



*Observatori
de l'Enginyeria
d'Espanya
2022*

Edita:

Fundació Caixa d'Enginyers
www.caixaenginyers.com

Via Laietana, 39
08003 Barcelona

1ª edició

Reservats tots els drets.

Per reproduir, registrar o transmetre aquesta publicació, íntegrament o parcialment, per qualsevol sistema de recuperació i per qualsevol mitjà, sigui mecànic, electrònic, magnètic, electroòptic, per fotocòpia o per qualsevol altre, es requerirà l'autorització per escrit de la

Fundació Caixa d'Enginyers.



Imprès a Espanya

Aquest llibre s'ha imprès fent servir paper estucat de 125 grams amb certificació forestal PEFC de l'Associació Espanyola per a la Sostenibilitat Forestal

Presentació pàg.4

1. Observatori de l'Enginyeria d'Espanya (OIE) pàg.11

Introducció

Missió i objectius de l'OIE

Òrgans de l'OIE

Escola d'Organització Industrial (EOI)

2. L'estudi pàg.31

3. Resultats pg.37

3.1 Quants de professionals de l'enginyeria hi ha a Espanya?

3.2 Com són els professionals de l'enginyeria per edat i gènere?

3.3 Quin és l'entorn laboral dels enginyers i enginyeres?

3.4 Quines funcions duen a terme els professionals de l'enginyeria?

3.5 Quina és la retribució dels enginyers i enginyeres?

3.6 Com és la formació contínua a la professió?

3.7 ¿Com són les empreses on treballen els professionals de l'enginyeria?

3.8 Quants enginyers i enginyeres es necessitaran a Espanya?

4. Les institucions pàg.129

Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme

Ministeri de Ciència i Innovació

Reial Acadèmia d'Enginyeria

5. Les patronals pàg.147

(Associació Espanyola d'Empreses de Consultoria)

TECNIBERIA

(Associació espanyola d'empreses d'enginyeria,
consultoria i serveis tecnològics)

AMETIC

(Associació Multisectorial d'Empreses de l'Electrònica,
les Tecnologies de la Informació i la Comunicació,
de les Telecomunicacions i dels Continguts Digitals)

6. Les empreses pàg.167

AGBAR

SIEMENS GAMESA

CELLNEX

**Reyes Maroto
Illera**
Ministra
d'Indústria,
Comerç i Turisme



L'enginyeria ha mogut el món des dels inicis dels temps, i és molt probable que el continuï movent, però per a nosaltres el més important és el que facin els enginyers espanyols.

L'enginyeria ha mogut el món des dels inicis dels temps, i és molt probable que el segueixi movent, però per a nosaltres el més important és el que facin els enginyers* espanyols, principalment a Espanya, de cara als reptes que afronten la societat i la indústria espanyola: el paper dels enginyers en el creixement de les petites i mitjanes empreses, l'avançament cap a l'autonomia estratègica de la nostra indústria i estar preparats per a la carrera cap a nous reptes tecnològics.

Actualment, tenim molts enginyers i engin-

yeres, més que mai, però no els inculquem que desenvolupin coneixement disruptiu. No senten la crida de la disrupció: hi ha aversió al risc, temor del fracàs. Hem de combatre aquesta aversió a fer coses noves liderant la necessitat del coneixement disruptiu. Fer-ho nosaltres, no deixar el desenvolupament a altres països. Aquest concepte, que cal desenvolupar durant la formació tècnica, ja s'ha de promoure des del col·legi i l'institut. Es pot dir que el fracàs i la innovació són dues cares de la mateixa moneda. En imaginar el perfil tecnològic dels

enginyers del futur, hem d'intentar anticipar, encara que d'alguna manera ja hi són presents, els diferents àmbits d'actuació amb les exigències que plantegen a l'enginyeria i als enginyers. Com sempre han fet els enginyers: es tracta d'avançar en la implementació de solucions per atendre les necessitats.

De manera esquemàtica, reduiré a cinc nivells, partint de l'actual per anar evolucionant.

Estem en una base mecatrònica (mecànica i electrònica); el nivell següent és el de

la rèplica digital, que estem impulsant amb les nostres polítiques basades en Next Generation. El tercer nivell el podrien constituir els materials; el quart nivell és el de la intel·ligència artificial (IA) per al disseny de productes i processos, així com per a la gestió de processos i instal·lacions. I el cinquè nivell és el que correspon al desenvolupament del coneixement disruptiu: gestió del risc i del fracàs, desenvolupament de perfils capaços de generar nou coneixement disruptiu i integració del compromís pel medi ambient (DNSH) com a eix clau dels projectes. Es tracta d'incorporar nous inputs tecnològics en producte, procés, comunicacions, gestió i monitoratge que puguin alimentar la IA. A més, pensant en la formació dels nostres enginyers i en les necessitats de les nostres empreses, cal aportar coneixements legals i econòmics d'empresa (comptabilitat, contractació i seguretat social, etc.). Són matèries que actualment no s'imparteixen a les carreres tècniques. El fet de conèixer-les reforçarà la implicació conscient de l'enginyer a la societat.

Ens enfrontem, com a país, al repte de canviar el nostre model productiu emprant la digitalització i descarbonització del teixit productiu. En aquesta missió, els nostres enginyers exerceixen un paper important contribuint a optimitzar l'ús dels fons europeus corresponents.

El més nou en l'àmbit industrial de cara a l'efecte transformador cercat és el concepte de PERTE (projecte estratègic de recuperació i transformació econòmica). Els PERTE donen forma jurídica a "projectes tractors", en els quals una empresa gran exerceix el paper tractor en un projecte de cooperació en el qual participen pimes que pertanyen a la cadena de valor. Es pretén que consorcis d'empreses liderats per alguna gran companyia emprenguin projectes innovadors amb components de digitalització i de sostenibilitat mediambiental, tant de descarbonització com d'estalvi energètic i d'economia circular. Hi ha d'haver una aportació de coneixement tecnològic generat en un centre o en una empresa capaç d'això per tal que les empreses, sobretot les pimes, millorin el nivell tecnològic i industrial. La idea és que aquest impuls tecnològic es traslladi al conjunt del sector, per això la seva qualificació d'"estratègic". Es demana que tinguin un cert volum presupostari perquè el projecte sigui, efectivament, transformador, i que tinguin una certa presència territorial, per la qual cosa cal que es duguï a terme almenys en dues comunitats autònomes.

