

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS  
REPORTS DE LA RECERCA A CATALUNYA  
2003-2009  
**Enginyeria industrial**

Report elaborat per Joaquim Agulló

Aquest estudi ha comptat amb el suport i la col·laboració de la Generalitat de Catalunya, i ha estat realitzat sota la direcció i cura de la Secretaria Científica i de l'Observatori de la Recerca de l'IEC.

© 2014, Institut d'Estudis Catalans  
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: octubre del 2014

Text revisat lingüísticament per la Unitat de Correcció del Servei Editorial de l'IEC

ISBN: 978-84-9965-201-6

DOI: 10.2436/15.0110.16.20



Aquesta obra és d'ús lliure, però està sotmesa a les condicions de la llicència pública de *Creative Commons*. Es pot reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria i l'entitat que la publica i no se'n faci un ús comercial ni cap obra derivada. Es pot trobar una còpia completa dels termes d'aquesta llicència a l'adreça: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>.

## Sumari

Abreviacions .....	4
Resum .....	9
1. INTRODUCCIÓ .....	14
1.1. Objectiu i abast del report.....	14
1.2. La nova metodologia .....	15
1.3. Indicadors .....	17
1.4. Fonts d'informació .....	18
2. ESTRUCTURA .....	21
3. ANÀLISI DE L'ACTIVITAT DE RECERCA EN CADA UN DELS ÀMBITS CONSIDERATS .....	21
3.1. Enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica .....	21
3.2. Enginyeria energètica (nuclear, elèctrica i tèrmica) .....	39
3.3. Enginyeria química, tèxtil i paperera.....	56
4. CONSIDERACIONS CONCLUSIVES I RECOMANACIONS .....	73

## Abreviacions

€	euro
AGAUR	Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca
AIDIT	Agència d'Accreditació en Investigació, Desenvolupament i Innovació Tecnològica
AMADE	Anàlisi i materials avançats per al disseny estructural (Universitat de Girona)
AMPC	Anàlisi de materials de patrimoni cultural (Universitat Politècnica de Catalunya)
ANECA	Agència Nacional d'Avaluació de la Qualitat i Accreditació
BA	Grup de Biotecnologia Ambiental (Universitat de Barcelona)
BBG	Bioenginyeria i bioelectroquímica (Universitat Rovira i Virgili)
BIBITE	Biomaterials, biomecànica i enginyeria de teixits (Universitat Politècnica de Catalunya)
CCA	Catàlisi i cinètica aplicada (Universitat de Barcelona)
CDEI	Centre de Disseny d'Equips Industrials (Universitat Politècnica de Catalunya)
CDIF	Centre de Diagnòstic Industrial i Fluïdodinàmica (Universitat Politècnica de Catalunya)
CDPQF	Centre de Desenvolupament de Processos de Química Fina
CEDAL	Centre de Disseny d'Aliatges Lleugers i Tractaments de Superfície (Universitat Politècnica de Catalunya)
CEN	ciència i enginyeria nàutica
CEPIMA	Centre d'Enginyeria de Processos i Medi Ambient (Universitat Politècnica de Catalunya)
CEQAP	Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte
CERC	Centre Experimental de Refrigeració i Climatització (Universitat Politècnica de Catalunya)
CERCA	Centres de Recerca de Catalunya
CeRTAP	Centre de Referència en Tècniques Avançades de Producció
CERTEC	Centre d'Estudis del Risc Tecnològic (Universitat Politècnica de Catalunya)
CIEFMA	Centre d'Integritat Estructural i Fiabilitat dels Materials (Universitat Politècnica de Catalunya)
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIPAGRAF	Grup de Recerca Paperer i Gràfic (Universitat Politècnica de Catalunya)
CITCEA	Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (Universitat Politècnica de Catalunya)
CLM	Centre del Làser i Metal·lúrgia (Laboratori General d'Assaigs i Investigacions)
CM	ciència dels materials i enginyeria metal·lúrgica
CPCM	Caracterització i processos en ciència de materials (Universitat de Barcelona)
CPT	Ciència i tecnologia de la projecció tèrmica (Universitat de Barcelona)
CREB	Centre de Recerca en Enginyeria Biomèdica (Universitat Politècnica de Catalunya)

CREMIT	Centre de Recerca de Motors i Instal·lacions Tèrmiques (Universitat Politècnica de Catalunya)
CREPI	Research Group in Chemical Reaction Engineering and Process Intensification (Universitat Rovira i Virgili)
CREVER	Centre d'Innovació Tecnològica en Revalorització Energètica i Refrigeració (Universitat Rovira i Virgili)
CSIC	Consell Superior d'Investigacions Científiques
CTT	Centre de Transferència de Tecnologia
CTTC	Centre Tecnològic de Transferència de Calor (Universitat Politècnica de Catalunya)
DCEN	Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques (Universitat Politècnica de Catalunya)
DCMEM	Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica (Universitat Politècnica de Catalunya)
DEE	Departament d'Enginyeria Elèctrica (Universitat Politècnica de Catalunya)
DEM	Departament d'Enginyeria Mecànica (Universitat Politècnica de Catalunya i Universitat Rovira i Virgili)
DEMCI	Departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial (Universitat de Girona)
dep.	departament
DEQ	Departament d'Enginyeria Química
DEQATA	Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària (Universitat de Girona)
DETIP	Departament d'Enginyeria Tèxtil i Paperera (Universitat Politècnica de Catalunya)
DF	Dinàmica no lineal de fluids (Universitat Politècnica de Catalunya)
DFEN	Departament de Física i Enginyeria Nuclear (Universitat Politècnica de Catalunya)
DIEI	Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial (Universitat de Lleida)
DIOPMA	Grup de Disseny i Optimització de Processos i Materials (Universitat de Barcelona)
DMF	Departament de Mecànica de Fluids (Universitat Politècnica de Catalunya)
DMMT	Departament de Màquines i Motors Tèrmics (Universitat Politècnica de Catalunya)
ECoMMFiT	Experimentació, computació i modelització en mecànica de fluids i turbulència (Universitat Rovira i Virgili)
ECOR	Grup de Recerca d'Enginyeria de la Corrosió i dels Materials Metàl·lics (Universitat Ramon Llull)
EDP	equivalent a dedicació plena
EE	enginyeria elèctrica
EM	enginyeria mecànica
EN	enginyeria nuclear
eng.	enginyeria
ENGIBIO	Grup de Recerca en Enginyeria i Biotecnologia (Universitat Politècnica de Catalunya)
ENGMOL	Grup de Recerca en Enginyeria Molecular (Universitat Politècnica de Catalunya)

EQ	enginyeria química
EPOA	Enginyeria de processos d'oxidació avançada (Universitat de Barcelona)
EPSP	Grup d'Enginyeria de Processos, Seguretat i Prospectiva (Universitat Ramon Llull)
ESC	Enginyeria de sistemes col·loïdals (Universitat de Barcelona)
ET	enginyeria tèrmica
ETP	enginyeria tèxtil i paperera
FLUIDS	Grup de Reactors Químics i Enginyeria de Fluids (Universitat Politècnica de Catalunya)
GAECE	Grup d'Accionaments Elèctrics amb Commutació Electrònica (Universitat Politècnica de Catalunya)
GBMI	Grup de Biotecnologia Molecular i Industrial (Universitat Politècnica de Catalunya)
GEM	Grup d'Enginyeria Molecular (Universitat Ramon Llull)
GENBIO	Grup d'Enginyeria Biomecànica (Universitat Politècnica de Catalunya)
GREA	Grup de Recerca en Energia Aplicada (Universitat de Lleida)
GREENER	Grup de Recerca d'Estudis Energètics i de les Radiacions (Universitat Politècnica de Catalunya)
GREFEMA	Grup de Recerca en Enginyeria de Fluids, Energia i Medi Ambient (Universitat de Girona)
GREPP	Grup de Recerca d'Enginyeria de Procés, Producte i Producció (Universitat de Girona)
GRESIM	Grup de Recerca en Sistemes Mecatrònics (Universitat Politècnica de Catalunya)
GREVTAM	Grup de Recerca en Vibracions i Teoria i Anàlisi de Màquines (Universitat Politècnica de Catalunya)
ICMAB	Institut de Ciència de Materials de Barcelona
ICREA	Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats
ICT	Institut Català de Tecnologia
IDESCAT	Institut d'Estadística de Catalunya
IDIADA	Institut d'Investigació Aplicada de l'Automòbil
IEC	Institut d'Estudis Catalans
IMEM	Innovació, modelització i enginyeria en (BIO)Materials (Universitat Politècnica de Catalunya)
INE	Institut Nacional d'Estadística
INTE	Institut de Tècniques Energètiques (Universitat Politècnica de Catalunya)
INTEXTER	Institut d'Investigació Tèxtil i Cooperació Industrial de Terrassa (Universitat Politècnica de Catalunya)
IQS	Institut Químic de Sarrià
IREC	Institut de Recerca en Energia de Catalunya
ISI	Institute for Scientific Information
JCR	<i>Journal Citation Report</i>
L'AIRE	Laboratori Aeronàutic i Industrial de Recerca i Estudis (Universitat Politècnica de Catalunya)
LABSON	Laboratori de Sistemes Oleohidràulics i Pneumàtics (Universitat Politècnica de Catalunya)

LEAM	Laboratori d'Enginyeria Acústica i Mecànica (Universitat Politècnica de Catalunya)
LEITAT	Laboratori d'Assaigs i Investigacions Tèxtils del Condicionament Terrassenc
LEPAMAP	Laboratori d'Enginyeria Paperera i Materials Polímers (Universitat de Girona)
LEQUIA	Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (Universitat de Girona)
LGAI	Laboratori General d'Assaigs i Investigacions
LITEM	Laboratori per a la Innovació Tecnològica d'Estructures i Materials (Universitat Politècnica de Catalunya)
MACROM	Cristal·lografia, estructura i funció de macromolècules biològiques (Universitat Politècnica de Catalunya)
MF	mecànica de fluids
MV	màquines i vibroacústica
NERG	Grup de Recerca d'Enginyeria Nuclear (Universitat Politècnica de Catalunya)
OITT	Oficina d'Investigació i Transferència Tecnològica (Universitat de Girona)
OR-IEC	Observatori de la Recerca de l'Institut d'Estudis Catalans
PDI	personal docent i investigador
POLQUITEX	Grup de Recerca en Materials Polimèrics i Química Tèxtil (Universitat Politècnica de Catalunya)
POLYCOM	Polímers i compòsits: tecnologia (Universitat Politècnica de Catalunya)
PROCOMAM	Processos de conformació de materials metàl·lics (Universitat Politècnica de Catalunya)
E	
PSEP	Polímers sintètics: estructura i propietats. Polímers biodegradables (Universitat Politècnica de Catalunya)
PSI	Processos de separació industrial (Universitat de Barcelona)
QSE	Qualitat del subministrament elèctric (Universitat Politècnica de Catalunya)
R+D	recerca i desenvolupament
R+D+I	recerca, desenvolupament i innovació
s. d.	sense dades
SAMA	Grup per a la Seguretat Alimentària i Mediambiental (Universitat Ramon Llull)
SCI-E	<i>Science Citation Index Expanded</i>
SEER	Sistemes elèctrics d'energia renovable (Universitat Politècnica de Catalunya)
SEN	Secció d'Enginyeria Nuclear (Universitat Politècnica de Catalunya)
SPPT	Superfícies, productes i processos tèxtils (Universitat Politècnica de Catalunya)
STRI	Grup de Tècniques de Separació i Tractament de Residus Industrials (Universitat Politècnica de Catalunya)
SUMMLab	Laboratori de Mesura i Modelització de la Sostenibilitat (Universitat Politècnica de Catalunya)
SUR	Secretaria d'Universitats i Recerca
SUSCAPE	Sustainable computer aided process engineering (Universitat Rovira i Virgili)

SYSTEMIC	Structured systems engineering for energy, materials and chemistry (Universitat Rovira i Virgili)
TC	temps complet
TECNOFAB	Grup de Recerca en Tecnologies de Fabricació (Universitat Politècnica de Catalunya)
TECTEX	Grup de Recerca en Tecnologia Tèxtil (Universitat Politècnica de Catalunya)
TERFIQ	Grup de Termodinàmica i Físicoquímica (Universitat Politècnica de Catalunya)
TMAS	Toxicologia i microbiologia ambiental (Universitat Politècnica de Catalunya)
TRANSMAR	Grup de Recerca de Transport Marítim i Logística (Universitat Politècnica de Catalunya)
UAB	Universitat Autònoma de Barcelona
UB	Universitat de Barcelona
UdG	Universitat de Girona
UdL	Universitat de Lleida
UPC	Universitat Politècnica de Catalunya
URL	Universitat Ramon Llull
URV	Universitat Rovira i Virgili



## Resum

En aquest report es fa una anàlisi de l'activitat de recerca en l'àmbit universitari de Catalunya, en el període 2003-2009, corresponent als següents tres àmbits de l'enginyeria industrial:

- enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica
- enginyeria energètica (nuclear, elèctrica i tèrmica)
- enginyeria química, tèxtil i paperera.

Respecte als dos reports anteriors, n'han quedat excloses l'organització industrial (que ha quedat inclosa en el report d'economia), les tecnologies del medi ambient (que han passat al nou report de medi ambient) i l'enginyeria d'estructures (que ha passat a quedar inclosa plenament en el report d'enginyeria civil i de la construcció). S'hi ha incorporat l'enginyeria nàutica, que en el període del report ha passat a ser rellevant en la recerca.

El canvi metodològic per a la realització d'aquest report ha substituït la intervenció d'un expert en cadascun dels àmbits analitzats, com s'havia fet en el report anterior, per una anàlisi documental basada en les àrees de coneixement establertes pel Govern d'Espanya i, pel que fa als articles indexats, en les categories temàtiques establertes en la base de dades *Science Citation Index Expanded* (SCI-E). S'ha fet èmfasi, per altra banda, a aconseguir una homogeneïtat més gran en l'estructura dels diversos reports.

A efectes de valoració comparativa, s'hi han considerat els indicadors següents:

— Mitjana anual de despesa total en recerca (incloses les retribucions), en milers d'euros per equivalent a dedicació plena (EDP). En alguns casos, s'ha referit exclusivament als recursos econòmics aconseguits per la recerca.

— Mitjana anual de tesis per EDP.

— Mitjana anual d'articles indexats per EDP.

— Mitjana anual de tesis per milió d'euros de despesa total en recerca (incloses les retribucions). Aquest indicador es limita a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

— Mitjana anual d'articles indexats per milió d'euros de despesa total en recerca (incloses les retribucions). Aquest indicador es limita a la UPC.

En la determinació del nombre d'EDP, s'ha comptabilitzat el 50 % del personal docent i investigador (PDI) —en això difereix del report anterior— i el 100 % dels

investigadors. També difereix del report anterior la inclusió de les retribucions en la despesa total en investigació.

La creixent interdependència entre les àrees de coneixement en les activitats de recerca, cosa, per altra banda, plenament desitjable, perquè és font de fructíferes sinergies, esvaeix progressivament les fronteres entre les àrees i dificulta l'anàlisi de la recerca en parcel·les separades. La gran transversalitat en els departaments d'algunes universitats ha impedit incloure en el report alguns grups que, tot i ser actius en la recerca, no feien possible la separació de les dades necessàries de recursos humans, recursos econòmics i resultats entre les àrees del report. També aquesta transversalitat pot ser la responsable d'imprecisions en les dades emprades en alguns grups.

En l'àmbit de l'enginyeria industrial, la recerca a Catalunya en el període del report ha implicat una mitjana anual (en l'àmbit universitari) de 326 EDP i una mitjana anual de despesa total de 31 milions d'euros, suma d'una mitjana anual de recursos econòmics aconseguits de 19 milions d'euros (sense comptabilitzar els recursos obtinguts per a activitats de formació) i d'una mitjana anual estimada de 12 milions d'euros en retribucions. Quant a resultats, ha implicat una mitjana anual de 65 tesis doctorals i de 587 articles indexats.

Globalment, els tres primers indicadors es troben en la banda alta dins la recerca a Catalunya i Espanya, i destaquen molt particularment els elevats valors dels dos indicadors relatius a la producció d'articles indexats corresponents a l'enginyeria de materials, l'enginyeria nuclear i l'enginyeria química. Com en els dos reports anteriors, aquesta valoració globalment positiva es veu, però, parcialment enfosquida per l'existència de grups amb un rendiment molt baix pel que fa als resultats de la recerca.

A continuació, s'exposen les consideracions conclusives més rellevants:

— *Manca d'exigència de l'activitat investigadora del professorat a temps complet per part de la universitat.* Com ja es va posar de manifest en el report anterior, hi ha una gran tolerància envers el professorat amb dedicació a temps complet que no fa recerca o que participa en convenis que no es tradueixen en indicadors de producció de recerca (tesis i articles indexats). La dedicació a temps complet es concedeix i es renova sense una exigència seriosa relativa a aquests indicadors.

Com han posat de manifest les diverses seccions del report, coexisteixen en un mateix àmbit grups o centres de gran nivell en l'activitat investigadora (reconeguda internacionalment) amb d'altres que pràcticament no investiguen, per bé que puguin fer serveis especialitzats (assaigs, verificacions, homologacions, estudis, etc.) i projectes

tècnics per a l'entorn industrial. La seva manca de compromís amb la recerca queda il·lustrada pel baix indicador de la mitjana anual d'articles indexats per EDP.

La solució d'aquest problema suposaria l'exigència, per part de la universitat, del compliment d'uns mínims de producció de recerca per concedir i renovar la dedicació a temps complet. No sembla, però, que la universitat es mogui en aquesta direcció.

— *Evolució de la dimensió i estructura operativa dels grups.* El report anterior ja va posar de manifest que els grups grans amb vocació investigadora són més eficients que els petits amb la mateixa vocació investigadora. La diversitat més gran de persones i temes d'investigació d'aquests grups origina sinergies favorables. Aquests grups tenen, a més, una estabilitat més gran, perquè garanteixen una massa crítica que condiciona favorablement els qui entren a formar-ne part.

Un grup gran sense vocació investigadora també és estable, però en perjudici de la investigació. La selecció de nou personal així com les decisions col·lectives solen estar dirigides a perpetuar la manera de fer de la majoria no investigadora.

Quant a l'estructura operativa dels grups de recerca, s'ha anat consolidant el pas vers els *centres d'investigació sense parets*, que articulen grups de disciplines diferents i amb vocació investigadora. El seu caràcter pluridisciplinari, juntament amb el gran nombre i la varietat d'investigadors, potencia la capacitat investigadora dels grups que els componen, perquè poden participar en projectes de més amplitud i complexitat. Aquest canvi és una adaptació al caràcter interdisciplinari cada vegada més acusat de la recerca en tots els àmbits, i molt particularment en el de l'enginyeria. Aquests centres estan en més bona posició per participar en els grans programes nacionals i europeus de recerca que els clàssics departaments universitaris.

— *Els convenis i la recerca.* Els convenis dels grups de recerca universitaris amb l'entorn industrial són el canal més previsible per a la transferència de tecnologia i per a la participació dels investigadors en la innovació tecnològica. A més, són una font de recursos econòmics important per al manteniment de les infraestructures de recerca i d'una part del cost dels recursos humans. Hi ha, però, un aspecte, ja esmentat en el report anterior, que caldria millorar. Es tracta del component de recerca dels convenis. Sovint, i en particular en els grups universitaris amb escassa producció de recerca segons els indicadors emprats, els convenis corresponen a serveis especialitzats (assaigs, verificacions, homologacions, etc.) i a projectes tècnics. Cal fer atenció al fet

que en aquesta activitat s'entra, en principi, en competència amb les empreses d'enginyeria i amb els laboratoris d'assaig, competència que podria ser deslleial.

L'Agència d'Accreditació en Investigació, Desenvolupament i Innovació Tecnològica (AIDIT) semblava, en l'anterior report, que hauria d'haver estat decisiva en aquest punt, per acreditar quins projectes podrien ser considerats aptes per ser objecte de convenis (de recerca) universitat-empresa. La seva activitat s'ha centrat, però, en els projectes proposats des de l'àmbit empresarial als programes institucionals de promoció de la recerca impulsats per l'Estat. La seva intervenció en les universitats ha estat marginal o nul·la, i les mateixes universitats no han desenvolupat cap òrgan d'acreditació que resolgui la mancança.

— *Una nova estratègia per als reports de la recerca?* L'evolució de l'estructura operativa dels grups de recerca, que tendeix a articular-los en centres especialitzats interdisciplinaris sense parets, fa cada cop més inadequada una parcel·lació dels àmbits dels reports segons els àmbits clàssics d'especialització professional. Això és particularment cert en l'àmbit de l'enginyeria, i molt particularment en el de l'enginyeria industrial, per la seva essencial transversalitat. Aquest fet no només tendeix a dificultar l'obtenció de les dades de les diverses àrees amb una correspondència precisa entre recursos humans, recursos econòmics i resultats, sinó que fàcilment desdibuixa la parcel·lació real de la recerca, vinculada a les temàtiques emergents associades als programes institucionals de promoció de la recerca. La mateixa evolució dels àmbits dels reports ja ha estat una resposta a aquesta tendència. Ho il·lustra la introducció de les quatre noves àrees: biotecnologia, ciència i tecnologia dels aliments, medi ambient i nanociència i nanotecnologia. Per tal de prendre el pols a la recerca en l'àmbit científicotècnic a Catalunya, en el futur, podria ser més adequat fer reports centrats en les grans àrees que es troben en la primera línia de la recerca, el desenvolupament i la innovació (R+D+I), i que valoressin globalment la participació dels diversos estaments: empreses, ensenyament superior i Administració. Aquest canvi d'estratègia no trauria interès al seguiment de l'activitat de recerca dins el teixit de grups, centres i departaments de l'ensenyament superior, atesa la importància de la despesa en recursos humans implicada, com es comenta en el següent i darrer punt conclusiu.

— *Seguiment sistemàtic del grau de compliment del personal investigador en l'ensenyament superior.* Aquest report ha posat de manifest, com els dos anteriors, que el problema més preocupant en la recerca dins l'àmbit universitari és el baix

compliment del compromís amb l'activitat de recerca per part del professorat a temps complet en molts dels grups. El problema és greu per l'elevat cost en retribucions associades al component de recerca (aproximadament, una mitjana anual de 12 milions d'euros en l'àmbit d'aquest report). La millora en la disponibilitat de la informació relativa als recursos humans i econòmics, així com als resultats de la recerca, que ha experimentat un gran pas endavant entre l'anterior report i el present, permet preveure que, en el futur, es pugui fer un seguiment sistemàtic del grau de compliment dels diversos grups de manera rutinària, sense la intervenció d'experts. Caldria estructurar un patró adequat de base de dades que fos seguit per totes les universitats catalanes. Una estructura adequada de les dades permetria no només un seguiment sistemàtic, any rere any, de l'activitat investigadora del professorat de cada departament, sinó que també permetria l'obtenció de dades necessàries relatives als col·lectius considerats en els nous reports, com ara les dels recursos humans i els resultats.

Com a conclusió final, es pot afirmar que, globalment, l'àmbit de la recerca en enginyeria industrial a Catalunya es troba, pel que fa als resultats, a la banda alta, tant a Catalunya com a Espanya, però que la qualitat dels seus grups és molt dispar, sense que hi hagi hagut una millora significativa, respecte als reports anteriors, en els grups de qualitat baixa. Les propostes de millora començarien per garantir el component investigador en l'activitat del professorat universitari a temps complet. La recerca es veuria també afavorida per la garantia que els convenis corresponguessin autènticament a activitats de recerca i per la reestructuració dels grups i centres de recerca, adequant-los per donar resposta a les temàtiques emergents, que són les que concentren els recursos dels programes institucionals de promoció de la recerca.

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. *Objectiu i abast del report*

La característica principal d'aquest report, que forma part d'una col·lecció de trenta-un reports que comprenen tot l'àmbit de la recerca a Catalunya, és l'elevat grau de resolució estès en un àmbit limitat: en aquest cas, el designat com a enginyeria industrial dins el marc de l'ensenyament superior, en el qual se'n poden posar de manifest els punts forts i els punts febles.

La delimitació d'aquest àmbit és, a grans trets, la mateixa que en els dos reports precedents, per bé que amb algunes modificacions. Inclou els tres àmbits següents:

- enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica
- enginyeria energètica (nuclear, elèctrica i tèrmica)
- enginyeria química, tèxtil i paperera.

Respecte als dos reports anteriors, n'han quedat excloses l'organització industrial (que ha quedat inclosa en el report d'economia), les tecnologies del medi ambient (que han passat al nou report de medi ambient) i l'enginyeria d'estructures (que ha passat a quedar inclosa plenament en el report d'enginyeria civil i de la construcció). S'hi ha incorporat l'enginyeria nàutica, que en el període del report ha passat a ser rellevant en la recerca.

Les limitacions relatives a la informació disponible i la conveniència de donar un tracte similar als diversos grups de recerca considerats han portat, com en els reports anteriors, a acotar el report a l'àmbit universitari. Aquest fet, si bé pot deixar fora del report algunes activitats de recerca que li serien pròpies, no perjudica sensiblement la visió global que s'obté de la recerca en l'àmbit considerat. Per altra banda, per la seva dimensió en recursos humans, l'entorn universitari constitueix a Catalunya, de llarg, el col·lectiu amb més potencial investigador.

Entre les universitats catalanes, la UPC constitueix un referent remarcable en l'enginyeria industrial, ja que li corresponen prop del 56 % dels recursos humans i econòmics de la recerca en l'àmbit i del 52 % dels resultats en tesis i articles indexats. I també és un referent pel fet de disposar de dades molt completes i precises relatives a la recerca en les diferents àrees de coneixement considerades. Llevat d'alguna excepció, els seus departaments es corresponen directament amb alguna d'aquestes àrees, cosa que no és freqüent en altres universitats, on els departaments són més transversals, cosa

que dificulta l'anàlisi de la seva participació en cadascuna de les àrees considerades en el report. Per aquest motiu, algunes de les consideracions del report es refereixen únicament a la UPC.

La creixent interdependència entre les àrees de coneixement en les activitats de recerca, cosa, per altra banda, plenament desitjable, perquè és font de fructíferes sinergies, esvaeix progressivament les fronteres entre les àrees i dificulta l'anàlisi de la recerca en parcel·les separades. Així, l'emergent recerca biomèdica comporta una col·laboració estreta entre investigadors en les àrees d'enginyeria de materials, mecànica, automàtica, informàtica i electrònica, entre d'altres, algunes de les quals no pertanyen a aquest report. La gran transversalitat en els departaments i grups de recerca ha impedit incloure en el report alguna universitat que, tot i ser activa en la recerca, no feia possible la separació de les dades necessàries de recursos humans i econòmics i de resultats entre les àrees del report. També aquesta transversalitat és la responsable d'imprecisions en les dades emprades en alguns grups, les quals, si bé poden ser no del tot representatives de l'activitat investigadora d'aquests grups, ajuden a donar una visió més àmplia i global de la recerca en l'àmbit estudiat.

La visió global macroscòpica de la recerca a Catalunya, feta conjuntament en els diversos àmbits (empresarial, de l'Administració i universitari), és objecte d'altres reports promoguts des de l'Administració.

## **1.2. *La nova metodologia***

La metodologia per a la realització d'aquest report ha estat basada en les àrees de coneixement establertes pel Govern d'Espanya i, pel que fa als articles indexats, en les categories temàtiques establertes en la base de dades SCI-E. S'ha suprimit la intervenció d'un expert en cadascun dels àmbits del report, com s'havia fet en el report anterior, i s'ha fet èmfasi, per altra banda, a aconseguir una homogeneïtat més gran en l'estructura dels diversos reports.

Aquesta estratègia ha presentat dificultats. Com ara que el personal investigador d'un departament pugui pertànyer a diverses àrees de coneixement, algunes de les quals alienes al report, fins i tot en el cas que sigui un departament plenament identificat amb una àrea de coneixement del report. En el cas de les revistes, sovint les categories temàtiques inclouen àrees diverses, algunes de les quals no pertanyen al report. Per

exemple, la categoria que inclou l'enginyeria elèctrica (que, en el període del report, comprèn 1.860 articles amb algun autor localitzat a Catalunya) inclou també l'enginyeria electrònica, que és aliena al report i a la qual pertany una fracció important dels articles. Per altra banda, no sempre els articles donen la indicació del departament dels autors: sovint es limiten a indicar-ne la universitat.

