	4%
SAL (27)	44%	11%	7%	30%	19%	26%	4%	11%	7%	22%	0%
GES (43)	33%	9%	21%	44%	35%	21%	9%	21%	0%	0%	5%
TEC (102)	58%	29%	16%	37%	19%	17%	4%	14%	5%	0%	6%
VAR (28)	50%	14%	7%	11%	32%	18%	11%	14%	0%	7%	0%
Total (542)	48%	24%	14%	39%	25%	18%	9%	13%	3%	3%	2%

Tabla 7-3: Temas en los que se aplican OTM del total de la muestra y por sector (n=542).

Por tamaño de empresa

Atendiendo a la división por tamaño no se aprecian diferencias muy grandes, según una empresa tenga más o menos empleados. La mayor diferencia está en la utilización de *Redes de comunicaciones*, con un 10% más en los grupos de empresas medianas y grandes, con relación a las más pequeñas. Ver Figura 7-10 y Tabla 7-4.

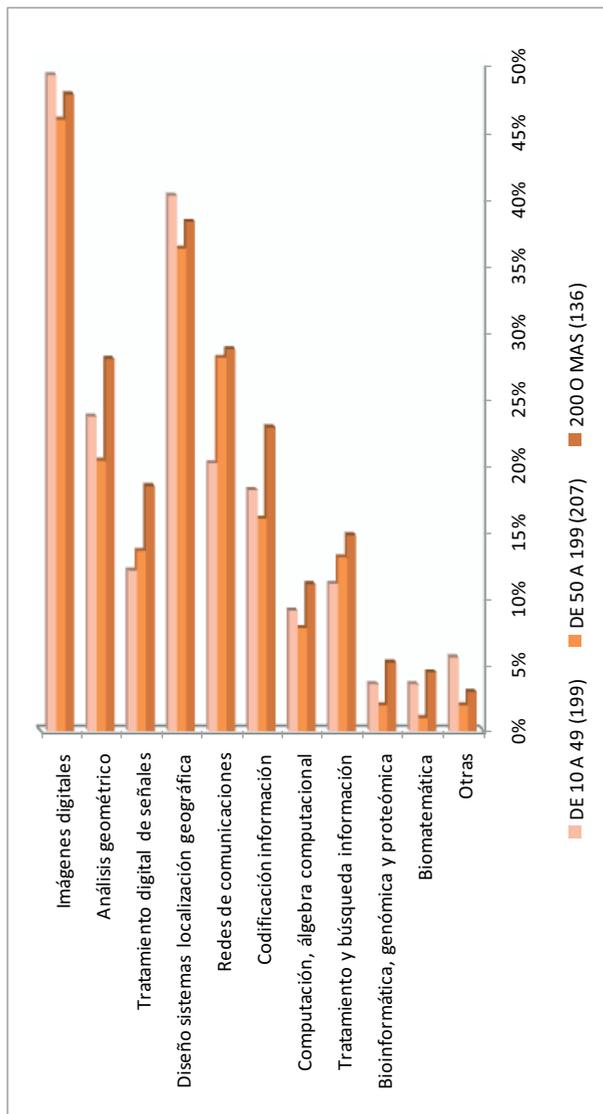


Figura 7-10: Temas en los que se aplican OTM del total de la muestra y por tamaño de empresa (n=542).

sector	Imágenes digitales	Análisis geométrico	Tratamiento digital de señales	GIS o GPS	Redes de comunicaciones	Codificación, criptografía	Computación, Álgebra computacional	Tratamiento, búsqueda información	Bioinformática, genómica y proteómica	Biomatemática	Otras
DE 10 A 49	49%	24%	12%	40%	20%	18%	9%	11%	4%	4%	6%
DE 50 A 199	46%	20%	14%	36%	28%	16%	8%	13%	2%	1%	2%
200 O MAS	48%	28%	18%	38%	29%	23%	11%	15%	5%	4%	3%
Total	48%	24%	14%	39%	25%	18%	9%	13%	3%	3%	2%

Tabla 7-4: Temas en los que se aplican OTM del total de la muestra y por tamaño de empresa (n=542).



8 CAD/CAE, TE/IO Y OTM

8.1 Uso de alguna de estas técnicas

En este apartado se analizan aquellas empresas que emplean alguna o varias de las técnicas mencionadas en los capítulos anteriores: CAD/CAE, TE/IO y OTM. De todas las empresas encuestadas sólo un 34% declara no usar ninguna de estas técnicas. En la Figura 8-1 se observa que el 66% de la muestra es usuaria de alguna o algunas de las técnicas matemáticas presentadas en el cuestionario; esto supone un total de 4.432 empresas.

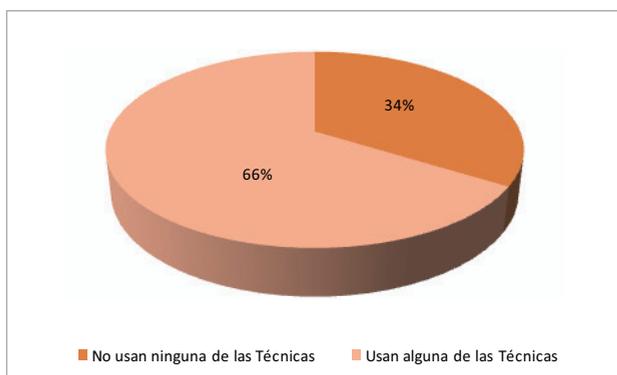


Figura 8-1: Empresas usuarias de alguna o algunas de las técnicas matemáticas (n=6.716).

Por sectores

Los sectores de mayor aplicación de cualquiera de las técnicas analizadas en este documento son *Metal y maquinaria* y *Servicios técnicos* con aproximadamente el 79% de sus empresas. Esto supone una diferencia respecto al total de la muestra de más del 10%. Por encima de este total también estarían *Energía, química y medio ambiente, Comercio, Madera y papel, TIC* y *Servicios varios* que varían desde el 72% al 67% de sus empresas. Ver Figura 8-2.



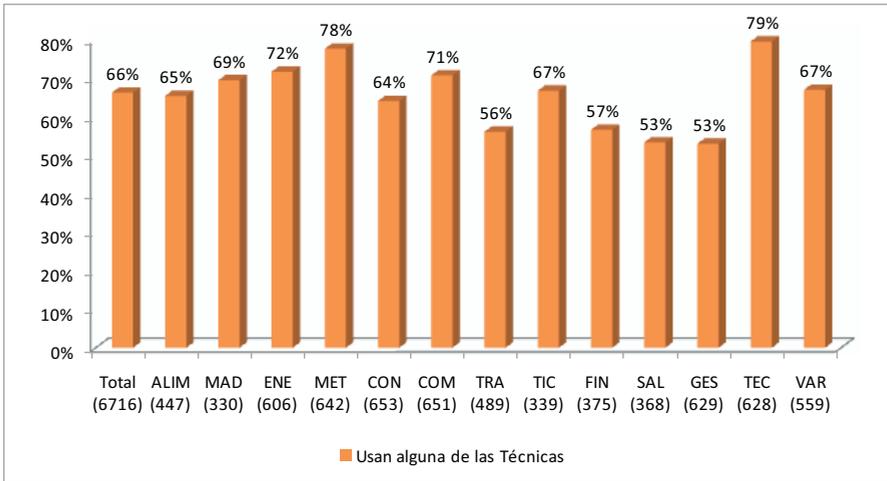


Figura 8-2: Empresas usuarias de alguna o algunas de las técnicas matemáticas del total de la muestra y por sector.

Si ahora se analizan las empresas que no usan ninguna de las técnicas en estudio, con casi la mitad de sus empresas, están las pertenecientes a los sectores de *Finanzas* y *Salud*. Ver Figura 8-3.

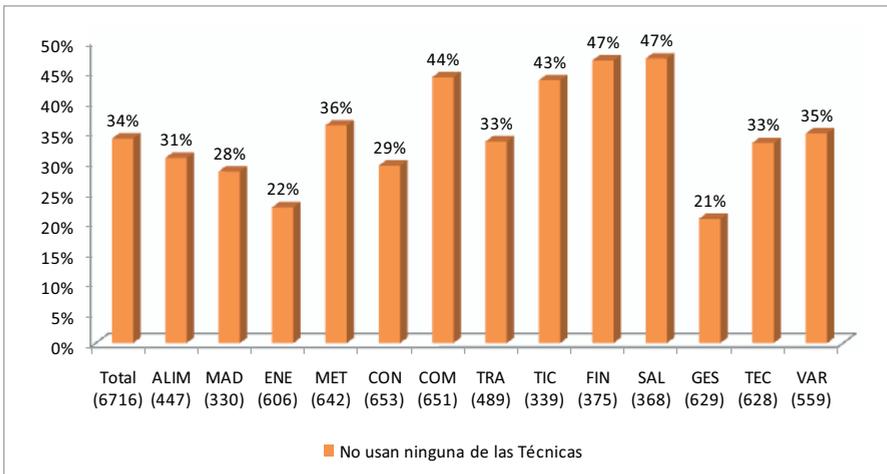


Figura 8-3: Empresas que no usan ninguna técnica del total de la muestra y por sector.



Por tamaño de empresa

En la segmentación por tamaño se aprecia un aumento significativo en el uso de alguna técnica matemática, a medida que el tamaño de la empresa es mayor, pasando de un 59% en las compañías pequeñas al 80% de las compañías grandes (ver Figura 8-4).

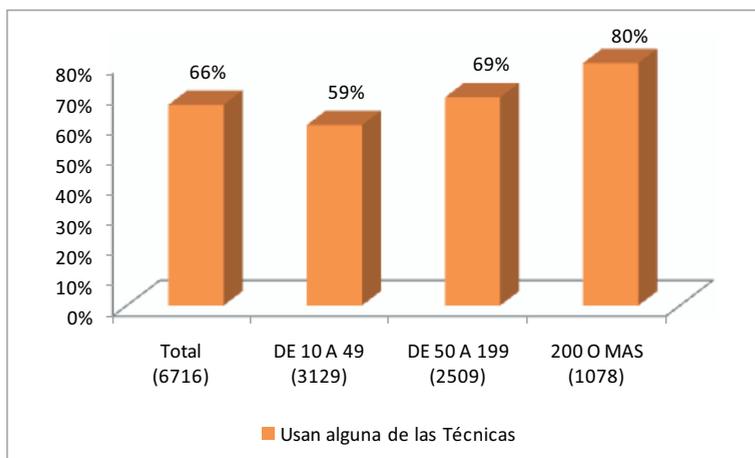


Figura 8-4: Empresas usuarias de alguna o algunas de las técnicas del total de la muestra y por tamaño de empresa.

En el análisis de no uso de ninguna de las técnicas analizadas en este estudio, el comportamiento es el inverso al descrito antes, pasando del 41% de empresas pequeñas que dicen no usar ninguna técnica, al 20% de las grandes. Ver Figura 8-5.

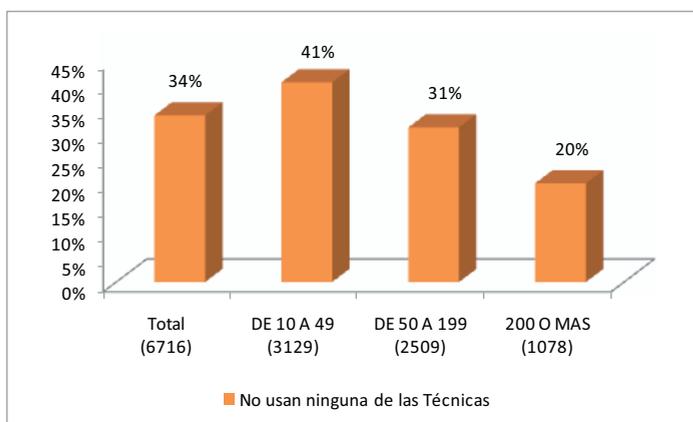


Figura 8-5: Empresas que no usan ninguna técnica matemática del total de la muestra y por tamaño.

8.2 Uso de todas las técnicas

En esta sección se analizan las empresas de la muestra que emplean todas las técnicas matemáticas descritas en el cuestionario, CAD/CAE, Estadística e Investigación operativa y OTM. De todas las empresas encuestadas sólo un 1,41% desarrolla aplicaciones matemáticas en todas las áreas mencionadas, dando un total de 95 empresas. Ver Figura 8-6.

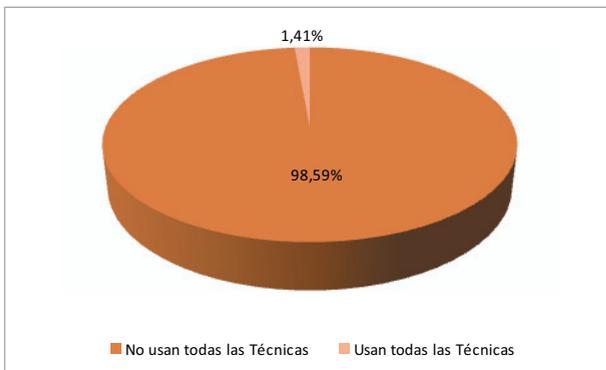


Figura 8-6: Empresas usuarias de todas las técnicas analizadas en el cuestionario (n=6.716).

Por sectores

A la vista de la Figura 8-7, de entre las empresas que usan todas las técnicas analizadas en este estudio, destacan las que corresponden a los sectores de *Servicios técnicos* (3,34%), *Energía, química y medio ambiente* (2,81%) y *Metal y maquinaria* (2,80%). Esto representa un total de 21, 17 y 18 empresas, respectivamente.

Nótese que en este apartado se ha decidido incluir dos decimales, debido a los porcentajes tan pequeños en que nos manejamos.

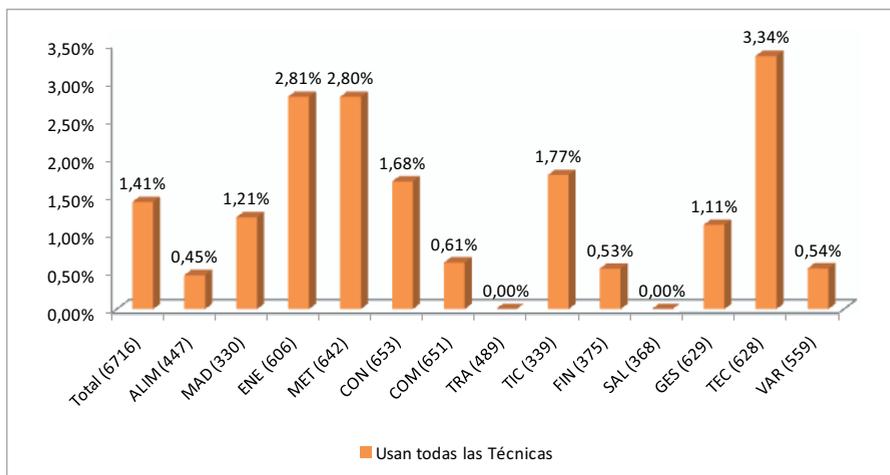


Figura 8-7: Empresas usuarias de todas las técnicas del total de la muestra y por sector.

Por tamaño de empresa

En la división por tamaño se tiene que son las más grandes con el 3,53% (38 empresas), las que más usan todas las técnicas. Ver Figura 8-8.