Amb l'execució de projectes de gran envergadura combatem la nostra gairebé intrínseca

aversió al risc, i també promovem aquest canvi en la cultura que les nostres empreses necessiten. M'alegra participar en un estudi tan important sobre l'enginyeria i els enginyers, que aporta coneixement i projecció futura d'una professió necessària per a la indústria i per a la incorporació de la tecnologia a les empreses i els seus processos.

El coneixement elaborat per un estudi d'aquesta magnitud, que no té precedents en l'àmbit de l'enginyeria espanyola, contribueix a l'enfortiment de la indústria i ajuda a definir el paper dels enginyers i de l'enginyeria davant els importants reptes als quals s'enfronta la nostra societat, que ja és global.

* Entengui's com a genèric al·lusiu a enginyers i enginyeres.

Reyes Maroto Illera

Ministra d'Indústria, Comerç i Turisme



01.

*Observatori
de l'Enginyeria
d'Espanya
(OIE)*



Oriol Sala Arlandis

President del
Consell Rector
de l'Observatori
de l'Enginyeria
d'Espanya

L'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya és una iniciativa d'abast nacional, impulsada per la Fundació Caixa d'Enginyers, entitat de la qual tinc el privilegi d'ostentar la Presidència Honorària, i que compta amb el suport del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme i de les principals institucions del sector de l'enginyeria (grups empresarials, Reial Acadèmia d'Enginyeria, Institut de l'Enginyeria d'Espanya, consells generals, col·legis professionals i universitats, entre d'altres).

El nucli inicial de les institucions esmentades configura el Consell Rector de l'Observatori, a través del qual estan representades el 100 % de les universitats politècniques espanyoles, el 71 % dels enginyers tècnics i de grau i el 66 % dels enginyers o màsters.

Això vol dir que l'estudi dut a terme per l'Observatori de l'Enginyeria ha rebut el suport directe i la implicació d'entitats que representen directament o indirectament un col·lectiu de més de 450.000 persones, entre enginyers de les diferents disciplines i estudiants d'enginyeria.

Òbviament, en l'estudi hem fet una anàlisi global i de detall del món de l'enginyeria. A aquest efecte, hem comptat amb la col·laboració de tots els col·lectius i de les empreses, i a títol individual de tots els enginyers i enginyeres que

han aportat dades, per la qual cosa hem aconseguit la seva gran ajuda i implicació en aquest treball en benefici de l'enginyeria.

L'estudi es basa en una ambiciosa enquesta, fonamentada en un ampli univers de mostres representatives d'enginyers i empreses amb ocupació d'enginyers i tecnòlegs, i recull la situació actual de l'enginyeria tant des del punt de vista dels enginyers com dels reptes empresarials que hi estan relacionats.

És la primera vegada que a Espanya es fa un estudi d'aquest abast en l'àmbit de l'enginyeria. A més dels resultats, s'hi recopilen les opinions de persones clau en el món de l'enginyeria, tant de l'àmbit empresarial com de les patronals del sector i dels ministeris relacionats. La voluntat de tot això és donar una imatge actual de l'enginyeria i una visió que ajudi a quantificar el tipus i la quantitat d'enginyers que el nostre sector productiu necessitarà en el futur.

Aquest estudi era inèdit a Espanya fins ara, però no a països del nostre entorn geogràfic més proper com ara França, Alemanya, el Regne Unit o Itàlia, on fa dècades que recullen aquesta realitat i n'analitzen l'evolució.

L'enginyeria i els enginyers són protagonistes del progrés tecnològic i del benestar de la nostra societat. I ho són a través del desenvolupament de la seva activitat en infinitat d'em-

preses i entitats on la tecnologia és present, moltes vegades com la protagonista destacada, i en altres casos ho serà cada vegada més. Perquè les nostres empreses puguin mantenir el nivell competitiu i millorar-lo any a any, necessitem que la nostra societat aportï no només un volum suficient d'enginyers capaços de protagonitzar i acompanyar aquest procés, sinó, sobretot, que ofereixin un perfil de capacitats adequades als nous desafiaments que presenten les dinàmiques industrials i empresarials.

Per aquest motiu, recollir la veu de l'empresa també és imprescindible en aquest estudi sobre la situació actual i les necessitats futures de l'enginyeria a Espanya. Necessitem que l'empresa ens expliqui quants enginyers i enginyeres necessita i necessitarà en els propers anys, de quines disciplines tecnològiques, per a quines funcions i responsabilitats, com es relacionen entre si la innovació i la internacionalització, etcètera.

L'Observatori de l'Enginyeria representa una ajuda per al coneixement de les necessitats tecnològiques de la nostra societat.

El món està canviant cap a la digitalització i cap a altres processos disruptius. Basant-nos en les opinions recollides i en les dades tractades, també pretenem ajudar a millorar els currículums de les carreres universitàries i contribuir a facilitar la planificació.

Cal no oblidar que 'enginyer' ve d'enginy i coneixement per resoldre problemes tècnics de les persones i de la societat, per ajudar al seu desenvolupament, eliminar desigualtats i millorar la qualitat de vida.

Òbviament, les professions, les especialitats i fins i tot els títols acadèmics han evolucionat des de la seva creació, però l'enginyeria com a concepte global continua.

A Espanya hi ha prop de cinquanta universitats i quatre politècniques que imparteixen formació en Enginyeria en les diferents branques, sent les següents les més esteses històricament: Industrials, Agrònoms, Camins, Telecomunicació, Informàtica... I el món acadèmic s'està obrint cada vegada més a especialitats en noves tecnologies per adaptar-se a l'evolució i les necessitats del mercat.