En l'avaluació dels recursos humans, comptabilitzats en EDP, s'ha considerat que un PDI a temps complet correspon a 0,5 EDP, atès que està establert que dediqui un 50 % del temps a la docència i l'altre 50 % a la recerca. Aquest ha estat un canvi respecte al report anterior. El fet que el PDI amb responsabilitats de gestió en departaments, centres o universitats tingui una certa descàrrega de les seves obligacions en recerca, no ha pogut ser tingut en compte per manca d'informació.

En l'avaluació de la despesa en recerca, s'ha distingit entre els recursos econòmics aconseguits (limitats a convenis, projectes nacionals i projectes europeus, amb exclusió dels corresponents a activitats de formació) i les retribucions. Els recursos econòmics aconseguits són il·lustratius del volum de recerca dels diversos grups o departaments considerats. La despesa total (suma dels recursos econòmics aconseguits i de les retribucions) és interessant per un doble motiu: és indicativa del cost de l'activitat investigadora dels grups i permet obtenir els indicadors de tesis doctorals o articles indexats per milió d'euros de manera que siguin representatius del rendiment del grup en recerca. Sense comptabilitzar les retribucions, un grup poc actiu a l'hora d'obtenir recursos econòmics veuria que milloren els valors d'aquests indicadors, ja que els seus resultats en tesis i articles es referirien a una quantitat econòmica petita; així, aquests índexs podrien assolir fàcilment valors superiors als dels grups més actius, tant en resultats com en ingressos. Hauria estat desitjable poder disposar de dades precises de les retribucions corresponents a tots els grups, però això només ho ha estat possible en el cas de la UPC, on s'ha pogut conèixer, en cadascun dels anys del report, la composició detallada dels grups investigadors, a la qual s'ha aplicat el sou mitjà segons la tipologia del període del report (exceptuant-ne retribucions additives no conegudes, com ara els triennis o els sexennis d'investigació). En el cas del PDI, s'ha comptabilitzat el 50 % de la retribució.

Per tal d'obtenir una estimació de la despesa total, per àrees de coneixement i per EDP, corresponent a les altres universitats (de les quals no es disposa de la composició detallada dels seus equips de PDI i d'investigadors), en l'apartat 4, «Consideracions conclusives i recomanacions», se n'ha fet una estimació a partir del



valor de la retribució anual mitjana per EDP trobada en el cas de la UPC. A l'hora, però, de calcular els indicadors relatius a les tesis i els articles per milió d'euros, s'ha preferit no emprar dades estimades i el càlcul s'ha limitat a la UPC.

Cal dir que, si bé en la preparació d'aquest report s'ha pogut localitzar molta més informació en webs de referència que en el report anterior, la seva separació entre les parcel·les d'interès per al report s'ha vist dificultada pel fet de no estar sovint ben definida la delimitació, segons aquestes parcel·les, tant dels recursos humans com dels recursos econòmics i dels resultats.

A propòsit dels resultats, aquests s'han limitat a les tesis doctorals i els articles indexats. Se n'han exclòs les patents, perquè per haver-nos limitat a l'ensenyament superior com a àmbit d'anàlisi, és usual en l'avaluació de la seva recerca —com ara per part de l'Agència Nacional d'Avaluació de la Qualitat i Acreditació (ANECA)— considerar únicament les patents que es troben en explotació (i no per la mateixa universitat que ha promogut la patent), i aquesta informació no ha estat accessible.

En l'aplicació d'aquesta nova metodologia, ha estat decisiu el suport prestat per l'Observatori de la Recerca de l'Institut d'Estudis Catalans (OR-IEC) i, molt particularment, pel seu documentalista Llorenç Arguimbau.

### **1.3. Indicadors**

S'ha emprat el mateix conjunt d'indicadors que en l'anterior report:

— milers d'euros / EDP, aplicat als recursos econòmics obtinguts i a la despesa total (incloses les retribucions)

— tesis doctorals / EDP

— articles indexats / EDP

— tesis doctorals / milió d'euros de despesa total (limitat a la UPC)

— articles indexats / milió d'euros de despesa total (limitat a la UPC).

Com a valors de referència, hauria estat desitjable trobar els corresponents a l'àmbit de l'enginyeria i la tecnologia a Catalunya, Espanya i Europa, però la informació disponible només ha permès trobar els valors per a Catalunya i per a Espanya, i no tots només per a l'àmbit esmentat. Així:

— Els indicadors relatius a la despesa total per EDP s'han pogut obtenir per a l'àmbit de l'enginyeria i la tecnologia dins l'ensenyament superior.

— Els indicadors relatius a les tesis doctorals s'han hagut d'estendre a tot l'àmbit de l'ensenyament superior.

— Els indicadors relatius als articles publicats ha calgut estendre'ls a l'àmbit més ampli de l'ensenyament superior i de l'Administració pública.

En la taula 1 es recullen els valors d'aquests indicadors.

TAULA 1  
*Indicadors emprats en el report*

<i>Indicadors</i>	<i>Catalunya</i>	<i>Espanya</i>
Recursos econòmics per EDP en milers d'euros	72,21	65,92
<i>Resultats per investigador</i>		
Tesis/EDP	0,136	0,132
Articles indexats / EDP	0,590	0,432
<i>Resultats per milió d'euros de despesa total</i>		
Tesis / milió d'euros	2,22	2,28
Articles indexats / milió d'euros	8,48	6,21

A l'hora d'emprar aquests valors de referència, cal remarcar que són representatius dels valors mitjans en l'àmbit, fonamentalment, universitari. Com es comentarà al llarg del report, la gran disparitat dels grups de recerca universitaris quant a la seva implicació en la recerca fa que aquests valors de referència no siguin representatius del que es podria considerar desitjable en l'àmbit del report. Els valors desitjables per a tots els grups serien els propers als corresponents als grups de l'àmbit de l'enginyeria industrial reconeguts com a actius i compromesos amb la recerca.

#### **1.4. Fonts d'informació**

La nova metodologia emprada, que centra en una sola persona responsable del report les necessitats d'informació (informació que és obtinguda, majoritàriament, pel documentalista Llorenç Arguimbau), fa raonable reunir les fonts d'informació en una sola secció del report, en comptes d'incloure una secció de fonts d'informació en la presentació de l'anàlisi de cadascun dels tres grans àmbits del report.

## **Llocs web de les universitats catalanes implicades en el report**

Les universitats catalanes implicades són la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), la Universitat de Barcelona (UB), la Universitat de Girona (UdG), la Universitat de Lleida (UdL), la UPC i la Universitat Rovira i Virgili (URV). Com s'indica en el punt 3.3.1, no ha estat possible incloure l'activitat de la Universitat Ramon Llull (URL), tot i ser intensa i de qualitat, per manca d'informació comparable amb la de les universitats considerades. En particular, s'han consultat les fonts següents:

- Gabinet de Planificació, Avaluació i Qualitat de la UPC: codis d'unitats, personal d'investigació, personal d'investigació en formació, PDI funcionari, PDI contractat, volum de recerca (inclou tesis i articles), convenis i projectes signats per anys.

- GREC: aplicació de gestió de la recerca desenvolupada per la UB, actualment utilitzada per institucions i organismes diversos, entre els quals la UB, la UdG, la UdL, la URL i la URV.

També s'ha recorregut als webs específics d'instituts, centres i grups de recerca implicats.

## **Llocs web d'organismes suprauniversitaris**

- Secretaria d'Universitats i Recerca (SUR) de la Generalitat de Catalunya: PDI de les universitats públiques, per àrees de coneixement i categories (Catalunya).

- Oficina d'Investigació i Transferència Tecnològica (OITT): recursos econòmics per àrea de coneixement de l'investigador principal.

- Directori de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA): investigadors ICREA.

- Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR): convocatòries de suport als grups de recerca de Catalunya del 2005 i el 2009 (ajuts concedits i dades quantitatives sobre personal, recursos econòmics i publicacions de cada grup).

- Centres de Recerca de Catalunya (CERCA, 2010): agrupa els centres de recerca promoguts per la Generalitat de Catalunya.

— Centres TECNIO d'ACCIO: aglutinen els principals agents experts en investigació aplicada i transferència tecnològica aplicada de Catalunya.

— CERCA i Fundació Institució Catalana de Suport a la Recerca: àrees científiques amb fortaleres i debilitats del sistema de recerca i desenvolupament (R+D) català, segons les dades de Thomson Reuters.

### **Bases de dades generals**

— SCI-E de l'*Institute for Scientific Information (ISI) Web of Science*: es refereix a la ciència.

— OR-IEC: dades dels articles d'institucions catalanes publicats en la base de dades SCI-E en cada una de les categories.

Fonts per arribar als valors de referència dels indicadors de la recerca:

— *La recerca i la innovació a Catalunya l'any 2003* (Jordi Maluquer de Motes): [http://www.gencat.cat/economia/ur/doc/doc\\_56062012\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/economia/ur/doc/doc_56062012_1.pdf).

— *La recerca i la innovació a Catalunya l'any 2004* (Jordi Maluquer de Motes): [http://www.gencat.cat/economia/ur/doc/doc\\_78400980\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/economia/ur/doc/doc_78400980_1.pdf).

— Institut Nacional d'Estadística (INE): PDI de les universitats públiques, per àrees de coneixement i categories (Espanya).

— *III Pla de Recerca de Catalunya 2001-2004* (Generalitat de Catalunya, 2001).

— *Pla de Recerca i Innovació de Catalunya 2005-2008* (Generalitat de Catalunya, 2005).

A propòsit de les tesis doctorals, el report s'ha fonamentat en la llista feta per l'OR-IEC a partir de diferents fonts d'observació: les tesis es presenten agrupades per universitats catalanes i departaments. En el període del report, la normativa universitària relativa a la promoció del professorat va portar a presentar tesis doctorals en universitats diferents a la de la seva realització. Aquest ha estat un factor pertorbador en la informació trobada als webs de les universitats, que, sense especificar-ho, barregen tesis la implicació amb les quals és diversa: autoria, direcció, codirecció i lectura (associada a l'adscripció a un programa de doctorat).

## 2. ESTRUCTURA

Per a cadascun dels àmbits analitzats, l'estudi presenta els apartats següents:

- característiques de l'àmbit
- grups i centres de recerca
- recursos humans
- recursos econòmics
- resultats.

Les consideracions finals conclusives, així com les recomanacions, formen el punt 4 del report. En els epígrafs «Grups i centres de recerca» (epígrafs 3.1.2, 3.2.2 i 3.3.2), s'hi expliciten les fronteres precises que delimiten cada àmbit i la subdivisió que se'n fa per tal d'obtenir una visió realista de les diferents situacions que s'hi donen pel que fa a la recerca. Una anàlisi massa global podria amagar realitats que convé posar de manifest. Per raó de limitacions en la informació accessible, alguna anàlisi s'ha restringit als grups més ben documentats, sovint de la UPC.

## 3. ANÀLISI DE L'ACTIVITAT DE RECERCA EN CADA UN DELS ÀMBITS CONSIDERATS

La nova metodologia emprada en l'elaboració del report ha garantit una extrema homogeneïtat en el tractament dels tres grans àmbits del report, per bé que en comparació amb el report anterior, ha quedat marginada l'anàlisi específica de cadascun d'aquells feta per un expert en cada àmbit.

### 3.1. *Enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica*

#### 3.1.1. **Característiques de l'àmbit**

Com ja s'ha explicat en la «Introducció», el report es limita a l'àmbit universitari. L'enginyeria dels materials, que inclou la ciència dels materials i l'enginyeria metal·lúrgica (àrea que en aquest apartat es designa per CM), comprèn l'estudi de les propietats mecàniques dels diversos materials estructurals (metalls, ceràmiques, polímers, composts i biomaterials), així com el seu comportament en la

fractura i la fatiga, tant des del punt de vista experimental com de modelització i simulació. Els grans centres específics de recerca relativa a materials funcionals, l'interès dels quals no rau en les propietats mecàniques (conductors, semiconductors...), no s'han inclòs en aquesta àrea perquè formen part del report de física. Aquest és el cas, com ara, de la recerca sobre materials semiconductors feta per l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB), del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC).

L'enginyeria mecànica inclou l'àrea de màquines i vibroacústica (designada per MV) i la de mecànica de fluids (designada per MF). L'àrea de MV correspon a l'estudi (disseny, simulació i construcció) de mecanismes i elements de màquines, la fabricació mecànica i la vibroacústica, que sovint es troba atesa pels mateixos grups que estudien les vibracions mecàniques. A la UPC, aquesta àrea es correspon amb el Departament d'Enginyeria Mecànica (DEM). L'àrea de MF engloba tot el que fa referència a sistemes mecànics amb accionaments oleohidràulics i pneumàtics i turbomàquines, així com la simulació de fluxos i turbulència portada a terme pels departaments considerats en el report. Part d'aquesta darrera recerca és també portada a terme per departaments i grups corresponents a altres reports. Relacionada amb la MF, hi ha l'àrea que tracta de la tecnologia de l'aigua i la gestió de fluids ambientals, que no s'ha inclòs en el present report perquè ha passat a formar part del report de medi ambient.

L'àrea de màquines i motors tèrmics s'ha inclòs, en l'àmbit de l'enginyeria energètica, dins l'àrea d'enginyeria tèrmica (ET).

L'enginyeria nàutica correspon a l'àrea, específica de la UPC, de ciència i enginyeria nàutica (designada per CEN).

### **3.1.2. Grups i centres de recerca**

D'entre les universitats catalanes, pel volum d'activitat en l'àmbit i per la disposició de dades que permeten una anàlisi prou significativa, se n'han considerat quatre:

- UPC
- UB
- UdG
- URV.

En la taula 2 s'enumeren els grups de cada universitat considerats en el report, amb la indicació del departament i de l'àrea. A la UB, el 2005, es va subdividir el Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgia en el Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica (considerat en aquest àmbit del report) i el Departament d'Enginyeria Química (que es considera en l'àmbit d'enginyeria química, tèxtil i paperera). Per evitar una distorsió en el report, les dades del Departament d'Enginyeria Química de la UB anteriors al 2005 s'han fraccionat en les dues àrees, CM i enginyeria química (EQ), dels departaments introduïts aquell any, d'acord amb les dades de la SUR.

En el cas de la URV, i dins d'aquest àmbit, el predomini de l'activitat investigadora del grup Experimentació, computació i modelització en mecànica de fluids i turbulència (ECoMMFiT) en l'àrea de MF ha fet que en aquest report es concentri en aquesta àrea la seva recerca en l'àmbit.

Respecte al report anterior, l'activitat de recerca del Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria de la UPC ha estat globalment transferida al report d'enginyeria civil i de la construcció, atès que aquest és el seu àmbit majoritari. Cal esmentar, però, la creació en aquest departament, el 2005, del Laboratori per a la Innovació Tecnològica d'Estructures i Materials (LITEM), que fa recerca relativa a les propietats mecàniques dels materials. No ha pogut ser inclòs en aquest report per manca de les dades específiques necessàries.

En la taula 3 es recullen diversos centres relacionats amb l'àmbit, però que no pertanyen a cap universitat, per bé que en alguns casos hi estiguin vinculats. Per manca de dades objectives, no s'han tingut en compte en les avaluacions fetes en el report.

TAULA 2

*Departaments i grups universitaris en l'àmbit de l'enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica*

<i>Universitat</i>	<i>Departaments implicats</i>	<i>Àrea</i>	<i>Grups amb participació del dep.</i>
UPC	DCMEM (702)	CM	Anàlisi de materials de patrimoni cultural (AMPC)
		CM	BIBITE
		CM	Centre de Disseny d'Aliatges Lleugers i Tractaments de Superfície (CEDAL)
		CM	Centre d'Integritat Estructural i Fiabilitat dels Materials (CIEFMA)
		CM	Polímers i composts: tecnologia (POLYCOM)
		CM	Processos de conformació de materials metàl·lics (PROCOMAME)
	DEM (712)	MV	Grup d'Enginyeria Biomecànica (GENBIO)
		MV	Grup de Recerca en Sistemes Mecatrònics (GRESIM)
		MV	Grup de Recerca en Vibracions i Teoria i Anàlisi de Màquines (GREVTAM)
		MV	Laboratori d'Enginyeria Acústica i Mecànica (LEAM)
		MV	Grup de Recerca en Tecnologies de Fabricació (TECNOFAB)
		MV	CDEI
	Departament de Mecànica de Fluids (DMF) (729)	MF	Laboratori de Sistemes Oleohidràulics i Pneumàtics (LABSON)
		MF	Centre de Diagnòstic Industrial i Fluïdodinàmica (CDIF)
		MF	Dinàmica no lineal de fluids (DF)
		MF	Grup de Reactors Químics i Enginyeria de Fluids (FLUIDS)
		MF	Laboratori Aeronàutic i Industrial de Recerca i Estudis (L'AIRE)



	Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques (DCEN) (742)	CEN	Grup de Recerca de Transport Marítim i Logística (TRANSMAR)
UB	Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica	CM	Caracterització i processos en ciència de materials (CPCM)
		CM	Ciència i tecnologia de la projecció tèrmica (CPT)
		CM	Grup de Disseny i Optimització de Processos i Materials (DIOPMA)
UdG	DEMCI	CM	Anàlisi i materials avançats per al disseny estructural (AMADE)*
		MV	
		MV	Grup de Recerca d'Enginyeria de Procés, Producte i Producció (GREPP)
		MF	Grup de Recerca en Enginyeria de Fluids, Energia i Medi Ambient (GREFEMA)
URV	DEM	MF	ECoMMFiT

\* A continuació es considera dins l'àrea de MV.

TAULA 3  
*Grups no universitaris en l'àmbit de l'enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica*

Àrea	Grup
CM	ICMAB (CSIC)
CM	Centre del Làser i Metal·lúrgia (CLM) (dins el Laboratori General d'Assaigs i Investigacions [LGAI])
CM	Centre Català del Plàstic (vinculat a la UPC)
MV	Institut d'Investigació Aplicada de l'Automòbil (IDIADA)
MV	Computer Integrated Manufacturing (CIM)

### 3.1.3. Recursos humans

S'han comptabilitzat com a recursos humans el PDI a temps complet (TC), els investigadors i els becaris. Els EDP s'han calculat a partir del nombre de PDI a TC (ponderat al 50 %) i el nombre d'investigadors (ponderat al 100 %).

Per a les àrees i universitats considerades, en la taula 4 es resumeix la mitjana anual dels recursos humans, en PDI (TC) + investigadors, becaris i EDP, i en la figura 1 es visualitza la mitjana anual de PDI (TC) + investigadors. Per a cadascuna de les àrees, en la figura 2 es visualitza el nombre d'EDP i es compara la mitjana anual de PDI (TC) + investigadors del present report amb la del report anterior. Els canvis no són remarcables i, en part, provenen de l'accés a una informació més precisa dels recursos humans de la UB, la UdG i la URV.

TAULA 4  
*Recursos humans en l'àmbit de l'enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica (mitjana anual)*

<i>Àrea</i>	<i>Universitat</i>	<i>PDI + investigadors</i>	<i>Becaris</i>	<i>EDP</i>
CM	UPC	38,9	11,7	22,26
	UB	15,4	6,3	7,7
Total		54,2	18,0	30,0
MV	UPC	43,3	1,7	22,4
	UdG	18,1	2,0	9,4
Total		62,1	3,7	31,8
MF	UPC	20,6	1,1	10,3
	UdG	6,7	0,7	3,4
	URV	23,8	4,6	11,9
Total		51,1	6,4	25,6
CEN	UPC	24,6	0,6	12,3
Global		192,0	28,7	99,7

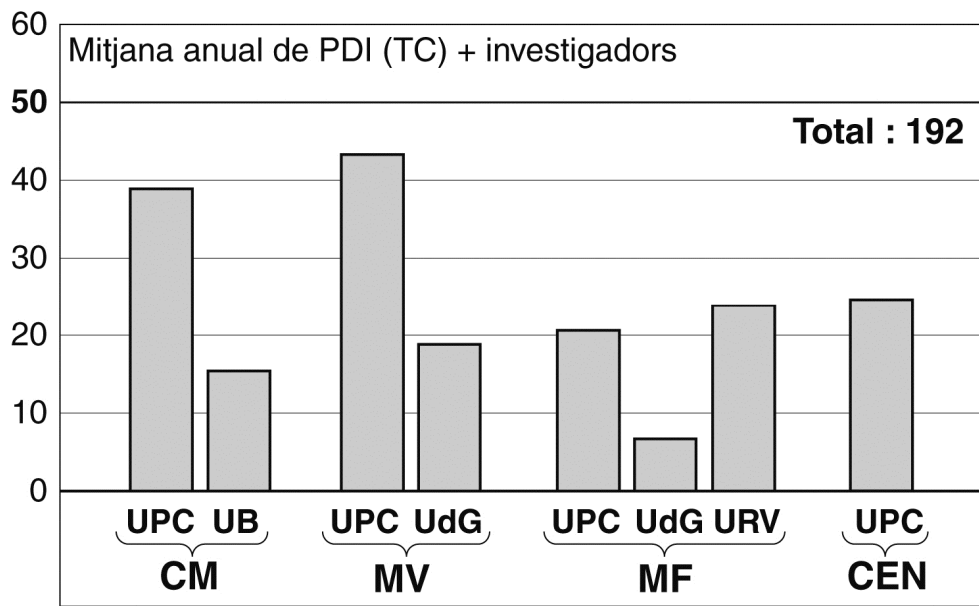


FIGURA 1. Mitjana anual (2003-2009) dels recursos humans, en nombre de PDI a temps complet i d'investigadors, per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UB, UdG, URV) implicades.

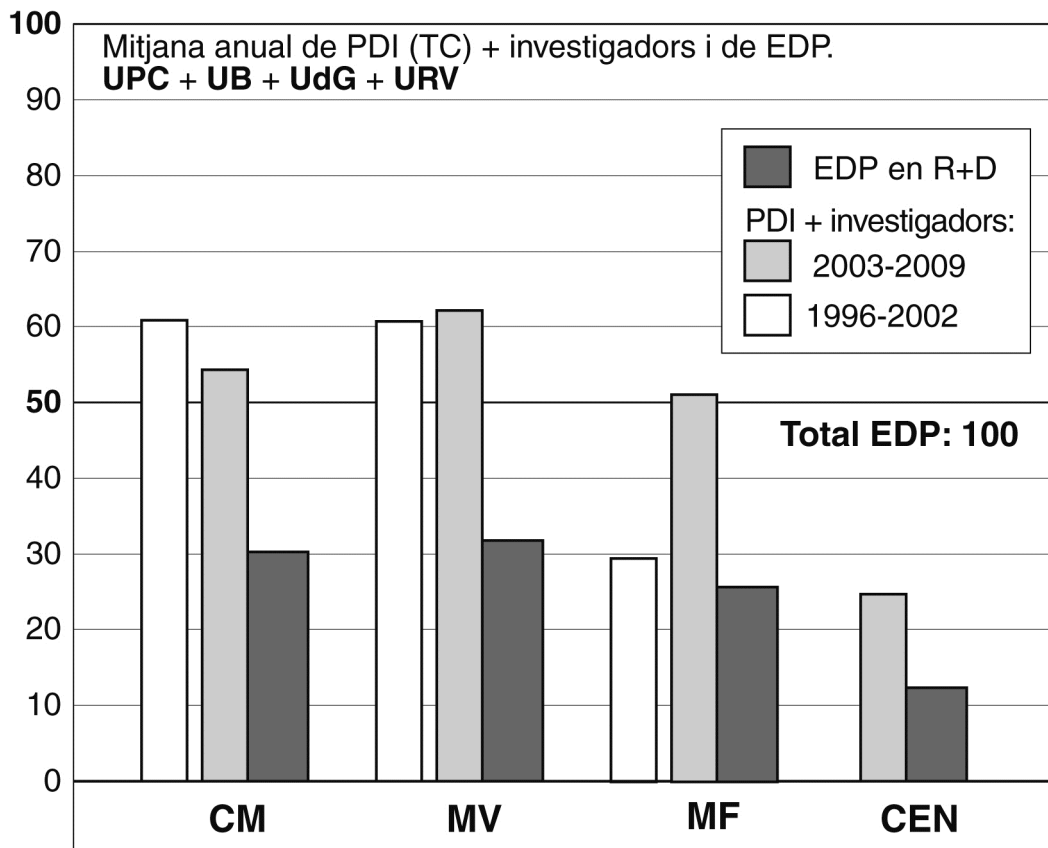


FIGURA 2. Mitjana anual (2003-2009) dels recursos humans, en nombre d'EDP, per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, i comparació de la mitjana anual del nombre de PDI a temps complet i d'investigadors entre els períodes 1996-2002 i 2003-2009.

### 3.1.4. Recursos econòmics

Per tal que els diversos grups fossin considerats de manera equitativa, la informació sobre els recursos econòmics obtinguts s'ha limitat a tres grans capítols ben documentats: convenis, projectes nacionals i projectes europeus. (No s'han tingut en compte els recursos provinents d'activitats de formació.)

La mitjana anual del volum d'aquests recursos és indicativa del grau d'activitat dels grups, i la seva relació amb el nombre d'EDP de cada grup és un dels indicadors emprats. En la taula 5 es recullen les dades, en milers d'euros, de la mitjana anual d'aquests tres capítols de recursos obtinguts pels diferents departaments considerats, així com pels centres, quan la informació corresponent a aquests no està inclosa en la dels departaments. També inclou l'indicador de la mitjana anual de recursos econòmics, en milers d'euros, per EDP. S'hi observa que, en l'àrea de MV, el màxim volum de recursos per convenis (51 %) correspon al Centre de Disseny d'Equips Industrials (CDEI): representen el 82 % dels recursos totals aconseguits per aquest centre. Aquest fet planteja el dubte sobre si l'activitat del CDEI pot ser considerada com de recerca equiparable a la dels altres centres considerats, o bé correspon més a la d'una oficina tècnica de projectes o empresa d'enginyeria.

En la figura 3 es visualitza, per a cadascuna de les àrees i universitats de l'àmbit, el volum de cadascun d'aquests tres capítols, així com el volum total. La corresponent mitjana anual de recursos econòmics, en milers d'euros, per EDP es mostra en la figura 4, juntament amb els valors mitjans de Catalunya i Espanya en l'àmbit de l'enginyeria i la tecnologia en l'ensenyament superior. Destaca per sobre d'aquests valors l'àrea de CM de la UB, i la mateixa àrea de la UPC coincideix amb el valor mitjà de Catalunya. La resta de valors estan significativament per sota.

La comparació amb les dades del report anterior ha calgut limitar-la a la UPC i es mostra en la figura 5. El fort increment en les àrees de CM i MV és previsible que es degui, en part, a la insuficient informació, en el report anterior, dels recursos econòmics aconseguits per alguns dels centres.