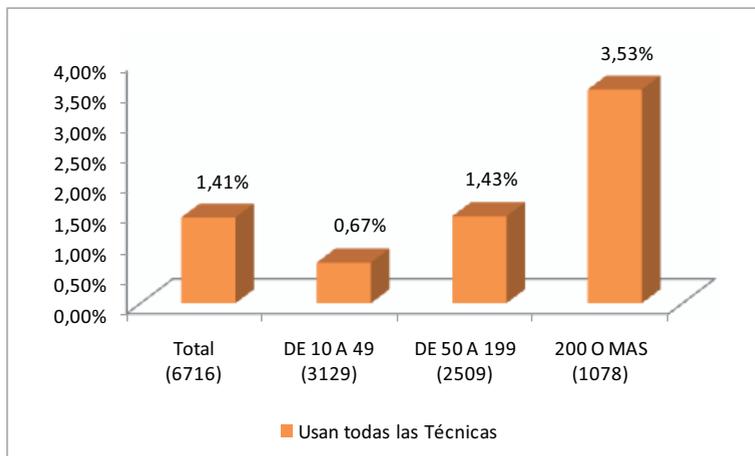


Figura 8-8: Empresas usuarias de todas las técnicas del total de la muestra y por tamaño de empresa.

9 GRADO DE CONOCIMIENTO, RECURSOS HUMANOS Y NECESIDADES

9.1 Grado de conocimiento de las técnicas matemáticas

La pregunta C23 del cuestionario tenía como objetivo que el interlocutor valorase entre 0 y 10 puntos el grado de conocimiento en su empresa sobre las posibles aplicaciones de las técnicas matemáticas mencionadas en el cuestionario: CAD, CAE, TE/IO, etc. En la Figura 9-1 se muestran los porcentajes correspondientes a las valoraciones. El 58% de los encuestados dieron una puntuación entre 5 y 10 y el 29% declaró un notable conocimiento de estas técnicas, con puntuaciones superiores o iguales a 7. También hay que remarcar que el 19% corresponde a la valoración 0. Para el cálculo de estos porcentajes se han eliminado aquellas empresas que respondieron *No sabe/no contesta*, por lo que la base sería de 6.415 empresas.

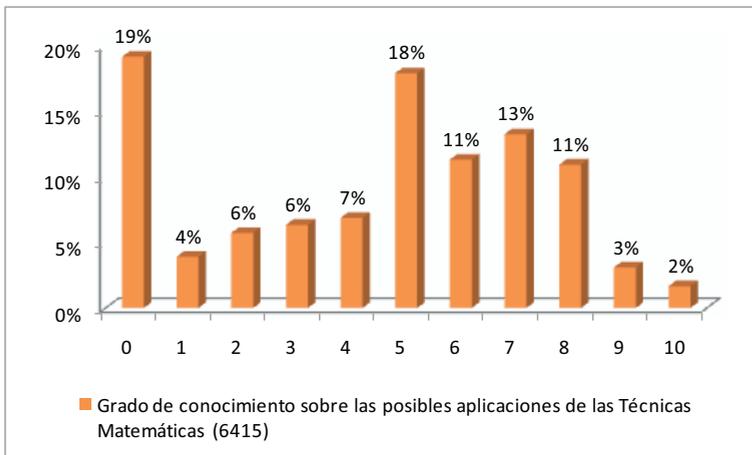


Figura 9-1: Valoración del grado de conocimiento de las técnicas matemáticas (n=6.415).

Si se calcula la puntuación media de toda la muestra, aunque el 58% se considere aprobado, ésta no llegaría al 5, siendo de 4,4 puntos; esto es debido al alto porcentaje de interlocutores que valoraron como nulo el conocimiento sobre la aplicabilidad de las herramientas matemáticas en su empresa. En la Tabla 9-1 y en la Figura 9-2 se recogen las valoraciones medias por sector y por tamaño de empresa.

Sector	DE 10 A 49	DE 50 A 199	200 O MAS	Total
ALIM	3,7	4,7	5,5	4,3
MAD	3,5	4,9	5,7	4,2
ENE	4,1	5,1	6,2	4,8
MET	4,6	5,9	6,9	5,4
CON	3,6	4,4	5,3	4,4
COM	3,5	4,5	5,5	4,5
TRA	3,2	3,9	5,0	3,7
TIC	5,3	4,8	5,0	5,1
FIN	3,9	3,1	6,3	3,8
SAL	3,5	3,3	4,8	3,6
GES	3,7	3,8	4,1	3,8
TEC	5,3	5,7	6,0	5,5
VAR	3,6	4,0	4,5	4,0
Total	4,1	4,5	5,4	4,4

Tabla 9-1: Valoración del conocimiento medio de las técnicas matemáticas por sector y por tamaño de empresa.

En la Tabla 9-1 se observa que entre las pequeñas empresas solamente valoran como aprobado su conocimiento las empresas de los sectores *TIC* y *Servicios técnicos* (5,3 puntos). Entre las medianas empresas valoran como aprobado su conocimiento tres sectores: *Metal y maquinaria* (5,9 puntos), *Servicios técnicos* (5,7 puntos) y *Energía, química y medio ambiente* (5,1 puntos). Es entre las grandes empresas donde la media supera el 5; en particular, en las empresas con más de 199 empleados y en los sectores relacionados con *Metal y maquinaria* (6,9 puntos), *Finanzas* (6,3 puntos), *Energía, química y medio ambiente* (6,2 puntos) y *Servicios técnicos* (6 puntos), tienen una percepción de conocer mejor las aplicaciones de técnicas matemáticas relacionadas con este estudio. Este comportamiento se observa muy bien en la Figura 9-2; en ella se representa la media de la valoración que sobre el conocimiento de estas técnicas se tiene para cada sector y para cada tamaño de empresa. La curva correspondiente a las grandes empresas va siempre por encima de la de las empresas medianas y la curva de éstas a su vez por encima de la asociada a empresa pequeñas; tan sólo el sector de *Tecnologías de la información y la comunicación* es en el que las pequeñas empresas, con 5,3 puntos, están medio punto por encima de las medianas y 0,3 puntos por encima de las grandes.

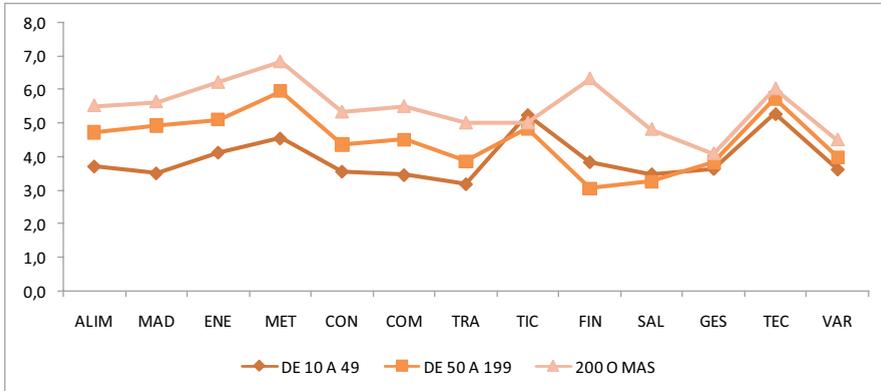


Figura 9-2: Valoración del conocimiento medio de las técnicas matemáticas por sector y tamaño.

9.2 Recursos humanos con la titulación de Matemáticas o Estadística

En este apartado se analizará si las empresas tienen o no titulados matemáticos o titulados en estadística en su plantilla, y en el caso de tenerlos, el número de ellos y en qué temas realizan su trabajo. También se analizará si prevén necesitar a corto o medio plazo algún tipo de servicios matemáticos o titulados en Matemáticas o Estadística, para aplicar alguna de las técnicas matemáticas referidas en este estudio.

Como se muestra en la Figura 9-3, un 8% de empresas indican que tienen matemáticos o estadísticos en su plantilla. Esto representa un total de 565 empresas de entre las 6.716 muestreadas. Un 6% contesta que *No sabe/no contesta*.

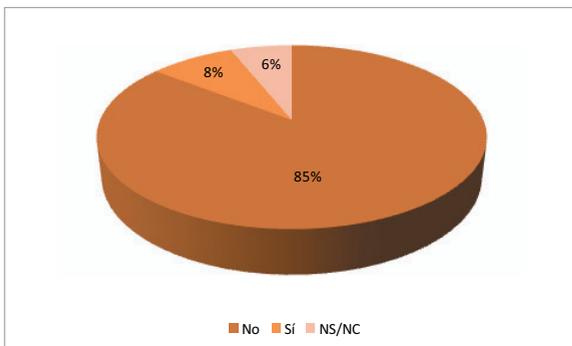


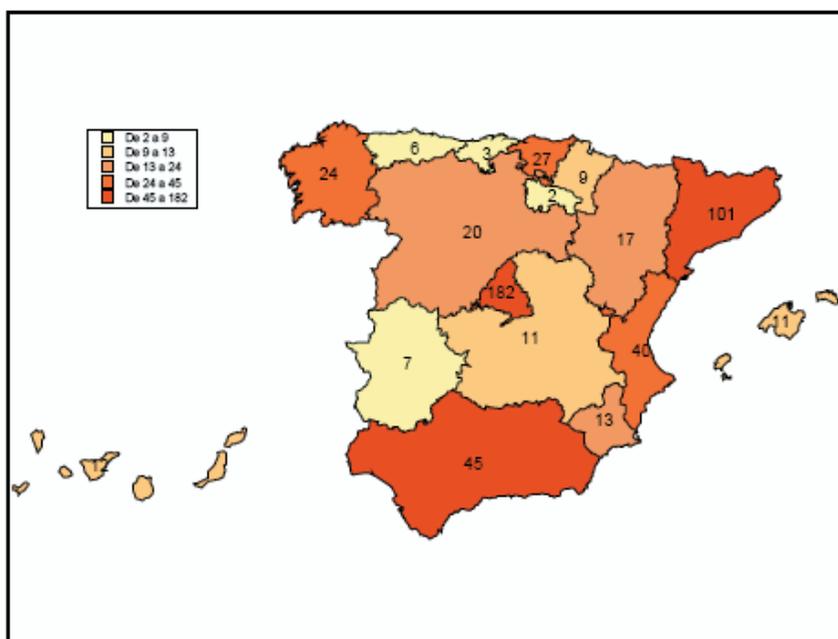
Figura 9-3: Empresas que tienen matemáticos o estadísticos en su plantilla (n=6.716).



Posteriormente se les preguntó a esas 565 empresas, *cuántos matemáticos o estadísticos tienen en plantilla*. De ellas 35 (6%) no respondieron a esta pregunta, por lo que el número de matemáticos debe repartirse entre 530 empresas. Si sumamos todas las respuestas referentes al número de matemáticos nos da un total de 1.667 empleados con este tipo de cualificación.

Por comunidades autónomas

En el Mapa 9-1 se refleja el número de empresas que tienen personal matemático y además han contestado cuántos matemáticos o estadísticos tienen, por Comunidades Autónomas.



Mapa 9-1: Número de empresas con matemáticos y que han contestado cuántos tienen, por comunidad (n=530).

En Tabla 9-2 se muestra para cada Comunidad Autónoma, el número de matemáticos o estadísticos empleados en las empresas muestreadas, el número de empresas que han contestado que sí a la pregunta de si tienen matemáticos o estadísticos en su plantilla, el número de empresas que han contestado que si a lo anterior y han respondido cuántos tienen y el número de empresas seleccionadas en la muestra en cada comunidad.

Comunidad	Nº empresas que tienen matemáticos	Nº empresas que contestan cuantos matemáticos	Nº matemáticos	Total empresas
ANDALUCIA	46	45	81	820
ARAGON	17	17	25	210
ASTURIAS	6	6	18	124
BALEARES	11	11	29	137
CANARIAS	12	12	35	228
CANTABRIA	4	3	6	67
CASTILLA LA MANCHA	11	11	16	212
CASTILLA Y LEON	22	20	46	270
CATALUÑA	110	101	343	1.310
C. VALENCIANA	42	40	102	708
EXTREMADURA	7	7	16	82
GALICIA	25	24	95	359
MADRID	198	182	745	1.418
MURCIA	13	13	26	191
NAVARRA	9	9	16	119
PAIS VASCO	30	27	62	418
LA RIOJA	2	2	6	43
Total	565	530	1.667	6.716

Tabla 9-2: Número de empresas con matemáticos y número de matemáticos por comunidad.

Por sector

En la Figura 9-4 se detalla el número total de matemáticos o estadísticos por sector. Recordemos que el total ascendía a 1.667 matemáticos, repartidos en 530 empresas.

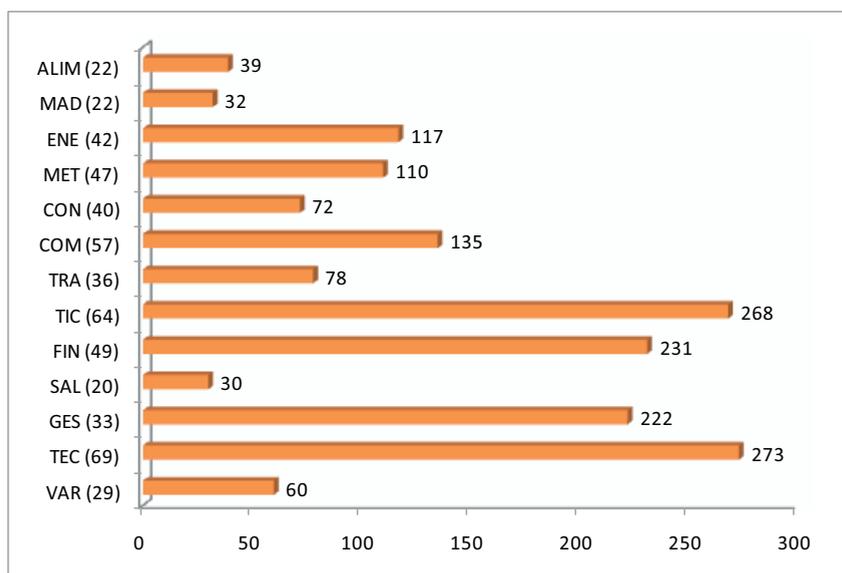


Figura 9-4: Número de matemáticos entre las empresas que han contestado cuántos tienen, por sector (n=530).

Por tamaño de empresa

Atendiendo al tamaño de empresa, se ha hecho una media del número de matemáticos en plantilla para aquellas empresas que sí tienen empleados con este perfil. Como es lógico las más grandes cuentan con un número mayor, teniendo una media de 5 a 6 matemáticos o estadísticos empleados. Las medianas estarían entre 2 y 3 y las más pequeñas entre 1 o 2 miembros de plantilla con alguna de estas titulaciones.

9.2.1 Temas de trabajo de los matemáticos o estadísticos

En la preguntaba C27 del cuestionario, se deseaba conocer una clasificación de los temas en que realizan su trabajo los matemáticos o estadísticos de la empresa; las opciones posibles eran las siguientes:

1. *Informática de gestión o sistemas.*
2. *CAD/CAE*
3. *Estadística, análisis de datos y apoyo a la toma de decisión.*
4. *Otras técnicas matemáticas.*
5. *Otras tareas.*

Analizadas las respuestas se observa en la Figura 9-5 que el 49% de las empresas emplea a sus matemáticos en tareas relacionadas con *Estadística, análisis de datos y apoyo a la toma de decisión*, análogo porcentaje a los que hacen *Informática de gestión o sistemas*. Un 29% de empresas tiene matemáticos dedicados a *Otras tareas*. No olvidemos que la respuesta es múltiple por lo que una persona puede dedicarse a *Otras tareas* y al mismo tiempo desempeñar alguna labor de tipo más matemática.



Figura 9-5: Porcentaje de empresas según los temas en los que trabajan sus matemáticos (n=530).

Por tamaño de empresa

En la segmentación por tamaño se observa que de las empresas grandes que tienen matemáticos, en el 60% de ellas éstos desarrollan labores de *Informática de gestión o sistemas*, coincidiendo con el porcentaje de empresas grandes que los emplea en tareas de *Estadística, análisis de datos y apoyo a la toma de decisión*. Con un valor bastante inferior están el 21% de empresas grandes que cuentan con empleados especializados en CAD/CAE. Todos ellos son valores más altos en comparación a los obtenidos por la mediana y pequeña empresa relativos a esas tareas (Figura 9-6). Por el contrario, el porcentaje mayor de empresas que tienen matemáticos dedicados a *Otras tareas* no acordes con su titulación, son las pequeñas con el 36% en relación al 24% de las más grandes. Por lo tanto, exceptuando OTM, son las empresas con mayor número de empleados las que más dedican a sus matemáticos a trabajar en temas acordes con su titulación.