L'enginyeria espanyola s'ha guanyat un prestigi i reconeixement en el món.

Darrere de cada objecte que fem servir hi ha un enginyer. Juntament amb altres carreres tècniques, l'enginyeria és una de les professions que poden convertir els somnis en realitats tangibles a curt i mitjà termini, i com a tal és especialment valuosa per la seva contribució a la societat.

A Espanya tenim més de 700.000 enginyers, i cal seguir avançant en el desenvolupament i l'evolució de la professió. El futur és canviant, i l'enginyer ha d'adaptar-s'hi i fins i tot anticipar-s'hi, perquè ens enfrontarem a tipus de treball i de tecnologies que avui no existeixen. Com a reflexió n'hi ha prou amb assenyalar que la indústria és el sector que genera més valor afegit per unitat de treball, amb la qual cosa es constitueix com el principal suport de les nostres exportacions. És un sector que crea una ocupació molt estable i de gran qualitat. Espanya és el cinquè país d'Europa amb més producció industrial. El nivell de la nostra enginyeria té un fort reconeixement a tot Europa, però el pes de la nostra indústria en el PIB ha baixat en vint anys del 19 % al 14,7 %, mentre que a Alemanya ha continuat creixent i arriba al 29 %.

Revertir aquesta situació ha de ser una qüestió d'estat i de la iniciativa privada. L'activitat industrial permet desenvolupar procediments perquè, amb eficiència, la productivitat dels treballadors es multipliqui i perquè el resultat de la seva feina sigui exportable o comercialitzable, i així generar riquesa per al país.

L'enginyeria espanyola presenta un nivell molt baix d'atur. Hi ha una mancança manifesta de professionals en enginyeria i tecnologia per cobrir la demanda del mercat en la majoria de les àrees d'especialització.

S'ha iniciat la Quarta Revolució Industrial. Les tres anteriors es van estendre per períodes d'aproximadament cinquanta anys, iniciant-se el 1774 i arrencant aquesta darrera el 2017. La tecnologia avança a una velocitat desbordant i difícilment aquesta nova revolució durarà cinquanta anys més abans de ser reemplaçada per la següent. Per tant, sense ser una realitat contrastada, es tracta d'una revolució que provocarà canvis socials durant els propers anys, que ens permetrà integrar processos productius dispersos geogràficament i duts a terme per empreses especialitzades i més petites, molt més eficients en la seva especialitat. Això, unit a l'optimització de la logística i dels mitjans de transport, ens

permetrà aproximar el producte final a les necessitats de l'usuari, acabant-lo al lloc o país on es troba, amb el consegüent efecte beneficiós de reducció de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.

Tot això configura, juntament amb la millora de l'eficiència, una nova relocalització de la producció, compatible amb una certa deslocalització del talent com a conseqüència de les possibilitats del teletreball.

En una economia connectada, amb treball col·laboratiu en el qual es potencien les capacitats, les empreses petites (les nostres pimes) contractaran en el futur molts més enginyers que ara.

La tecnologia potencia el creixement de l'economia i el desenvolupament professional dels enginyers. Perquè anem cap a una societat diferent amb tipus d'empreses diferents, el perfil professional dels enginyers haurà d'anar evolucionant en funció dels escenaris futurs. De fet, a les universitats politècniques, amb una visió prospectiva, ja s'estan preparant estudiants per a feines que avui no existeixen. La transformació digital i la robotització industrial a Espanya implicaran un increment de la necessitat d'enginyers per a treballs d'innovació, disseny de sistemes, posada en mar-

xa de projectes, manteniment i adaptació a les necessitats del client final. La tecnologia revoluciona la nostra societat.

La tendència de la Quarta Revolució Industrial serà incrementar la necessitat d'enginyers, especialment per ser contractats en treballs especialitzats, flexibles i a distància o a temps parcial, i amb ubicacions variables.

Espanya, amb una planificació industrial adequada i flexibilitat per adaptar-s'hi, hauria d'aprofitar el moment en què les pimes i les empreses emergents cobrin més protagonisme per fer evolucionar el nostre caràcter industrial amb la creació de llocs de treball, amb tot el que això significa.

La professió té un futur brillant, però, cada vegada més, en treballs híbrids que requereixin la mateixa destresa intel·lectual i experiència tècnica. L'enginyer haurà de ser un especialista i/o generalista i traçar un pla de negoci de la seva carrera, assumint que haurà d'estar en formació permanent. I haurem d'aconseguir il·lusionar el col·lectiu femení perquè consideri, cada vegada més, l'enginyeria com el seu futur professional.

Com hem dit, evolucionem cap a una societat diferent. L'enginyer haurà d'aportar una visió prospectiva, i els coneixements de base

s'hauran de completar permanentment amb habilitats diferents, de manera que els professionals siguin cada cop més transversals en les seves capacitats.

Caldrà preparar-se per a feines que encara no existeixen, i acceptar que la feina serà l'aula del futur.

Amb aquest estudi pretenem que sobretot siguin les empreses i les institucions les que reflexionin i opinin sobre l'enginyeria del present i les seves necessitats i els reptes del futur. Que aquest debat doni com a resultat la identificació del nivell de preparació de la nostra societat, de la seva capacitat per oferir la resposta adequada als desafiaments relacionats amb la competitivitat de la nostra economia i el nostre benestar. Volem que el subjecte protagonista de l'Observatori sigui l'enginyeria, més enllà dels enginyers. L'enginyeria com a factor de progressió i benestar.

Aquest estudi serà la primera versió, però, com passa a Alemanya, França o Itàlia, l'objectiu serà continuar actualitzant-lo i millorant-lo en el futur.

D'altra banda, una de les grans fites aconseguides amb aquesta iniciativa és haver reunit i compromès en el Consell Rector de l'Observatori el Ministeri d'Indústria, les institucions

més representatives del món de l'enginyeria d'aquest país i les quatre universitats politecniques, així com els membres del Consell Assessor.