TAULA 5  
*Recursos econòmics en l'àmbit de l'enginyeria dels materials, enginyeria mecànica  
i enginyeria nàutica (mitjana anual en milers d'euros)*

Àrea	Universitat	Dep. o centre	Convenis	Projectes nacionals	Projectes europeus	Total recursos	Milers d'euros / EDP
CM	UPC	DCMEM	369,46	426,74	453,24	1.249,44	
		CEDAL	270,83	73,96	0	344,79	
	Subtotal		640,29	500,70	453,24	1.594,23	70,54
	UB		496,47	237,48	139,37	873,72	113,47
Total			1.136,76	738,18	593,01	2.467,95	81,45
MV	UPC	DEM	94,28	54,94	96,17	245,41	
		LEAM	114,00	2,13	8,97	125,10	
		CDEI	345,70	12,00	61,61	419,31	
	Subtotal		553,98	69,07	166,75	789,82	35,26
	UdG		128,94	122,57	0	251,51	26,76
Total			682,92	191,64	166,75	1.041,31	32,76
MF	UPC	DMF	103,09	18,07	43,15	164,31	
		CDIF	153,27	12,27	0	165,54	
	Subtotal		256,36	30,34	43,15	329,85	32,02
		UdG		46,80	43,00	0	89,80
	URV		71,60	387,51	57,76	513,5	43,15
Total			374,39	460,75	97,91	933,15	36,45
CEN	UPC	DCEN	226,03	139,04	0	365,07	29,68
Global						4.807,48	48,21

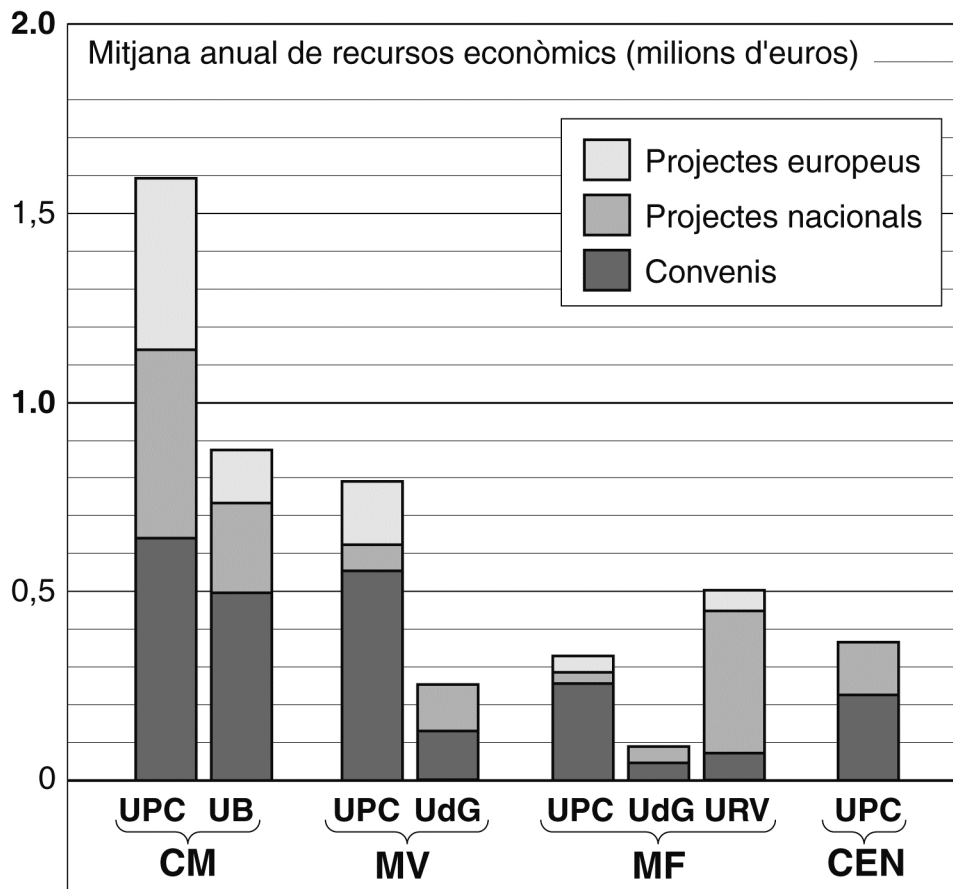


FIGURA 3. Mitjana anual (2003-2009) de recursos econòmics (convenis, projectes nacionals i projectes europeus), en milers d'euros, per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UB, UdG, URV) implicades.

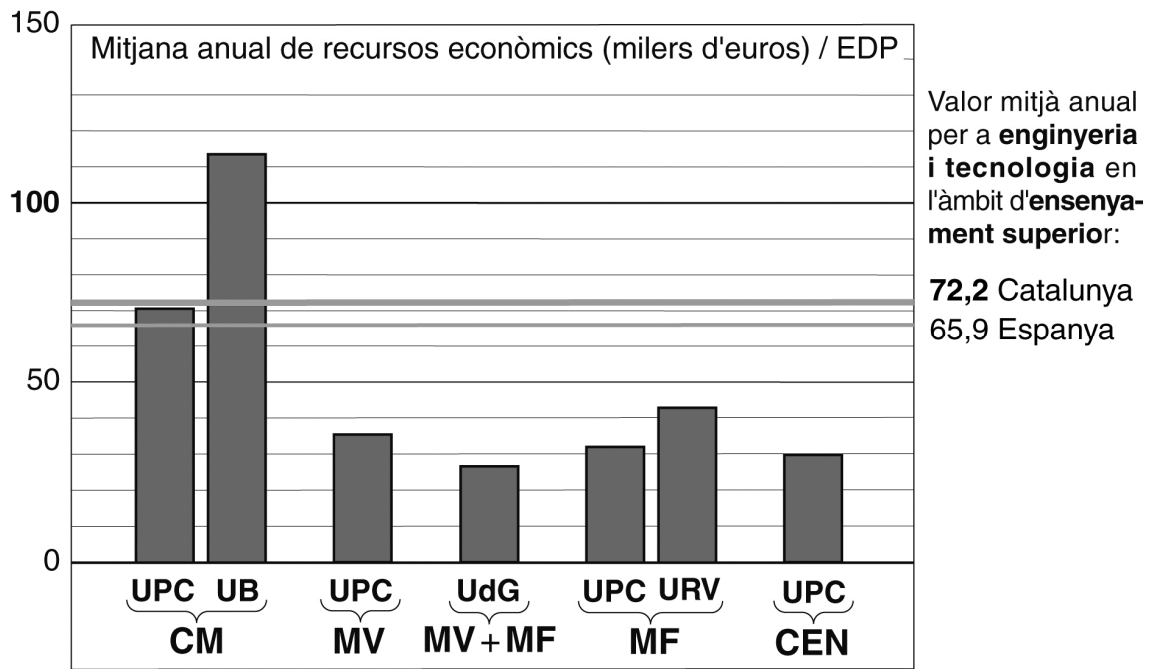


FIGURA 4. Mitjana anual (2003-2009) de recursos econòmics (en milers d'euros) per EDP, per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UB, UdG, URV) implicades, i valors mitjans de referència (en enginyeria i tecnologia en l'àmbit de l'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.

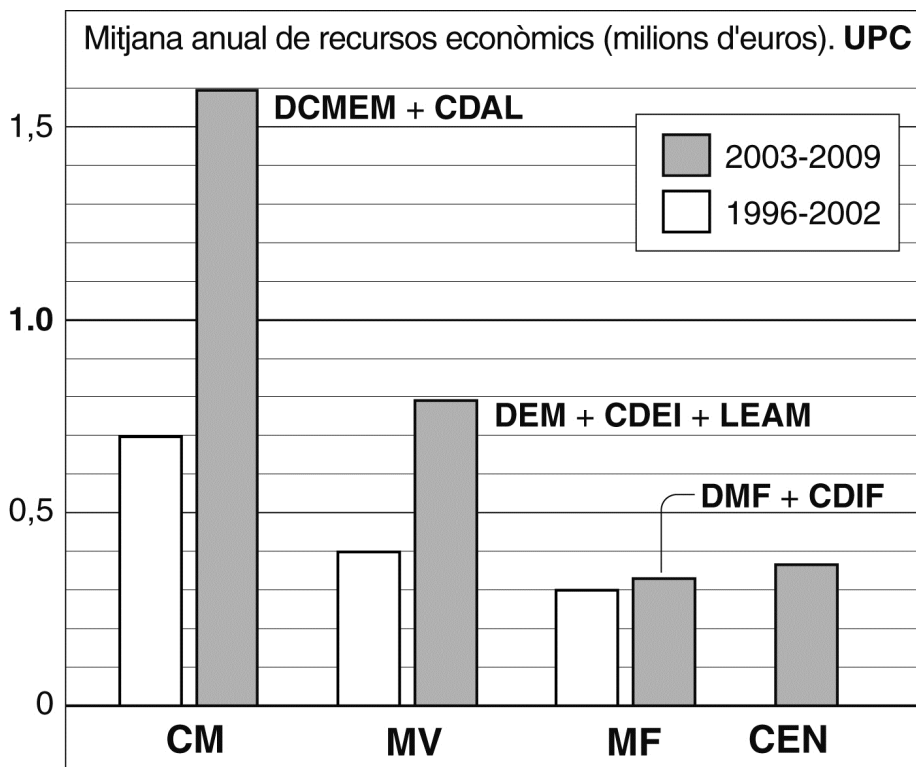


FIGURA 5. Comparació, restringida a la UPC, de la mitjana anual de recursos econòmics (en milions d'euros) per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit entre els períodes 1996-2002 i 2003-2009.

La mitjana anual de despesa total, suma dels recursos econòmics aconseguits i de les retribucions associades a la recerca, és interessant per conèixer el cost de la recerca en les diverses àrees i els indicadors de resultats per milió d'euros de despesa. La valoració raonablement precisa de les retribucions, com ja s'ha dit en la «Introducció», només ha estat possible en el cas de la UPC. En la taula 6 es recullen les dades, en milers d'euros, de la mitjana anual dels recursos econòmics aconseguits, les retribucions, la despesa total i la despesa total per EDP, i en la figura 6 es visualitza per a cada àrea (i per a la UPC) la distribució de la mitjana anual de la despesa total dels departaments i centres entre retribucions, convenis, projectes nacionals i projectes europeus. S'hi observa que les retribucions, tot i ser avaluades previsiblement a la baixa, ja que no s'han considerat complements com ara els triennis i els sexennis, representen una fracció important de la despesa total: el 37 % per a CM, el 46 % per a MV, el 52 % per a MF i el 49 % per a CEN.

TAULA 6  
Despesa total en l'àmbit de l'enginyeria dels materials, enginyeria mecànica  
i enginyeria nàutica a la UPC (mitjana anual en milers d'euros)

Àrea	Recursos aconseguits	Retribucions	Despesa total	Despesa total / EDP
CM	1.594,23	921,43	2.515,66	111,31
MV	789,92	683,29	1.473,11	65,76
MF	329,85	355,57	684,42	66,45
CEN	365,07	356,86	721,93	58,69
Global	3.435,83	2.317,15	5.395,12	79,81



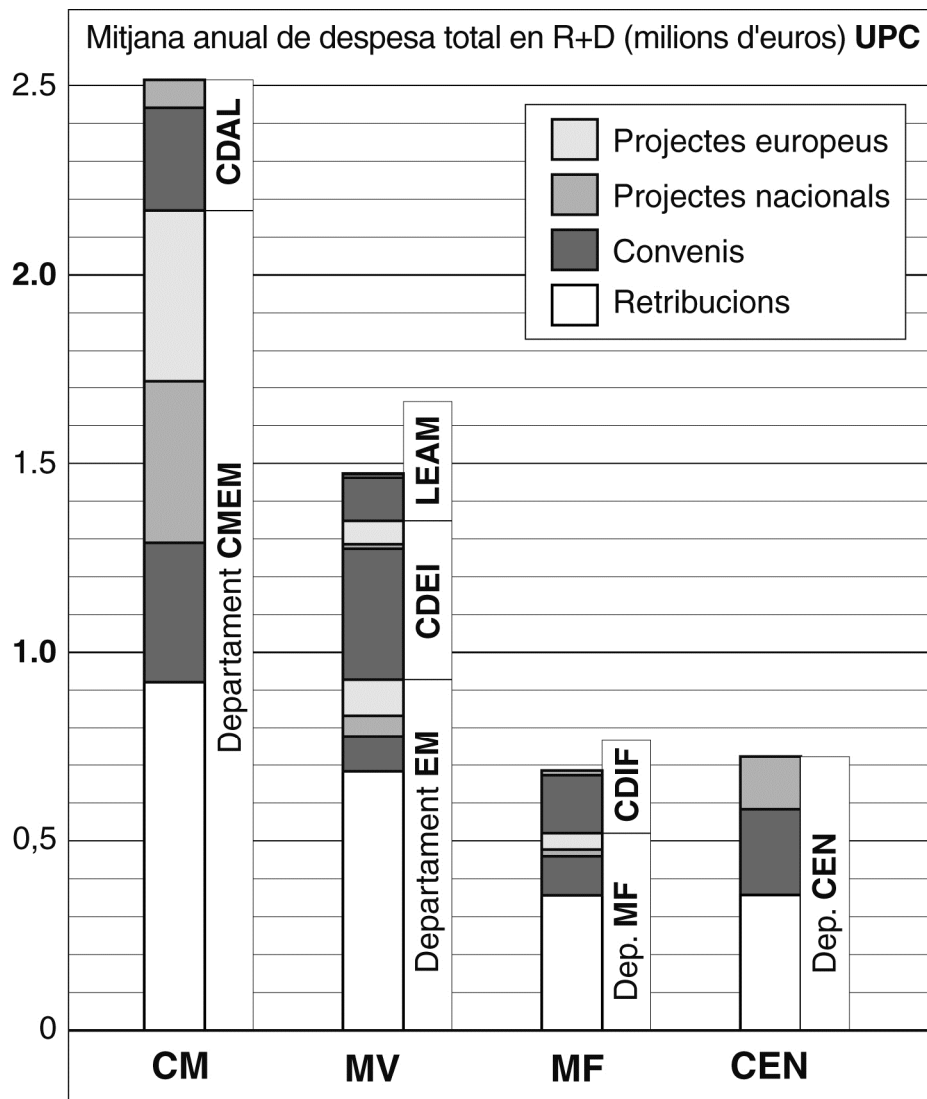


FIGURA 6. Mitjana anual (2003-2009), en milions d'euros, de retribucions i recursos econòmics (convenis, projectes nacionals i projectes europeus), per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit i per als corresponents departaments i centres de la UPC.

### 3.1.5. Resultats

Com ja s'ha indicat en la «Introducció», la consideració dels resultats s'ha limitat, en bé de l'objectivitat, a les tesis doctorals llegides i els articles indexats.

La significació de la producció de tesis doctorals depèn en bona mesura de la dimensió del grup. En els grups petits, les tesis solen estar associades a la formació del personal investigador: en una primera etapa del grup, la producció de tesis sol ser elevada, però una vegada la majoria dels investigadors ja són doctors, la producció de

tesis és més esporàdica. Els grups grans, en canvi, solen rebre un nombre més o menys regular de doctorands no previstos, en principi, com a futurs membres del grup, doctorands que garanteixen una producció menys erràtica que la dels grups petits. Pel que fa als articles indexats, cal tenir en compte que les diferents àrees no són directament comparables: n'hi ha de més proclius (com ara la de CM) que d'altres (com ara les d'enginyeria mecànica, MV i MF) a la publicació d'articles.

En la taula 7 es recullen les dades de la mitjana anual de resultats (tesis i articles) i els indicadors de resultats per EDP per a les àrees de l'àmbit i les universitats que hi participen. En la figura 7 es mostra, per a les diverses àrees, la mitjana anual de tesis doctorals, així com la comparació dels valors corresponents a la UPC en els períodes 1996-2002 i 2003-2009, comparació que mostra una remarcable estabilitat. En la figura 8 es visualitza l'indicador de la mitjana anual de tesis doctorals per EDP, que es compara amb els valors mitjans de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior). Hi destaca el fet ja esmentat de la superioritat de l'àrea de CM respecte a les altres, superioritat que, en aquest cas, es veu reforçada pel fet de ser els seus grups (UPC i UB) particularment actius.

En la figura 9, que mostra la mitjana anual d'articles indexats per àrea i per als períodes 1996-2002 i 2003-2009, es fa evident l'increment en la publicació d'articles. La mitjana anual d'articles per EDP, que es mostra en la figura 10 amb els valors de referència de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior i l'Administració pública), posa clarament de manifest la superioritat de l'àrea de CM, més procliu a la publicació d'articles i atesa per grups grans i actius en la recerca. L'indicador per a les altres àrees és proper als valors de referència, llevat del cas de l'àrea de CEN, la implicació de la qual en la recerca és relativament recent.

TAULA 7  
 Resultats per EDP en l'àmbit de l'enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica (mitjana anual)

Àrea	Universitat	EDP	Tesis llegides	Tesis/EDP	Articles indexats	Articles indexats / EDP
CM	UPC	22,6	6,57	0,299	63,3	2,801
	UB	7,7	4,29	0,557	23,9	3,100
Total		30,3	10,86	0,358	87,2	2,878
MV	UPC	22,4	1,71	0,076	9,0	0,402
	UdG	9,4	1,11	0,118	7,6	0,809
	URV	3,5	0,31	0,089	2,1	0,600
Total		31,8	2,82	0,089	16,6	0,522
MF	UPC	10,3	1,86	0,181	8,3	0,806
	UdG	3,4	0,40	0,120	2,7	0,794
	URV	11,9	0,86	0,122	5,8	0,487
Total		25,6	3,12	0,122	16,8	0,656
CEN	UPC	12,3	1,86	0,151	1,7	0,138
Global		99,7	18,66	0,187	122,3	1,227

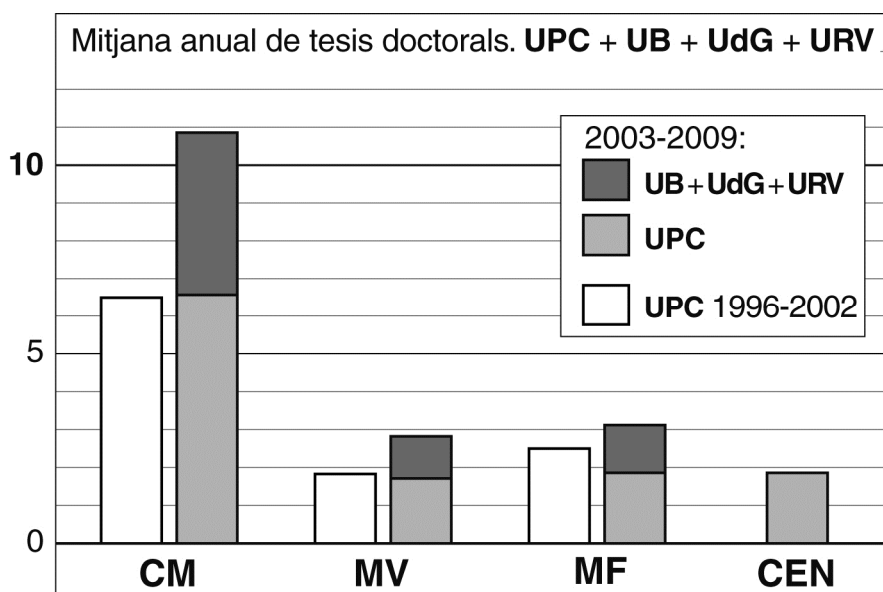


FIGURA 7. Mitjana anual (2003-2009) de tesis doctorals en les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, i comparació del valor de la mitjana anual per a la UPC amb el corresponent al període 1996-2002.

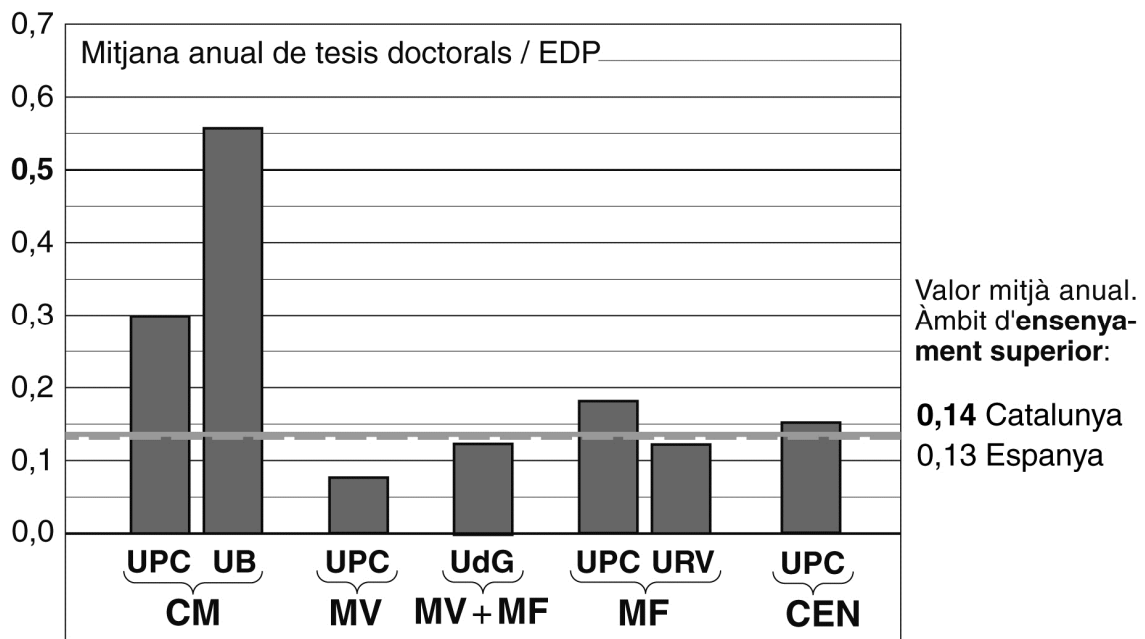


FIGURA 8. Mitjana anual (2003-2009) de tesis doctorals per EDP per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UB, UdG, URV) implicades, i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.

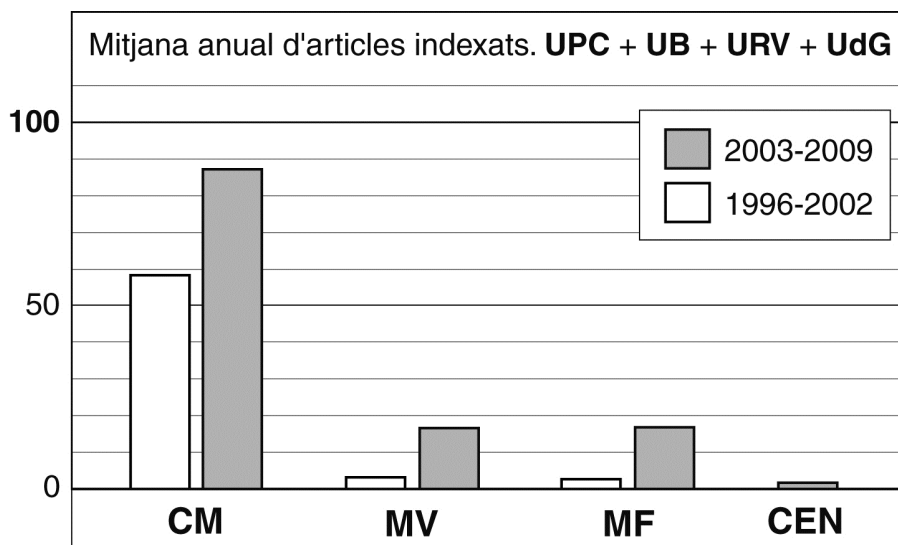


FIGURA 9. Mitjana anual (2003-2009) d'articles indexats en les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, i comparació amb el valor de la mitjana anual per al període 1996-2002.

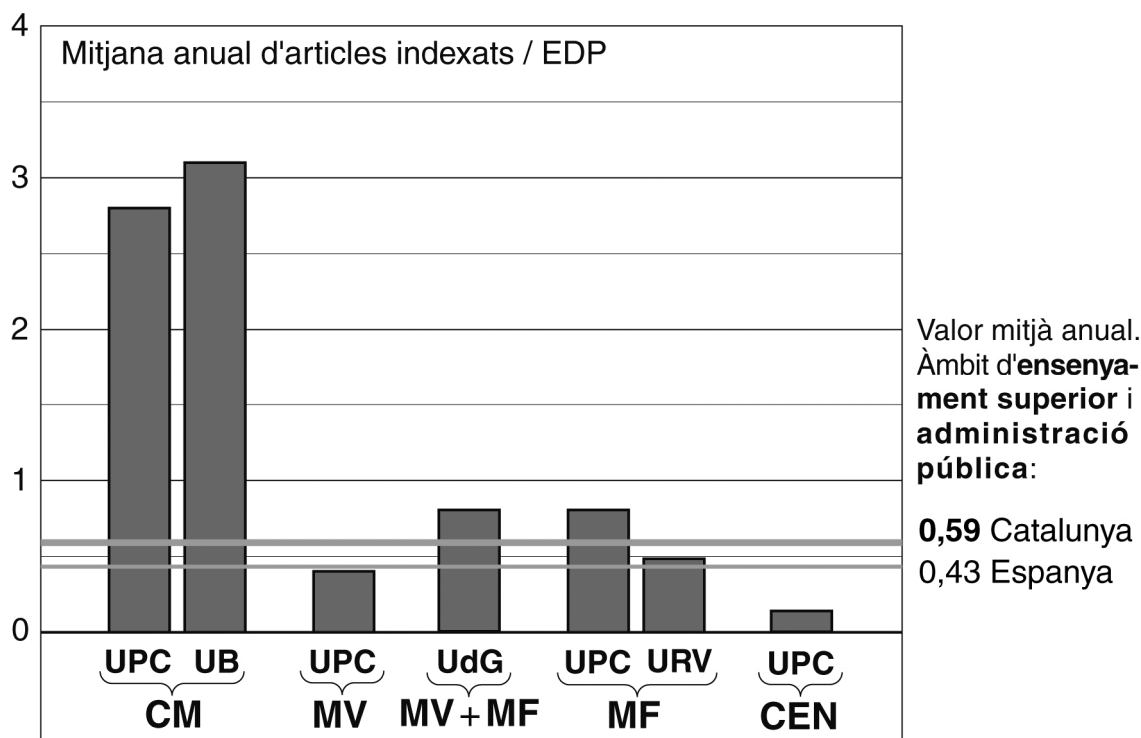


FIGURA 10. Mitjana anual (2003-2009) d'articles indexats per EDP per a les àrees (CM, MV, MF, CEN) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UB, UdG i URV) implicades, i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior i Administració pública) de Catalunya i Espanya.

Com ja s'ha dit en la «Introducció», el càlcul dels indicadors de resultats per despesa total, que inclou les retribucions, s'ha restringit a la UPC (taula 8). En la figura 11 es mostra la mitjana anual de tesis per milió d'euros de despesa total per a les diverses àrees, que es compara amb el valor mitjà de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior). El valor per a les àrees de CM, MF i CEN ultrapassa lleugerament els valors de referència, i el de MV en queda significativament per sota, tot i tractar-se d'un grup gran (22,4 EDP en recerca): la raó d'aquest fet cal buscar-la en la doble circumstància que és un grup amb professorat majoritàriament doctor i amb una activitat investigadora globalment baixa, cosa que fa que no tingui una població significativa de doctorands de pas. En la figura 12 es mostra la mitjana anual d'articles per milió d'euros de despesa total per a les diverses àrees, que es compara amb el valor mitjà de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior i l'Administració pública). Novament, hi destaca el valor elevat de l'àrea de CM i el valor significativament inferior als de referència de l'àrea de CEN.

TAULA 8

Resultats per milió d'euros de despesa total en l'àmbit de l'enginyeria dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria nàutica a la UPC (mitjana anual)

Àrea	Despesa total (milions d'euros)		Tesis llegides	Tesis / milió d'euros	Articles indexats	Articles indexats / milió d'euros
CM	2,516		6,57	2,68	63,3	25,16
MV	1,471		1,71	1,16	9,0	6,11
MF	0,684		1,86	2,72	8,3	12,13
CEN	0,722		1,86	2,58	1,7	2,35
Global	5,393	12	2,22	82,3	15,255	

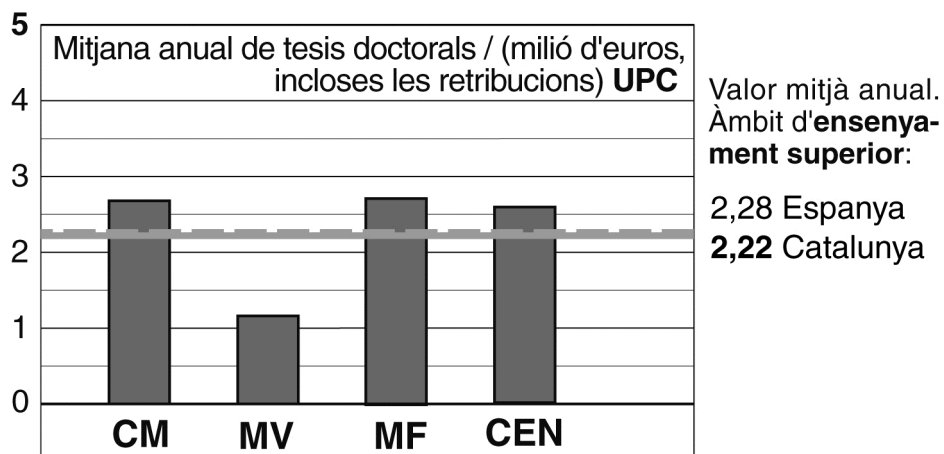


FIGURA 11. Mitjana anual (2003-2009), per a la UPC, de tesis per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) en les àrees de l'àmbit (CM, MV, MF, CEN), i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.