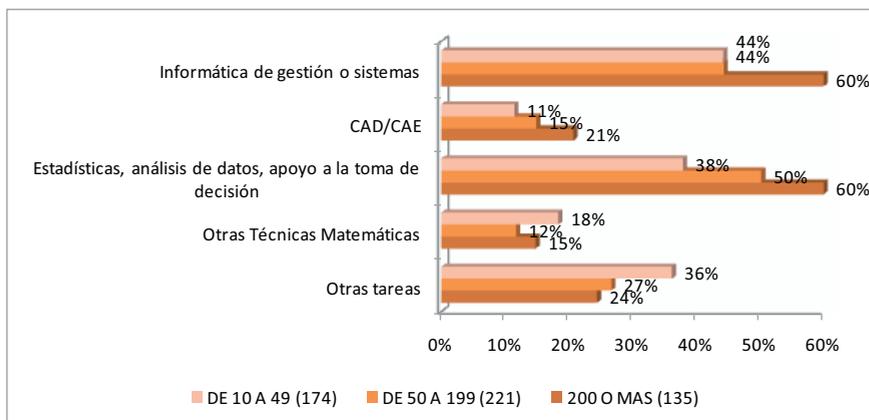


Figura 9-6: Porcentaje de empresas según los temas en los que trabajan sus matemáticos, según su tamaño (n=530).

En la Figura 9-7, se indica, sobre la muestra de 1.667 matemáticos o estadísticos que están en las empresas, y desglosado por sectores, cuántos de ellos se dedican, al menos parcialmente, a alguna tarea relacionada con las técnicas centrales en este estudio: CAD/CAE, TE/IO y OTM. Así, por ejemplo, en los sectores de *Metal y maquinaria* y *Energía, química y medio ambiente*, el 98% trabajan en temas relacionados con su titulación, mientras que en el sector de *Salud* el porcentaje baja al 77%. Nótese que el porcentaje de empresas que emplean a sus matemáticos en Otras Tareas, es mayor en las más pequeñas, que son aquéllas que tienen menos matemáticos en su plantilla.

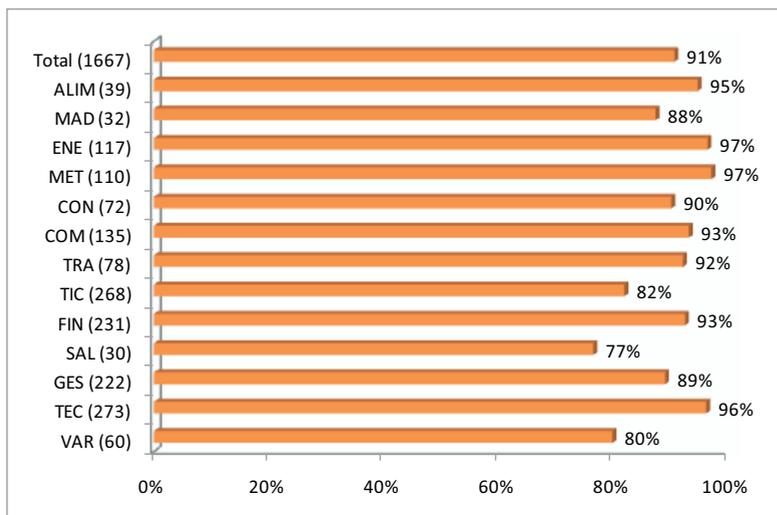


Figura 9-7: Porcentaje de matemáticos o estadísticos en las empresas que emplean CAD/CAE o TE/IO u OTM por sector (n=1.667).

9.3 Necesidades de servicios o titulados en matemáticas

A continuación se analizará la necesidad de las empresas a corto o medio plazo, bien de algún tipo de servicio matemático, o bien de incorporar a algún titulado en matemáticas o estadística en su plantilla. El 5% de los encuestados contestaron que, a corto o medio plazo, sí creen que su empresa necesitará servicios matemáticos o titulados en Matemáticas o Estadística para aplicar alguna de las técnicas mencionadas en la encuesta. Esto representa un total de 358 empresas. Ver Figura 9-8.

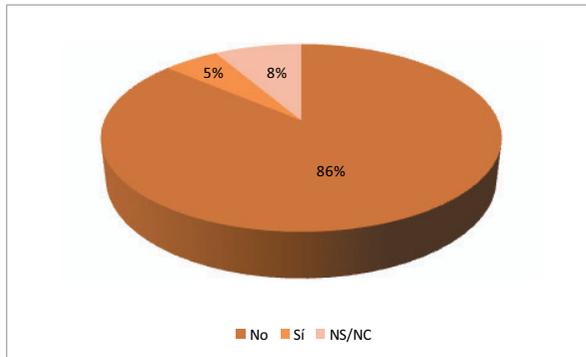


Figura 9-8: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos (n=6.716).

Por sectores

Si se hace el análisis por sectores (ver Figura 9-9), destacan *TIC* (12%) y *Finanzas* (9%) como los más interesados en la posible contratación de más personal matemático o de requerir algún tipo de servicio en este ámbito.

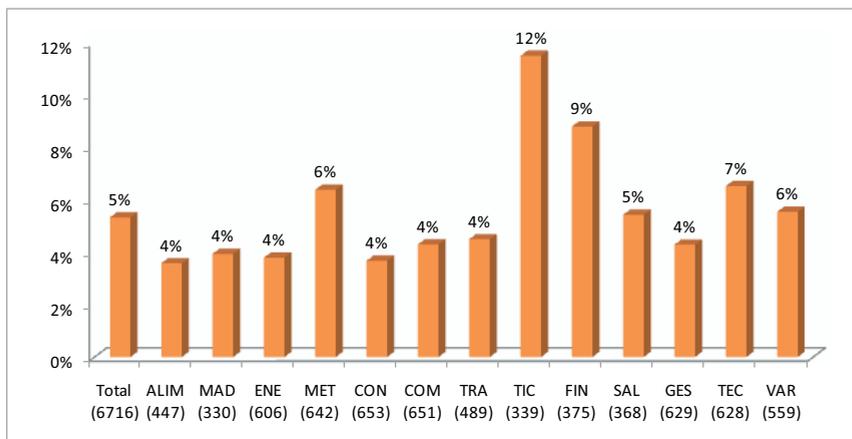


Figura 9-9: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos por sectores.



Si ahora se analiza la distribución por sectores (ver Figura 9-10), de las 358 empresas que manifiestan necesidades en el futuro de servicios o titulados en matemáticas, con más del 8% estarían lo sectores de *Metal y maquinaria, TIC, Servicios técnicos, Finanzas y Servicios varios*, llegando al 11% en los tres primeros.

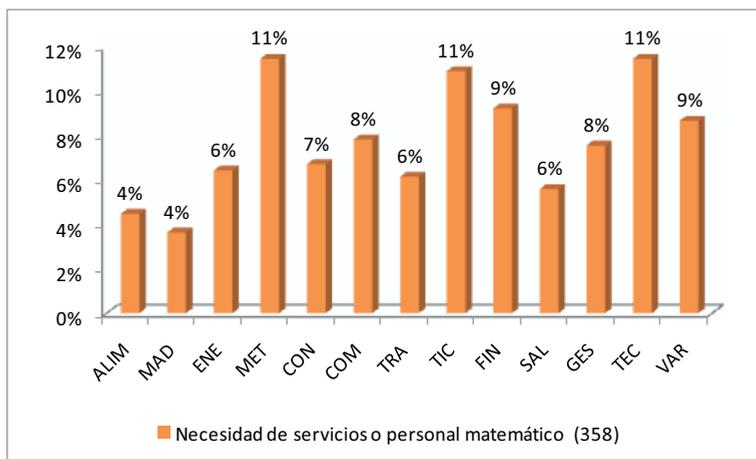


Figura 9-10: Distribución de las empresas con necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos por sectores.

Por tamaño de empresa

Si se compara con el porcentaje sobre el total de la muestra, cada uno de los grupos según el tamaño de las empresas, se observa que las más grandes están 3 puntos por encima del valor medio, con un 8%, siendo el doble que el valor en las pequeñas empresas (4%). Ver Figura 9-11.

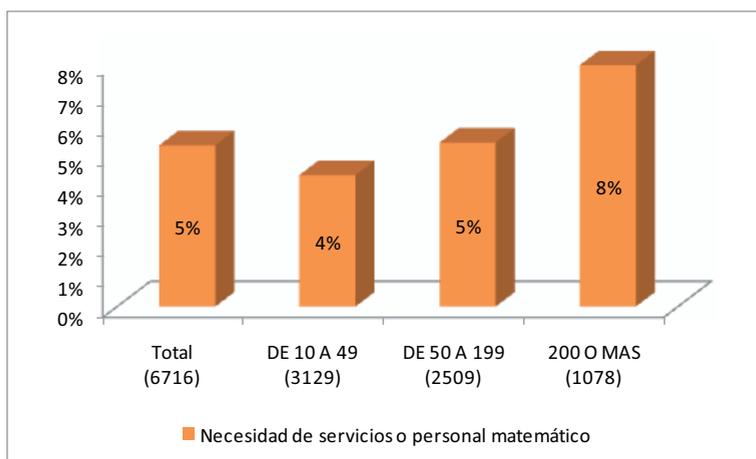


Figura 9-11: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos, por tamaño de empresa.

De nuevo, si se toma como base las empresas que declaran alguna necesidad o interés en contratar más personal matemático, y se hace la distribución por tamaño de empresa, el 76% corresponde a empresas pequeñas y medianas, lo que es debido a ser grupos mucho más numerosos que el de empresas grandes (ver Figura 9-12).

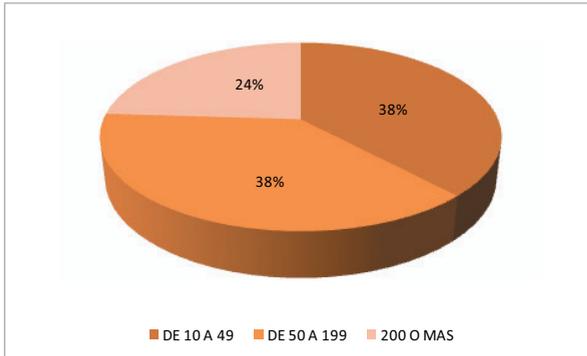


Figura 9-12: Distribución de las empresas con necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos por tamaño de empresa (n=358).

9.3.1 De entre las empresas que utilizan CAD/CAE o TE/IO u OTM

A continuación se repite el estudio mostrado más arriba en el apartado 9.3, pero tomando solamente aquellas empresas de la muestra que han contestado que sí utilizan CAD/CAE o TE/IO u OTM.

Del total de empresas de la muestra, el 66% utilizan alguna de las técnicas mencionadas, lo que corresponde a 4.445 empresas.

En la Figura 9-13 se presentan los dos grupos en que se divide la muestra. El primero de ellos serían esas 4.445 empresas que usan algún tipo de técnicas matemáticas o estadísticas y el segundo las 2.271 restantes de la muestra que han contestado que no usan ninguna de las tratadas en el cuestionario.

De las empresas del primer grupo, el 7% de ellas indica que, a corto o medio plazo, sí necesitará servicios matemáticos o titulados en Matemáticas o Estadística, mientras que en el segundo grupo el porcentaje baja a sólo un 2%.

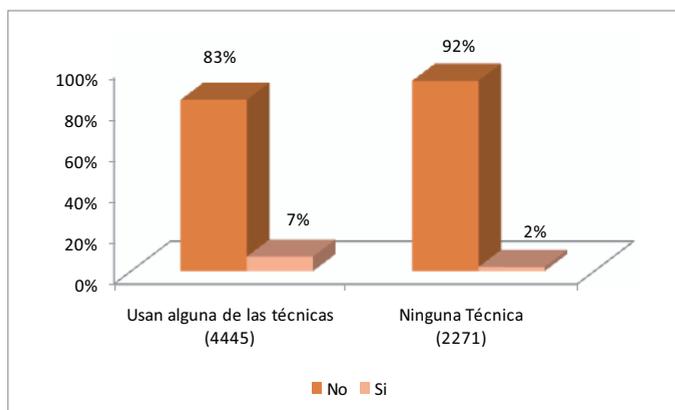


Figura 9-13: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos, atendiendo a si las empresas usan o no técnicas matemáticas.

10 COLABORACIÓN Y CONTRATACIÓN CON UNIVERSIDADES O CENTROS DE INVESTIGACIÓN (CI)

En este apartado, primero se valorará el interés por parte de la empresa en posibles colaboraciones con las Universidades o CI en el ámbito de las técnicas de este estudio y, posteriormente, se hará el estudio de las colaboraciones y contrataciones en los últimos cinco años con Universidades o CI, para cualquier ámbito, no sólo en el de las matemáticas; estas colaboraciones incluyen temas relacionados con proyectos de formación, de investigación o de servicios tecnológicos.

10.1 Interés en colaboraciones con Universidades o CI

Con relación a este punto, la pregunta C24 del cuestionario planteaba si la empresa estaría dispuesta a colaborar con las Universidades o CI en proyectos fin de carrera, de máster o en la realización de prácticas en empresas en el ámbito de las matemáticas. Del total de respuestas, el 32% fueron afirmativas y un 24% respondió *No sabe/no contesta* (ver Figura 10-1). Este elevado porcentaje de *No sabe/no contesta* no es de extrañar, ya que como se vio en el Apartado 4.2 solamente el 20% de los encuestados ocupa puestos de dirección y aproximadamente sólo el 7% tienen puestos de responsabilidad de investigación, innovación, métodos, calidad, etc., siendo éstos los interlocutores más idóneos para contestar a esta pregunta.

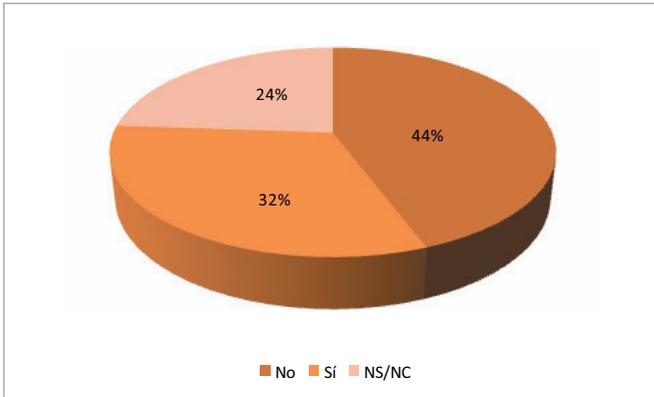


Figura 10-1: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI (n=6.716).

Por sectores

Los sectores más dispuestos a colaborar son *TIC* y *Servicios técnicos*, con casi la mitad de sus empresas, seguidos con el 38% del sector de *Metal y maquinaria* (ver Figura 10-2).