Tot això configura un grup d'opinió important, que analitzarà en properes reunions del Consell com pot continuar ajudant a l'evolució de l'enginyeria, de la tecnologia i de la indústria del nostre país.

No vull deixar d'agrair, en nom meu i en el del Consell Rector, al Consell Assessor, a les empreses participants, al Comitè Executiu, a l'Escola d'Organització Industrial i, en general, a tots els que han intervingut en l'elaboració de l'estudi per la seva important participació en aquest projecte.

La tecnologia i, en definitiva, l'enginyeria i els enginyers són protagonistes del progrés econòmic i del desenvolupament social.

La millora de l'economia del país i la seva estabilitat a llarg termini s'ha d'emparar en un sector industrial potent i sòlid.

L'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya pretén aportar una visió que afavoreixi aquest procés i que ens permeti formar un futur millor per a la nostra posició competitiva com a país.

Missió

Promoure la difusió de l'enginyeria i les seves perspectives de futur, convertint-se en el centre de referència per a l'anàlisi, avaluació i difusió de la professió i de la seva contribució al progrés social i desenvolupament econòmic.

Objectius

L'Observatori de l'Enginyeria té per objecte l'elaboració d'un informe sobre la realitat actual de l'enginyeria espanyola, les seves perspectives de futur i les necessitats per al desenvolupament competitiu de les nostres empreses, així com per al progrés i el benestar de la nostra societat durant la propera dècada.

A més a més, un dels objectius de la iniciativa és donar a conèixer les possibilitats professionals que tenen els enginyers i enginyeres davant seu i el que es pot esperar de la seva professió, posant èmfasi en els aspectes següents:

- Descriure quina és la presència dels enginyers en els diversos sectors, àrees funcionals i nivells jeràrquics.
- Obtenir indicadors sobre factors de competitivitat.
- Descriure quina és l'aplicació de l'enginyeria en l'activitat de les empreses.

I, alhora, permet donar resposta a altres qüestions com:

- L'evolució de les vocacions en el camp de les enginyeries, especialment entre les dones.
- La cobertura de la demanda de llocs de treball de les empreses, i particularment de les empreses innovadores.
- L'evolució de la ràtio entre talent i nivell salarial.
- La definició i evolució dels perfils educatius i de capacitats necessàries per al desenvolupament industrial.
- L'objectiu final de l'Observatori de l'Enginyeria és ressaltar la importància de l'enginyeria i dels seus professionals per al desenvolupament de la societat en general i de les empreses en particular.

L'estudi

L'estudi s'ha elaborat a partir de dues enquestes d'àmplia base i solvència estadística, en les quals han participat el col·lectiu dels enginyers i enginyeres d'Espanya i les empreses en les quals aquest col·lectiu duu a terme la seva activitat professional.

L'Escola d'Organització Industrial (EOI) ha pilotat el treball de camp de les enquestes, el qual s'ha fet durant la primera meitat de l'any 2022.

Agraïments

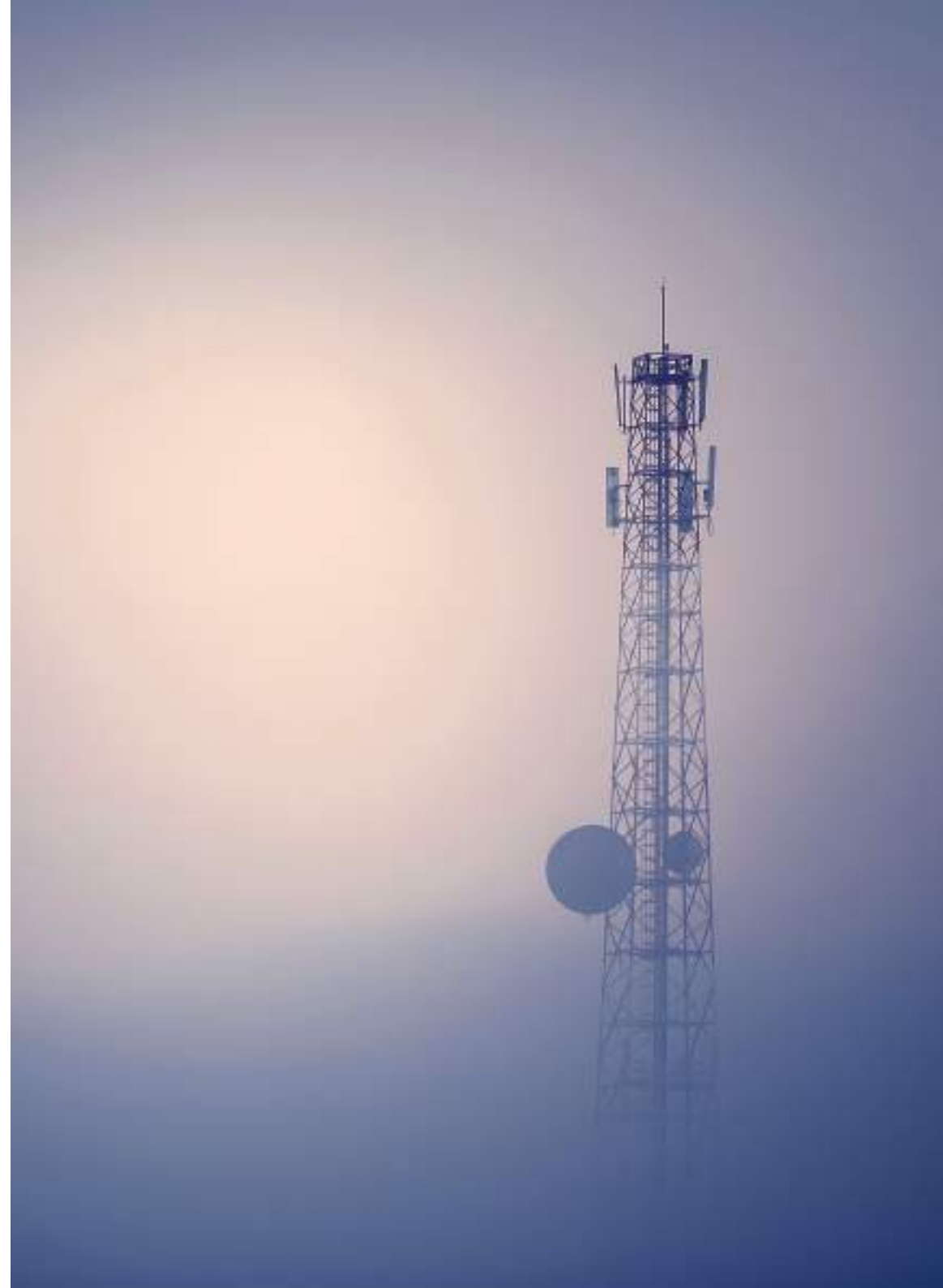
L'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya és una iniciativa d'abast nacional, impulsada per la Fundació Caixa d'Enginyers, que compta amb el suport del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme, així com amb el suport inestimable de les empreses Agbar, Cellnex i Siemens Gamesa. Tots han aportat la seva visió i els recursos necessaris, que han fet possible de dur a bon port el propòsit inicial.