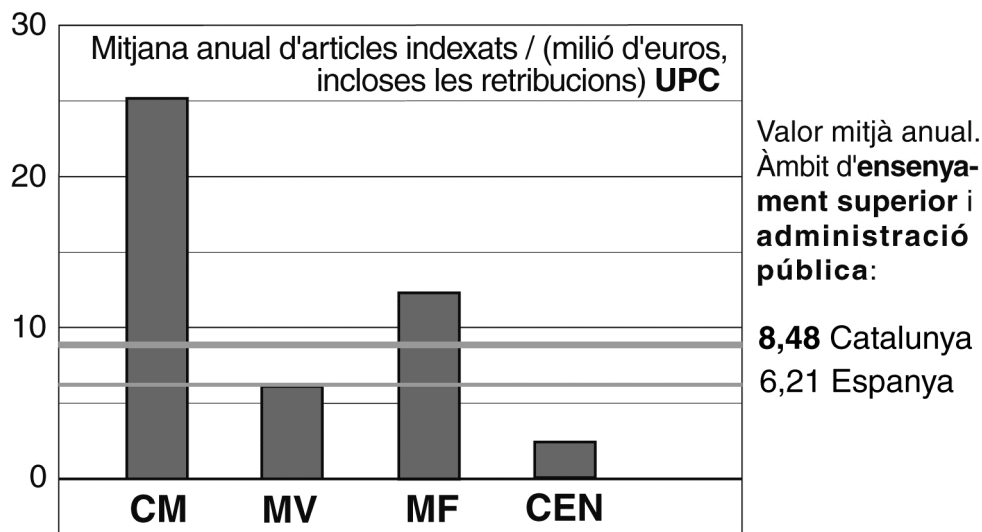


FIGURA 12. Mitjana anual (2003-2009), per a la UPC, d'articles indexats per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) en les àrees de l'àmbit (CM, MV, MF, CEN), i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior i Administració pública) de Catalunya i Espanya.

### 3.2. *Enginyeria energètica (nuclear, elèctrica i tèrmica)*

#### 3.2.1. Característiques de l'àmbit

Per les raons exposades en la «Introducció», el report es limita al marc universitari.

La conversió, el transport i l'ús de l'energia han configurat una part important de l'enginyeria industrial, que en els darrers temps ha incrementat la seva transversalitat per tal de donar resposta a les creixents exigències de sostenibilitat i conservació del medi ambient. Aquest fet dificulta la delimitació de l'àmbit de la recerca, que en aquest report s'ha centrat en les tres àrees bàsiques: enginyeria nuclear, enginyeria elèctrica i enginyeria tèrmica. Cadascuna de les àrees s'ha delimitat deixant-ne fora la recerca que, tot i tenir relació amb l'energia, correspon a altres reports (com ara l'enginyeria mediambiental o l'enginyeria hidràulica) o a altres àmbits d'aquest report (ciència dels materials, enginyeria mecànica i enginyeria química). Com ja s'ha explicat en la «Introducció», el report es limita a l'àmbit universitari.

Així, l'àrea d'enginyeria nuclear (EN) s'ha centrat en l'activitat portada a terme a la UPC. En l'àrea d'enginyeria elèctrica (EE), que presenta una gran interrelació amb

l'enginyeria electrònica, s'hi ha inclòs la recerca en electrotècnia, màquines elèctriques i electrònica de potència. En queda exclosa la recerca en electrònica de baixa potència, que correspon a un altre report. En l'àrea d'ET, s'hi ha inclòs la recerca en màquines i motors tèrmics i termotècnia.

### 3.2.2. Grups i centres de recerca

D'entre les universitats catalanes, pel volum d'activitat en l'àmbit i per la disposició de dades que permeten una anàlisi prou significativa, se n'han considerat quatre:

- UPC
- UdG
- UdL
- URV.

En el cas de l'àrea d'EN, limitada a la UPC, s'ha diferenciat, en la mesura que ha estat possible, entre la Secció d'Enginyeria Nuclear (SEN) del Departament de Física i Enginyeria Nuclear (DFEN) i l'Institut de Tècniques Energètiques (INTE). Si bé la separació és possible pel que fa als recursos humans i els recursos econòmics, la participació conjunta en el Grup de Recerca d'Estudis Energètics i de les Radiacions (GREENER) dificulta la separació dels resultats. En les altres tres universitats, l'activitat en enginyeria energètica cal delimitar-la dins de departaments amb un àmbit d'actuació més ampli, com és el cas del Departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial (DEMCI) de la UdG, el Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial (DIEI) de la UdL i el Departament d'Enginyeria Mecànica (DEM) de la URV. En aquests departaments, com que cal fer separatament la delimitació dels recursos humans, dels recursos econòmics i dels resultats, és inevitable un grau d'incertesa en la correspondència entre els valors trobats per a aquests tres aspectes, amb la qual cosa els indicadors emprats poden presentar un marge d'error més gran que en el cas dels departaments inserits de ple en una àrea. En el cas de la URV, i dins l'àmbit de l'enginyeria energètica, el predomini de l'activitat investigadora del Centre d'Innovació Tecnològica en Revalorització Energètica i Refrigeració (CREVER) en l'àrea d'ET ha fet que en aquest report es concentri en aquesta àrea la seva recerca en l'àmbit.



En la taula 9 s'enumeren els grups de cada universitat considerats en el report, amb la indicació del departament o centre i de l'àrea.

En la taula 10 es recullen diversos centres relacionats amb l'àmbit, però que no pertanyen a cap universitat, per bé que en alguns casos hi estiguin vinculats. Per manca de dades objectives, no s'han tingut en compte en les avaluacions fetes en el report.

TAULA 9  
*Departaments i grups universitaris en l'àmbit de l'enginyeria energètica*

<i>Universitat</i>	<i>Departaments i centres implicats</i>	<i>Àrea</i>	<i>Grup</i>
UPC	DFEN (721). SEN	EN	GREENER (també participat per l'INTE i el Departament de Màquines i Motors Tèrmics [DMMT])
		EN	Grup de Recerca d'Enginyeria Nuclear (NERG)
	INTE	EN	GREENER (també participat pel DFEN i el DMMT)
	Departament d'Enginyeria Elèctrica (DEE) (709)	EE	Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (CITCEA)
		EE	Grup d'Accionaments Elèctrics amb Commutació Electrònica (GAECE)
		EE	Qualitat del subministrament elèctric (QSE)
		EE	Sistemes elèctrics d'energia renovable (SEER)
		EE	Laboratori de Mesura i Modelització de la Sostenibilitat (SUMMLab) (també participat pel DMMT i el DETIP)
	DMMT (724)	ET	Centre de Recerca de Motors i Instal·lacions Tèrmiques (CREMIT)
		ET	Centre Tecnològic de Transferència de Calor (CTTC)
		ET	Grup de Termodinàmica i Físicoquímica (TERFIQ)
		ET	Centre Experimental de Refrigeració i Climatització (CERC)
		ET	Centre d'Enginyeria de Processos i Medi Ambient (CEPIMA) del Departament d'Enginyeria Química (DEQ) (participació)
UdG	DEMCI	ET	GRFEMA
UdL	DIEI	ET	Grup de Recerca en Energia Aplicada (GREA)
URV	DEM	ET	CREVER
		ET	Sustainable computer aided process engineering (SUSCAPE)
		ET	Structured systems engineering for energy, materials and chemistry (SYSTEMIC) (participat pel Departament d'Enginyeria Química [DEQ])

TAULA 10  
*Grups no universitaris en l'àmbit de l'enginyeria energètica*

<i>Àrea</i>	<i>Grup</i>
Energia	Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC)
ET	IDIADA
Energia	LGAI

### 3.2.3. Recursos humans

S'han comptabilitzat com a recursos humans el PDI a TC, els investigadors i els becaris. Els EDP s'han calculat a partir del nombre de PDI a TC (ponderat al 50 %) i el nombre d'investigadors (ponderat al 100 %).

Per a les àrees i universitats considerades, en la taula 11 es resumeix la mitjana anual dels recursos humans, en PDI (TC) + investigadors, becaris i EDP, i en la figura 13 es visualitza la mitjana anual de PDI (TC) + investigadors. Per a cadascuna de les àrees, en la figura 14 es visualitza el nombre d'EDP i es compara la mitjana anual de PDI (TC) + investigadors del present report amb la del report anterior. Els canvis no són remarcables i, en part, provenen de l'accés a una informació més precisa dels recursos humans de la UdL.

TAULA 11  
*Recursos humans en l'àmbit de l'enginyeria energètica (mitjana anual)*

<i>Àrea</i>	<i>Universitat</i>	<i>Dep. o centre</i>	<i>PDI + investigadors</i>	<i>Becaris</i>	<i>EDP</i>
EN	UPC	SEN	11,4	1,6	5,7
		INTE	5,0	1,4	5,0
Total			16,4	3,0	10,7
EE	UPC	DEE	57,7	3,1	29,5
	UdG	DEMCI	2,0	0,2	1,0
Total			57,7	3,3	30,5
ET	UPC	DMMT	29,0	9,7	15,7
	UdG	DEMCI	4,0	0,4	2,0
	UdL	DIEI	10,5	s. d.	5,3
	URV	DEM	19,7	3,7	10,0
Total			63,2	13,8	33,0
Global			137,3	20,1	74,2

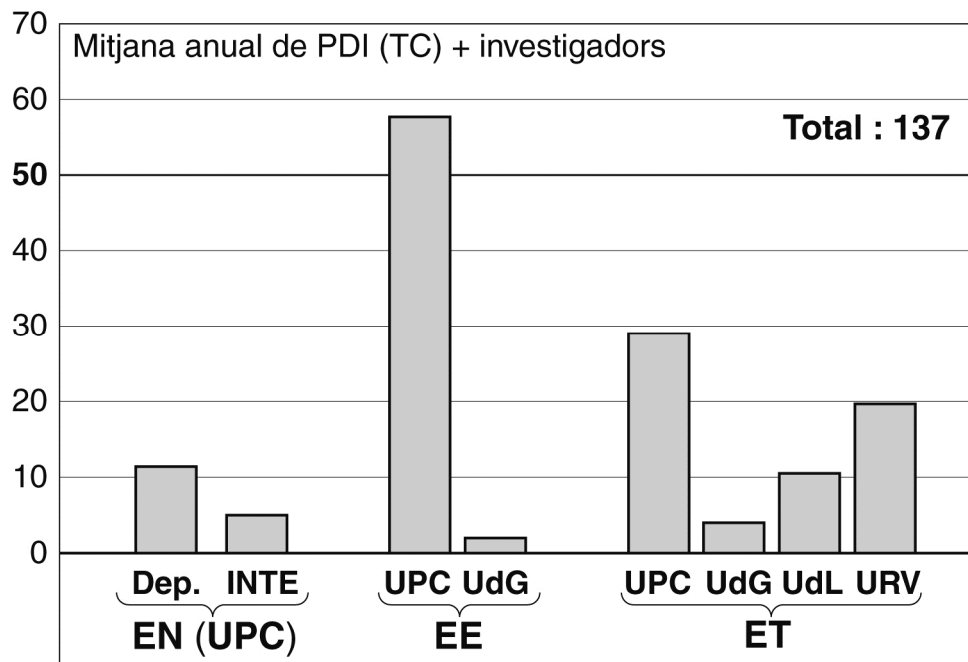


FIGURA 13. Mitjana anual (2003-2009) dels recursos humans, en nombre de PDI a temps complet i d'investigadors, per a les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UdG, UdL, URV) implicades.

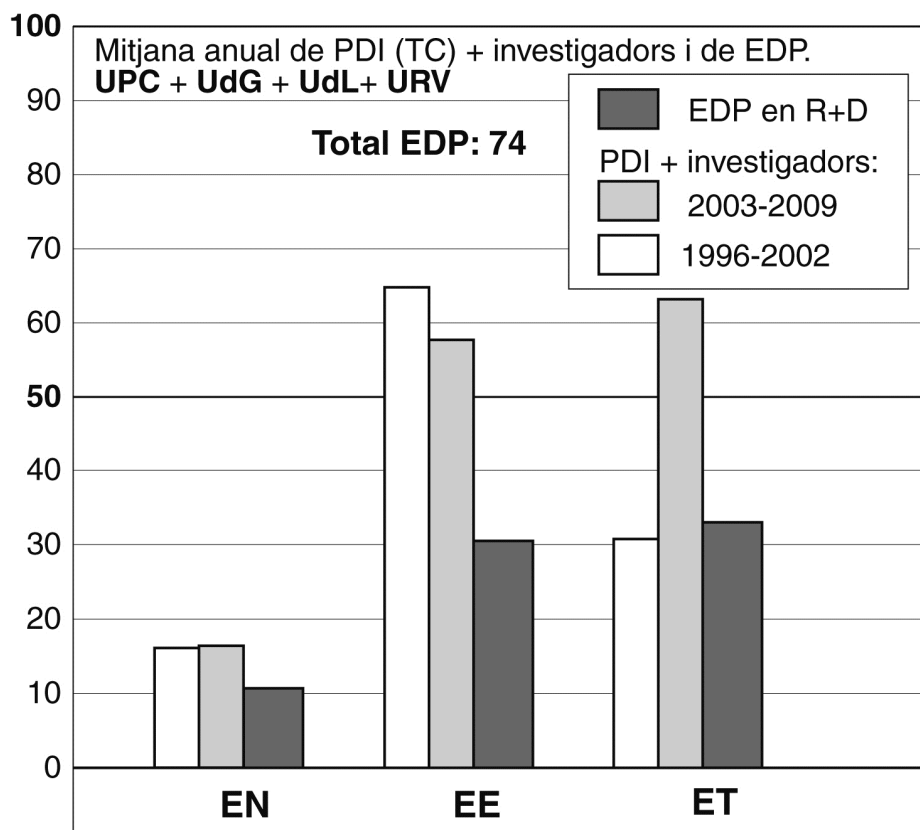


FIGURA 14. Mitjana anual (2003-2009) dels recursos humans, en nombre d'EDP, per a les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit, i comparació de la mitjana anual del nombre de PDI a temps complet i d'investigadors entre els períodes 1996-2002 i 2003-2009.

### 3.2.4. Recursos econòmics

Per tal que els diversos grups fossin considerats de manera equitativa, la informació sobre els recursos econòmics obtinguts s'ha limitat a tres grans capítols ben documentats: convenis, projectes nacionals i projectes europeus. (No s'han tingut en compte els recursos provinents d'activitats de formació.)

La mitjana anual del volum d'aquests recursos és indicativa del grau d'activitat dels grups, i la seva relació amb el nombre d'EDP de cada grup és un dels indicadors emprats.

En la taula 12 es recullen les dades, en milers d'euros, de la mitjana anual d'aquests tres capítols de recursos obtinguts pels diferents departaments considerats, així com pels centres de recerca, quan la informació corresponent a aquests no està inclosa en la dels departaments. També inclou l'indicador de la mitjana anual de recursos econòmics, en milers d'euros, per EDP.

En la figura 15 es visualitza, per a cadascuna de les àrees i universitats de l'àmbit, el volum de cadascun d'aquests tres capítols, així com el volum total. La corresponent mitjana anual de recursos econòmics, en milers d'euros, per EDP es mostra en la figura 16, juntament amb els valors mitjans de Catalunya i Espanya en l'àmbit de l'enginyeria i la tecnologia en l'ensenyament superior. Destaca per sobre d'aquests valors l'àrea d'EN de la UPC (tant el DFEN com l'INTE), que dobla el valor de referència per a Catalunya.

La comparació amb les dades del report anterior ha calgut limitar-la a la UPC i es mostra en la figura 17, on s'aprecia un fort increment en les tres àrees.

TAULA 12  
*Recursos econòmics en l'àmbit de l'enginyeria energètica (mitjana anual en milers d'euros)*

Àrea	Universitat	Dep. o centre	Convenis	Projectes nacionals	Projectes europeus	Total	Milers d'euros / EDP
EN	UPC	SEN	302,011	49,623	236,856	588,490	103,244
		INTE	348,088	349,712	22,882	720,782	144,136
			650,099	399,335	259,738	1.309,172	122,353
EE	UPC	DEE	369,457	1.232,914	0	1.602,371	54,318
		CITCEA	553,745	83,713	15,230	652,418	—
			923,202	1,316,627	15,230	2.251,159	76,310
	UdG	DEMCI	13,850	13,160	0	27,010	27,010
Total			936,512	1.329,787	15,230	2.278,169	74,694
ET	UPC	DMMT	331,704	97,004	0	428,708	27,306
		CTTC	380,987	215,582	158,838	755,407	—
		CREMIT	124,185	0	0	124,185	—
			836,876	312,586	158,838	1.308,300	83,331
	UdG	DEMCI	27,480	26,120	0	53,600	26,800
	UdL	DIEI	133,471	415,617	43,042	592,130	111,723
	URV	DEM	58,750	319,630	45,170	423,550	42,355
	Total			1.056,577	1.073,953	247.050	2.377,580
Global						5.964,921	80,390

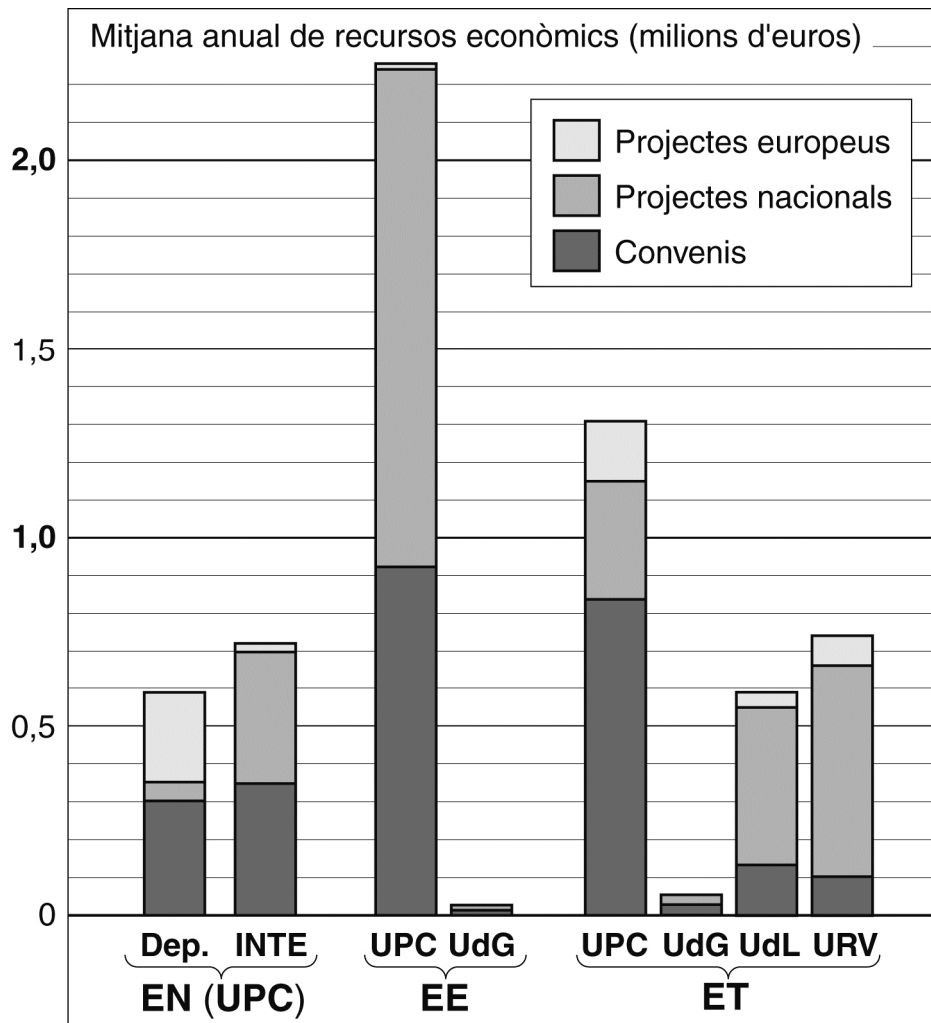


FIGURA 15. Mitjana anual (2003-2009) de recursos econòmics (convenis, projectes nacionals i projectes europeus), en milers d'euros, per a les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UdG, UdL, URV) implicades.

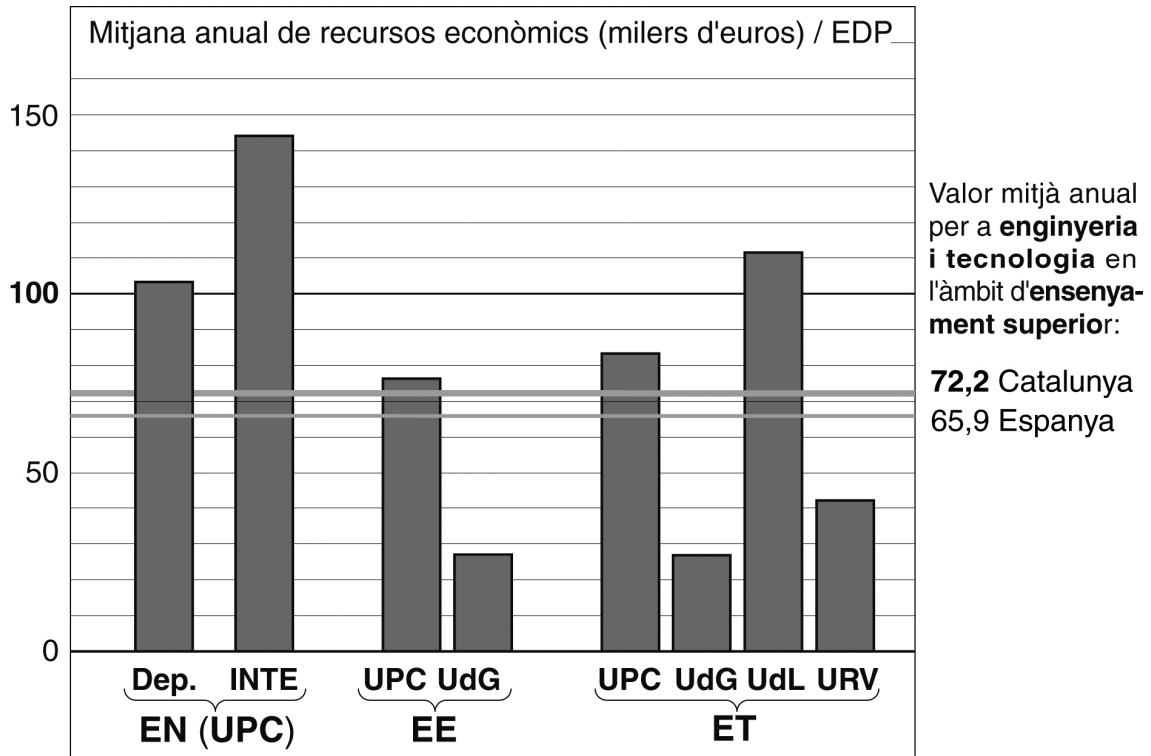


FIGURA 16. Mitjana anual (2003-2009) de recursos econòmics (en milers d'euros) per EDP, per a les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UdG, UdL, URV) implicades, i valors mitjans de referència (en enginyeria i tecnologia en l'àmbit de l'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.

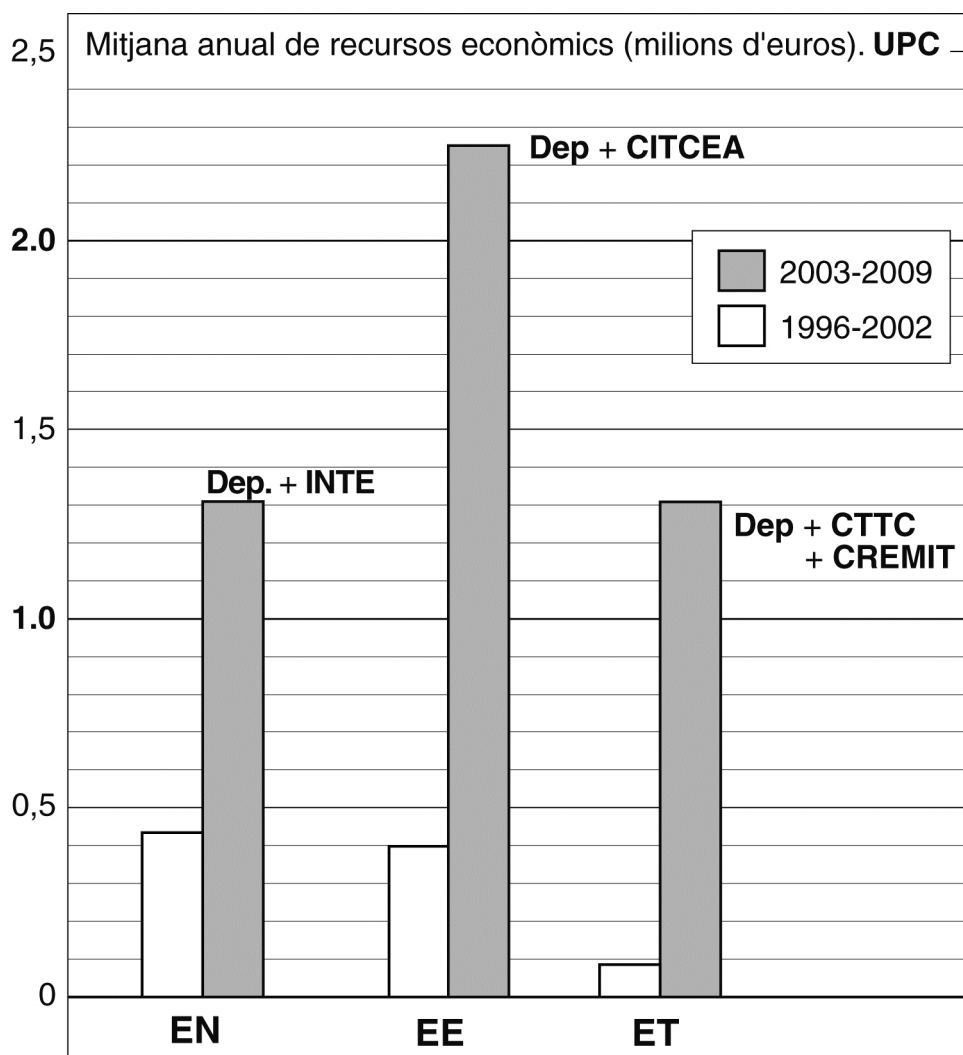


FIGURA 17. Comparació, restringida a la UPC, de la mitjana anual de recursos econòmics (en milions d'euros) de les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit, entre els períodes 1996-2002 i 2003-2009.

La mitjana anual de despesa total, suma dels recursos econòmics aconseguits i de les retribucions associades a la recerca, és interessant per conèixer el cost de la recerca en les diverses àrees i els indicadors de resultats per milió d'euros de despesa. La valoració raonablement precisa de les retribucions, com ja s'ha dit en la «Introducció», només ha estat possible en el cas de la UPC. En la taula 13 es recullen les dades, en milers d'euros, de la mitjana anual dels recursos econòmics aconseguits, les retribucions, la despesa total i la despesa total per EDP, i en la figura 18 es visualitza per a cada àrea (i per a la UPC) la distribució de la mitjana anual de la despesa total dels departaments i centres entre retribucions, convenis, projectes nacionals i projectes europeus. S'hi observa que, en aquest àmbit, les retribucions (avaluades previsiblement a la baixa, ja que no s'han considerat complements com ara els triennis i els sexennis)



representen una fracció de la despesa total significativament inferior a la corresponent als altres dos àmbits del report: el 23 % per a EN, el 28 % per a EE i el 34 % per a ET.