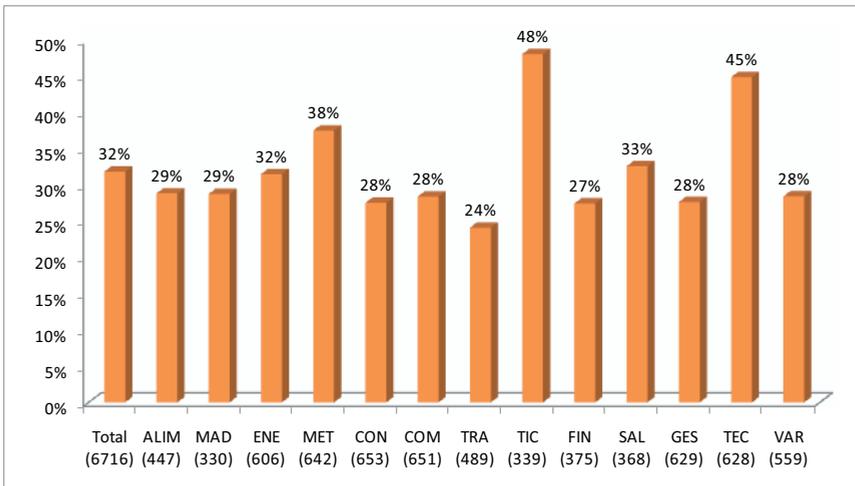


Figura 10-2: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI por sectores.

Si restringimos la base a las 2.140 empresas que han contestado que sí están dispuestas a colaborar con las Universidades o CI y se analiza su distribución por sectores, se observa que el 13% son del de *Servicios técnicos* y el 11% del de *Metal y maquinaria* coincidiendo con lo dicho anteriormente (ver Figura 10-3). Que el



porcentaje perteneciente a TIC sea sólo del 8% no es de extrañar si tenemos en cuenta que es un sector de baja población y en el que se encuestaron sólo a 339 empresas, en comparación con las 628 y 642 de los anteriormente mencionados; esto hace que en relación a la muestra total la representatividad de este sector sea menor.

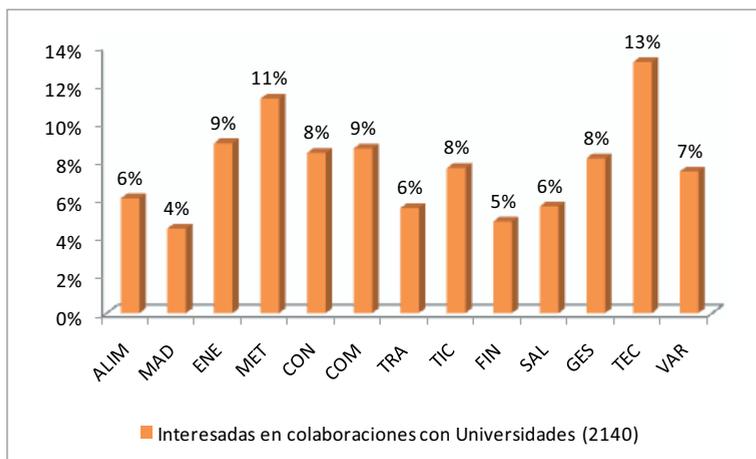


Figura 10-3: Distribución de empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI (n=2.140).

Por tamaño de empresa

En la segmentación por tamaño (Figura 10-4) son las empresas más grandes, las más dispuestas a tener algún tipo de colaboración con Universidades o CI, con el 43% de las muestreadas.

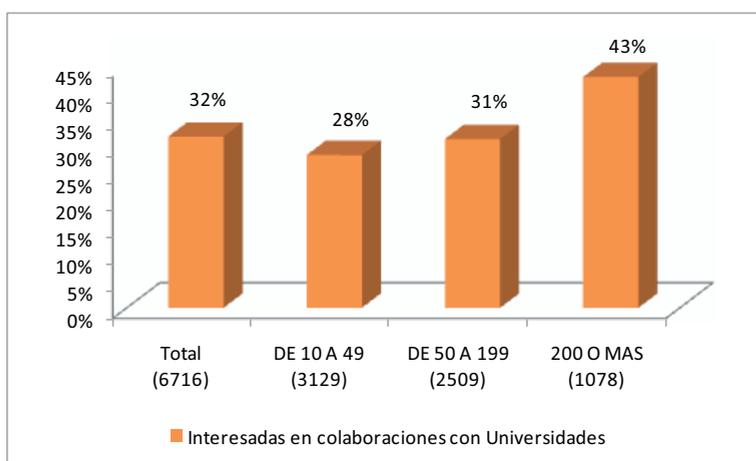


Figura 10-4: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI por tamaño.

La Figura 10-5 muestra los porcentajes distribuidos según el tamaño de empresa sobre el total de empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI.

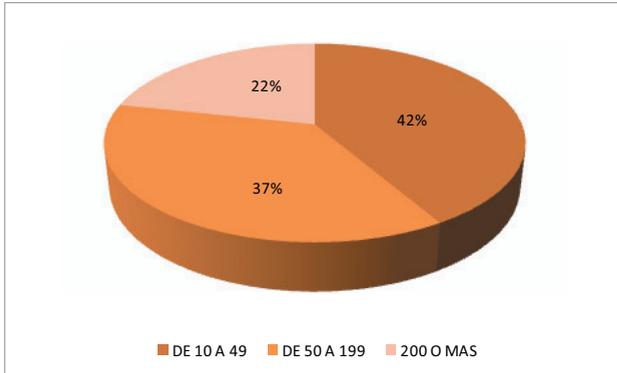


Figura 10-5: Distribución de empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI por tamaño de empresa.

10.1.1 Usuaris de alguna técnica matemática y sin interés en establecer colaboraciones con Universidades o CI

A continuación se hace un análisis relativo a las empresas que sí han indicado que utilizan alguna de las técnicas matemáticas tratadas en este cuestionario (CAD/CAE, TE/IO u OTM), centrándonos en las empresas que no estarían dispuestas a colaborar con Universidades o CI.

Recuérdese que el número de empresas que usaba alguna de las técnicas mencionadas en este estudio era de 4.445 (66%). En los apartados siguientes se calcularán los porcentajes de entre ellas que no tienen interés en colaborar (Ver Figura 10-6 y Figura 10-7). Estos porcentajes serán calculados también respecto al total de empresas de la muestra. Así se tiene que el 34% de las 4.445 empresas que usan alguna de las técnicas no estarían dispuestas a colaborar con la Universidad o CI. Este 34%, equivale al 23% de empresas respecto al total.

Por sectores

La Figura 10-6 muestra los porcentajes calculados respecto al total de empresas encuestadas en cada sector. Así, por ejemplo, en las empresas del sector de *Alimentación y vestido*, el 65% de las empresas encuestadas utilizan CAD/CAE o TE/IO u OTM y de ellas el 40% no estarían dispuestas a colaborar con Universidades o CI; este



40% equivale al 26% si se calcula respecto al total de empresas en ese sector (ver Figura 10-7).

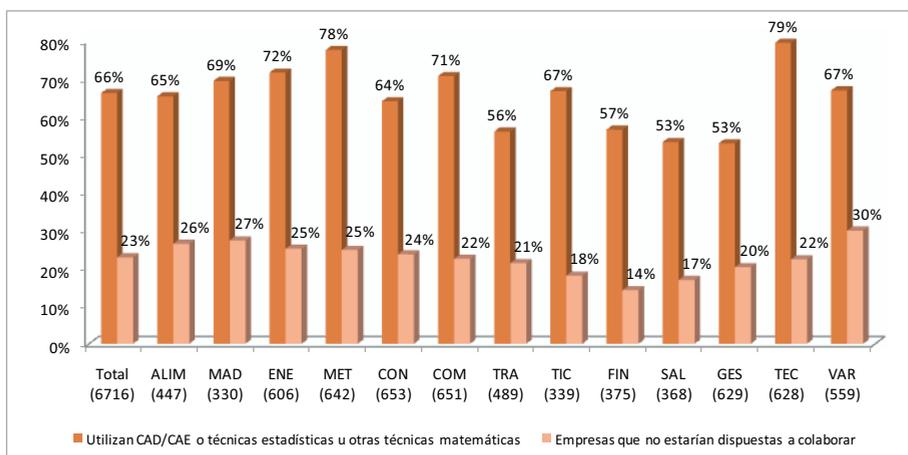


Figura 10-6: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI por sectores.

En la Figura 10-7 se representan los porcentajes de empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI, dentro de las empresas que utilizan CAD/CAE o TE/IO u OTM. Prácticamente la mitad de las empresas que usan alguna técnica matemática en los sectores de *Construcción*, *Transporte y almacenamiento*, *Servicios de gestión* y *Servicios varios* no tienen interés en colaborar con las Universidades o CI.

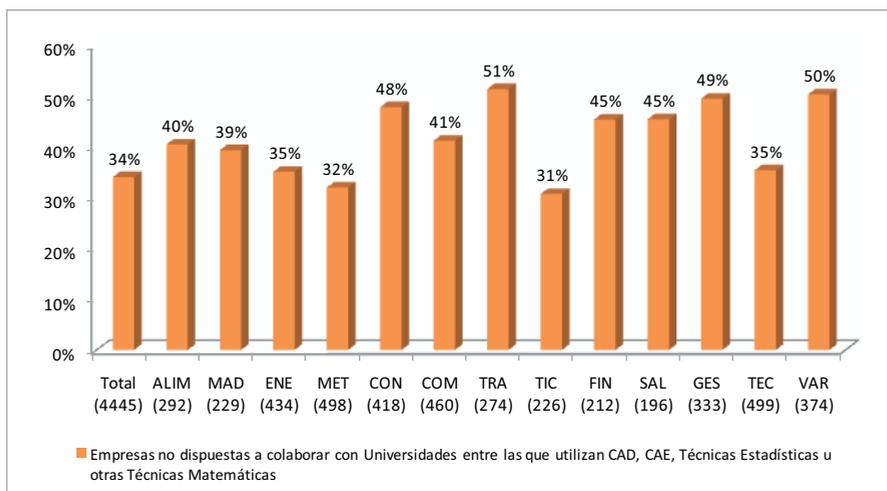


Figura 10-7: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de alguna técnica matemática por sectores.

Por tamaño de empresa

En la Figura 10-8 se divide la muestra en tres grupos. Se observa que las compañías más grandes tienen mayor interés en las colaboraciones, ya que sólo un 17% dice que no estaría dispuesta. Esto representa a 182 empresas de la muestra, que se corresponde con el 21% de la Figura 10-9.

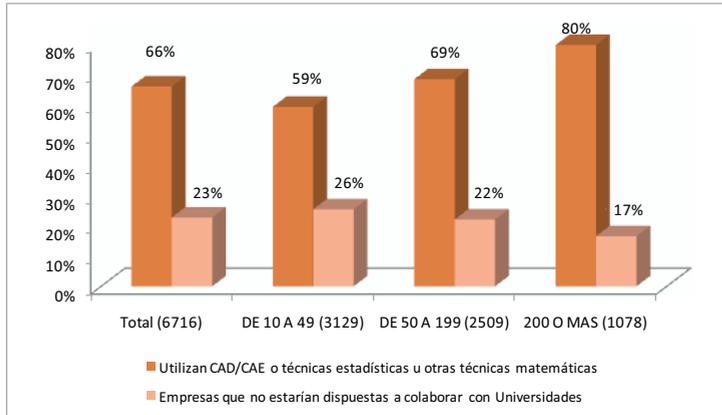


Figura 10-8: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI por tamaño de empresa.

En la Figura 10-9 se sigue observando la tendencia de que cuanto mayor tamaño tenga la empresa más interés tiene en colaborar con las Universidades o CI.

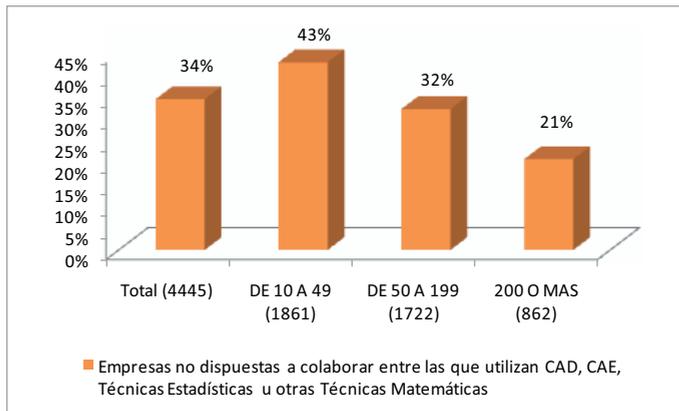


Figura 10-9: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de alguna técnica matemática por tamaño de empresa.



10.1.2 Usuaris de OTM dispuestas a colaborar con Universidades o CI

A continuación se analiza de entre las empresas que usan OTM las que estarían dispuestas a colaborar con Universidades o CI por sector.

Si se toma como base las 542 empresas que emplean OTM, se tiene que estarían dispuestas a colaborar con las Universidades o CI la mitad de ellas. Esto representa el 4% de las 6.716 empresas de la muestra.

Por sectores

En el análisis por sectores están *TIC* y *Finanzas* con más del 66%. Ver Figura 10-10.

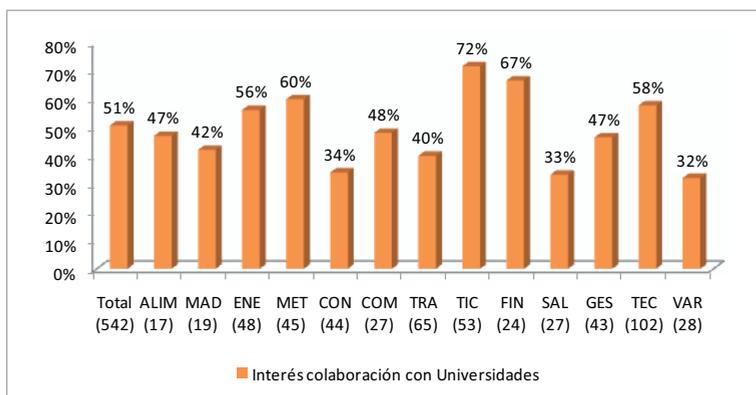


Figura 10-10: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de OTM por sectores (n=542).

Por tamaño de empresa

Si se divide por grupo según sea el tamaño de la empresa, se pasaría del 46% de las pequeñas al 60% de empresas de mayor tamaño dispuestas a colaborar. Ver Figura 10-11.

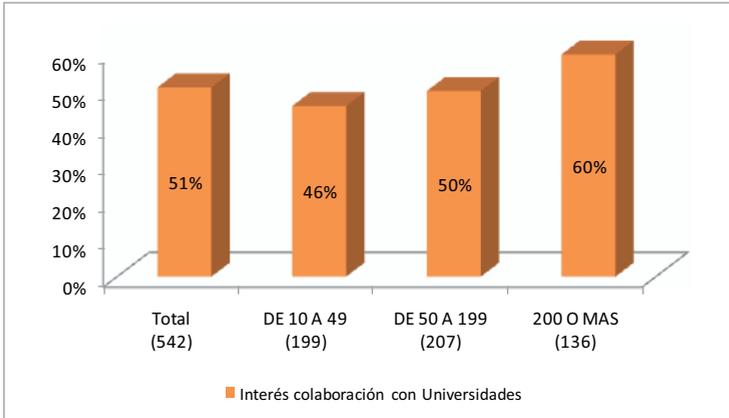


Figura 10-11: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de OTM por tamaño (n=542).

10.1.3 Con necesidades en alguna técnica matemática y dispuestas a colaborar con Universidades o CI

Se analiza en este apartado, entre las empresas que indican tener necesidades en temas de CAD/CAE o TE/IO, las que sí estarían dispuestas a colaborar con Universidades o CI. Para ello se toman como base las 620 empresas que han indicado tener algún tipo de necesidad en CAD/CAE o TE/IO.

Por sectores

De las empresas del sector de *Metal y maquinaria* que han manifestado tener algún tipo de necesidad en las técnicas mencionadas, el 75% de ellas están dispuestas a colaborar con las Universidades o CI, seguidas del 72% de las de *Servicios técnicos*. El porcentaje menor es para *Transporte y almacenamiento* con el 39%. Ver Figura 10-12.