Organització

L'estudi ha estat possible gràcies a la col·laboració, l'impuls i el coneixement que hi han aportat el Consell Rector, la Comissió Executiva, el Consell Assessor i l'Escola d'Organització Industrial, les entitats membres i organització dels quals es detallen a les pàgines següents.

També ha estat fonamental la participació d'universitats i d'entitats associatives professionals de tot Espanya de l'entorn de les diferents disciplines de l'enginyeria, a les quals l'Observatori agraeix la seva cooperació.



Òrgans de l'OIE

Per poder dur a terme la seva missió i els seus objectius, l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya s'ha dotat dels òrgans necessaris que permeten un lideratge estratègic i una participació del conjunt de l'ecosistema de l'enginyeria a Espanya, i de la capacitat executiva per a l'estudi i l'impuls de les actuacions fixades.

Consell Rector

El Consell Rector és l'òrgan superior de l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya. La seva funció és determinar l'estratègia i les línies d'actuació que cal seguir per tal de facilitar la participació en l'estudi de les entitats relacionades amb l'enginyeria. Amb això s'amplia la incidència i la rellevància dels resultats obtinguts de cara a la societat i a les administracions públiques. Els membres del Consell Rector són:

- Fundació Caixa d'Enginyers
- Direcció General d'Indústria i de la Petita i Mitjana Empresa, del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme
- Reial Acadèmia d'Enginyeria d'Espanya
- Institut de l'Enginyeria d'Espanya
- Institut de Graduats en Enginyeria i Enginyers Tècnics d'Espanya
- Unió Professional de Col·legis d'Enginyers d'Espanya
- Consell General de Col·legis Oficials d'Enginyers Industrials
- Consell General de Col·legis Oficials de Graduats i Enginyers Tècnics Industrials d'Espanya
- Consell General de Col·legis Oficials d'Enginyers Agrònoms
- Consell General d'Enginyers Tècnics Agrícoles
- Col·legi Oficial d'Enginyers de Telecomunicació
- Col·legi Oficial d'Enginyers Tècnics de Telecomunicació
- Col·legi Oficial i Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya
- Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Madrid
- Universitat Politècnica de Madrid
- Universitat Politècnica de Catalunya
- Universitat Politècnica de València
- Universitat Politècnica de Cartagena
- Universitat de Deusto

Comitè Executiu

Òrgan permanent del Consell Rector de l'Observatori de l'Enginyeria. És l'encarregat d'impulsar, gestionar i executar les estratègies i de fer el seguiment dels temes relacionats amb l'Observatori.

Els membres del Comitè Executiu són els següents:

- Col·legi Oficial i Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya
- Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Madrid
- Consell General de Col·legis Oficials d'Enginyers Tècnics Industrials i Pèrits Industrials d'Espanya

Consell Assessor

El Consell Assessor informa i aconsella el Consell Rector de les tendències de l'enginyeria en el sector empresarial. Està format per representants del món de l'enginyeria i de les institucions que col·laboren amb l'Observatori. És el nexa d'unió entre les empreses i l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya.

- Fundació Caixa d'Enginyers
- Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme
- Associació Espanyola d'Empreses de Consultoria
- TECNIBERIA
- AMETIC
- Agbar
- Siemens Gamesa
- Cellnex

L'Escola d'Organització Industrial i l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya

L'Escola d'Organització Industrial (EOI) i l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya (OIE) han sumat esforços per fer realitat aquest estudi. L'acord de col·laboració ha permès cooperar en l'elaboració de l'estudi en favor d'un coneixement més gran de l'enginyeria, de la situació en el mercat laboral i de les perspectives de futur en el marc de la digitalització de la indústria.