TAULA 13

*Despesa total en l'àmbit de l'enginyeria energètica a la UPC (mitjana anual en milers d'euros)*

<i>Àrea</i>	<i>Dep. o secció</i>	<i>Recursos aconseguits</i>	<i>Retribucions</i>	<i>Despesa total</i>	<i>Despesa total / EDP</i>
EN	SEN	588,490	200,592	789,082	138,435
	INTE	720,682	189,143	909,825	144,136
Total		1.309,172	389,735	1.698,907	158,776
EE	Global	2.251,159	879,286	3.130,445	106,117
ET	Global	1.308,300	680,000	1.988,300	126,643
Global		4.868,631	1.949,021	6.817,65	121,96

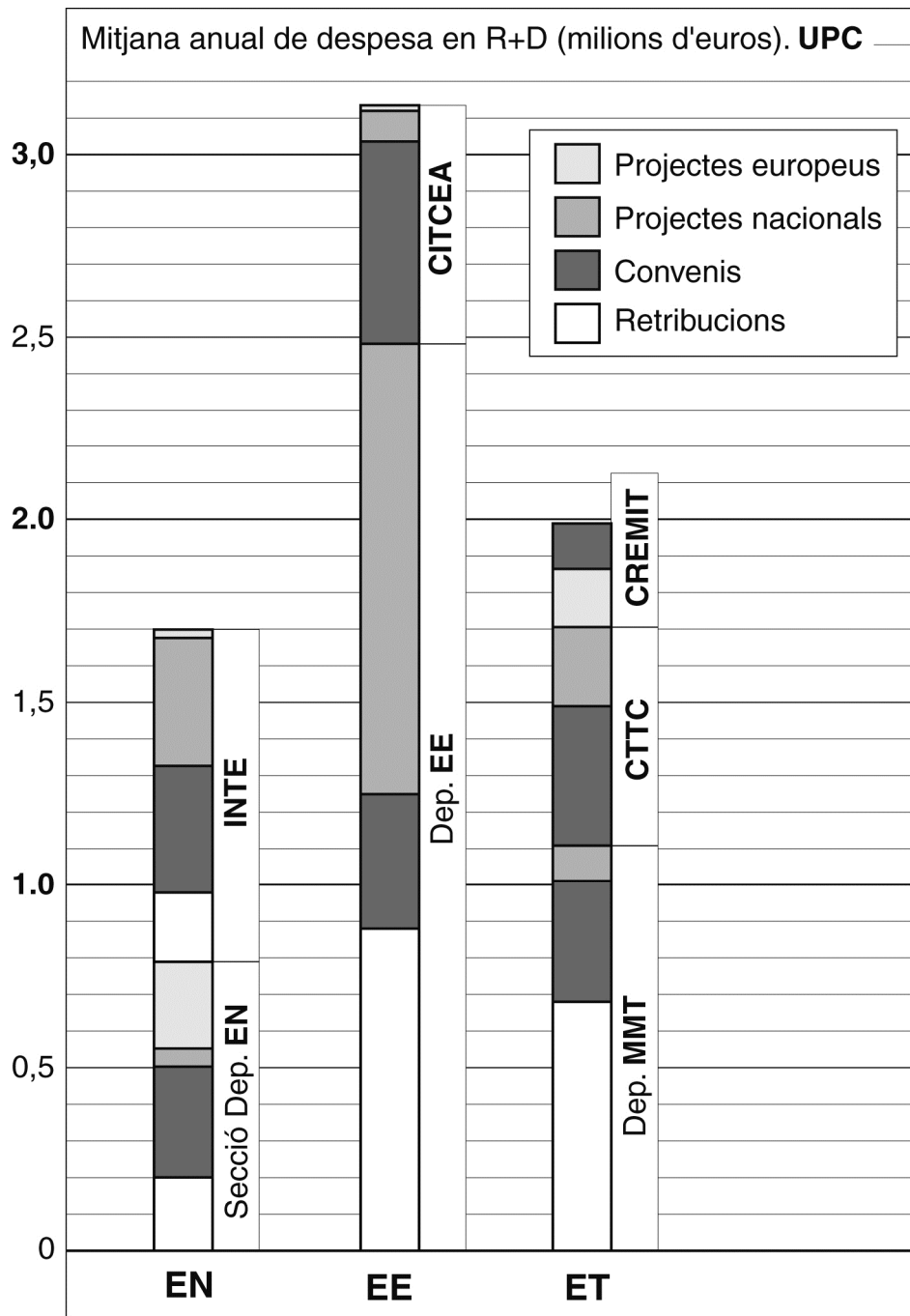


FIGURA 18. Mitjana anual (2003-2009), en milions d'euros, de retribucions i recursos econòmics (convenis, projectes nacionals i projectes europeus), per a les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit i per als corresponents departaments i centres de la UPC.

### 3.1.5. Resultats

Com ja s'ha indicat en la «Introducció», la consideració dels resultats s'ha limitat, en bé de l'objectivitat, a les tesis doctorals llegides i els articles indexats.

La dimensió i el caràcter dels grups en les tres àrees de l'àmbit garanteix una producció continuada de tesis doctorals. Quant a la publicació d'articles, l'àrea d'EN és més procliu a aquesta activitat que les d'EE i ET.

En la taula 14 es recullen les dades de la mitjana anual de resultats (tesis i articles) i els indicadors de resultats per EDP per a les àrees de l'àmbit i les universitats que hi participen. En la figura 19 es mostra, per a les diverses àrees, la mitjana anual de tesis doctorals, així com la comparació dels valors corresponents a la UPC en els períodes 1996-2002 i 2003-2009, comparació que mostra una remarcable estabilitat, com és usual en grups grans (o singulars i estables, com és el cas de l'EN). En la figura 20 es visualitza l'indicador de la mitjana anual de tesis doctorals per EDP, que es compara amb els valors mitjans de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior). Hi destaca l'àrea d'EN, amb un valor que és el doble del corresponent a Catalunya. Les diferències entre els altres grups són poc representatives. Com ja s'ha comentat en la «Introducció», la producció de tesis doctorals (en nombre i en tesis/EDP) pot presentar discrepàncies notables entre grups fortament implicats en la recerca.

En la figura 21, que mostra la mitjana anual d'articles indexats per àrea i per als períodes 1996-2002 i 2003-2009, es fa evident l'increment en la publicació d'articles, tendència derivada de la creixent exigència d'articles indexats plantejada pels sexennis de recerca. La mitjana anual d'articles per EDP, que es mostra en la figura 22 amb els valors de referència de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior i l'Administració pública), posa més de manifest encara la superioritat de l'àrea d'EN. Cap de les àrees no queda per sota dels valors de referència, i els superen significativament els grups (UPC i UdL) de l'àrea d'ET.

TAULA 14  
 Resultats per EDP en l'àmbit de l'enginyeria energètica (mitjana anual)

Àrea	Universitat	Dep. o secció	EDP	Tesis llegides	Tesis/EDP	Articles indexats	Articles indexats / EDP
EN	UPC	SEN	5,7	1,13	0,198	18,67	3,275
		INTE	5,0	2,01	0,402	21,57	4,314
Total			10,7	3,14	0,293	40,24	3,761
EE	UPC	DEE	29,5	4,43	0,150	18,71	0,634
	UdG	DEMCI	1,0	0,12	0,120	0,81	0,810
Total			30,5	4,55	0,148	19,521	0,640
ET	UPC	DMMT	15,7	3,43	0,196	21,57	1,233
	UdG	DEMCI	2,0	0,24	0,120	1,61	0,810
	UdL	DIEI	5,3	0,57	0,108	5,57	1,05
	URV	DEM	10,0	0,71	0,071	4,79	0,479
Total			33,0	4,95	0,150	33,54	1,016
Global			74,2	12,64	0,170	93,30	1,257

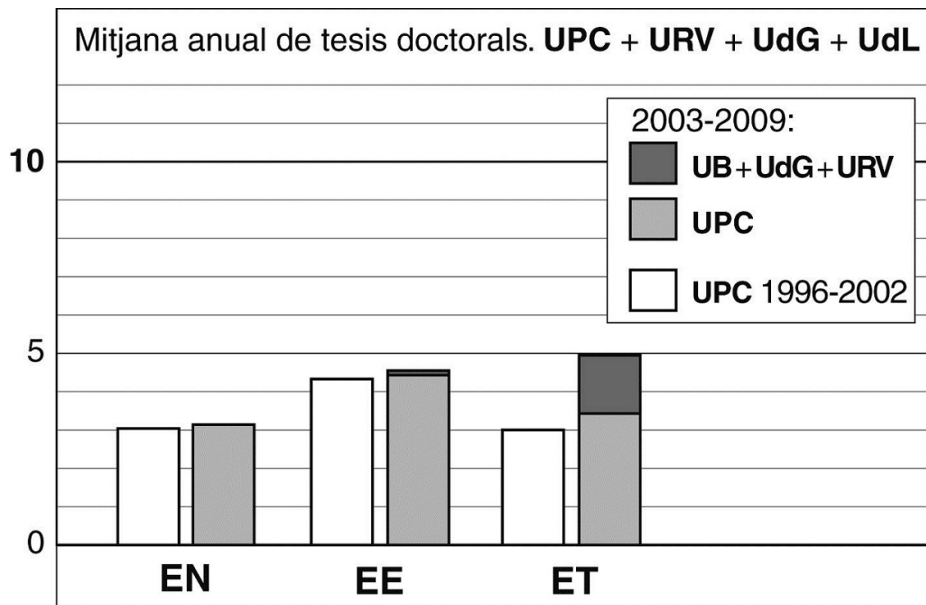


Figura 19. Mitjana anual (2003-2009) de tesis doctorals per a les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit, i comparació del valor de la mitjana anual per a la UPC amb el corresponent al període 1996-2002.

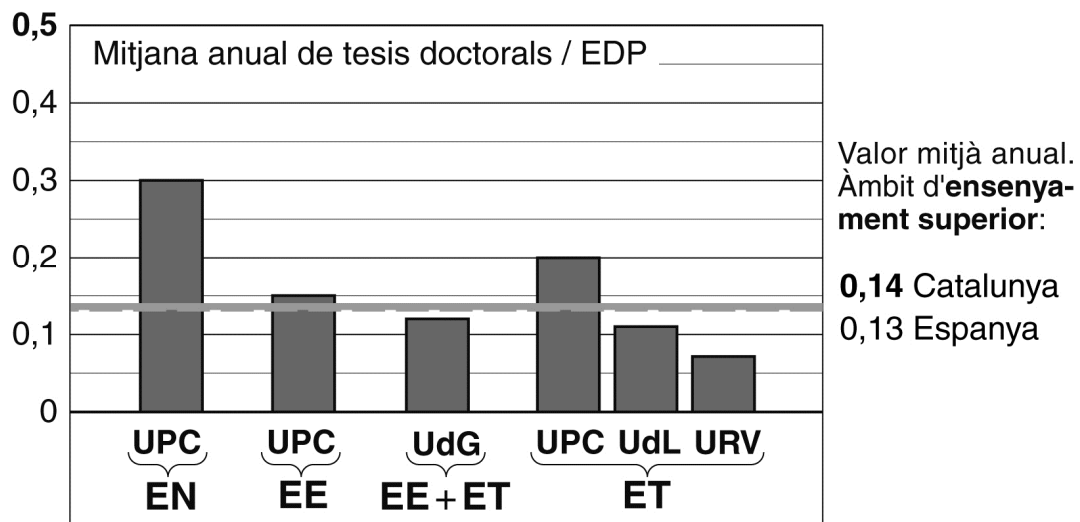


FIGURA 20. Mitjana anual (2003-2009) de tesis doctorals per EDP per a les àrees (EN, EE, ET) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UdG, UdL, URV) implicades, i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.

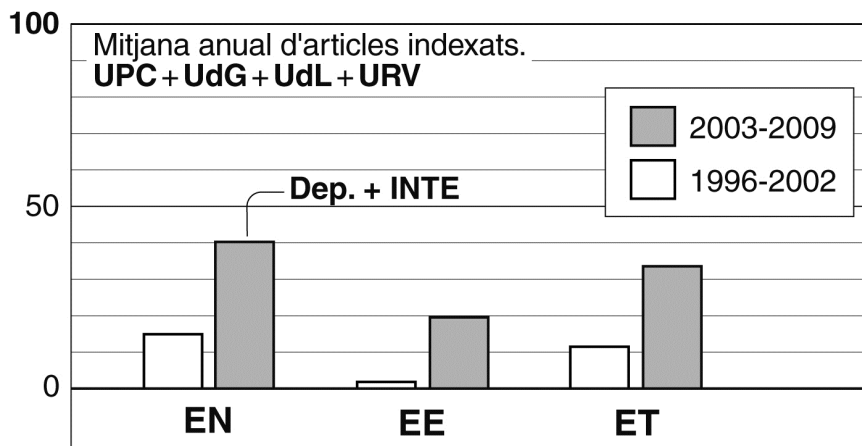


FIGURA 21. Mitjana anual (2003-2009) d'articles indexats per a les àrees de l'àmbit (EN, EE, ET), i comparació amb el valor de la mitjana anual per al període 1996-2002.

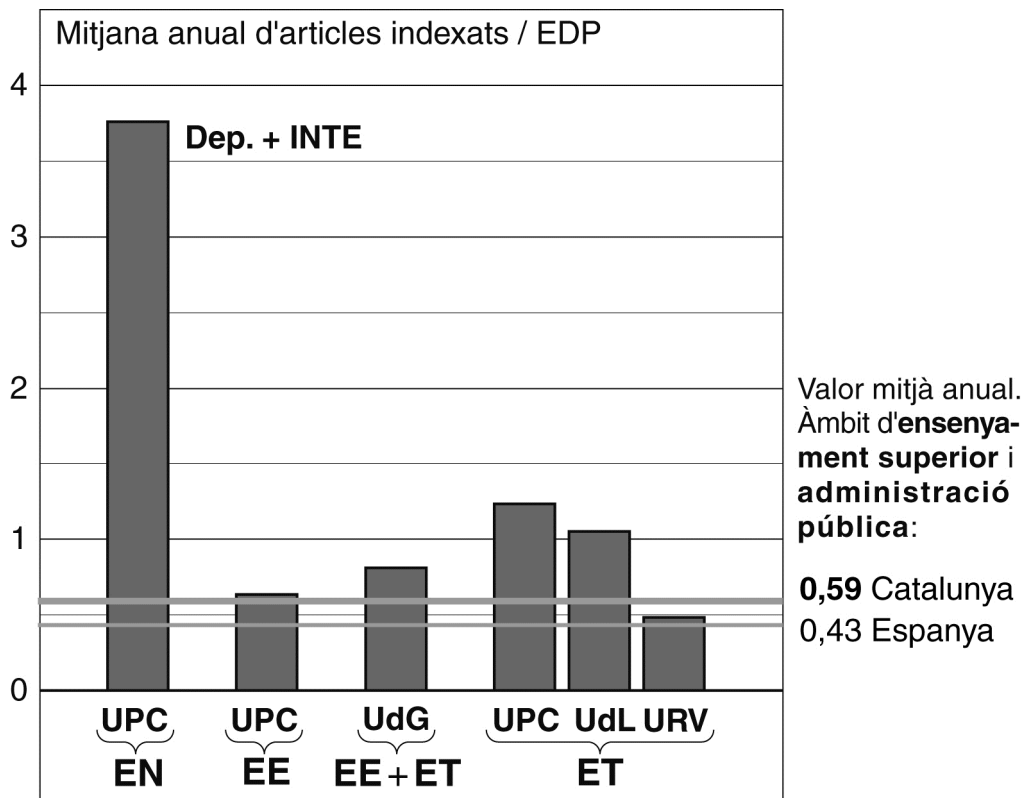


FIGURA 22. Mitjana anual (2003-2009) d'articles indexats per EDP per a les àrees de l'àmbit (EN, EE, ET), en les universitats (UPC, UdG, UdL, URV) implicades, i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior i Administració pública) de Catalunya i Espanya.

Com ja s'ha dit en la «Introducció», el càlcul dels indicadors de resultats per despesa total, que inclou les retribucions, s'ha restringit a la UPC (taula 15). En la figura 23 es mostra la mitjana anual de tesis per milió d'euros de despesa total per a les diverses àrees, que es compara amb el valor mitjà de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior). Totes tres àrees (EN, EE i ET) queden lleugerament per sota dels valors de referència. En la figura 24 es mostra la mitjana anual d'articles per milió d'euros de despesa total per a les diverses àrees, que es compara amb el valor mitjà de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior i l'Administració pública). Novament, hi destaca el valor elevat de l'àrea d'EN, que gairebé triplica el valor mitjà de Catalunya.

TAULA 15  
 Resultats per milió d'euros de despesa total en l'àmbit de l'enginyeria energètica a la UPC  
 (mitjana anual)

Àrea	Dep. o secció	Despesa total (milions d'euros)	Tesis llegides	Tesis / milió d'euros	Articles indexats	Articles indexats / milió d'euros
EN	SEN	0,789	1,13	1,432	18,67	23,66
	INTE	0,910	2,01	2,209	21,57	23,70
Total		1,699	3,14	1,848	40,24	23,68
EE	DEE	3,130	4,43	1,415	18,71	5,987
ET	DMMT	1,988	3,43	1,725	21,57	10,85
Global		6,818	11	1,613	80,52	11,81

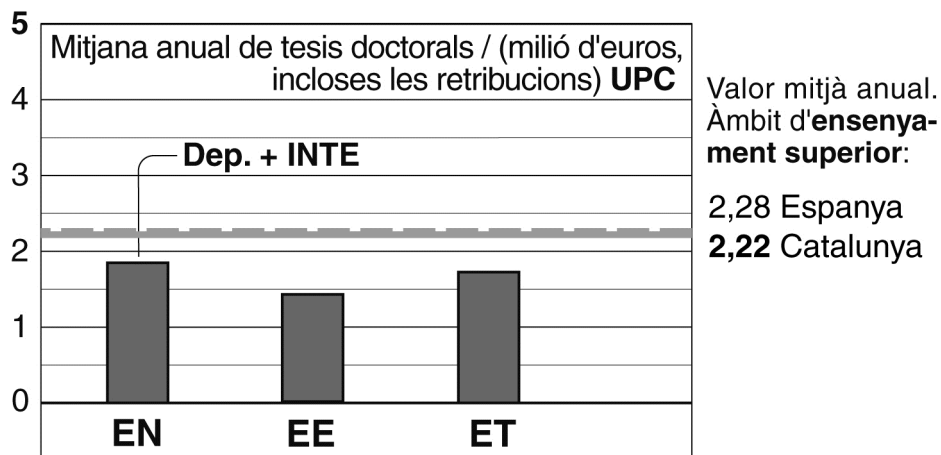


FIGURA 23. Mitjana anual (2003-2009), per a la UPC, de tesis per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) en les àrees de l'àmbit (EN, EE, ET), i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.

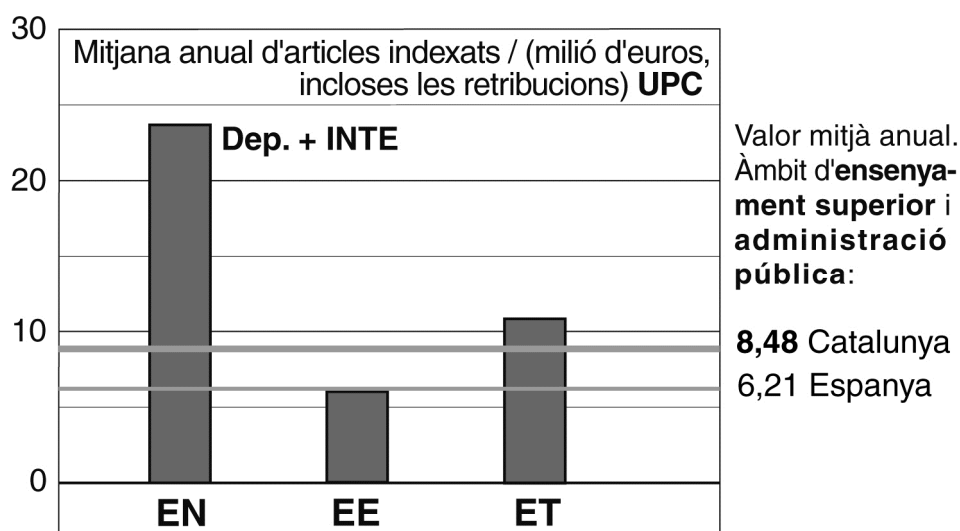


FIGURA 24. Mitjana anual (2003-2009), per a la UPC, d'articles indexats per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) en les àrees de l'àmbit (EN, EE, ET), i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior i administració pública) de Catalunya i Espanya.

### 3.3. Enginyeria química, tèxtil i paperera

#### 3.3.1. Característiques de l'àmbit

Tot i reduir-se l'anàlisi a l'entorn universitari, i com ja s'esmentava en el report anterior, una característica d'aquest àmbit és la dificultat que presenta l'àrea d'enginyeria química pel que fa a la frontera entre la recerca que és pròpiament enginyeria química i la que pertany a altres àrees, com ara la química i la ciència i tecnologia dels materials.

En aquell report, s'hi va adoptar el criteri d'excloure de l'àmbit la recerca allunyada del que es pot considerar com a enginyeria química. En el present report, fet sense la col·laboració d'un expert en l'àmbit, aquest criteri no ha estat aplicable i s'han considerat globalment els departaments d'enginyeria química amb una activitat de recerca majoritària en l'àmbit del report. No se n'han exclòs les activitats de recerca relacionades amb la ciència dels materials (que en rigor pertanyen al primer àmbit del report), ni amb el medi ambient, ni amb l'enginyeria alimentària, ni amb d'altres, per la impossibilitat de separar els corresponents recursos humans i recursos econòmics.



Cal esmentar la separació a la UB, ja indicada en el primer àmbit, del que havia estat el Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgia en dos departaments: el Departament d'Enginyeria Química i el Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica (considerat en el primer àmbit del report). Encara que la separació es produí el 2005, ha estat possible establir la separació dels recursos humans, els recursos econòmics i els resultats en tot el període del report. Un altre cas a esmentar és el de la URL, amb l'Institut Químic de Sarrià (IQS) com a centre emblemàtic en l'àmbit de la química i la seva projecció industrial. L'activitat de recerca hi és intensa i de qualitat, però la documentació a l'abast no en permet una anàlisi comparable amb la feta per a les altres universitats en aquest report. Els grups de recerca amb activitat en l'àmbit estudiat (Grup de Recerca d'Enginyeria de la Corrosió i dels Materials Metàl·lics [ECOR] i Grup d'Enginyeria de Processos, Seguretat i Prospectiva [EPSP]) estan participats per departaments aliens al report. Per altra banda, dels altres dos grups de recerca, el Grup d'Enginyeria Molecular (GEM) correspon al nou report de biotecnologia i el Grup per a la Seguretat Alimentària i Mediambiental (SAMA) correspon al nou report de medi ambient. Com que no ha resultat possible establir, per als dos grups implicats en l'àmbit del report, unes parcel·les amb delimitació comuna per als recursos humans, els recursos econòmics i els resultats, s'ha optat per no incloure l'activitat de la URL en el report.

### 3.3.2. Grups i centres de recerca

D'entre les universitats catalanes, pel volum d'activitat en l'àmbit i per la disposició de dades que permeten una anàlisi prou significativa, se n'han considerat cinc:

- UPC
- UAB
- UB
- UdG
- URV.

Com s'ha exposat en l'epígraf anterior, la URL, tot i la seva participació intensa en l'àmbit, no hi ha estat inclosa, per les dificultats d'obtenir informació que permetés una anàlisi comparable a la de les universitats considerades.

En la taula 16 s'enumeren els grups de cada universitat considerats en el report, amb la indicació del departament i de l'àrea. En la taula 17 es recullen diversos centres relacionats amb l'àmbit, però que no pertanyen a cap universitat, per bé que en alguns casos hi estiguin vinculats. Per manca de dades objectives, no s'han tingut en compte en les avaluacions fetes en el report.

TAULA 16  
*Departaments i grups universitaris en l'àmbit de l'enginyeria química, tèxtil i paperera*

<i>Universitat</i>	<i>Departaments i instituts implicats</i>	<i>Àrea</i>	<i>Grup</i>
UPC	DEQ (713)	EQ	Centre d'Estudis del Risc Tecnològic (CERTEC)
		EQ	Grup de Recerca en Enginyeria i Biotecnologia (ENGIBIO)
		EQ	Grup de Recerca en Enginyeria Molecular (ENGMOL)
		EQ	Grup de Biotecnologia Molecular i Industrial (GBMI)
		EQ	Innovació, modelització i enginyeria en (BIO)Materials (IMEM)
		EQ	Cristal·lografia, estructura i funció de macromolècules biològiques (MACROM)
		EQ	Polímers sintètics: estructura i propietats. Polímers biodegradables (PSEP)
		EQ	CEPIMA
		EQ	Grup de Tècniques de Separació i Tractament de Residus Industrials (STRI)
		EQ	Toxicologia i microbiologia ambiental (TMAS)
	DETIP (714)	ETP	Grup de Recerca Paperer i Gràfic (CIPAGRAF)
		ETP	Superfícies, productes i processos tèxtils (SPPT) (participat pel DEQ)
		ETP	Grup de Recerca en Tecnologia Tèxtil (TECTEX) (participat per l'INTEXTER)
	INTEXTER	ETP	Grup de Recerca en Materials Polimèrics i Química Tèxtil (POLQUITEX)
	UAB	DEQ	EQ
EQ			Grup d'Enginyeria Cel·lular i Tissular
EQ			Grup d'Enginyeria de Bioprocessos i Biocatàlisi Aplicada
EQ			Grup de Tractament Biològic d'Efluents Líquids i Gasosos. Eliminació de Nutrients, Olors i Compostos Orgànics Volàtils
UB	DEQ	EQ	Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte (CEQAP)
		EQ	Grup de Biotecnologia Ambiental (BA)
		EQ	Catàlisi i cinètica aplicada (CCA)
		EQ	Enginyeria de processos d'oxidació avançada (EPOA)
		EQ	Enginyeria de sistemes col·loïdals (ESC)
		EQ	Processos de separació industrial (PSI)

UdG	Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària (DEQATA)	EQ	Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (LEQUIA)
		EQ	Laboratori d'Enginyeria Paperera i Materials Polímers (LEPAMAP)
URL*	IQS	EQ	ECOR (participat pels departaments de Química Analítica i d'Enginyeria Industrial)
		EQ	EPSP (participat pel DEQ i el Departament d'Estadística Aplicada)
URV	DEQ	EQ	Bioenginyeria i bioelectroquímica (BBG)
		EQ	Research Group in Chemical Reaction Engineering and Process Intensification (CREPI)
		EQ	SYSTEMIC (participat pel DEM)
		EQ	SUSCAPE (participat pel DEM)

\* No inclosa en el report, per les raons exposades en el text.

TAULA 17

*Grups no universitaris en l'àmbit de l'enginyeria química, tèxtil i paperera*

<i>Àrea</i>	<i>Grup</i>
EQ	Centre de Desenvolupament de Processos de Química Fina (CDPQF)
EQ	Centres del CSIC
ETP	LGAI
ETP	Laboratori d'Assaigs i Investigacions Tèxtils del Condicionament Terrassenc (LEITAT) Technological Center

### 3.3.3. Recursos humans

S'han comptabilitzat com a recursos humans el PDI a TC, els investigadors i els becaris. Els EDP s'han calculat a partir del nombre de PDI a TC (ponderat al 50 %) i el nombre d'investigadors (ponderat al 100 %).

Per a les àrees i universitats considerades, en la taula 18 es resumeix la mitjana anual dels recursos humans, en PDI (TC) + investigadors, becaris i EDP, i en la figura 25 es visualitza la mitjana anual de PDI (TC) + investigadors. Per a cadascuna de les àrees, en la figura 26 es visualitza el nombre d'EDP i es compara la mitjana anual de PDI (TC) + investigadors del present report amb la del report anterior. L'increment observat per a la UAB, la UdG i la URV, en part, prové, com ja s'ha esmentat, de considerar globalment els departaments d'enginyeria química. En el cas de la UB, aquest increment es veu contrarestat per la separació, ja comentada, del departament en dos. Ambdós factors han conduït a una certa disminució dels recursos humans.

En l'àrea de l'enginyeria tèxtil i paperera (ETP), en la figura 26 s'hi posa de manifest una disminució (també presentada en el report anterior) que es correspon amb la recessió dels corresponents sectors industrials.