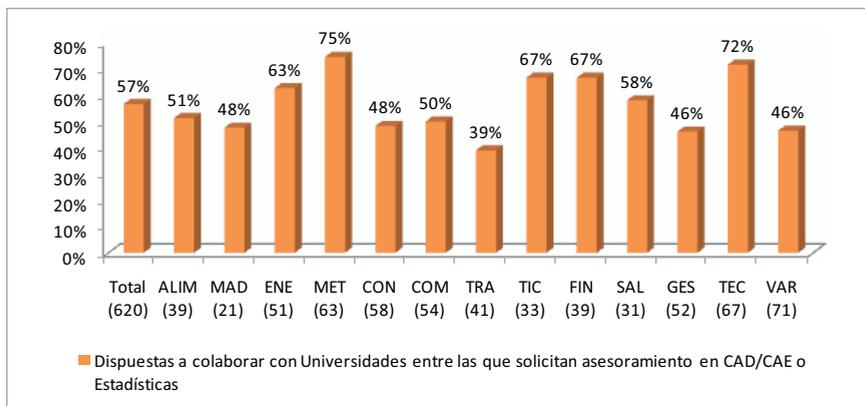


Figura 10-12: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las que indicaron algún tipo de necesidad en CAD/CAE o TE/IO por sectores.

Por tamaño de empresa

Entre las empresas que admiten tener algún tipo de necesidad en temas de CAD/CAE y/o TE/IO, siguen siendo las de mayor tamaño con el 73%, las más dispuestas a tener colaboraciones con las Universidades o CI. En las empresas pequeñas y medianas, estarían interesadas aproximadamente la mitad de ellas. Ver Figura 10-13.

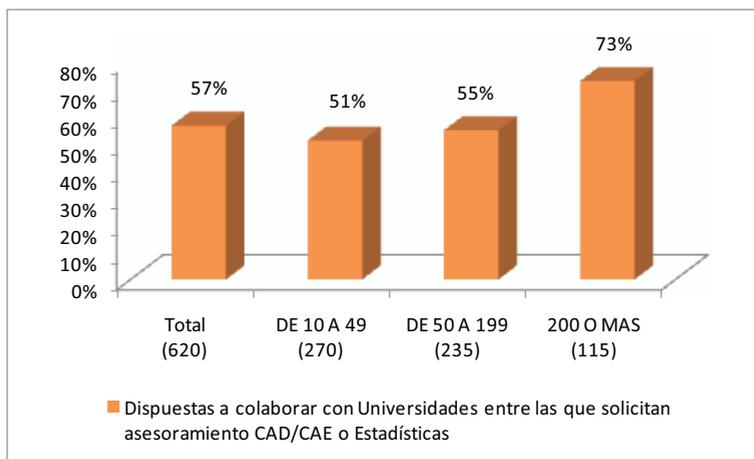


Figura 10-13: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las que indicaron algún tipo de necesidad en CAD/CAE o TE/IO, por tamaño.

10.2 Contrataciones y colaboraciones con Universidades o CI en los últimos cinco años

A continuación se presenta el análisis de las empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI, en proyectos de *formación* o de *investigación* o de *servicios tecnológicos*, no necesariamente en temas relacionados con las matemáticas. De las 6.716 empresas muestreadas, un 31% respondió afirmativamente la pregunta, esto hace un total de 2.100 empresas. Ver Figura 10-14.

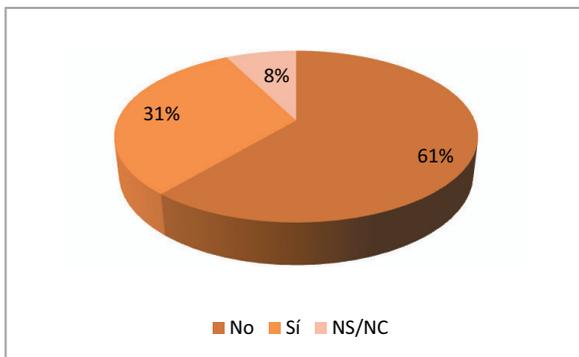
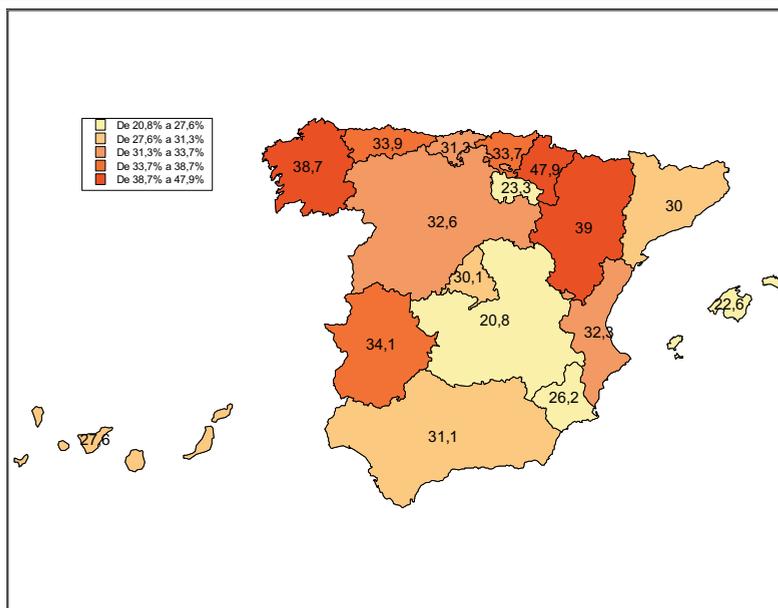


Figura 10-14: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI (n=6.716).

Por Comunidades Autónomas

En el análisis por Comunidades Autónomas destacan Navarra con casi la mitad de sus empresas, seguida por Aragón y Galicia con aproximadamente el 39% de empresas en cada una. Por el contrario, las empresas de las comunidades de Castilla La Mancha, Baleares y La Rioja serían las que menos han colaborado o tenido contratos con Universidades o CI en los últimos cinco años, estando todas ellas alrededor del 20%. Ver Mapa 10-1.



Mapa 10-1: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI (n=6.716).

En la Tabla 10-1 se recogen los tamaños de muestra en cada comunidad, así como los porcentajes representados en el Mapa 10-1.

Comunidad	Han colaborado
ANDALUCÍA (820)	31,1%
ARAGÓN (210)	39,0%
ASTURIAS (124)	33,9%
BALEARES (137)	22,6%
CANARIAS (228)	27,6%
CANTABRIA (67)	31,3%
CASTILLA-LA MANCHA (212)	20,8%
CASTILLA-LEÓN (270)	32,6%
CATALUÑA (1.310)	30,0%
COMUNIDAD VALENCIANA (708)	32,3%
EXTREMADURA (82)	34,1%
GALICIA (359)	38,7%
MADRID (1.418)	30,1%
MURCIA (191)	26,2%
NAVARRA (119)	47,9%
PAÍS VASCO (418)	33,7%
LA RIOJA (43)	23,3%
Total (6.716)	31,3%

Tabla 10-1: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI (n=6.716).

Por sectores

Los sectores que más han colaborado o tenido contratos en estos últimos cinco años con Universidades o CI han sido los relacionados con *TIC* y *Servicios técnicos*, con el 53% y 47%, respectivamente. El que menos *Transporte y almacenamiento* con el 19% de sus empresas, coincidiendo así con lo observado anteriormente para este sector, que era el que menos interés tenía en colaborar. Ver Figura 10-15.

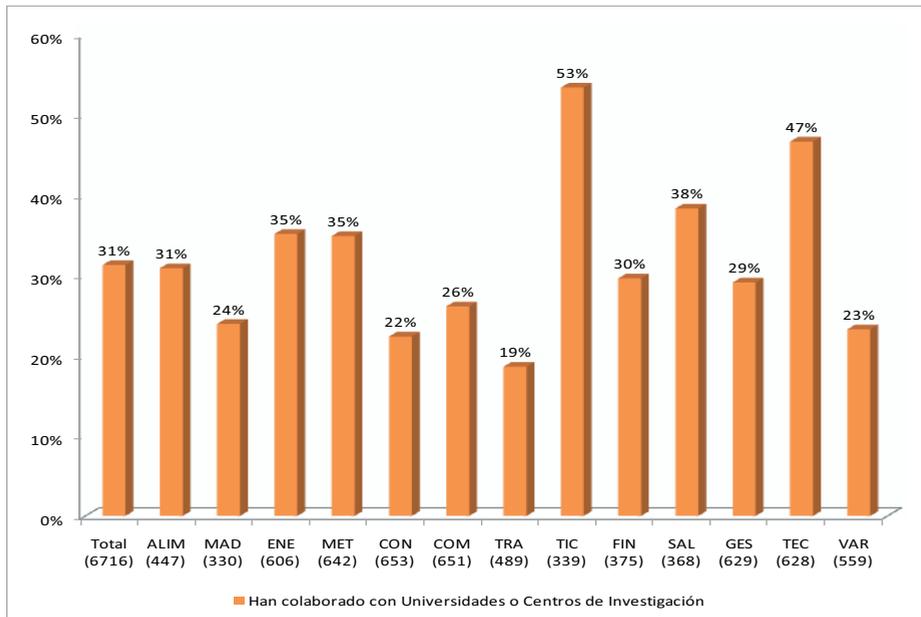


Figura 10-15: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI por sectores.

Por tamaño de empresa

Al igual que en el apartado anterior también son las empresas más grandes las que han llevado a cabo en estos cinco años más colaboraciones con Universidades y CI, con el 45%. Ver Figura 10-16.

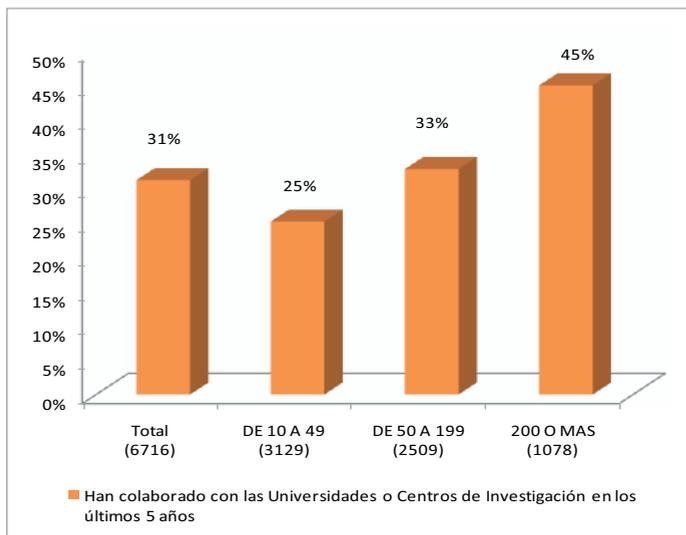


Figura 10-16: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI por tamaño.

10.2.1 Interés en mantener la colaboración

En este apartado se analizará de entre las empresas que han contestado que sí han colaborado o tenido contratos con Universidades o CI en los últimos cinco años , las que tienen interés en volver a colaborar.

Si tomamos como base las empresas que previamente han tenido cualquier tipo de colaboración con las Universidades o CI (2.100) y vemos su interés en volver a hacerlo, se tiene que el 59% estaría interesada en repetir y un 23% no lo haría. Este 59% de empresas interesadas, que se corresponde con 1.239 empresas, sería el equivalente al 19% del total de empresas. Ver Figura 10-17.

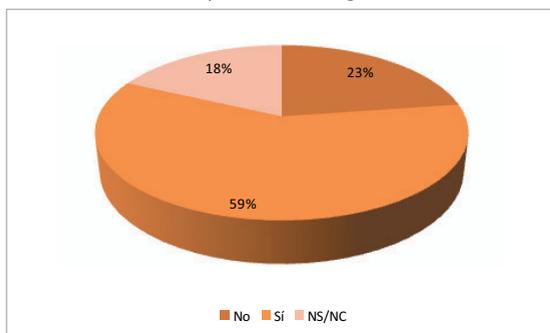


Figura 10-17: Interés en volver o no a colaborar con Universidades o CI (n=2.100).

Por sector

En la Tabla 10-2 se presentan las empresas que habiendo colaborado alguna vez con Universidades o CI, no quieren seguir colaborando con ella. La segunda columna está referida sobre las 2.100 empresas que ya han colaborado y la tercera sobre el total de empresas. Se ha desglosado esta tabla por sectores. Así el 7% de empresas sobre el total de la muestra que no quieren seguir colaborando, suponen un 23% del 31% de empresas que han colaborado con Universidades o CI. Ver Figura 10-18.

Sector	No quieren seguir colaborando (n=2.100)	No quieren seguir colaborando (n=6.716)
ALIM (447)	22%	7%
MAD (330)	22%	5%
ENE (606)	24%	8%
MET (642)	14%	5%
CON (653)	19%	4%
COM (651)	25%	6%
TRA (489)	26%	5%
TIC (339)	27%	14%
FIN (375)	23%	7%
SAL (368)	30%	12%
GES (629)	24%	7%
TEC (628)	21%	10%
VAR (559)	24%	6%
Total (6.716)	23%	7%

Tabla 10-2: Empresas no interesadas en volver a colaborar con Universidades o CI por sectores.

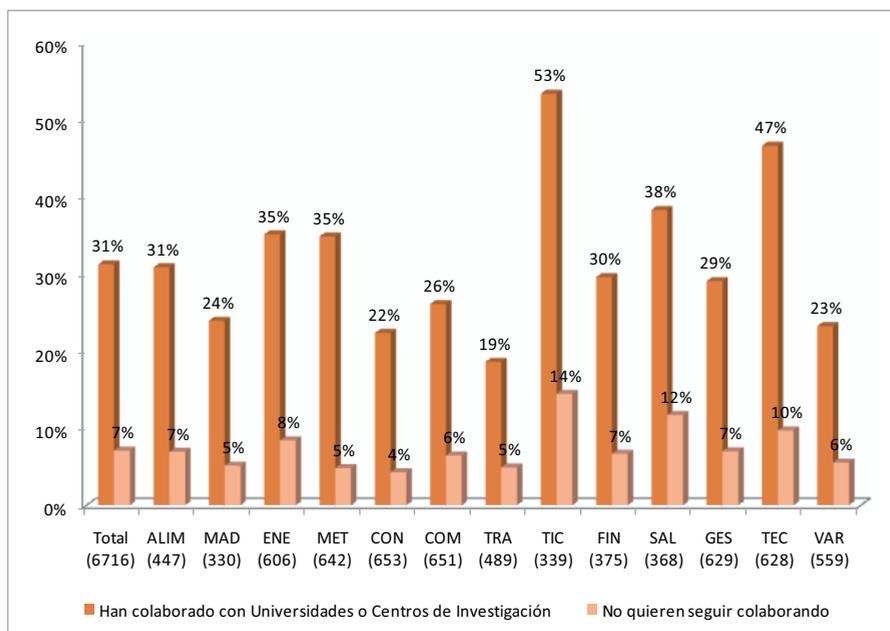


Figura 10-18: Empresas no interesadas en volver a colaborar con Universidades o CI por sectores.

10.2.2 Tipo de colaboración

En la pregunta C29 del cuestionario se les preguntó a todas aquellas empresas que habían colaborado o tenido un contrato en los últimos cinco años con Universidades o CI, en qué temas lo habían hecho. Las tres respuestas posibles son:

1. *Formación.*
2. *Investigación o servicios tecnológicos.*
3. *Ambos.*

Tomando como base las 2.100 empresas que han tenido algún tipo de colaboración, en el 78% de los casos ha sido en temas de *Formación* y un 36% de *Investigación o servicios tecnológicos*. Hay un 17% de empresas que colaboró con Universidades o CI en *Ambos temas*. Un 3% de encuestados respondió *No sabe/no contesta*.