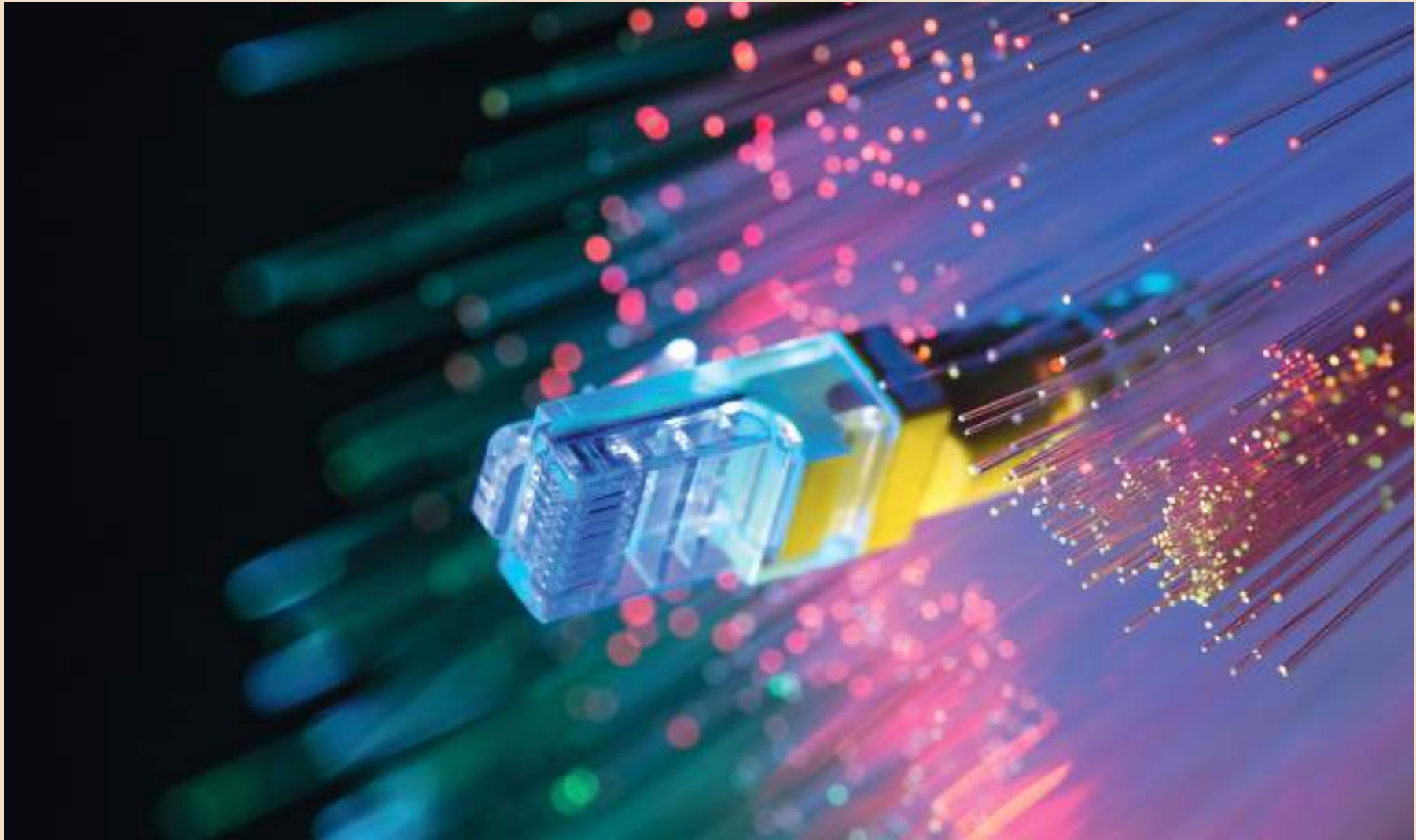
Les dues parts han col·laborat en l'elaboració de l'estudi que analitza quina és la situació dels enginyers i de les empreses d'enginyeria en el mercat laboral espanyol, quines són les seves perspectives de futur i les seves barreres i potencialitats principals. La finalitat és avaluar les capacitats del teixit productiu i el valor d'aquests talents per aprofitar les iniciatives i polítiques d'impuls de digitalització de la indústria. Es pretén disposar així d'una referència per a l'anàlisi,

per a l'avaluació i per a la difusió de la professió i de la seva contribució al progrés social i desenvolupament econòmic.

L'Escola d'Organització Industrial —fundació pública adscrita al Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme— és la primera escola de negocis fundada a Espanya l'any 1955. Ha format directius i gestors empresarials especialitzats en lideratge, internacionalització i sostenibilitat.

Entre les finalitats de l'EOI hi ha la d'elaborar estudis centrats en la identificació de les tecnologies que, amb un caràcter més crític, influiran en el desenvolupament de la indústria a mitjà i llarg termini, i també la d'elaborar investigacions sobre la realitat industrial i empresarial, les seves estratègies de desenvolupament, els seus models de comportament i les seves necessitats.

Un dels objectius de l'Observatori és conèixer detalladament les condicions laborals dels professionals de l'enginyeria a Espanya, posar en relleu el paper de la enginyeria en el marc del desenvolupament de nous llocs de treball i conèixer l'estat actual de l'enginyeria a Espanya i les previsions de futur. El propòsit és contribuir a l'evolució del sector industrial i al creixement de la seva aportació al PIB espanyol i a la creació de llocs de treball. Aquests punts en comú de les dues institucions són la base que ha permès el treball conjunt per reforçar el coneixement sobre el sector industrial espanyol i el seu impacte tant en l'àmbit professional com en el teixit laboral.



Per què un Observatori de l'Enginyeria d'Espanya?

La posada en marxa d'un Observatori de l'Enginyeria ha permès examinar de manera clara i minuciosa la realitat del sector en el nostre país, amb els seus punts forts i les seves carències, així com fer previsions de les tendències del sector durant la propera dècada. L'evolució que s'espera de l'enginyeria a Espanya facilitarà la determinació de les mesures que cal prendre per afavorir el creixement del sector en el nostre país. I això, per extensió, suposarà un impuls important per al desenvolupament i el creixement econòmic.

La creació de l'Observatori de l'Enginyeria permet conèixer les condicions laborals dels professionals de l'enginyeria a Espanya, i els seus estudis futurs permetran analitzar les diferències existents entre les diferents comunitats autònomes.

Segons el Fòrum Econòmic Mundial, el 2025 les màquines ja faran més tasques laborals que els humans, però l'automatització crearà al món seixanta milions de llocs de treball nets per any. La tendència d'aquesta Quarta Revolució Industrial serà incrementar

la necessitat d'enginyers, especialment per exercir treballs especialitzats, flexibles i a distància o a temps parcial, i amb ubicacions mòbils.

L'enginyeria es converteix en un element imprescindible en el marc del desenvolupament de nous llocs de treball; la transformació digital i robotització industrial a Espanya implicarà pèrdues de llocs de treballs de menys qualificació i un increment de la demanda d'enginyers per a treballs d'innovació, disseny de sistemes, posada en marxa de projectes, manteniment, operació i futures actualitzacions.