TAULA 18  
*Recursos humans en l'àmbit de l'enginyeria química, tèxtil i paperera (mitjana anual)*

Àrea	Universitat	Dep. o centre	PDI + investigadors	Becaris	EDP	
EQ	UPC	DEQ	82,14	13,57	46,29	
		UAB	39,44	16,10	22,01	
		UB	32,43	13,20	16,79	
		UdG	DEQATA	35,86	3,40	18,43
		URV	DEQ	60,86	14,23	32,79
Total			250,73	60,60	136,31	
ETP	UPC	DETIP	20,86	2,86	10,72	
		INTEXTER	5,29	0,14	5,29	
Total			26,15	3,00	16,01	
Global			276,88	63,60	152,32	

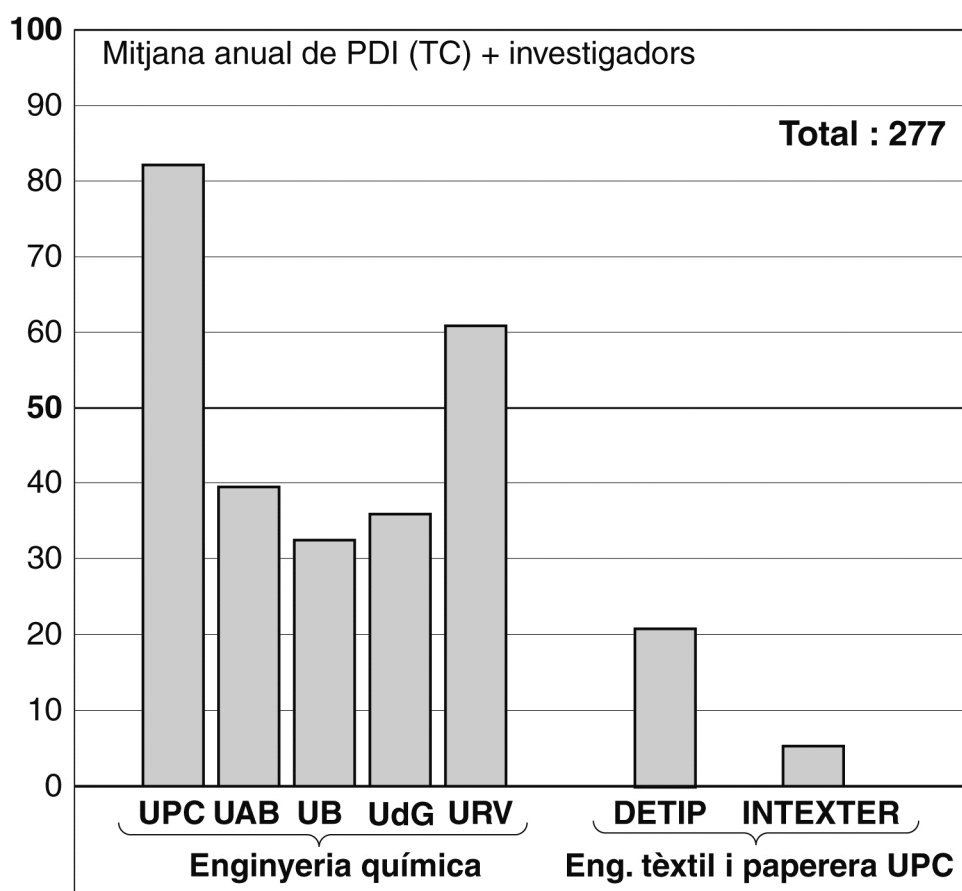


FIGURA 25. Mitjana anual (2003-2009) dels recursos humans, en nombre de PDI a temps complet i d'investigadors, per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades.

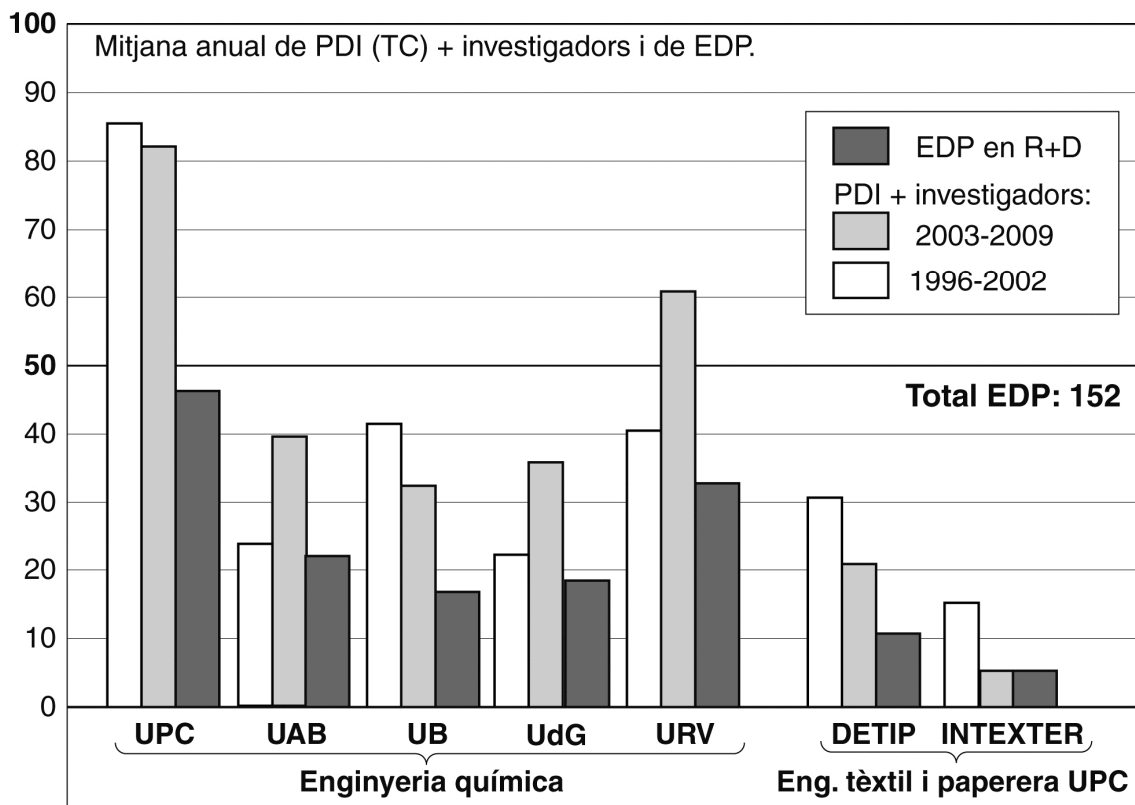


FIGURA 26. Mitjana anual (2003-2009) dels recursos humans, en nombre d'EDP, per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades, i comparació de la mitjana anual del nombre de PDI a temps complet i d'investigadors entre els períodes 1996-2002 i 2003-2009.

### 3.3.4. Recursos econòmics

Per tal que els diversos grups fossin considerats de manera equitativa, la informació sobre els recursos econòmics obtinguts s'ha limitat a tres grans capítols ben documentats: convenis, projectes nacionals i projectes europeus. (No s'han tingut en compte els recursos provinents d'activitats de formació.)

La mitjana anual del volum d'aquests recursos és indicativa del grau d'activitat dels grups, i la seva relació amb el nombre d'EDP de cada grup és un dels indicadors emprats. En la taula 19 es recullen les dades, en milers d'euros, de la mitjana anual d'aquests tres capítols de recursos obtinguts pels diferents departaments considerats, així com pels centres (en aquest cas, l'Institut d'Investigació Tèxtil i Cooperació

Industrial de Terrassa [INTEXTER]), quan la seva informació no està inclosa en la dels departaments.

En la figura 27 es visualitza, per a cadascuna de les àrees i universitats de l'àmbit, el volum de cadascun d'aquests tres capítols, així com el volum total. Destaca la URV en l'àrea d'EQ, tant pel volum total com per la distribució marcadament igualitària entre tots tres capítols: convenis (29 %), projectes nacionals (32 %) i projectes europeus (39 %). La corresponent mitjana anual de recursos econòmics, en milers d'euros, per EDP es mostra en la figura 28, juntament amb els valors mitjans de Catalunya i Espanya en l'àmbit de l'enginyeria i la tecnologia en l'ensenyament superior. Es troben lleugerament per sobre d'aquests valors la UAB i la URV en l'àrea d'EQ, i l'INTEXTER, en l'àrea d'ETP. Els altres grups es troben significativament per sota d'aquests valors.

La comparació amb les dades del report anterior es mostra en la figura 29. Els forts increments de la UAB i la URV en l'àrea d'EQ és previsible que es deguin, en part, a una insuficient informació, en el report anterior, dels recursos econòmics aconseguits. La disminució observada per a la UB té el seu origen en la divisió del departament esmentada en l'epígraf 3.3.1, «Característiques de l'àmbit».

TAULA 19  
*Recursos econòmics en l'àmbit de l'enginyeria química, tèxtil i paperera  
(mitjana anual en milers d'euros)*

Àrea	Universitat	Dep. o centre	Convenis	Projectes nacionals	Projectes europeus	Total	Milers d'euros / EDP
EQ	UPC	DEQ	585,986	718,287	316,153	1.620,426	35,006
	UAB	DEQ	1.002,804	753,876	124,722	1.881,402	85,479
	UB	DEQ	221,278	478,020	33,078	732,375	43,698
	UdG	DEQATA	40,991	113,232	1.143	154,224	8,430
	URV	DEQ	930,278	1.040,271	1.259,984	3.230,533	98,522
Total			2.781,337	3.103,686	1.735,080	7.620,103	55,903
ETP	UPC	DETIP	63,474	137,720	50,376	251,570	23,467
		INTEXTER	164,999	159,443	192,422	516,865	97,706
Total			228,473	297,163	242,798	768,435	47,997
Global						8.388,538	55,072

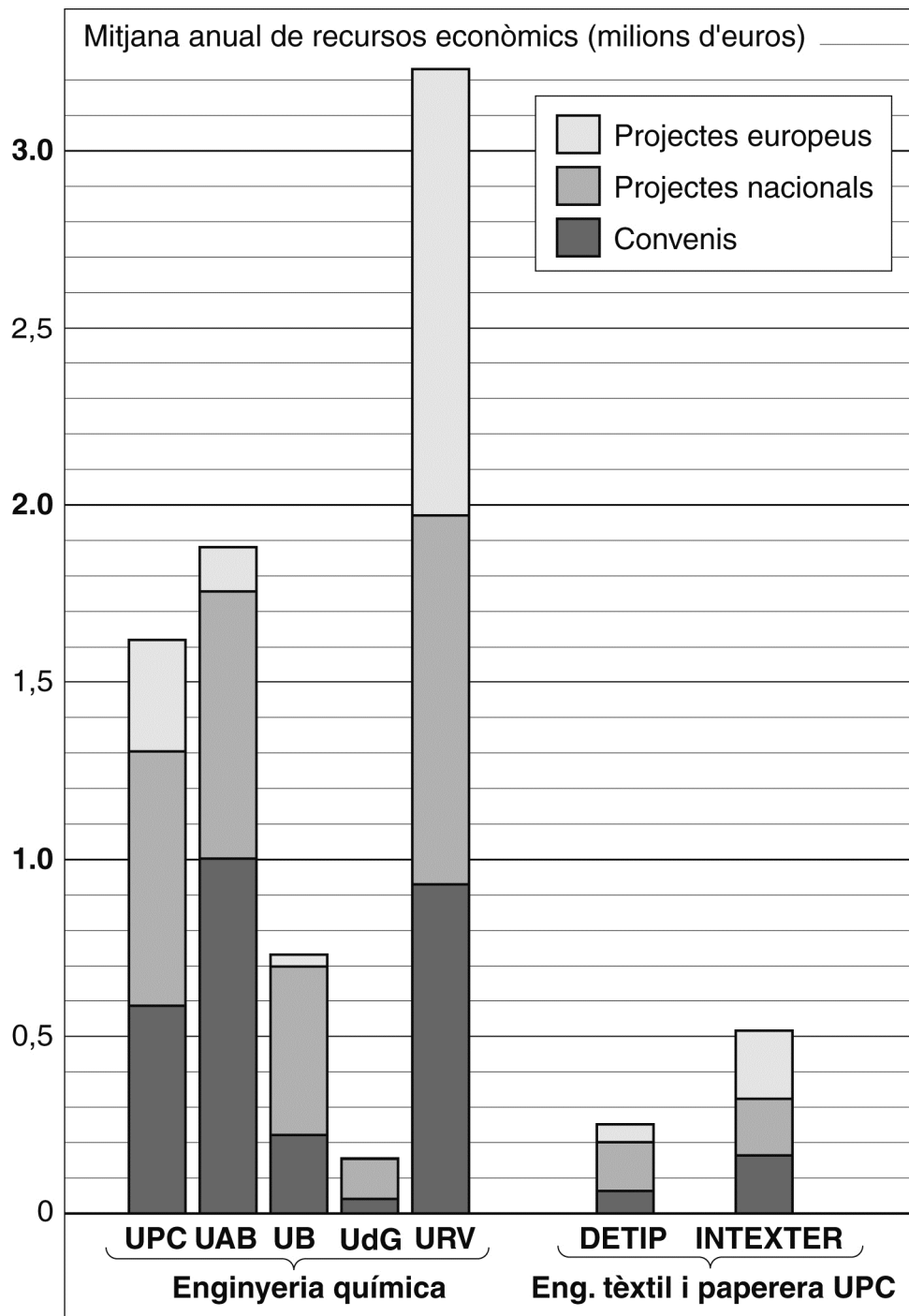


FIGURA 27. Mitjana anual (2003-2009) de recursos econòmics (convenis, projectes nacionals i projectes europeus), en milers d'euros, per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades.

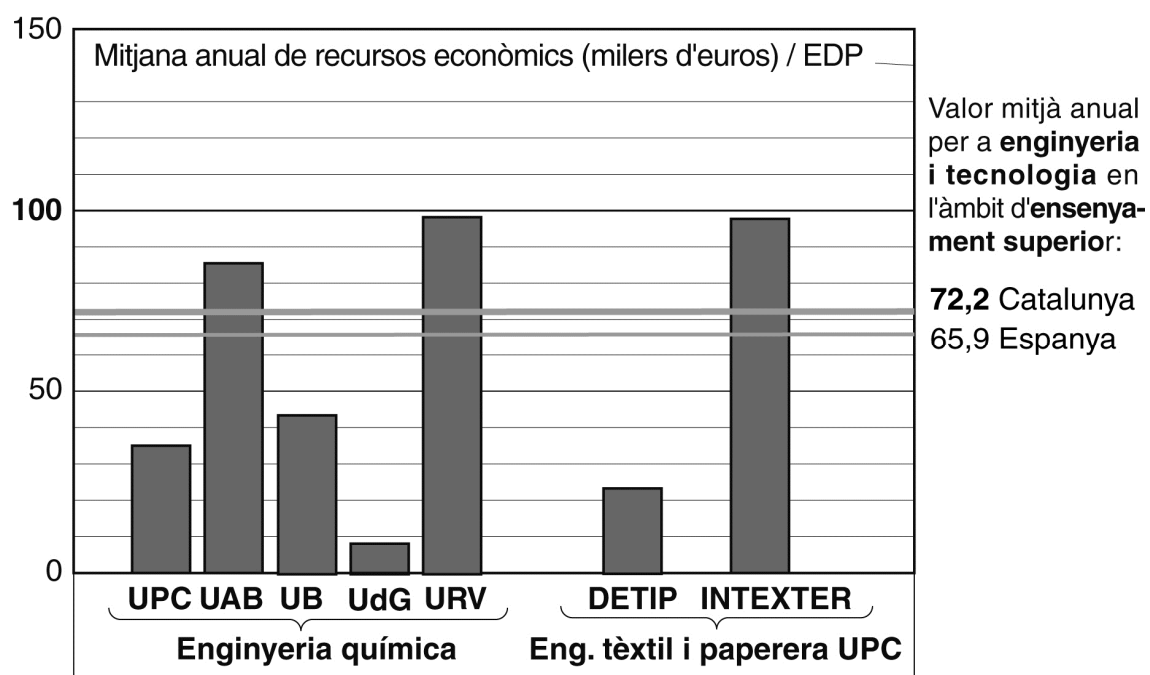


FIGURA 28. Mitjana anual (2003-2009) de recursos econòmics (en milers d'euros) per EDP, per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades, i valors mitjans de referència (en enginyeria i tecnologia en l'àmbit de l'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.



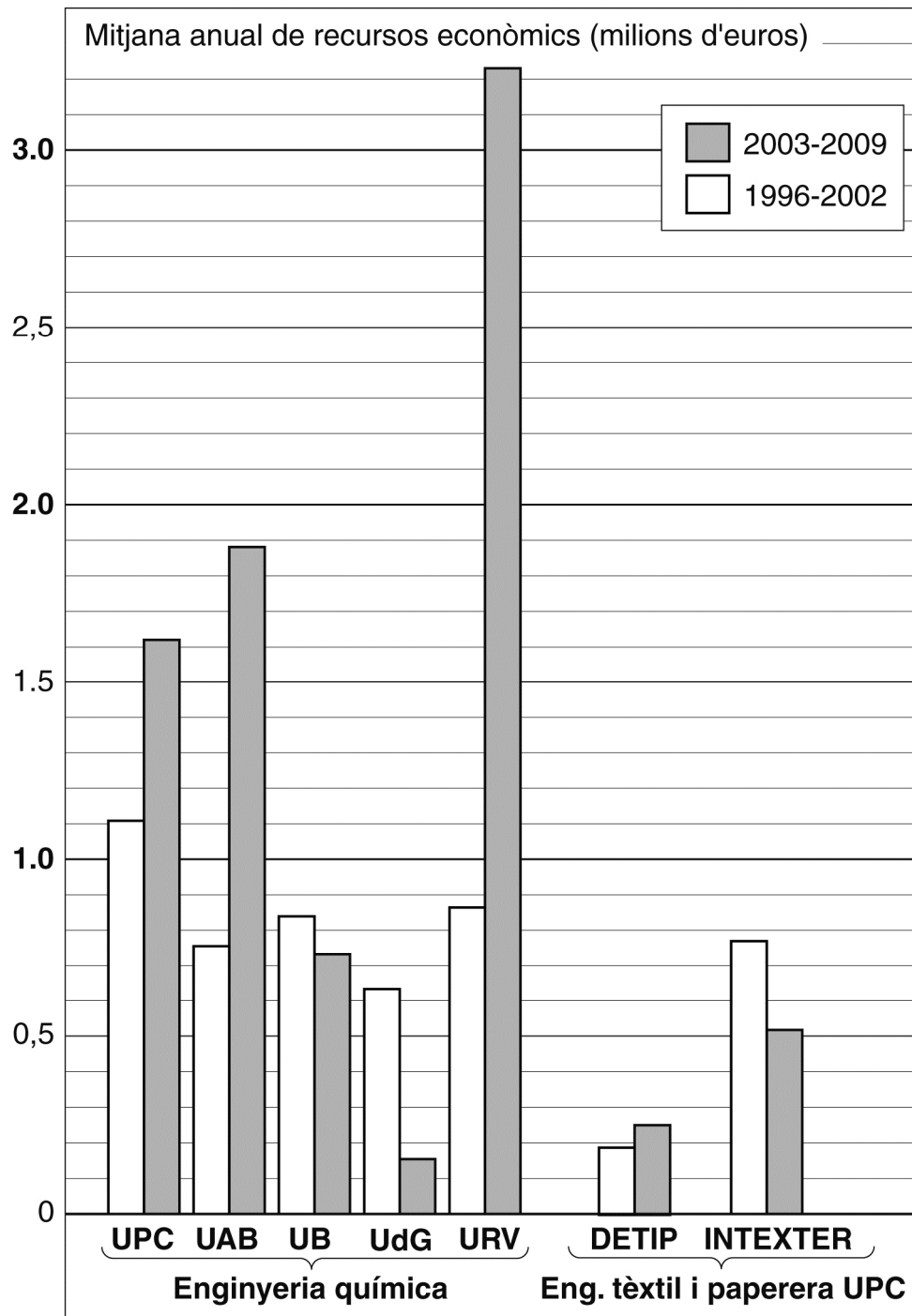


FIGURA 29. Comparació de la mitjana anual de recursos econòmics (en milions d'euros) per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades, entre els períodes 1996-2002 i 2003-2009.

La mitjana anual de despesa total, suma dels recursos econòmics aconseguits i de les retribucions associades a la recerca, és interessant per conèixer el cost de la recerca en les diverses àrees i els indicadors de resultats per milió d'euros de despesa.

La valoració raonablement precisa de les retribucions, com ja s'ha dit en la «Introducció», només ha estat possible en el cas de la UPC. En la taula 20 es recullen les dades, en milers d'euros, de la mitjana anual dels recursos econòmics aconseguits, les retribucions, la despesa total i la despesa total per EDP, i en la figura 30 es visualitza per a cada àrea (i per a la UPC) la distribució de la mitjana anual de la despesa total dels departaments i l'INTEXTER entre retribucions, convenis, projectes nacionals i projectes europeus. S'hi observa que les retribucions, tot i ser avaluades previsiblement a la baixa, ja que no s'han considerat complements com ara els triennis i els sexennis, representen una fracció important de la despesa total: el 55 % per a EQ, el 64 % per al Departament d'Enginyeria Tèxtil i Paperera (DETIP) de la UPC i el 25 % per a l'INTEXTER.

TAULA 20  
Despesa total en l'àmbit de l'enginyeria química, tèxtil i paperera a la UPC  
(mitjana anual en milers d'euros)

Àrea	Dep. o secció	Recursos aconseguits	Retribucions	Despesa total	Despesa total / EDP
EQ	DEQ	1.620,426	1.987,429	3.607,855	77,920
ETP	DETIP	251,570	437,143	688,713	64,246
	INTEXTER	516,865	173,143	690,008	130,436
Total		768,435	610,286	1.378,721	86,116
Global		2.388,861	2.597,715	4.986,576	80,04

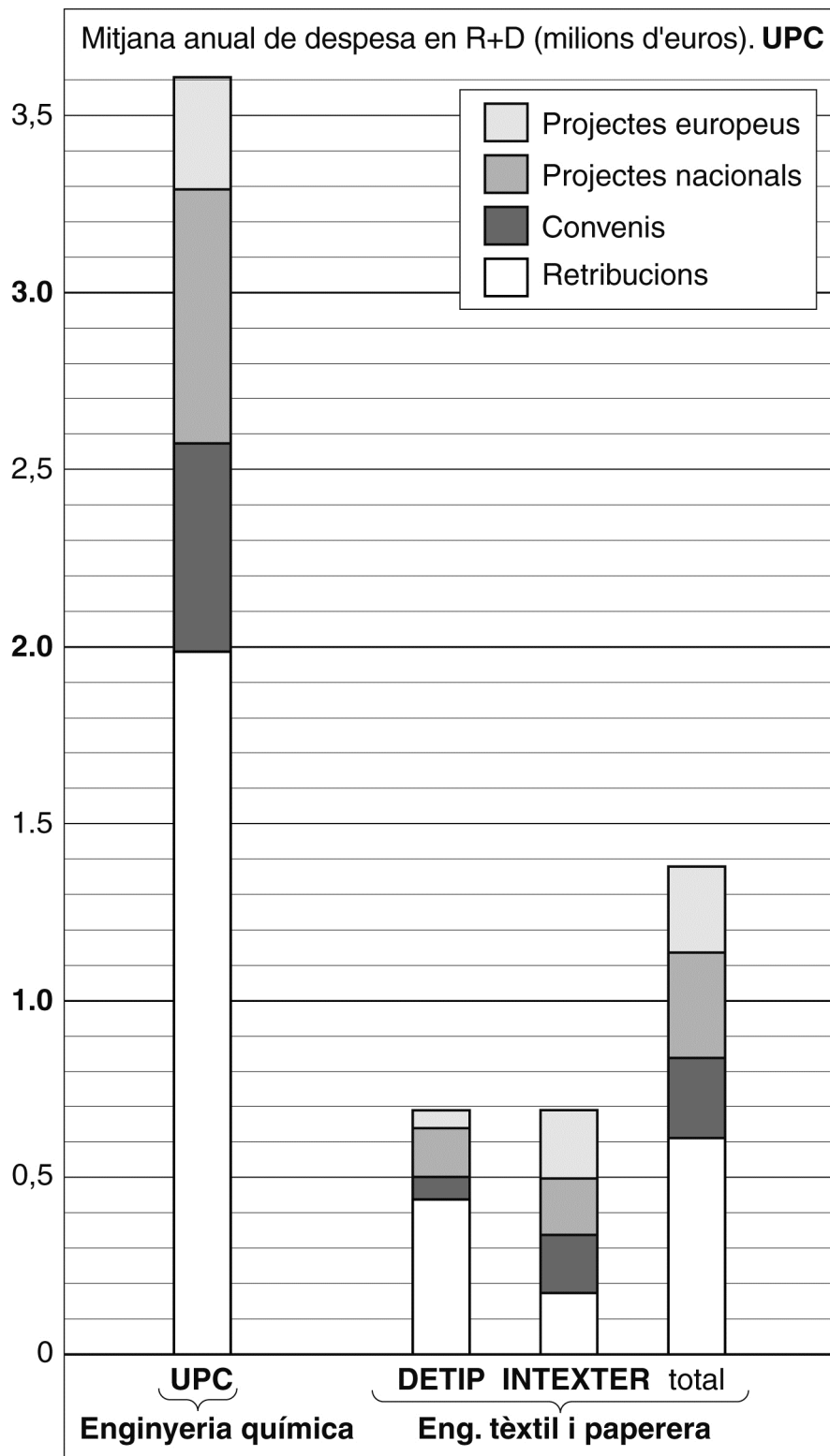


FIGURA 30. Mitjana anual (2003-2009), en milions d'euros, de retribucions i recursos econòmics (convenis, projectes nacionals i projectes europeus), per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit i per als corresponents departaments i centres de la UPC.

### 3.3.3. Resultats

Com ja s'ha indicat en la «Introducció», la consideració dels resultats s'ha limitat, en bé de l'objectivitat, a les tesis doctorals llegides i els articles indexats.

En l'àrea d'EQ, la gran dimensió dels grups a la UPC, la UAB, la UB i la URV garanteix una producció important de tesis doctorals. Per altra banda, aquesta és una àrea procliu a la producció de tesis, així com a la publicació d'articles indexats.

En la taula 21 es recullen les dades de la mitjana anual de resultats (tesis i articles) i els indicadors de resultats per EDP per a les àrees de l'àmbit i les universitats que hi participen. En la figura 31 es mostra, per a les dues àrees i els grups considerats, la mitjana anual de tesis doctorals, així com la comparació d'aquest valor entre els períodes 1996-2002 i 2003-2009, comparació que mostra una remarcable estabilitat. La disminució en el cas de la UB és deguda a la divisió del departament esmentada en l'epígraf 3.3.1, «Característiques de l'àmbit». En la figura 32 es visualitza l'indicador de la mitjana anual de tesis doctorals per EDP, que es compara amb els valors mitjans de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior). En conjunt, els resultats es troben a prop dels valors de referència o per sobre, atribuïbles al fet que l'àrea d'EQ sigui procliu a la realització de tesis. Destaquen per sobre dels valors de referència la UAB, la UB i la URV.

En la figura 33, que mostra la mitjana anual d'articles indexats per a cada àrea en els períodes 1996-2002 i 2003-2009, es fa evident l'increment en la publicació d'articles, increment incentivat per l'exigència dels sexennis de recerca. L'increment escàs a la UB és atribuïble a la partició del departament. En la figura 34, que mostra la mitjana anual d'articles per EDP, juntament amb els valors de referència de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior i l'Administració pública), gairebé tots els grups considerats es troben significativament per sobre dels valors de referència, com correspon a unes àrees proclius a la publicació d'articles i a uns grups particularment actius.