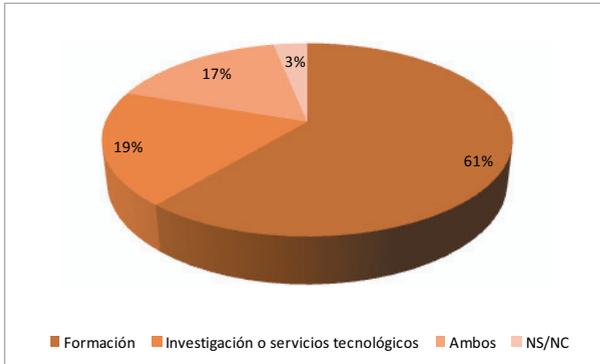


Figura 10-19: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI (n=2.100).

Por sectores

La Tabla 10-3 recoge los porcentajes del tipo de colaboración sobre el total de empresas que han colaborado con Universidades o CI en cada sector. Así el 89% de las empresas de *Servicios varios* ha colaborado en temas de *Formación*, siendo éste el valor más alto. Con relación a *Investigación o servicios tecnológicos* destaca *Energía, química y medio ambiente* con el 57%. Entre los sectores que han colaborado en *Ambos* temas destacan *Energía, química y medio ambiente* con el 23%, *Metal y maquinaria* con 22% y *Alimentación y vestido* con el 21%. Ver Figura 10-20.

Sector	Formación	Investigación o servicios tecnológicos	Ambos
ALIM (138)	54%	23%	21%
MAD (79)	51%	24%	16%
ENE (213)	39%	34%	23%
MET (224)	46%	30%	22%
CON (146)	69%	16%	12%
COM (170)	66%	18%	13%
TRA (91)	67%	14%	16%
TIC (181)	64%	17%	15%
FIN (111)	69%	12%	14%
SAL (141)	70%	11%	16%
GES (183)	74%	9%	11%
TEC (293)	60%	19%	20%
VAR (130)	81%	9%	8%
Total (2100)	61%	19%	17%

Tabla 10-3: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI por sector.

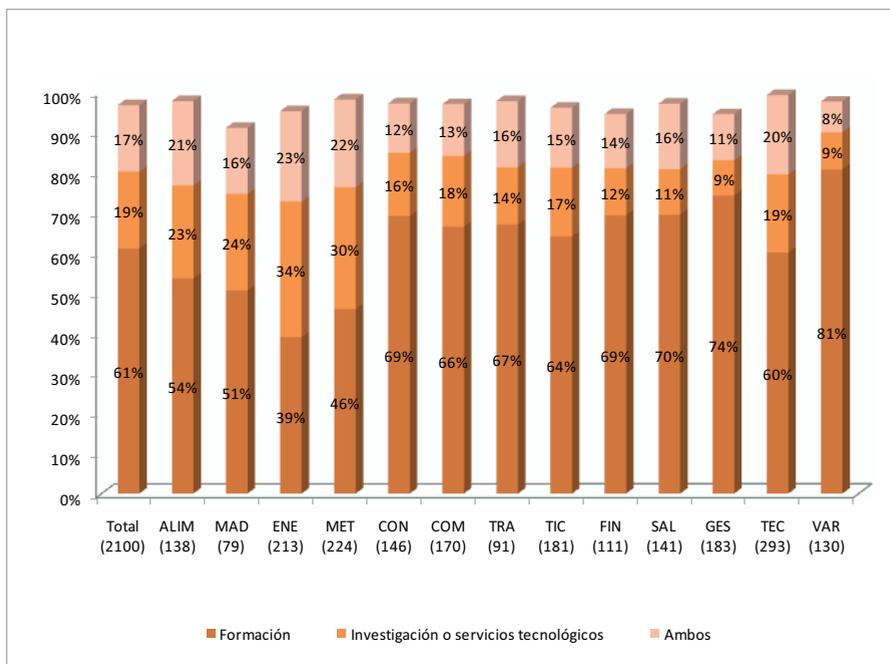


Figura 10-20: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI por sector.

Por tamaño de empresa

En este caso son las empresas más pequeñas y medianas las que más han colaborado en temas de *Formación*, con el 80% y 78%, respectivamente. Con referencia a *Investigación o servicios tecnológicos* serían las más grandes, con el 43% de empresas, las que más han colaborado o contratado servicios de este tipo. También son las empresas más grandes, las que más han contratado en *Ambos* temas. Ver Figura 10-21.

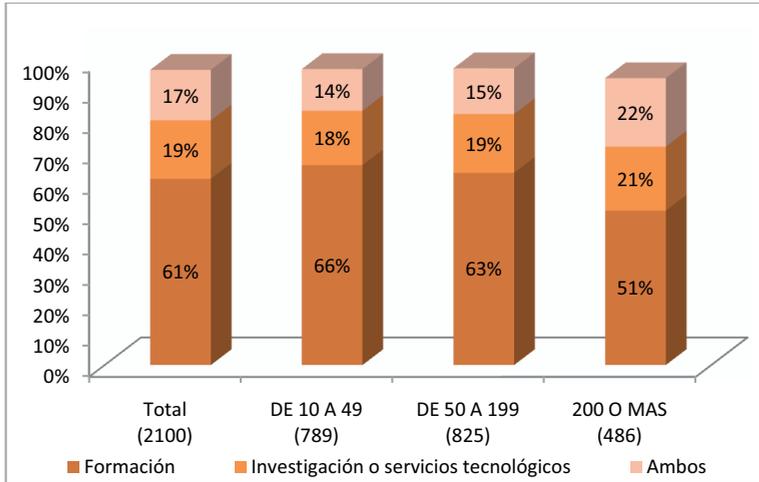


Figura 10-21: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI por tamaño.

Grado de satisfacción

En la Figura 10-22 se recoge la valoración del grado de satisfacción, puntuado de 0 a 10, de las empresas que tuvieron colaboraciones con Universidades o CI. De las 2.100 empresas que han tenido algún tipo de colaboración, un 8% no respondió a la pregunta de valoración de la satisfacción obtenida, por lo que la base sería de 1.939 empresas. Como se puede observar en el gráfico solamente un 2% de ellas, manifiestan una satisfacción inferior al 5, estando el 79% muy satisfechas con puntuaciones mayores o iguales a 7 puntos.

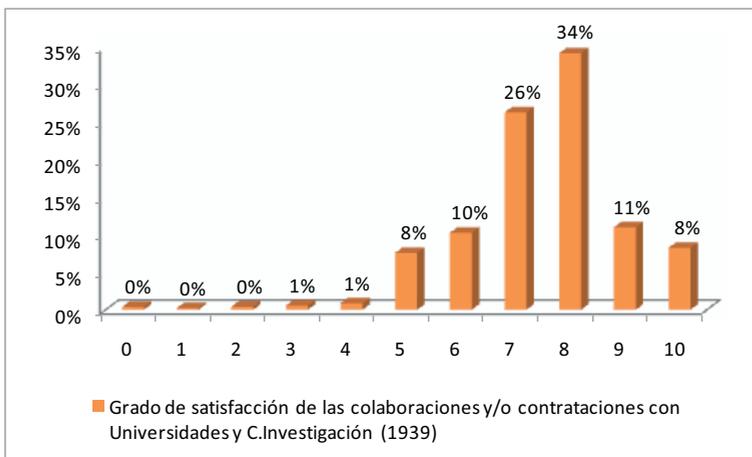


Figura 10-22: Grado de satisfacción de las empresas que han colaborado con Universidades o CI.



Por sectores

Si se calculan las puntuaciones medias, la satisfacción de las empresas que han colaborado es alta, con 7,45 sobre 10. En la división por sectores la puntuación máxima está en Salud, con un 7,89, aunque no existen diferencias significativas en ninguno de ellos, estando todos los valores por encima de los 7 puntos. Ver Figura 10-23.

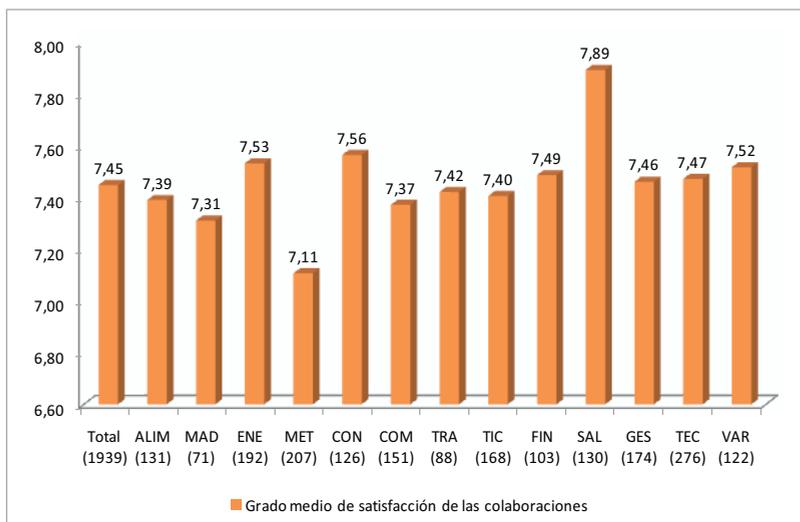


Figura 10-23: Grado medio de satisfacción en las colaboraciones con Universidades o CI por sector.

Por tamaño de empresa

En la división por tamaño tampoco se aprecian diferencias según se pertenezca a uno u otro grupo. Ver Figura 10-24.

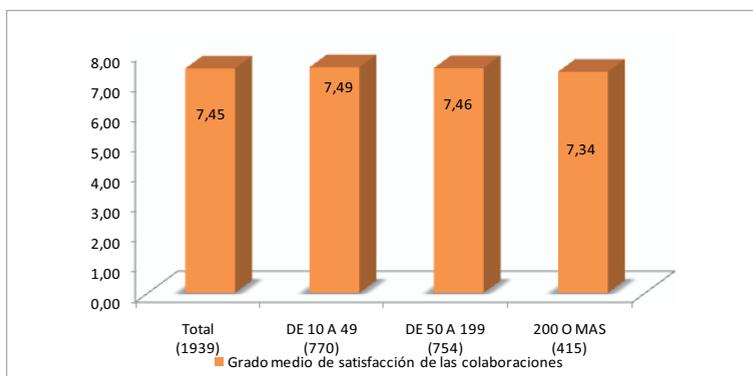


Figura 10-24: Grado medio de satisfacción en las colaboraciones con Universidades o CI por tamaño.

10.3 Interés en contactar con i-MATH

La pregunta C31 del cuestionario estaba orientada a conocer si *les interesaría a las empresas que un técnico de i-MATH les visitase*. Fué formulada a aquellas empresas que manifestaron tener necesidades en CAD/CAE o en TE/IO y a las que son usuarias de OTM, siendo un total de 1.075 empresas.

La Figura 10-25 muestra que el 34% de estas empresas sí están interesadas en contactar con i-MATH, dando un total de 366 empresas.

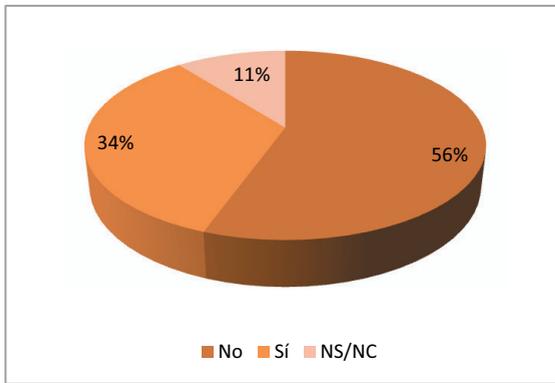
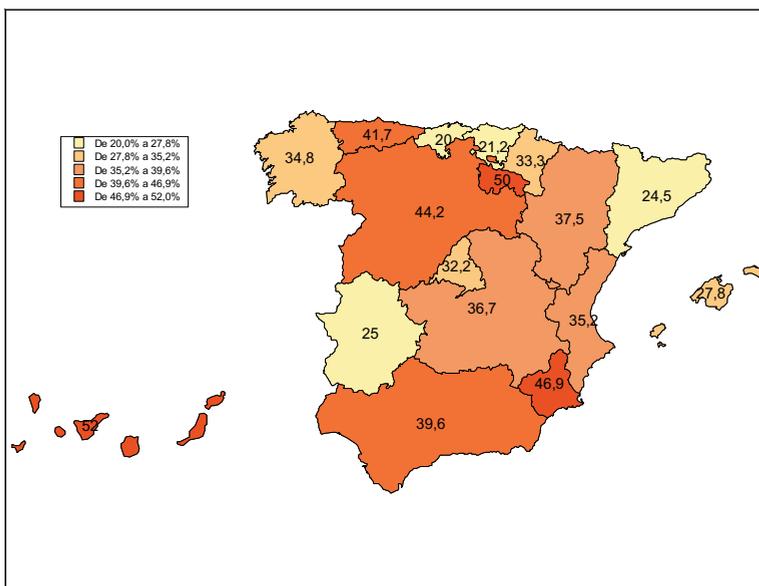


Figura 10-25: Empresas interesadas en contactar con i-MATH (n=1.075).

Por Comunidades Autónomas

A la vista del Mapa 10-2 las Comunidades Autónomas con mayor porcentaje de empresas interesadas en ser visitadas son Canarias, La Rioja, Murcia, Castilla y León y Asturias, estando todas ellas por encima del 40%. Nótese que en la comunidad de La Rioja, sólo se les ha hecho esta pregunta a 4 empresas (Tabla 10-4), por lo que ese 50% del mapa, refleja en la realidad a dos empresas. Con un valor cercano al 20%, que es el más bajo, estarían el País Vasco y Cantabria. En esta última tan sólo se le ha planteado la pregunta a las 5 empresas que habían manifestado algún tipo de necesidad en herramientas matemáticas. Véase Tabla 10-4, dónde aparece la muestra en cada Comunidad Autónoma.



Mapa 10-2: Empresas interesadas en contactar con i-MATH (n=1.075).

C. Autónoma	Interés contactar i-MATH
ANDALUCÍA (144)	39,6
ARAGÓN (32)	37,5
ASTURIAS (24)	41,7
BALEARES (18)	27,8
CANARIAS (50)	52,0
CANTABRIA (5)	20,0
CASTILLA-LA MANCHA (30)	36,7
CASTILLA-LEÓN (43)	44,2
CATALUÑA (188)	24,5
COMUNIDAD VALENCIANA (105)	35,2
EXTREMADURA (8)	25,0
GALICIA (69)	34,8
MADRID (239)	32,2
MURCIA (32)	46,9
NAVARRA (18)	33,3
PAÍS VASCO (66)	21,2
LA RIOJA (4)	50,0
Total (1075)	33,9

Tabla 10-4: Empresas interesadas en contactar con i-MATH (n=1.075).

Por sectores

Si se divide la muestra por sectores, el valor más alto en porcentaje de empresas que quieren ser visitadas sería del 44% en *Metal y maquinaria*, seguido por el 39% en *Alimentación y vestido* y el 38% correspondiente a *Madera y papel* y *TIC*. Ver Figura 10-26.

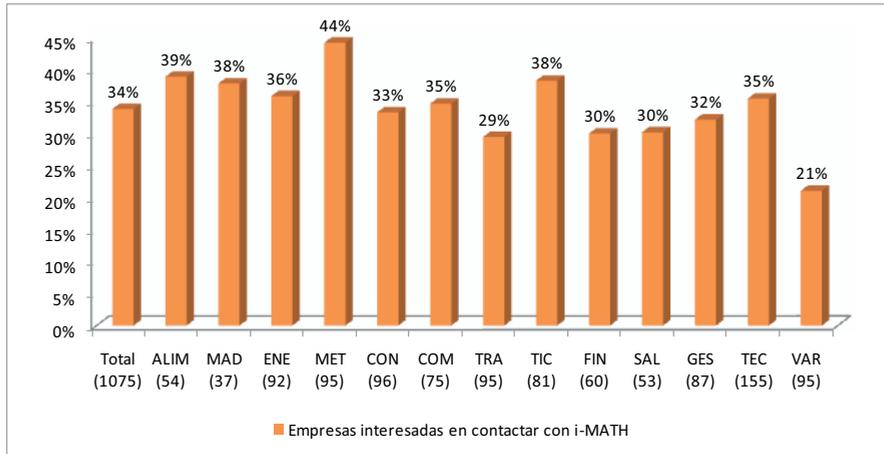


Figura 10-26: Empresas interesadas en contactar con i-MATH por sectores (n=1.075).