És important conèixer l'estat actual de l'enginyeria a Espanya i les seves previsions de futur per, amb una planificació industrial adequada i la flexibilitat necessària, aprofitar el moment en què les pimes i les empreses emergents cobrin més protagonisme i facin evolucionar el nostre caràcter industrial perquè, a curt termini, arribi a aportar el 20 % del PIB espanyol, amb la creació de llocs de treball que comporta.

Així mateix, l'elaboració d'aquest tipus d'estudis en l'àmbit de la ciència, l'enginyeria i el desenvolupament és una pràctica habitual en els països del nostre entorn competitiu.

A França, la Société des Ingénieurs et Scientifiques de France (IESF) elabora anualment, des de fa més de trenta anys, una sòlida enquesta sobre la situació dels enginyers en el país veí, basada en la informació facilitada per més de 40.000 enginyers.

A Alemanya, la Verein Deutscher Ingenieure (VDI) també fa periòdicament, cada dos o tres anys, un estudi de dimensió i abast similars sobre el seu col·lectiu d'associats, que és de més de 170.000 enginyers.

A Itàlia, el Consiglio Nazionale Ingegneri ha dut a terme un estudi completíssim sobre la situació de l'enginyeria en aquest país, amb múltiples enquestes i anàlisis temàtiques.

Al Regne Unit, l'Engineering Council elabora, cada dos o tres anys, diversos estudis sobre la situació de l'enginyeria segons les diferents branques i associacions que el formen.

A Espanya no es disposava d'un estudi similar, l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya ha donat resposta a aquesta carència.



02.

l'estudi



Marta Margarit
Directora de
l'Observatori
de l'Enginyeria
d'Espanya

La tecnologia és cada vegada més present en tots els àmbits de la nostra vida. Es tracta d'una carrera que no té fi oberta a la imaginació de les persones i que segueix avançant fins i tot a ritmes superiors als que la societat pot assimilar. En la base d'aquesta tecnologia, sens dubte, hi ha l'enginyeria, una disciplina protagonista del nostre present i el nostre futur. Perquè parlar d'enginyeria és parlar d'indústria, infraestructures i innovació i, per tant, del progrés que comporta al benestar col·lectiu. L'enginyeria –i la tecnologia que desenvolupa– ha liderat des de sempre el progrés de la societat.

Tenim el privilegi de pertànyer a una de les societats més avançades del món, i és per això que aquesta mateixa societat demana a la tecnologia que mantingui el ritme per no quedar-nos enrere. Amb l'objectiu de conèixer fins a quin punt estem preparats per assumir justament el repte de la innovació, del desenvolupament i de la posada en marxa de la tecnologia del present i del futur, volem conèixer a qui confiem el nostre esdevenir. I per a això hem de partir de la situació actual, identificar les necessitats que se'ns plantegen i saber

com orientar-les. Arribar a totes aquestes conclusions comporta conèixer l'enginyeria del país, però sobretot la situació dels professionals que fan aquesta enginyeria: els enginyers i les enginyeres que, des de diferents àmbits, desenvolupen les seves carreres i trajectòries professionals.

Conèixer la realitat del col·lectiu i la perspectiva dels anys futurs és especialment rellevant per a l'Observatori de l'Enginyeria. Sorprenentment, a Espanya no disposem de dades homogènies i completes per contestar preguntes fonamentals, a diferència d'alguns dels països del nostre entorn.

Allà on s'han dut a terme estudis sobre els professionals de l'enginyeria, aquests es fonamenten en àmplies enquestes sobre el col·lectiu, explorant fonamentalment quina és la seva situació actual. A l'estudi de l'OIE que tenen a les mans, creiem que és molt interessant també conèixer la projecció a curt i mitjà termini. Per això, a més d'una enquesta per obtenir dades quantificables i donar xifres del sector, el nostre estudi inclou un punt de vista qualitatiu amb entrevistes a empreses, a patronals i a institucions representatives i rellevants per al sector de l'enginyeria.

És la primera vegada que es fa un estudi d'aquesta magnitud a Espanya. Està impulsat per la Fundació Caixa d'Enginyers, i ha comptat amb la participació d'universitats i de col·legis professionals. A més, hem rebut l'assessorament de la Universitat Politècnica de Catalunya en el treball estadístic per tal d'orientar l'enfocament d'un estudi complex d'aquestes característiques. Amb aquest primer estudi es vol obrir el debat sobre el rol dels enginyers i de les enginyeres i sobre el futur de la tecnologia i de la innovació. Han de ser les empreses —i els protagonistes— els que han de reflexionar sobre els resultats oferts perquè la feina feta sigui útil com a orientació davant els reptes de futur als quals cal donar resposta. L'emergència climàtica, la transformació digital, la salut de les persones, la indústria innovadora i una societat sana ens exigeixen avui a tots. La importància de l'enginyeria i dels seus professionals durant la pandèmia de la COVID-19, l'alta demanda de personal qualificat i la lluita pel talent, la situació social i geopolítica complexa i les dificultats derivades de la globalització actual modelen avui una societat en la qual l'enginyeria té molt a dir i una

gran responsabilitat: la societat espera les nostres solucions.

L'informe que tenen a les mans és el resultat d'una feina difícil que encara no s'havia dut a terme a Espanya, entre altres motius per la complexitat del seu ecosistema. Sense la participació d'empreses, d'institucions i de patronals en el Consell Rector de l'Observatori i en el Consell Assessor i sense la col·laboració de moltes altres institucions no hauria estat possible arribar fins aquí. Per això, no podem deixar de dedicar un agraïment a tots els que han posat el seu gra de sorra per aconseguir aquest objectiu en comú, que ha pretès donar protagonisme a l'enginyeria i als seus professionals com a vector de progrés i benestar. Sempre hi ha camí per recórrer i millores per introduir, però de moment tenim la satisfacció de disposar d'un molt bon punt de partida.

03.

resultats



03.1

resultats

**Quants
professionals
de l'enginyeria
hi ha a Espanya?**



Quants professionals de l'enginyeria hi ha a Espanya?