TAULA 21  
 Resultats per EDP en l'àmbit de l'enginyeria química, tèxtil i paperera (mitjana anual)

Àrea	Universitat	Dep. o secció	EDP	Tesis llegides	Tesis/EDP	Articles indexats	Articles indexats / EDP
EQ	UPC	DEQ	46,29	7,43	0,161	110,6	2,389
	UAB	DEQ	22,01	5,57	0,253	59,29	2,694
	UB	DEQ	16,79	5,57	0,332	33,71	2,008
	UdG	DEQATA	18,43	2,71	0,147	11,27	0,612
	URV	DEQ	32,79	9,29	0,283	113,57	3,464
Total			136,31	30,57	0,224	328,44	2,410
ETP	UPC	DETIP	10,72	2,14	0,200	9,29	0,868
	UdG	INTEXTER	5,29	0,57	0,108	13,43	2,539
Total			16,01	2,71	0,169	22,72	1,419
Global			152,32	33,28	0,218	351,16	2,305

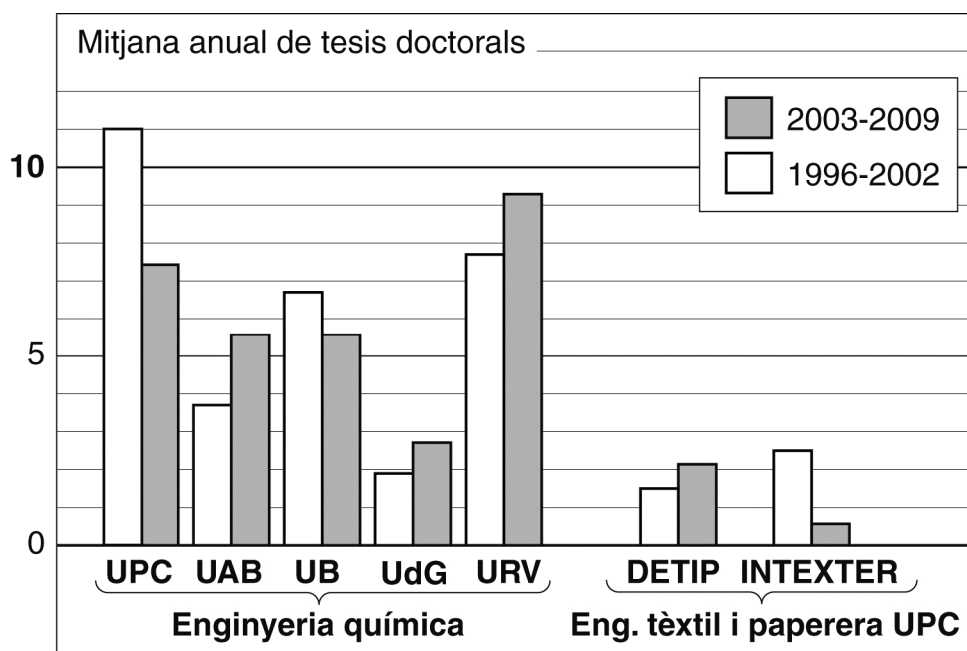


FIGURA 31. Mitjana anual (2003-2009) de tesis doctorals per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades, i comparació amb el valor de la mitjana anual corresponent al període 1996-2002.

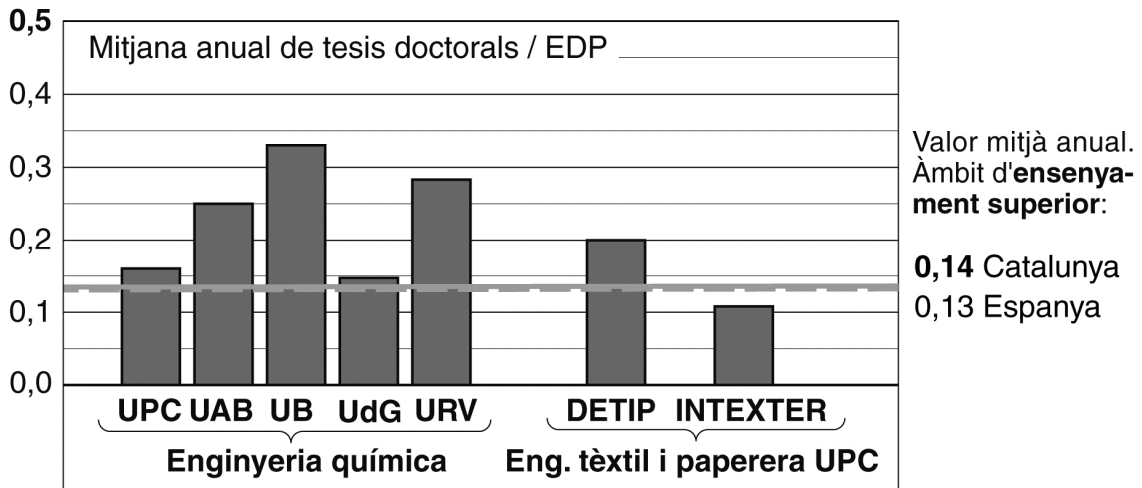


FIGURA 32. Mitjana anual (2003-2009) de tesis doctorals per EDP per a les àrees de l'àmbit (EQ, ETP), en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades, i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.

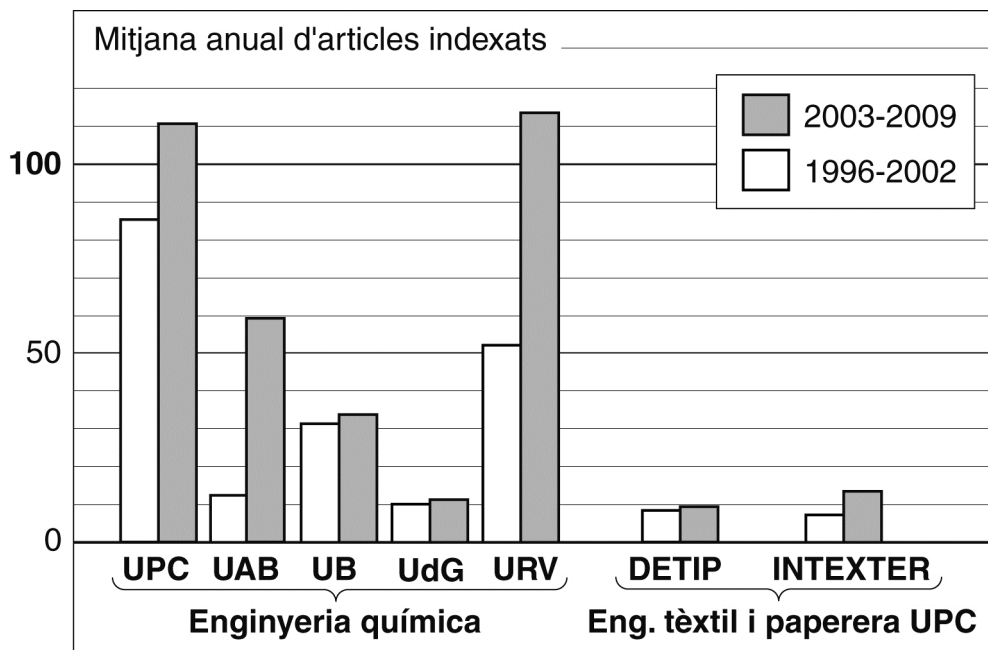


FIGURA 33. Mitjana anual (2003-2009) d'articles indexats per a les àrees de l'àmbit (EQ, ETP), i comparació amb el valor de la mitjana anual per al període 1996-2002.

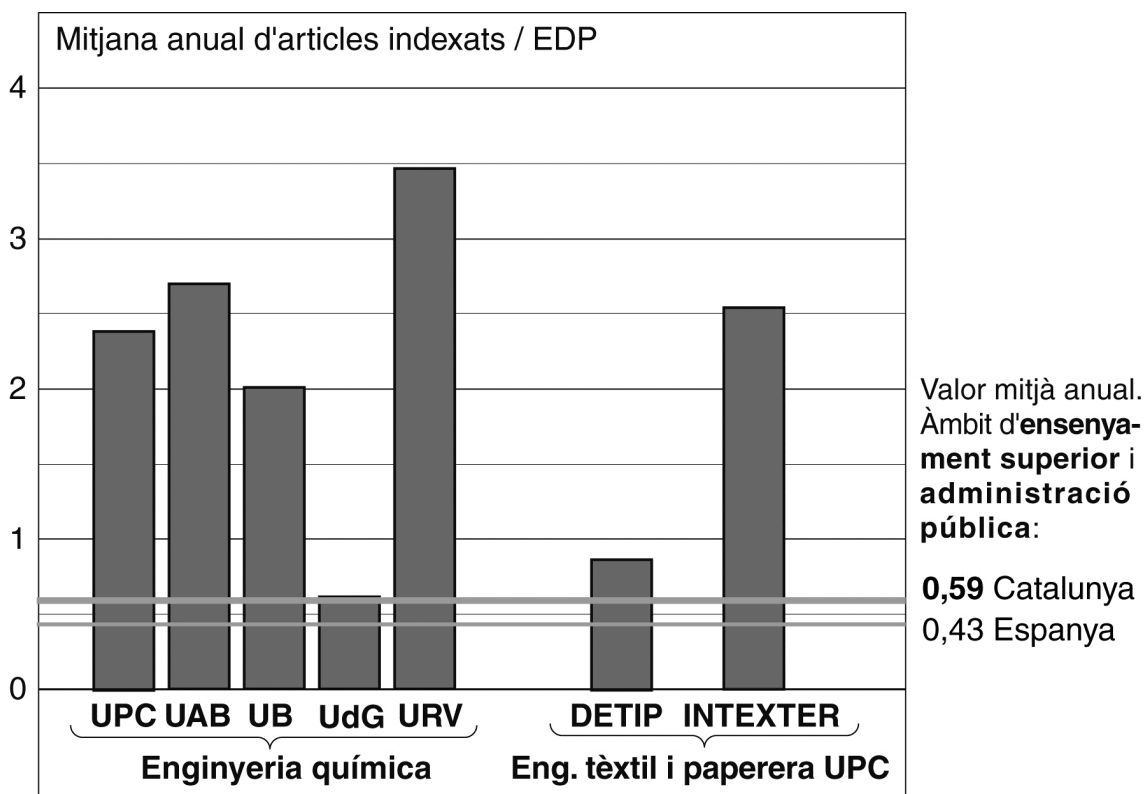


FIGURA 34. Mitjana anual (2003-2009) d'articles indexats per EDP per a les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, en les universitats (UPC, UAB, UB, UdG, URV) implicades, i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior i Administració pública) de Catalunya i Espanya.

Com ja s'ha dit en la «Introducció», el càlcul dels indicadors de resultats per despesa total, que inclou les retribucions, s'ha restringit a la UPC (taula 22). En la figura 35 es mostra la mitjana anual de tesis per milió d'euros de despesa total per a les dues àrees, que es compara amb el valor mitjà de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior). Els valors són propers o lleugerament superiors als de referència. En la figura 36 es mostra la mitjana anual d'articles per milió d'euros de despesa total per a les dues àrees, que es compara amb el valor mitjà de Catalunya i Espanya (en l'àmbit de l'ensenyament superior i l'Administració pública). Els tres grups considerats es troben significativament per sobre dels valors de referència. Hi destaca el valor elevat de l'àrea d'EQ, que més que triplica el valor de referència per a Catalunya.

TAULA 22  
 Resultats per milió d'euros de despesa total en l'àmbit de l'enginyeria química,  
 tèxtil i paperera a la UPC (mitjana anual)

Àrea	Dep. o secció	Despesa total (milions d'euros)	Tesis llegides	Tesis / milió d'euros	Articles indexats	Articles indexats / milió d'euros
EQ	DEQ	3,608	7,43	2,059	110,6	30,655
ETP	DETIP	0,689	2,14	3,107	9,29	13,503
	INTEXTER	0,690	0,57	3,101	13,43	19,464
Total		1,379	2,71	1,965	22,72	16,479
Global		4,987	10,14	2,033	133,32	26,734

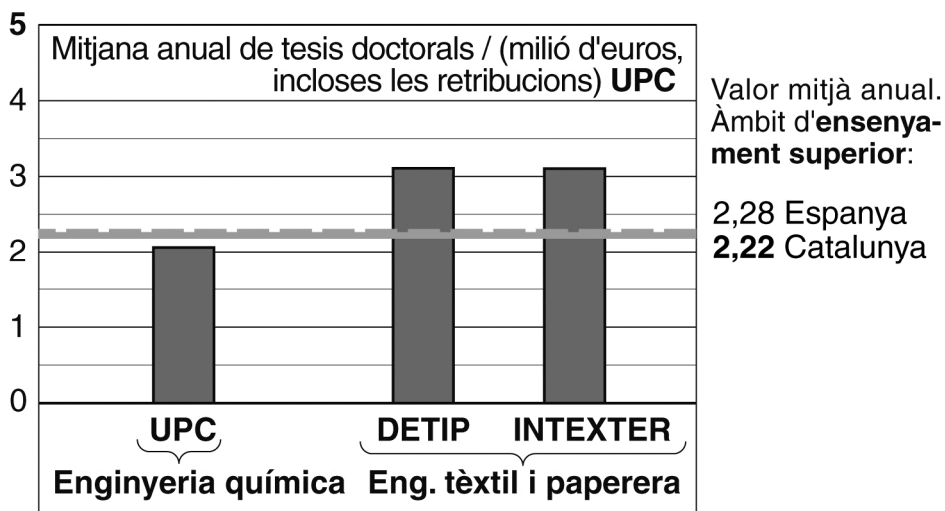


FIGURA 35. Mitjana anual (2003-2009), per a la UPC, de tesis per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) en les àrees de l'àmbit (EQ, ETP), i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior) de Catalunya i Espanya.



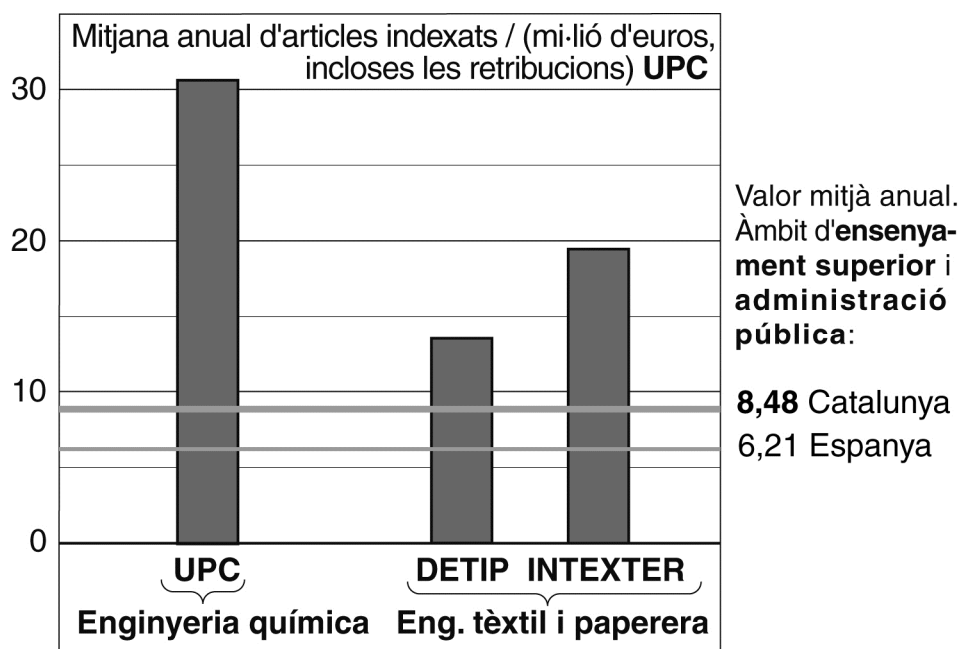


FIGURA 36. Mitjana anual (2003-2009), per a la UPC, d'articles indexats per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) en les àrees (EQ, ETP) de l'àmbit, i valors mitjans de referència (àmbit d'ensenyament superior i Administració pública) de Catalunya i Espanya.

#### 4. CONSIDERACIONS CONCLUSIVES I RECOMANACIONS

En l'àmbit de l'enginyeria industrial, la recerca a Catalunya durant el període del report ha implicat una mitjana anual (en l'àmbit universitari) de 326 EDP (un professor a TC equival a 0,5 EDP) i una mitjana anual de despesa total de 31 milions d'euros, suma d'una mitjana anual de recursos econòmics aconseguits de 19 milions d'euros (sense comptabilitzar els recursos obtinguts per activitats de formació) i d'una mitjana anual estimada de 12 milions d'euros en retribucions. Quant a resultats, ha implicat una mitjana anual de 65 tesis doctorals i de 587 articles indexats.

En la comptabilització de la despesa total, la part corresponent a les retribucions ha pogut ser coneguda amb raonable precisió en el cas de la UPC, ja que se n'ha disposat del detall de la tipologia dels recursos humans (tot i això, la valoració és inferior a la realitat, perquè no s'han comptabilitzat els complements variables com ara els triennis i els sexennis de recerca). Per a les altres universitats, s'han estimat les retribucions a partir del valor mitjà anual de 36.942 euros / EDP corresponent a la UPC. En la taula 23 es recullen les dades globals de les retribucions, els recursos econòmics obtinguts i la despesa total per als tres àmbits del report i per a la seva totalitat.

TAULA 23  
*Retribucions i despesa total en els tres àmbits de l'enginyeria industrial  
(mitjana anual en milions d'euros)*

<i>Àmbit</i>	<i>Retribucions UPC</i>	<i>Retribucions altres universitats*</i>	<i>Retribucions totals</i>	<i>Recursos aconseguits</i>	<i>Despesa total</i>
Eng. dels materials, eng. mecànica i eng. nàutica	2,317	1,197	3,514	4,808	8,322
Eng. nuclear, eng. elèctrica i eng. tèrmica	1,949	0,676	2,625	5,965	8,590
Eng. química i eng. tèxtil i paperera	2,598	3,326	5,924	8,388	14,312
Eng. industrial	6,864	5,199	12,063	19,161	31,224

\* Estimades a partir de la mitjana anual de 36.942 euros / EDP corresponent a la UPC.

A l'hora de valorar les diferències respecte al report anterior (període 1996-2002), cal tenir en compte que, en part, poden provenir de la manera diferent de comptabilitzar els EDP corresponents al PDI, dels canvis en els àmbits considerats (exclusió de l'enginyeria mediambiental i de l'organització industrial), del criteri diferent en la consideració de la recerca en els departaments d'enginyeria química i del diferent grau d'accés a la informació, molt particularment en el cas de les universitats diferents de la UPC.

Una característica que s'ha mantingut en tots dos reports és la gran disparitat en els indicadors relatius als resultats corresponents als diversos grups considerats (associats bàsicament a una àrea i una universitat). Aquest fet queda clarament de manifest en les figures que es mostren a continuació (figures 37-43), que recullen els diversos valors analitzats per als conjunts d'àrees dels tres àmbits. En el primer àmbit, les àrees de MV i de MF s'han refós en l'àrea d'enginyeria mecànica (EM).

En la figura 37 es mostra la distribució de la mitjana anual de recursos humans en EDP, indicant si corresponen a la UPC o a altres universitats. Hi destaca el valor elevat corresponent a l'enginyeria química (42 % del total de 326 EDP), el qual és degut a la intensa participació de les altres universitats (UAB, UB, UdG i URV) en aquesta àrea (totalitzen un 29 % dels 326 EDP totals del report). En el report anterior es va considerar que només una part de la recerca dels departaments d'enginyeria química es corresponia amb l'enginyeria industrial, però la metodologia emprada en aquest report no ha permès fer-ho, i considerar la totalitat de cadascun dels departaments d'enginyeria

química fa més precisa la determinació dels indicadors considerats. Pel que fa a la participació de la UPC, és equilibrada en els tres àmbits del report, amb uns 110 EDP per àmbit.

La dimensió dels grups, o del seu conjunt en un departament o universitat, afavoreix la producció de recerca: els grups grans, com ja es va posar de manifest en el report anterior, solen presentar uns indicadors de resultats superiors. Si es consideren grans els grups de 15 EDP o més, i mitjans els compresos entre 7,5 EDP i 15 EDP, a la UPC són grans els grups departamentals en totes les àrees, llevat dels d'enginyeria nàutica i enginyeria nuclear, que són mitjans. En enginyeria química, són grans els cinc grups departamentals considerats (UPC, UAB, UB, UdG i URV). Són de mida mitjana el grup departamental de ciència dels materials de la UB, el grup d'enginyeria mecànica (MV + MF) de la UdG i el de MF de la URV.

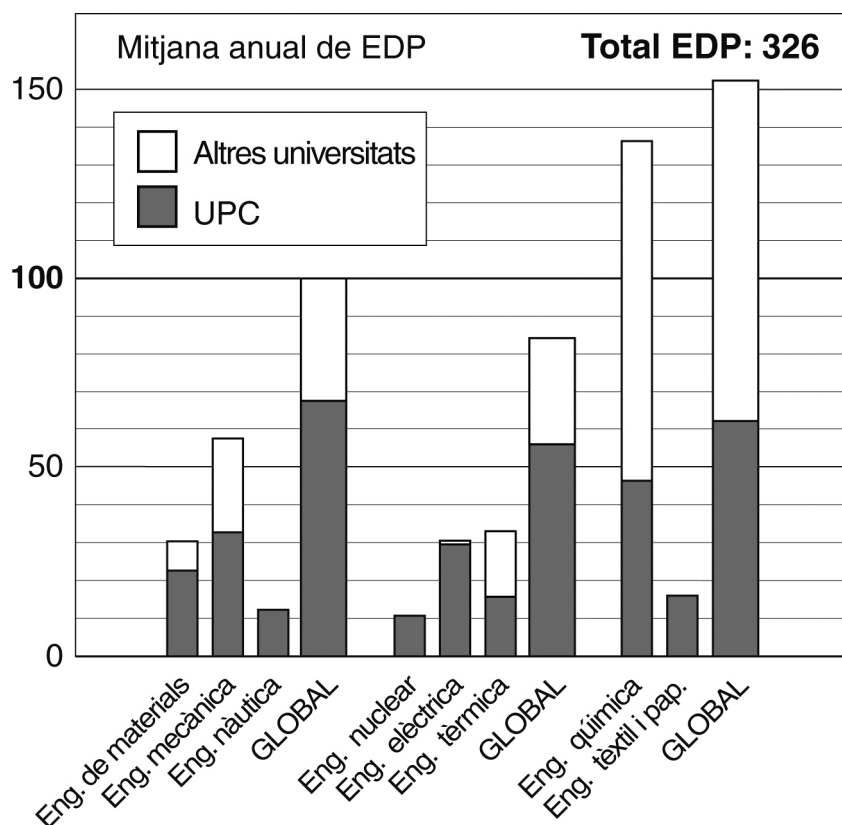
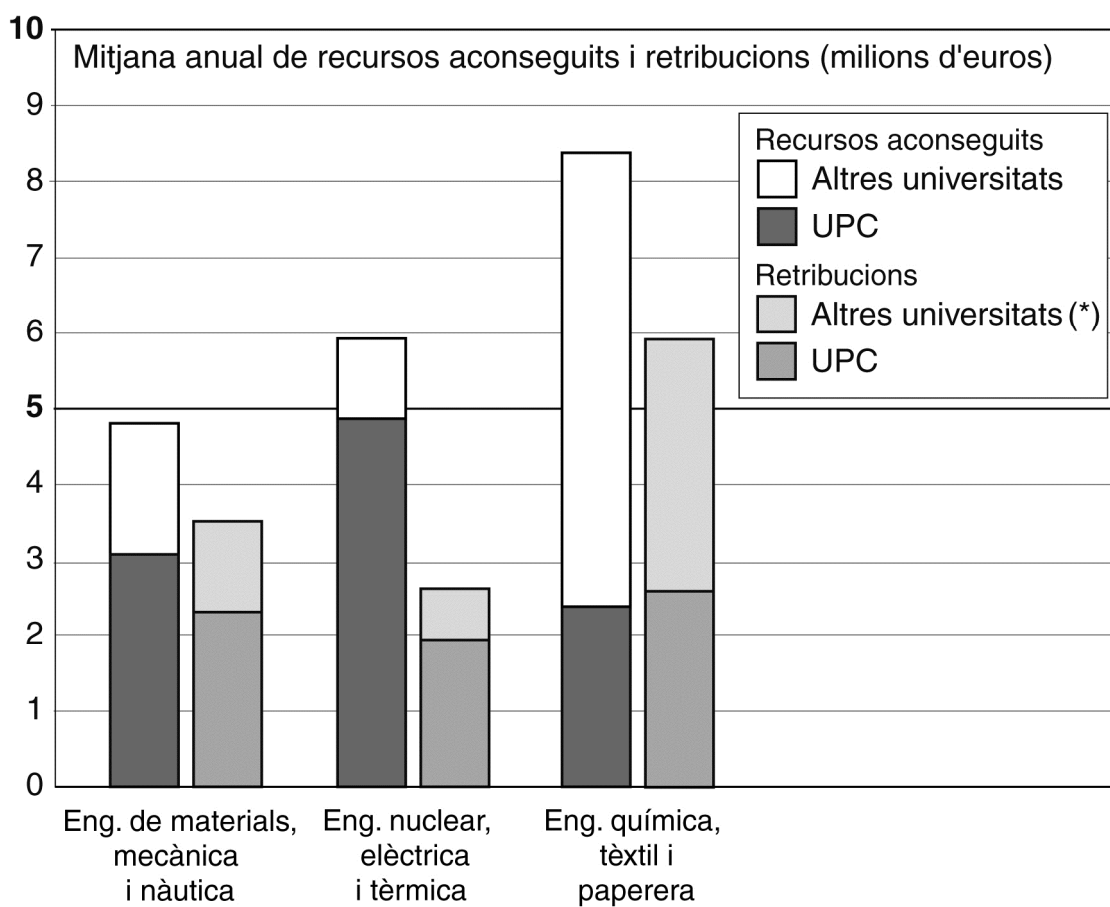


FIGURA 37. Mitjana anual (2003-2009) d'EDP investigador en els tres àmbits del report.

En la figura 38 es mostra, per als tres àmbits del report i amb la distinció entre la UPC i les altres universitats, la mitjana anual de recursos econòmics aconseguits (corresponents a convenis, projectes nacionals i projectes europeus) així com la mitjana anual de les retribucions associades a la recerca (les de les altres universitats han estat estimades a partir del valor mitjà corresponent a la UPC). Hi destaquen els valors elevats corresponents a tots dos conceptes en l'àrea d'enginyeria química de les altres universitats (UAB, UB, UdG i URV) i la fracció important de la despesa total associada a les retribucions. Respecte a la despesa total en cadascun dels tres àmbits, les retribucions en representen el 42 %, el 30 % i el 41 %, respectivament.



(\*) estimades a partir del la mitjana de 36.942 euros / EDP corresponent a la UPC

FIGURA 38. Despesa mitjana anual (recursos econòmics aconseguits i retribucions) en recerca (en milions d'euros) en els tres àmbits del report (2003-2009).

En la figura 39 es mostra, per als tres àmbits del report i cadascuna de les seves àrees, l'indicador de la despesa total, incloses les retribucions, per EDP (en milers d'euros). Totes igualen o superen el nivell del valor de referència per a Catalunya i Espanya. El superen de manera significativa l'enginyeria dels materials i les enginyeries energètiques, molt particularment l'enginyeria nuclear.

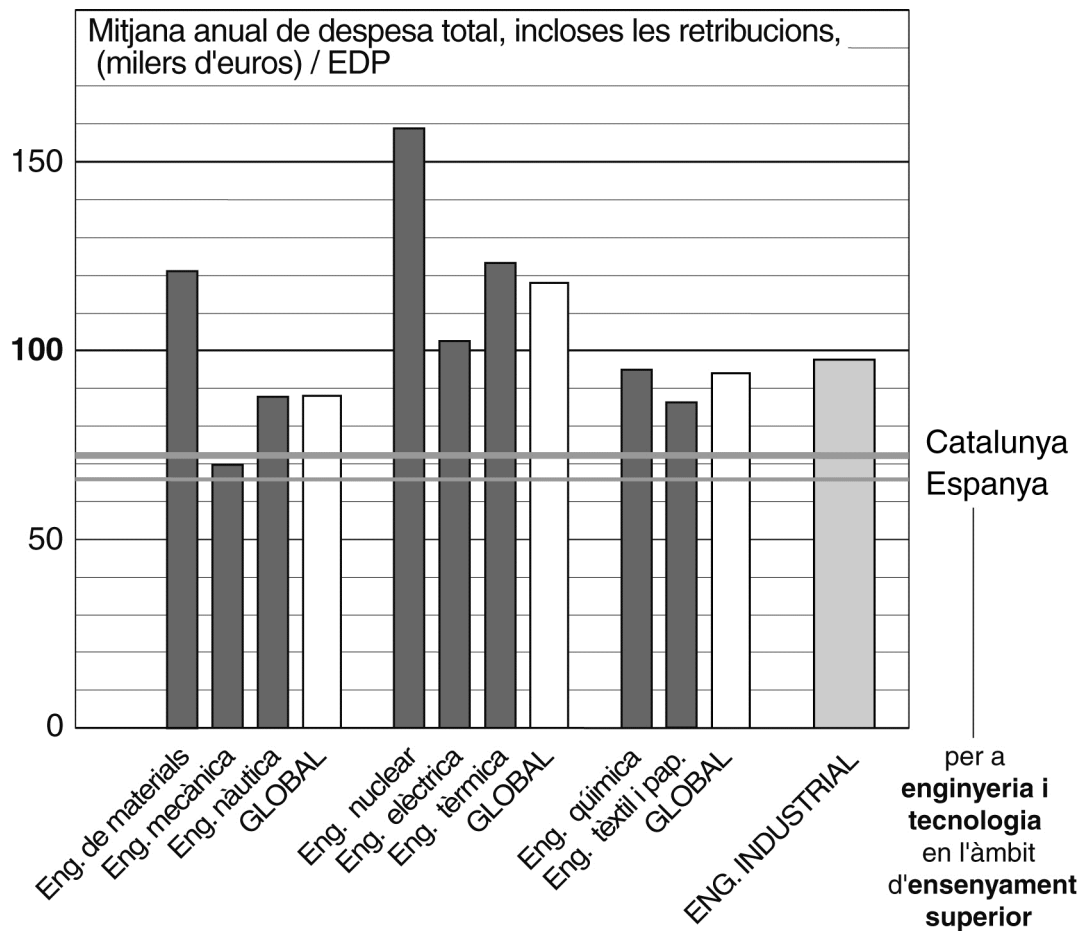


FIGURA 39. Mitjana anual de despesa total, incloses les retribucions, per EDP (en milers d'euros), en els tres àmbits del report (2003-2009).