Por tamaño de empresa

En la división por tamaño no se aprecian grandes diferencias, con un 2% más de empresas grandes, en relación con las pequeñas. Ver Figura 10-27.

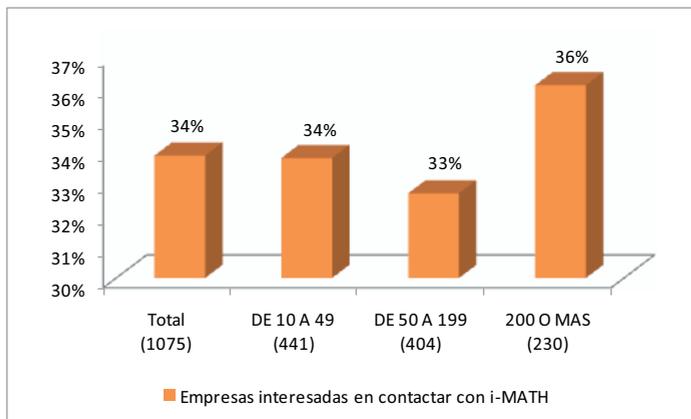


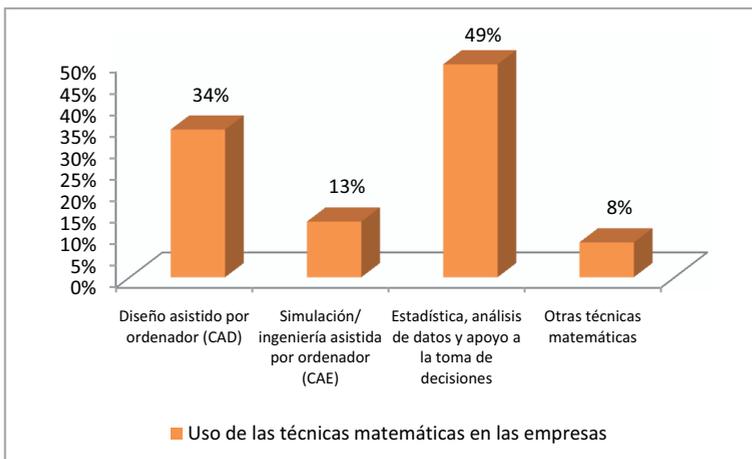
Figura 10-27: Empresas interesadas en contactar con i-MATH por tamaño (n=1.075).

11 CONCLUSIONES

Este documento recoge el análisis de una encuesta que sobre la demanda empresarial de tecnología matemática se realizó a 6.716 empresas repartidas por el territorio español. Esto nos ha permitido detectar necesidades y problemas en distintos sectores empresariales españoles en los que las técnicas matemáticas puedan ser una herramienta fundamental o complementaria; conocer el uso y la demanda de las matemáticas y captar el interés por parte de las empresas en tener algún tipo de colaboración con Universidades o Centros de Investigación.

Los criterios de elección del tamaño muestral por estrato, además de considerar la población distribuida por tamaño de empresa, por sectores y por Comunidad Autónoma, se definieron en base a la experiencia en transferencia del Panel de Expertos del Mapa, para garantizar una representatividad razonable a sectores o a tamaños de empresa considerados más estratégicos en este estudio.

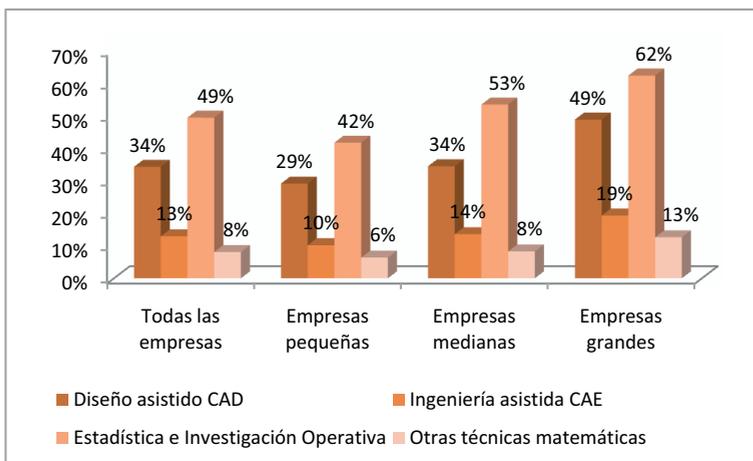
Gracias a este estudio se conoce el grado de implantación de las técnicas matemáticas en las empresas, que se resume en la siguiente gráfica:



Así, en primera posición está el uso de las *Técnicas estadísticas, de análisis de datos o de apoyo para tomar decisiones* con un 49% de las empresas consultadas y tienen su mayor implantación en el sector del *Comercio* (65%) si bien las diferencias entre sectores no es muy acusada. Estas técnicas se usan sobre todo para el *Análisis de clientes y estudios de mercado o producto*. Además, sólo el 7% de los encuestados manifiestan tener necesidades en este ámbito y curiosamente la mayor demanda es también para hacer *Análisis de clientes y estudios de mercado o producto*. Llama la atención que un 38% de las empresas de más de 200 empleados manifiesten no utilizar

este tipo de técnicas, que deberían estar implementadas en mayor o menor medida en la totalidad de empresas de este tamaño. En segunda posición aparece la utilización del *Diseño asistido por ordenador (CAD)* que se utiliza en un 34% de las empresas encuestadas, destacando en su uso el sector de *Metal y Maquinaria*. Ya en una tercera posición y con valores considerablemente inferiores se encuentra la *Simulación e ingeniería asistida por ordenador (CAE)* con un 13%, siendo el sector de mayor implantación también el de *Metal y Maquinaria*. En la mitad de los casos el CAE se utiliza para realizar *Cálculos mecánicos o estructurales*. Las necesidades en CAD/CAE son detectadas en el 3% de las empresas, siendo mayores en el de *Metal y Maquinaria*; en cuanto al tipo de necesidades más de la mitad indican necesitar *Información o asesoramiento sobre aplicabilidad CAD/CAE a la empresa*. El último puesto lo ocupa el uso de *Otras Técnicas Matemáticas* con un 8%, duplicándose este valor en los sectores de *Servicios técnicos e Informática y comunicaciones*. En la mitad de las empresas, estas técnicas se usan en el tratamiento de *Imágenes digitales* y *casi en el 40% de los casos para el Diseño de sistemas de localización geográfica como GIS o GPS*.

Un análisis de la diferencia de uso de cada una de las técnicas matemáticas analizadas en este documento atendiendo al tamaño de empresa:



Para todas las técnicas, el uso es mayor a medida que aumenta el tamaño de empresa: las técnicas CAD en empresas grandes superan en 20 puntos a las pequeñas y en 15 a las medianas; porcentajes similares se tienen para Técnicas de la Estadística y de la Investigación Operativa. Sin embargo, la diferencia entre ambas se acorta si se trata del CAE o del uso de Otras Técnicas Matemáticas. Es remarcable el esfuerzo que muchas empresas pequeñas están realizando para incorporar estas herramientas, con unos porcentajes de uso muy elocuentes.

Es importante el porcentaje de empresas que se muestran dispuestas a colaborar con las Universidades o Centros de Investigación (un 32%). Este porcentaje es similar al de las que ya han colaborado en los últimos cinco años (un 31%), siendo esta colaboración sobre todo en temas de formación; es alentador el grado de satisfacción que tienen las empresas de estas colaboraciones que las califican con un notable; más de la mitad de ellas estaría dispuesta a volver a colaborar.

En cuanto a recursos humanos, un 8% de las empresas tienen matemáticos o estadísticos en sus plantillas; éstos realizan en la mitad de los casos *Estadísticas, análisis de datos, apoyo a la toma de decisión o Informática de gestión o sistemas*. Un 5% de las empresas manifiestan que necesitará servicios matemáticos o titulados en Matemáticas o Estadística.

En general, las empresas perciben la importancia de las técnicas matemáticas del estudio y, así, un 34% de las empresas desean ser contactadas por los técnicos de Consulting de i-MATH.

Enumeramos a continuación las conclusiones más relevantes:

1. La primera conclusión que se extrae del estudio es que hay un buen nivel de implantación de conocimientos matemáticos, y que las empresas son conscientes de ello; creemos que esta realidad no es apreciada en su justa medida por la comunidad de investigadores en matemáticas, en la que suele pensarse que las matemáticas están alejadas de la realidad industrial y empresarial.
2. Resulta difícil valorar hasta qué punto la utilización que se hace en las empresas de técnicas matemáticas tiene un nivel que vaya más allá de lo puramente instrumental (la utilización de hojas de cálculo o de paquetes estadísticos estándar, en su funcionalidad más básica, por ejemplo). Esta dificultad proviene del hecho de que los interlocutores que han respondido la encuesta no necesariamente pueden apreciar este tipo de matización.
3. La implantación de técnicas estadísticas, de análisis de datos, o de apoyo para tomar decisiones es amplia, y lo mismo puede decirse de las técnicas de CAD (estas segundas más vinculadas al tejido industrial y manufacturero).
4. Es difícil valorar la influencia de técnicas como CAE, e incluso más de aquellas recogidas en este estudio bajo la denominación genérica de Otras Técnicas Matemáticas. La razón, aparte de que se tratan de campos más reducidos, que por ejemplo, la Estadística, es que la definición no está tan clara como en el caso del CAD, lo que no permite estar seguros de que este tipo de conocimiento haya sido claramente detectado en las empresas.
5. En lo relativo a Otras Técnicas Matemáticas nos encontramos con la dificultad adicional de que éstas suelen aparecer mezcladas con otro tipo de herramientas (informáticas, sobre todo), que dificultan su percepción separada en las empresas.

Esto consideramos que es tanto una dificultad de comprensión del papel de las matemáticas, como un reflejo de una situación bien real: las matemáticas son cada vez más interdisciplinarias y aparecen en contextos en los que son difícilmente separables de otros ámbitos del conocimiento.

6. Muy destacable parece que un buen porcentaje de empresas estén dispuestas a colaborar con universidades y otros organismos de investigación. Más significativo aún es que estas empresas coincidan en su mayor parte con aquellas que han llevado a cabo en años precedentes actividades de este tipo. La conclusión parece clara: si lo han hecho una vez, han quedado satisfechos y querrían repetir. Hay aquí por tanto que trabajar para romper la barrera que parece ser el desconocimiento de esta posibilidad por las empresas. Habría que aprovechar los Trabajos de Fin de Grado que los nuevos matemáticos tendrán que realizar, así como los de Postgrado y aún las Tesis Doctorales, para intentar este tipo de acercamiento a las empresas, al igual que se viene haciendo con éxito en las ingenierías. La experiencia muestra que de un tipo de relación puntual, vinculada a la formación, se pueden obtener después colaboraciones más interesantes, en el ámbito de la innovación e incluso de la investigación.

7. La encuesta no parece una herramienta suficientemente afinada para conocer si realmente las empresas tienen necesidades de técnicas matemáticas adicionales a las que ya usan. Esta carencia puede ser paliada por las entrevistas directas posteriores en las que un buen número de empresas han mostrado su interés. Aún más difícil resulta inferir si las empresas necesitan personal con estudios matemáticos, en un sentido que vaya más allá de las técnicas y herramientas, y que tenga que ver con las capacidades que suponemos de nuestros titulados (capacidad de abstracción, de resolución de problemas, etc.). Los datos sobre el número de titulados en matemáticas y estadística que hay en las empresas, quedan desdibujados al no poder extraerse de las respuestas qué tipo de perfil tienen las tareas que realizan.

Como reflexión final sobre este estudio destacar que aún queda un largo camino por recorrer con el objetivo de acercar la tecnología matemática a un mayor número de empresas y, sobre todo, que la divulgación de casos de éxito les haga receptivos a esta necesidad de la que, actualmente, sólo son conscientes un número muy reducido de empresas.

Desde i-MATH se deberían definir cursos de formación especializados con orientación a sectores específicos, organizar foros y encuentros de divulgación sobre la aplicabilidad de las técnicas matemáticas aquí analizadas, fomentar la organización de semanas de modelización o similares en las que las empresas puedan interaccionar con especialistas sobre problemas de su interés, etc. Para traspasar la barrera existente entre universidades y empresas, algunas de estas actividades deberían realizarse en ámbitos propios de la empresa, bien sea aprovechando la estructura de los parques tecnológicos, los clústeres de empresas de un determinado sector, las cámaras de comercio, etc.

ÍNDICE FIGURAS Y TABLAS

Figura 4-1: Distribución de la población (N= 195.098) y muestra (n=6.716) por Comunidad Autónoma.	32
Figura 4-2 : Distribución de la población y muestra por sectores. Los códigos de los sectores pueden verse en la Tabla 2-4 (N= 195.098) y muestra (n=6.716).	33
Figura 4-3: Distribución de la población por tamaño de empresa (N= 195.098).	33
Figura 4-4: Distribución de la muestra por tamaño de empresa (n=6.716).	34
Figura 4-5: Distribución poblacional del tamaño de empresa por sector.	34
Figura 4-6: Distribución muestral del tamaño de empresa por sector.	35
Figura 4-7: Puesto del encuestado por sectores.	36
Figura 4-8: Puesto del encuestado en empresas pequeñas.	37
Figura 4-9: Puesto del encuestado en empresas medianas.	38
Figura 4-10: Puesto del encuestado en empresas grandes.	38
Figura 4-11: Comparativa del puesto ocupado por el encuestado en la muestra y por tamaño de empresa.	39
Figura 4-12: Puesto del entrevistado en empresas con departamento de I+D+i (n=1.349).	40
Figura 4-13: Puesto del entrevistado en empresas con I+D+i con referencia al total de la muestra y por sectores.	41
Figura 4-14: Empresas con <i>departamento de I+D+i, desarrollo de nuevos productos</i> respecto de la muestra total y de cada uno de los sectores.	42
Figura 4-15: Tipo de departamento con referencia a la muestra total y por tamaño de empresa.	44
Figura 4-16: Empresas de la muestra con departamento de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos (n=6.716).	44
Figura 4-17: Distribución del número de empresas de la muestra que tienen departamento de I+D+i o desarrollo de nuevos productos por sector.	45
Figura 4-18: Ubicación del departamento de I+D+i con referencia a la muestra total y por sectores.	46
Figura 4-19: Ubicación del departamento de I+D+i con referencia a la muestra total y por tamaño de empresa.	47
Figura 5-1: Uso de CAD en la muestra (n=6.716).	48
Figura 5-2: Uso de CAD con referencia al total de la muestra y por sectores.	50
Figura 5-3: Distribución de empresas usuarias de CAD por sectores.	50



Figura 5-4: Uso de CAD con referencia al total de la muestra y por tamaño de empresa. 51

Figura 5-5: Distribución de empresas usuarias de CAD por tamaño (n=2.301). 51

Figura 5-6: Uso de técnicas CAE (n=6.716)..... 52

Figura 5-7: Uso de técnicas CAE con referencia al total de la muestra y por sectores..... 54

Figura 5-8: Distribución de empresas usuarias de CAE por sectores. 55

Figura 5-9: Uso de técnicas CAE con referencia al total de la muestra y por tamaño de empresa. 55

Figura 5-10: Distribución de empresas usuarias de CAE por tamaño de empresa (n=866). 56

Figura 5-11: Empresas usuarias de CAD y CAE (n=6.716). 56

Figura 5-12: Empresas usuarias CAE, tomando como base las usuarias de CAD (n=2.301). 57

Figura 5-13: Uso de técnicas CAD y CAE con referencia al total de la muestra y por sectores..... 57

Figura 5-14: Uso de técnicas CAD y CAE tomando como base las usuarias de CAD para el total de la muestra CAD y por sectores. 58

Figura 5-15: Distribución de empresas usuarias de CAD y CAE por sectores. 58

Figura 5-16: Uso de técnicas CAD y CAE con referencia al total de la muestra y por tamaño de empresa..... 59

Figura 5-17: Uso de técnicas CAD y CAE tomando como base las usuarias de CAD para el total de la muestra CAD y por tamaño. 59

Figura 5-18: Distribución de empresas usuarias de CAD y CAE por tamaño (n=670). 60

Figura 5-19: Empresas que utilizan CAE como aplicación posterior del CAD, dentro de las usuarias de CAD (n=2.301). 60

Figura 5-20: Comparativa de las empresas usuarias de CAD con las empresas usuarias de CAE que utilizan los resultados CAD obtenidos con anterioridad, respecto del total de la muestra y del total de empresas de cada sector..... 61

Figura 5-21: Empresas usuarias de CAE con resultados obtenidos con CAD, respecto a las usuarias de CAD de la muestra y usuarias de CAD de cada sector. 62

Figura 5-22: Distribución de empresas que usan CAE posteriormente a la utilización de CAD por sectores. 63

Figura 5-23: Comparativa de empresas usuarias de CAD, con las empresas usuarias de CAE posteriormente dentro de las que usan CAD, respecto del total de la muestra y del total de empresas por tamaño. 64

Figura 5-24: Empresas usuarias de CAE posteriormente dentro de las que usan CAD, respecto a las usuarias de CAD de la muestra y usuarias de CAD por tamaño..... 65

Figura 5-25: Distribución de empresas que usan CAE posteriormente a la utilización de CAD por tamaño (n=588).....	65
Figura 5-26: Empresas que no utilizan CAD dentro de las usuarias de CAE (n=866).	66
Figura 5-27: Comparativa de las empresas usuarias de CAE con las empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto del total de la muestra y del total de empresas de cada sector.....	66
Figura 5-28: Empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto a las usuarias de CAE de la muestra y usuarias de CAE de cada sector.....	67
Figura 5-29: Distribución de empresas que no usan CAD con anterioridad a la utilización de CAE por sectores.....	68
Figura 5-30: Comparativa de las empresas usuarias de CAE con las empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto del total de la muestra y del total de empresas por tamaño de empresa.	68
Figura 5-31: Empresas no usuarias de CAD dentro de las que usan CAE, respecto a las usuarias de CAE de la muestra y usuarias de CAE por tamaño de empresa.	69
Figura 5-32: Distribución de empresas que no usan CAD pero sí usan CAE por tamaño (n=196).....	70
Figura 5-33: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de CAD (n=2.301).....	70
Figura 5-34: Empresas usuarias de CAD, según el tipo de interlocutor.	71
Figura 5-35: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de CAD por sector.....	72
Figura 5-36: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de CAE (n=866).	73
Figura 5-37: Empresas usuarias de CAE, según el tipo de interlocutor.	74
Figura 5-38: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de CAE por sector.	75
Figura 5-39: Empresas que emplean CAE, según donde lo realizan (n=866).	76
Figura 5-40: Empresas que emplean CAE, según donde lo realizan, por sector.....	76
Figura 5-41: Empresas que emplean CAE, según donde lo realizan, por tamaño de empresa.....	77
Figura 5-42: Empresas que realizan CAE internamente, según tipo de software utilizado (n=729).....	77
Figura 5-43: Empresas usuarias de CAE realizado internamente que utilizan software libre (n=729).	78
Figura 5-44: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tipo de software utilizado por tamaño de empresa.	79



Figura 5-45: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tengan programas o módulos de CAE desarrollados a medida (n=729)..... 79

Figura 5-46: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tengan programas o módulos de CAE desarrollados a medida, por tamaño de empresa. 80

Figura 5-47: Tipo de CAE realizado (n=866). 81

Figura 5-48: Tipo de simulaciones CAE realizado por tamaño de empresa. 83

Figura 5-49: Necesidad en CAD/CAE (n=6.716)..... 84

Figura 5-50: Necesidad de CAD/CAE del total de la muestra y por sector. 85

Figura 5-51: Necesidad de CAD/CAE del total de la muestra y por tamaño de empresa. 86

Figura 5-52: Tipo de necesidades en CAD/CAE. 87

Figura 5-53: Tipo de necesidad en CAD/CAE por tamaño de empresa (n=235). 90

Figura 6-1: Empresas usuarias de TE/IO (n=6.716). 91

Figura 6-2: Uso de TE/IO con referencia al total de la muestra y por sectores. 94

Figura 6-3: Distribución de empresas usuarias TE/IO por sectores. 94

Figura 6-4: Uso de TE/IO con referencia al total de la muestra y por tamaño. 95

Figura 6-5: Distribución de empresas usuarias de TE/IO por tamaño de empresa (n=3.317)..... 95

Figura 6-6: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de TE/IO (n=3.317)..... 96

Figura 6-7: Empresas usuarias de TE/IO, según el tipo de interlocutor. 97

Figura 6-8: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de TE/IO por sector..... 98

Figura 6-9: Empresas que emplean TE/IO, según el tipo de uso (n=3.317). 99

Figura 6-10: Empresas que emplean TE/IO, según el tipo de uso por sector. 99

Figura 6-11: Empresas que emplean TE/IO, según el tipo de uso por tamaño de empresa..... 100

Figura 6-12: Empresas con uso interno de TE/IO, según tipo de software utilizado (n=3.143)..... 101

Figura 6-13: Empresas con uso interno de TE/IO que emplean software libre (n=3.143)..... 102

Figura 6-14: Empresas con uso interno de TE/IO, según tipo de software utilizado, por tamaño de empresa..... 102

Figura 6-15: Empresas con uso interno de TE/IO, según tengan programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida (n=3.143). 103

Figura 6-16: Empresas con uso interno de TE/IO, según tengan programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida, por sector. 103

Figura 6-17: Empresas con uso interno de TE/IO, según tengan programas o módulos de TE/IO desarrollados a medida, por tamaño de empresa.	104
Figura 6-18: Temas en los que se usan TE/IO en las empresas de la muestra (n=3.317).	105
Figura 6-20: Empresas con necesidades en TE/IO (n=6.716).	109
Figura 6-21: Empresas con necesidades en TE/IO del total de la muestra y por sector.	109
Figura 6-22: Distribución de las empresas con necesidades en TE/IO por sector.	110
Figura 6-23: Empresas con necesidades en TE/IO del total de la muestra y por tamaño de empresa.	110
Figura 6-24: Distribución de las empresas con necesidades en TE/IO, por tamaño de empresa (n= 461).	111
Figura 6-25: Tipos de necesidades en TE/IO (n=461).	112
Figura 7-1: Empresas usuarias de OTM (n=6.716).	116
Figura 7-2: Empresas usuarias de OTM del total de la muestra y por sector.	118
Figura 7-3: Distribución de las empresas usuarias de OTM por sector.	118
Figura 7-4: Empresas usuarias de OTM del total de la muestra y por tamaño.	119
Figura 7-5: Distribución de las empresas usuarias de OTM por tamaño (n=542).	119
Figura 7-6: Distribución de los interlocutores de las empresas usuarias de OTM (n=542).	120
Figura 7-7: Empresas usuarias de OTM, según el tipo de interlocutor.	120
Figura 7-8: Análisis de los interlocutores de las empresas usuarias de OTM por sector.	122
Figura 7-9: Temas de aplicación de OTM en las empresas usuarias (n=542).	124
Figura 7-10: Temas en los que se aplican OTM del total de la muestra y por tamaño de empresa (n=542).	126
Figura 8-1: Empresas usuarias de alguna o algunas de las técnicas matemáticas (n=6.716).	128
Figura 8-2: Empresas usuarias de alguna o algunas de las técnicas matemáticas del total de la muestra y por sector.	129
Figura 8-3: Empresas que no usan ninguna técnica del total de la muestra y por sector.	129
Figura 8-4: Empresas usuarias de alguna o algunas de las técnicas del total de la muestra y por tamaño de empresa.	130
Figura 8-5: Empresas que no usan ninguna técnica matemática del total de la muestra y por tamaño.	130
Figura 8-6: Empresas usuarias de todas las técnicas analizadas en el cuestionario (n=6.716).	131



Figura 8-7: Empresas usuarias de todas las técnicas del total de la muestra y por sector..... 132

Figura 8-8: Empresas usuarias de todas las técnicas del total de la muestra y por tamaño de empresa. 132

Figura 9-1: Valoración del grado de conocimiento de las técnicas matemáticas (n=6.415)..... 133

Figura 9-2: Valoración del conocimiento medio de las técnicas matemáticas por sector y tamaño..... 135

Figura 9-3: Empresas que tienen matemáticos o estadísticos en su plantilla (n=6.716). 135

Figura 9-4: Número de matemáticos entre las empresas que han contestado cuántos tienen, por sector (n=530). 138

Figura 9-5: Porcentaje de empresas según los temas en los que trabajan sus matemáticos (n=530)..... 139

Figura 9-6: Porcentaje de empresas según los temas en los que trabajan sus matemáticos, según su tamaño (n=530). 140

Figura 9-7: Porcentaje de matemáticos o estadísticos en las empresas que emplean CAD/CAE o TE/IO u OTM por sector (n=1.667)..... 140

Figura 9-8: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos (n=6.716)..... 141

Figura 9-9: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos por sectores. 141

Figura 9-10: Distribución de las empresas con necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos por sectores. 142

Figura 9-11: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos, por tamaño de empresa. 142

Figura 9-12: Distribución de las empresas con necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos por tamaño de empresa (n=358)..... 143

Figura 9-13: Necesidad de servicios matemáticos o de matemáticos, atendiendo a si las empresas usan o no técnicas matemáticas. 144

Figura 10-1: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI (n=6.716)..... 145

Figura 10-2: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI por sectores. 145

Figura 10-3: Distribución de empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI (n=2.140)..... 146

Figura 10-4: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI por tamaño. 146

Figura 10-5: Distribución de empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI por tamaño de empresa..... 147

Figura 10-6: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI por sectores. 148

Figura 10-7: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de alguna técnica matemática por sectores.	148
Figura 10-8: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI por tamaño de empresa.	149
Figura 10-9: Empresas no dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de alguna técnica matemática por tamaño de empresa.	149
Figura 10-10: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de OTM por sectores (n=542).	150
Figura 10-11: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las usuarias de OTM por tamaño (n=542).	151
Figura 10-12: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las que indicaron algún tipo de necesidad en CAD/CAE o TE/IO por sectores.	152
Figura 10-13: Empresas dispuestas a colaborar con Universidades o CI entre las que indicaron algún tipo de necesidad en CAD/CAE o TE/IO, por tamaño.	152
Figura 10-14: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI (n=6.716).	153
Figura 10-15: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI por sectores.	155
Figura 10-16: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI por tamaño.	156
Figura 10-17: Interés en volver o no a colaborar con Universidades o CI (n=2.100).	156
Figura 10-18: Empresas no interesadas en volver a colaborar con Universidades o CI por sectores.	158
Figura 10-19: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI (n=2.100).	159
Figura 10-20: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI por sector.	160
Figura 10-21: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI por tamaño.	161
Figura 10-22: Grado de satisfacción de las empresas que han colaborado con Universidades o CI.	161
Figura 10-23: Grado medio de satisfacción en las colaboraciones con Universidades o CI por sector.	162
Figura 10-24: Grado medio de satisfacción en las colaboraciones con Universidades o CI por tamaño.	162
Figura 10-25: Empresas interesadas en contactar con i-MATH (n=1075).	163
Figura 10-26: Empresas interesadas en contactar con i-MATH por sectores (n=1.075).	165
Figura 10-27: Empresas interesadas en contactar con i-MATH por tamaño (n=1.075).	165



TABLAS

Tabla 2-1: Estructuración del universo por sectores de interés.	13
Tabla 2-2: Distribución del universo por sectores y en cada sector por tamaño de empresa.	14
Tabla 2-3: Distribución de la muestra y del universo por tamaño empresa.	15
Tabla 2-4: Distribución de la muestra y del universo por sector.	15
Tabla 2-5: Distribución de la muestra y del universo por C. Autónoma.	16
Tabla 2-6: Distribución de la muestra zoom por subsector.	17
Tabla 4-1: Puesto del encuestado por sectores.	36
Tabla 4-2: Puesto del encuestado por tamaño de empresa.	38
Tabla 4-3: Tipo de departamento con referencia a la muestra total y por sectores.	43
Tabla 4-4: Número de empresas de la muestra que tienen departamento de I+D+i o de desarrollo de nuevos productos y ubicación del mismo por sector.	46
Tabla 5-1: Empresas usuarias de CAD por Comunidades Autónomas.	49
Tabla 5-2: Empresas usuarias de técnicas CAE en cada Comunidad Autónoma.	53
Tabla 5-3: Porcentaje de empresas usuarias de CAE como aplicación posterior al CAD obtenido, por sectores.	62
Tabla 5-4: Porcentaje de empresas usuarias de CAE posteriormente, dentro de las que usan CAD, por tamaño de empresa.	64
Tabla 5-5: Porcentaje de empresas no usuarias de CAD, dentro de las que usan CAE, por sectores.	67
Tabla 5-6: Porcentaje de empresas no usuarias de CAD, dentro de las que usan CAE, por tamaño de empresa.	69
Tabla 5-7: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tipo de software utilizado por sector.	78
Tabla 5-8: Empresas usuarias de CAE realizado internamente, según tengan programas o módulos de CAE desarrollados a medida, por sector.	80
Tabla 5-9: Tipo de fenómenos para los que se utiliza el CAE por sector.	82
Tabla 5-10: Tipo de CAE realizado tomando las empresas que sólo usan uno de ellos (n=866).	84
Tabla 5-11: Tipo de necesidad en CAD/CAE por sector (n=235).	89
Tabla 5-12: Tipo de necesidad en CAD/CAE por tamaño de empresa (n=235).	89



Tabla 6-1: Empresas usuarias de TE/IO por Comunidades Autónomas.....	93
Tabla 6-2: Empresas con uso interno de TE/IO, según tipo de software utilizado por sector.	101
Tabla 6-3: Temas en los que se aplican TE/IO del total de la muestra y por sector (n=3.317).....	106
Tabla 6-4: Tipos de aplicación de las herramientas de TE/IO del total de la muestra y por tamaño de empresa (n=3.317).	108
Tabla 6-5: Tipo de necesidades en TE/IO por sectores (n=461).....	113
Tabla 6-6: Tipo de necesidades en TE/IO por tamaño de empresa (n=461).....	115
Tabla 7-1: Empresas usuarias de OTM por comunidades autónomas.....	117
Tabla 7-2: Número de interlocutores de las empresas usuarias de OTM por sector.	121
Tabla 7-3: Temas en los que se aplican OTM del total de la muestra y por sector (n=542).	125
Tabla 7-4: Temas en los que se aplican OTM del total de la muestra y por tamaño de empresa (n=542).....	127
Tabla 9-1: Valoración del conocimiento medio de las técnicas matemáticas por sector y por tamaño de empresa.	134
Tabla 9-2: Número de empresas con matemáticos y número de matemáticos por comunidad.	137
Tabla 10-1: Empresas que han colaborado en los últimos cinco años con Universidades o CI (n=6.716).....	154
Tabla 10-2: Empresas no interesadas en volver a colaborar con Universidades o CI por sectores.....	157
Tabla 10-3: Tipo de colaboración realizada con Universidades o CI por sector.	159
Tabla 10-4: Empresas interesadas en contactar con i-MATH (n=1.075).....	164