És en l'apartat de resultats on es fa palesa la gran varietat de situacions que es donen en l'àmbit de l'enginyeria industrial pel que fa a l'activitat de recerca. En les figures 40 i 41 es mostra, respectivament, la mitjana anual de tesis llegides per EDP i la mitjana anual d'articles indexats publicats per EDP.

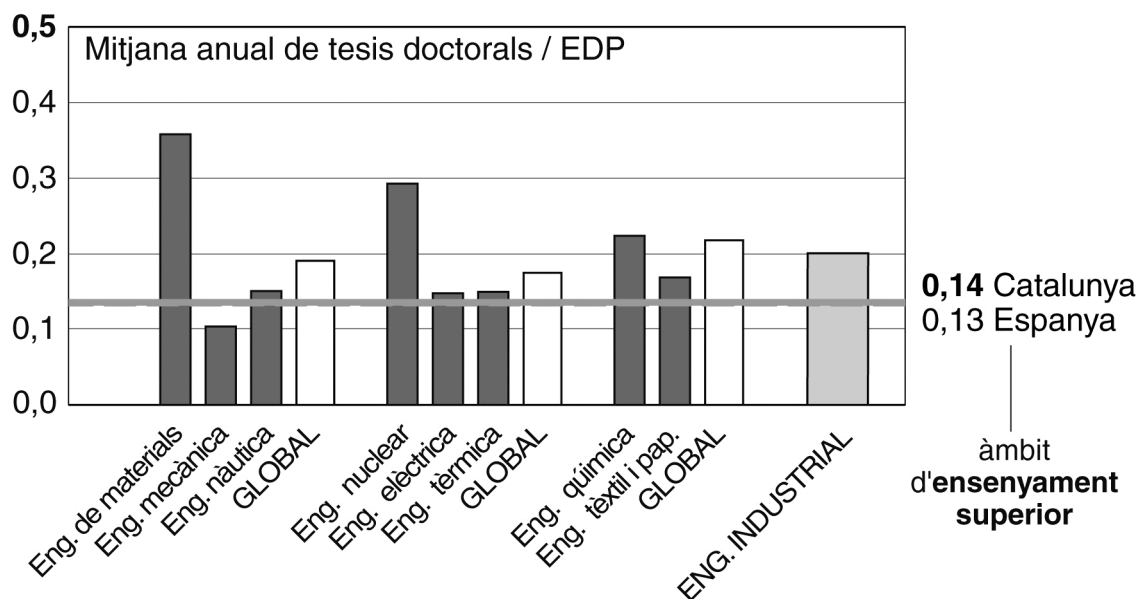


FIGURA 40. Mitjana anual (2003-2009) de tesis llegides per EDP en els tres àmbits del report.

La dimensió gran dels grups és favorable a la producció de tesis, i aquest és el cas de l'enginyeria dels materials i de l'enginyeria química. Sorpren l'elevada producció de tesis en l'àrea d'enginyeria nuclear, quan és un grup de dimensió mitjana, que és deguda a la singularitat de l'àrea en el context de Catalunya i a l'extensa tradició en recerca del grup.

És en la publicació d'articles on es presenta la disparitat més gran. Els resultats mostrats en la figura 41 porten a dues reflexions: l'una relativa a la dispersió de l'indicador i l'altra relativa a la significació dels valors de referència. L'àrea temàtica influeix en el valor dels indicadors (les àrees d'enginyeria dels materials i d'enginyeria química són les més proclius a la publicació d'articles), però per si sola no justificaria diferències tan grans. Un altre factor és la dimensió dels grups, d'incidència inferior a l'àrea temàtica. Efectivament, l'enginyeria dels materials (2,878 articles / EDP) i l'enginyeria química (2,4 articles / EDP) tenen un indicador que supera el valor de referència de Catalunya en un factor proper al 5 i al 4, respectivament. Hi destaca, com succeïa també en la producció de tesis, l'excel·lent indicador de l'àrea d'enginyeria nuclear (3,8 articles / EDP), que supera en un factor més gran que 6 el valor de referència, tot i tractar-se d'un grup de dimensió mitjana. La raó es troba en la singularitat de l'àrea en el context de Catalunya i en la trajectòria publicadora del grup. Contrasta amb el cas de l'enginyeria mecànica —àrea amb un grup gran (MV de la

UPC: 22,7 EDP) i dos de mitjans (MV + MF de la UdG: 12,8 EDP; MF de la URV: 11,9 EDP)—, que té un indicador (0,61 articles / EDP) molt per sota dels esmentats anteriorment. La raó es troba en la baixa productivitat del grup de MV de la UPC (coincident amb el seu DEM), que té un indicador de 0,40 articles / EDP.

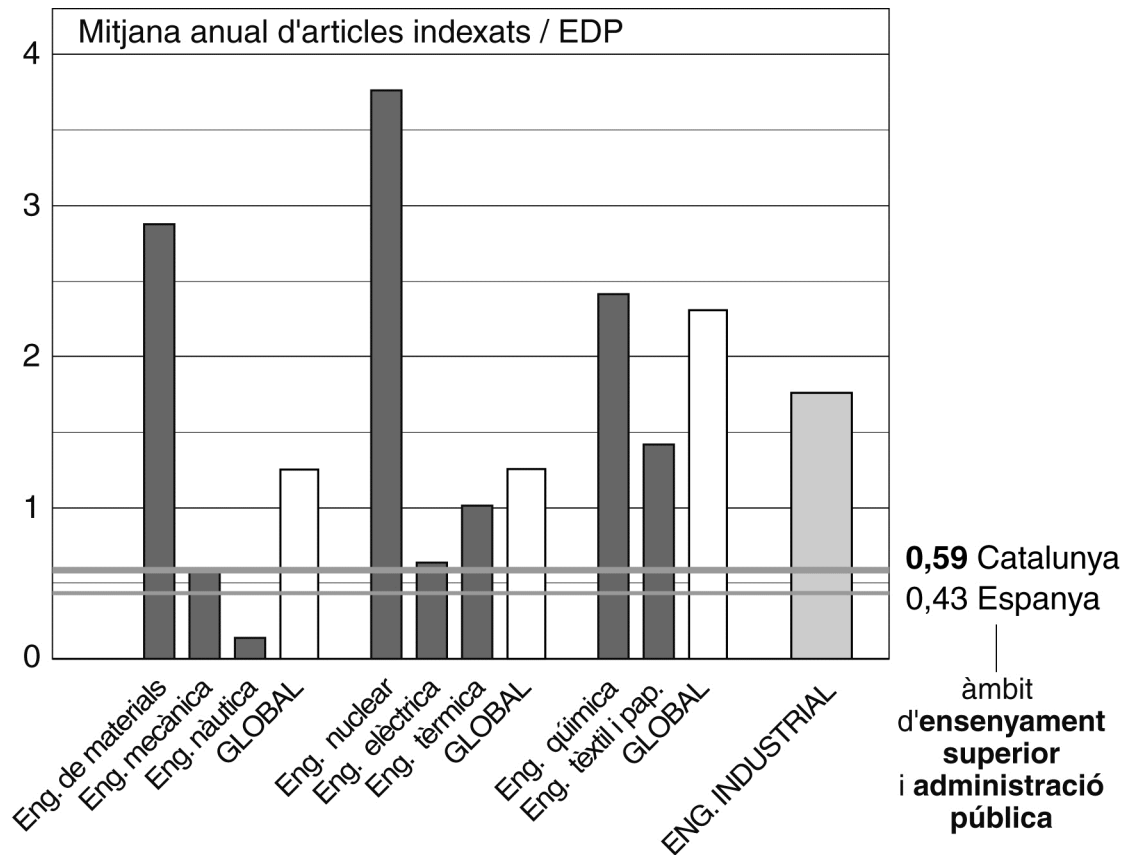


FIGURA 41. Mitjana anual (2003-2009) d'articles indexats per EDP en els tres àmbits del report.

La segona reflexió porta a qüestionar la significació dels valors de referència per a Catalunya i per a Espanya, que corresponen a l'àmbit de l'ensenyament superior i de l'Administració pública. En el cas de Catalunya, l'àmbit universitari té un pes molt superior en la publicació d'articles indexats al de l'Administració pública, i això vol dir que el valor de referència és representatiu de l'activitat mitjana de tota la universitat, valor que, en principi, no té per què ser desitjable en una àrea determinada. En vista dels valors obtinguts, es pot concloure que, en conjunt, en l'àmbit universitari es publica poc, tot i la tendència creixent en la publicació d'articles, esperonada per l'exigència dels sexennis de recerca. És cert que en els grups actius en recerca la producció d'articles per EDP és diferent en les diverses àrees del coneixement, però en l'àmbit de

l'enginyeria industrial les diferències no serien tan acusades com les que s'han trobat, amb grups que publiquen prop del 15 % del que publiquen els més actius.

Els indicadors de les mitjanes anuals de tesis i d'articles indexats per milió d'euros de despesa total en recerca (retribucions incloses) s'han limitat a la UPC perquè és l'única universitat on s'ha pogut conèixer amb raonable precisió el cost de les retribucions. Els resultats per a les diverses àrees dels tres àmbits del report es mostren en les figures 42 i 43. Quant a la mitjana de tesis per milió d'euros, globalment els resultats es troben lleugerament per sota dels valors de referència per a Catalunya i Espanya, per bé que segueixen predominant les mateixes àrees que en l'indicador de la mitjana anual de tesis per EDP.

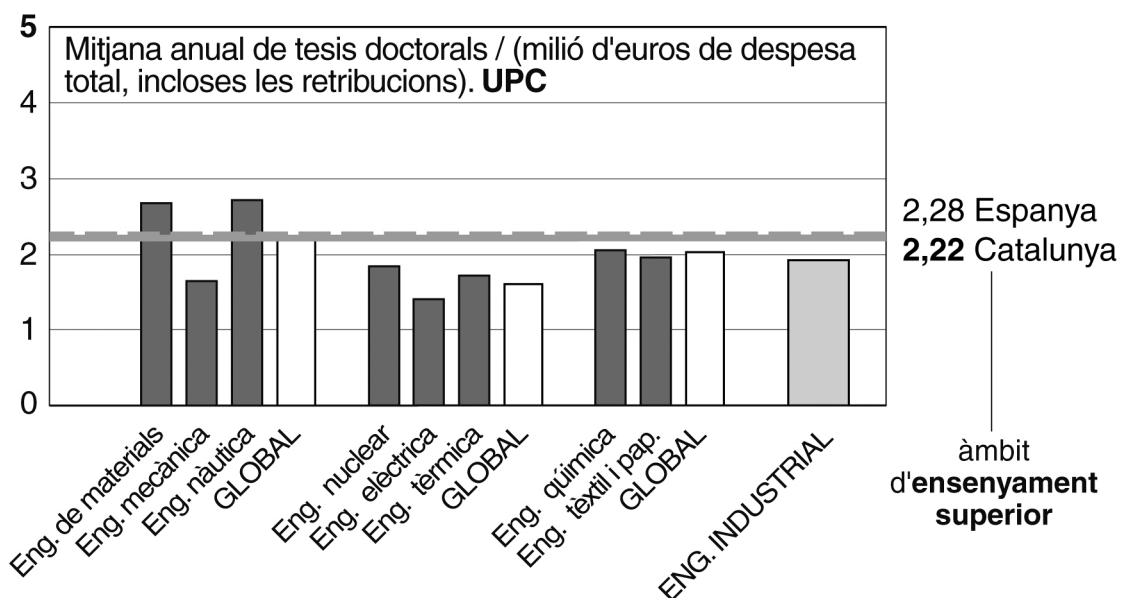


FIGURA 42. Mitjana anual de tesis llegides per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) per a la UPC en els tres àmbits del report (2003-2009).

Per a la UPC, l'indicador de la mitjana anual d'articles indexats per milió d'euros (figura 43) presenta una forta similitud amb el de la mitjana anual d'articles indexats per EDP. Aquest fet no és sorprenent, en vista de l'indicador de la mitjana anual de despesa total per EDP presentat en la figura 39 (encara que la figura 39 es refereixi a la totalitat de les universitats considerades, els valors per a la UPC no són gaire distants).



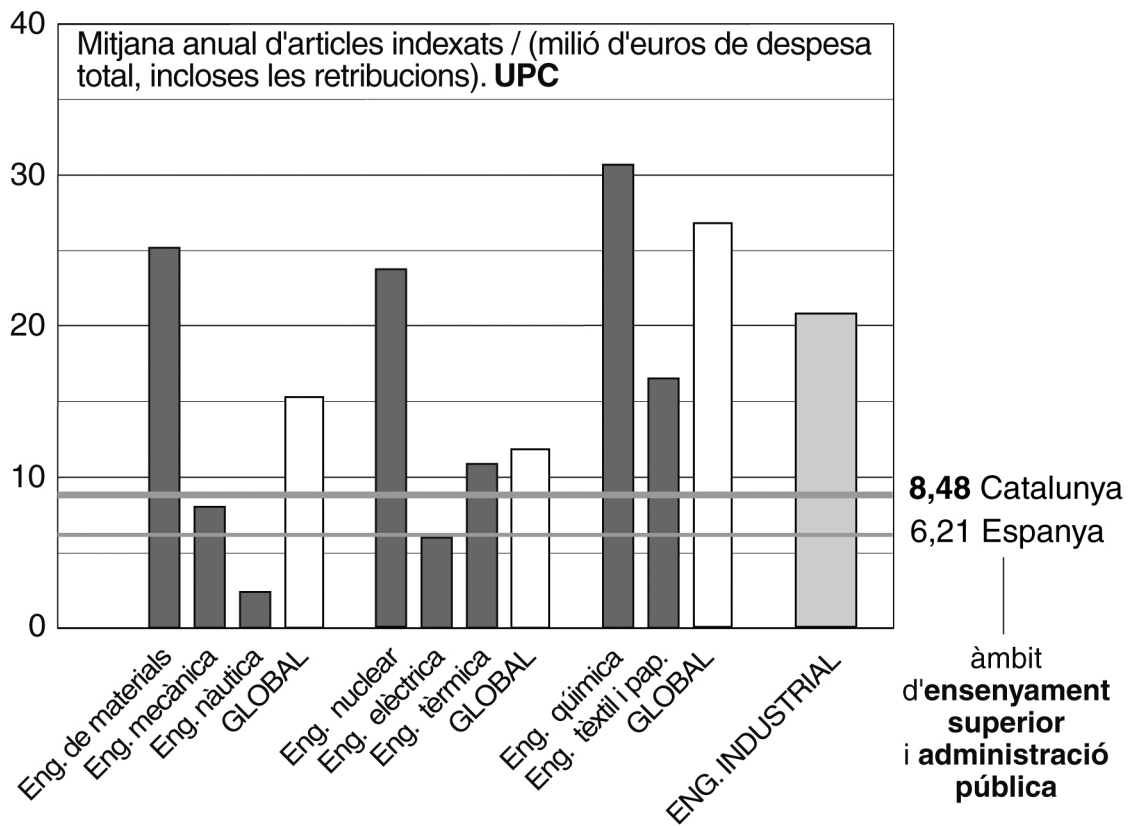


FIGURA 43. Mitjana anual d'articles indexats per milió d'euros de despesa total (incloses les retribucions) per a la UPC en els tres àmbits del report (2003-2009).

La valoració globalment positiva dels resultats es veu parcialment enfosquida per la gran diferència entre grups pel que fa a la investigació, com ho palesen les figures 39-43, i més encara l'anàlisi detallada feta per a cadascun dels tres àmbits parcials. L'avaluació de les causes d'aquesta situació i dels factors que hi intervenen permet extreure'n unes conclusions i recomanacions per orientar la introducció de millores en la gestió de la recerca per part dels poders públics que consolidin els punts forts i corregeixin els febles.

Per altra banda, la realització del report ha posat de manifest que potser caldria repensar el conjunt de reports, atesa la progressiva transversalitat dels grups de recerca i la manca de fronteres rígides entre les professions, les àrees de coneixement i els centres universitaris. Una nova parcel·lació dels reports, però, no exclouria l'interès per un seguiment sistematitzat del grau de compliment del personal investigador, molt particularment del PDI.

A continuació, s'exposen les consideracions conclusives més rellevants:

— *Manca d'exigència de l'activitat investigadora del professorat a temps complet per part de la universitat.* Com ja es va posar de manifest en el report anterior, hi ha una gran tolerància envers el professorat amb dedicació a temps complet que no fa recerca o que participa en convenis que no es tradueixen en indicadors de producció de recerca (tesis i articles indexats). La dedicació a temps complet es concedeix i es renova sense una exigència seriosa relativa a aquests indicadors.

Com han posat de manifest les diverses seccions del report, coexisteixen en un mateix àmbit grups o centres de gran nivell en l'activitat investigadora (reconeguda internacionalment) amb d'altres que pràcticament no investiguen, per bé que puguin fer serveis especialitzats (assaigs, verificacions, homologacions, estudis, etc.) i projectes tècnics per a l'entorn industrial. La seva manca de compromís amb la recerca queda il·lustrada pel baix indicador de la mitjana anual d'articles indexats per EDP. L'incentiu econòmic del Ministeri (traduït en els sexennis) no és prou al·licient perquè investigui —i produeixi resultats— el professor que no en té vocació. A més, des del punt de vista econòmic, la manca de sexennis pot ser fàcilment compensada per guanys provinents de convenis.

La solució d'aquest problema suposaria l'exigència, per part de la universitat, del compliment d'uns mínims de producció de recerca per concedir i renovar la dedicació a temps complet. No sembla, però, que la universitat es mogui en aquesta direcció.

Seria també un ajut que s'incentivés més l'activitat de recerca, i de manera no necessàriament econòmica. Una disponibilitat més gran de becaris i de personal de suport a la recerca, així com un cert alliberament docent, serien un apreciat reconeixement als investigadors o grups que excel·leixen en els indicadors relatius als resultats de recerca.

— *Evolució de la dimensió i estructura operativa dels grups.* El report anterior ja va posar de manifest que els grups grans amb vocació investigadora són més eficients que els petits amb la mateixa vocació investigadora. Amb una relació despesa/investigador més petita, aconsegueixen uns indicadors de producció (articles i tesis per investigador, articles i tesis per milió d'euros de despesa) més elevats. La diversitat més gran de persones i temes d'investigació d'aquests grups origina sinergies favorables. Aquests grups tenen, a més, una estabilitat més gran, perquè garanteixen una massa crítica que condiciona favorablement els qui entren a formar-ne part.

Un grup gran sense vocació investigadora també és estable, però en perjudici de la investigació. La selecció de nou personal així com les decisions col·lectives solen estar dirigides a perpetuar la manera de fer de la majoria no investigadora. El DEM de la UPC (pertanyent a l'àrea de MV en aquest report) n'és un exemple il·lustratiu. En els dos reports anteriors (1990-1995 i 1996-2002), ja va ser assenyalat com a grup poc productiu en recerca, qualitat que ha mantingut en el present report. La seva dimensió és comparable a la del Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica (DCMEM) de la UPC, que apareix com un dels grups d'excel·lència en aquest report i en els dos anteriors.

Quant a l'estructura operativa dels grups de recerca, s'ha anat consolidant el pas vers els *centres d'investigació sense parets*, que articulen grups de disciplines diferents i amb vocació investigadora. El seu caràcter pluridisciplinari, juntament amb el gran nombre i la varietat d'investigadors, potencia la capacitat investigadora dels grups que els componen, perquè poden participar en projectes de més amplitud i complexitat. Aquest canvi és una adaptació al caràcter interdisciplinari cada vegada més acusat de la recerca en tots els àmbits, i molt particularment en el de l'enginyeria. Aquests centres estan en més bona posició per participar en els grans programes nacionals i europeus de recerca que els clàssics departaments universitaris. El Centre de Recerca en Enginyeria Biomèdica (CREB) és un bon exemple d'aquests centres sense parets, participat per diversos grups de l'àmbit d'aquest report, com ara el de Biomaterials, biomecànica i enginyeria de teixits (BIBITE) de la UPC. El CeRTAP (Centre de Referència en Tècniques Avançades de Producció), que va integrar grups de recerca d'àmbits corresponents a diversos reports, va cobrir bona part del període del report abans de desaparèixer.

— *Els convenis i la recerca*. Els convenis dels grups de recerca universitaris amb l'entorn industrial són el canal més previsible per a la transferència de tecnologia i per a la participació dels investigadors en la innovació tecnològica. A més, són una font de recursos econòmics important per al manteniment de les infraestructures de recerca i d'una part del cost dels recursos humans. Hi ha, però, un aspecte, ja esmentat en el report anterior, que caldria millorar. Es tracta del component de recerca dels convenis. Sovint, i en particular en els grups universitaris amb escassa producció de recerca segons els indicadors emprats, els convenis corresponen a serveis especialitzats (assaigs, verificacions, homologacions, etc.) i a projectes tècnics. Actualment, el Centre de Transferència de Tecnologia (CTT) de la UPC estableix la classificació entre serveis

i convenis en funció del cost, criteri que caldria substituir per un de basat en el contingut. Els convenis correspondrien a les activitats de recerca fetes per contracte amb empreses i els serveis correspondrien als serveis tècnics especialitzats (que inclourien els projectes tècnics). Cal fer atenció al fet que en la realització de serveis especialitzats i projectes tècnics s'entra, en principi, en competència amb les empreses d'enginyeria i amb els laboratoris d'assaig. Només té sentit actuar en aquesta àrea quan la universitat, per causa del seu equipament humà i instrumental, i per la seva ubicació, està en millors condicions per portar a terme el servei que les empreses d'enginyeria o els laboratoris d'assaig. La justificació per actuar en l'àrea dels serveis especialitzats i projectes tècnics no hauria de ser, en cap cas, la possibilitat d'oferir-los a un preu més baix perquè part del cost de personal i d'infraestructura està cobert per la universitat. Això seria competència deslleial.

L'AIDIT semblava, en l'anterior report, que hauria d'haver estat decisiva en aquest punt, per acreditar quins projectes podrien ser considerats aptes per ser objecte de convenis (de recerca) universitat-empresa, i quines són les activitats que, pel fet de no ser pròpiament de recerca, caldria considerar com a serveis. L'activitat de l'AIDIT s'ha centrat, però, en els projectes proposats des de l'àmbit empresarial als programes institucionals de promoció de recerca impulsats per l'Estat. La seva intervenció en les universitats ha estat marginal o nul·la, i les mateixes universitats no han desenvolupat cap òrgan d'acreditació que resolgui la mancança.

— *Una nova estratègia per als reports de la recerca?* L'evolució de l'estructura operativa dels grups de recerca, que tendeix a articular-los en centres especialitzats interdisciplinaris sense parets, fa cada cop més inadequada una parcel·lació dels àmbits dels reports segons els àmbits clàssics d'especialització professional. Això és particularment cert en l'àmbit de l'enginyeria, i molt particularment en el de l'enginyeria industrial, per la seva essencial transversalitat. Aquest fet no només tendeix a dificultar l'obtenció de les dades de les diverses àrees amb una correspondència precisa entre recursos humans, recursos econòmics i resultats, sinó que fàcilment desdibuixa la parcel·lació real de la recerca, vinculada a les temàtiques emergents associades als programes institucionals de promoció de recerca. La mateixa evolució dels àmbits dels reports ja ha estat una resposta a aquesta tendència. Ho il·lustra la introducció de les quatre noves àrees que han passat a tenir un report específic: biotecnologia, ciència i tecnologia dels aliments, medi ambient i nanociència i nanotecnologia, les tres primeres incloses en els reports anteriors d'enginyeria

industrial. Per tal de prendre el pols a la recerca en l'àmbit científicotècnic a Catalunya, en el futur, podria ser més adequat fer reports centrats en les grans àrees que es troben en la primera línia de la R+D+I i que valoressin globalment la participació dels diversos estaments: empreses, ensenyament superior i Administració. La realització d'aquests reports hauria de ser responsabilitat d'organismes o persones amb capacitat per accedir a l'activitat de recerca i valorar-la en aquest marc més ampli. Aquest canvi d'estratègia no trauria interès al seguiment de l'activitat de recerca dins el teixit de grups, centres i departaments de l'ensenyament superior, atesa la importància de la despesa en recursos humans implicada, com es comenta en el següent i darrer punt conclusiu.

— *Seguiment sistemàtic del grau de compliment del personal investigador en l'ensenyament superior.* Aquest report ha posat de manifest, com els dos anteriors, que el problema més preocupant en la recerca dins l'àmbit universitari és el baix compliment del compromís amb l'activitat de recerca per part del professorat a temps complet en molts dels grups. El problema és greu per l'elevat cost en retribucions associades al component de recerca (aproximadament, una mitjana anual de 12 milions d'euros en l'àmbit d'aquest report). La millora en la disponibilitat de la informació relativa als recursos humans i econòmics, així com als resultats de la recerca, que ha experimentat un gran pas endavant entre l'anterior report i el present, permet preveure que, en el futur, es pugui fer un seguiment sistemàtic del grau de compliment dels diversos grups de manera rutinària, sense la intervenció d'experts. Caldria estructurar un patró adequat de base de dades que fos seguit per totes les universitats catalanes. Aquest patró hauria de ser compatible amb el fet, cada cop més freqüent, que cada professor pugui participar en un centre de recerca sense parets o més d'un, a banda de l'activitat en els grups propis del departament. Això portaria a fraccionar degudament la seva dedicació i els seus resultats entre els diversos centres o grups de participació. Caldria unificar els criteris d'adscripció de les tesis doctorals per evitar-ne la comptabilització múltiple (en funció de la direcció, codirecció o departament on s'inscriu). Quant als articles, caldria introduir una ponderació adequada, per evitar també que fossin comptats més d'una vegada en les valoracions per àmbits o en la valoració global del report, atès que cada cop serà més freqüent que participin en un mateix article diversos autors pertanyents a diferents grups considerats en el report. Una nova estructura de les dades d'acord amb aquestes orientacions permetria no només un seguiment sistemàtic, any rere any, de l'activitat investigadora del professorat de cada departament, sinó que

també permetria l'obtenció de dades necessàries relatives als col·lectius considerats en els nous reports, com ara les dels recursos humans i els resultats.

Com a resum final d'aquestes consideracions, es pot afirmar que, globalment, l'àmbit de la recerca en enginyeria industrial a Catalunya es troba, pel que fa als resultats, a la banda alta, tant a Catalunya com a Espanya, però que la qualitat dels seus grups és molt dispar, sense que hi hagi hagut una millora significativa, respecte als reports anteriors, en els grups de qualitat baixa. Les propostes de millora començarien per garantir el component investigador en l'activitat del professorat universitari a temps complet. A partir d'aquesta mesura irrenunciable, s'afavoriria la recerca amb l'augment i l'estabilització en la dotació del personal de suport a la recerca i amb la garantia que els convenis corresponguessin autènticament a activitats de recerca. També seria convenient afavorir la reestructuració dels grups i centres de recerca, adequant-los per donar resposta a les temàtiques emergents, que són les que concentren els recursos dels programes institucionals de promoció de la recerca.