Donar resposta a aquesta pregunta bàsica per conèixer la realitat de la dimensió de la professió de l'enginyeria a Espanya ha requerit, en aquest primer estudi, diferents aproximacions basades en dades documentals i de camp complementàries. El Ministeri d'Educació i Formació Professional és una de les fonts principals d'informació per a l'univers dels professionals de l'enginyeria. Aquesta institució disposa de les dades informatitzades a partir del 2018 endavant, si bé es troben en fitxers i estructures de dades diferents. D'altra banda, la conversió al pla Bolonya ha significat una sèrie d'ajustos en la comptabilitat dels titulats, així com en l'estimació de les jubilacions.

Per tal de conèixer dades qualitatives, s'han utilitzat igualment, com a font d'informació, els col·legis professionals i les

universitats. En aquest darrer cas, es dona la circumstància que només es disposa de dades informatitzades des de l'any 2000 i, d'altra banda, no tots els titulats reuneixen la condició de col·legiat, alhora que l'afiliació als diferents col·legis professionals varia sensiblement en funció de les disciplines i les diferents promocions i generacions. Aquest ha estat un repte important al qual s'ha pogut donar resposta no només en funció de l'estimació realitzada, sinó també de les dades recollides en les enquestes de l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya.

De totes aquestes fonts, i després de fer les correccions pertinents i d'arrodonir les dades, es conclou que a Espanya hi ha 750 mil professionals de l'enginyeria, dels quals un 3,7 % estan jubilats, mentre que la resta es correspon amb població plenament activa.

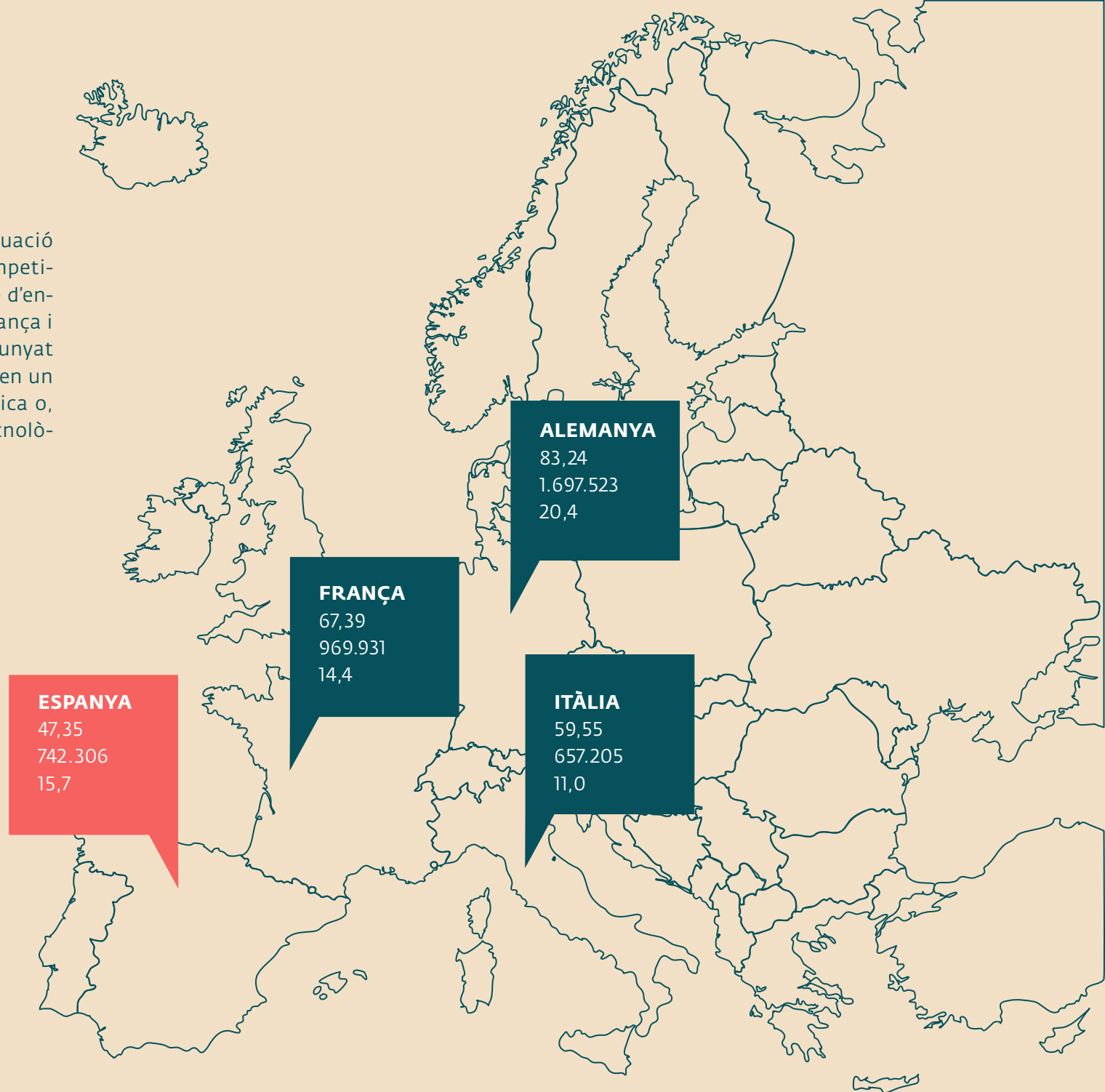
Aquesta xifra permet determinar la densitat de professionals de l'enginyeria per habitant, que a Espanya se situa en 15,7 enginyers/enginyeres per cada 1.000 habitants.

**750.000
enginyers i
enginyeres a
Espanya**

Si comparem aquesta xifra amb la situació d'alguns països del nostre entorn competitiu i geogràfic, trobem que el nombre d'enginyers per habitant excedeix el de França i especialment el d'Itàlia, si bé està allunyat de les xifres d'Alemanya, que se situa en un valor un 30 % superior, cosa que explica o, si es prefereix, és causa del nivell tecnològic més gran del país germànic.

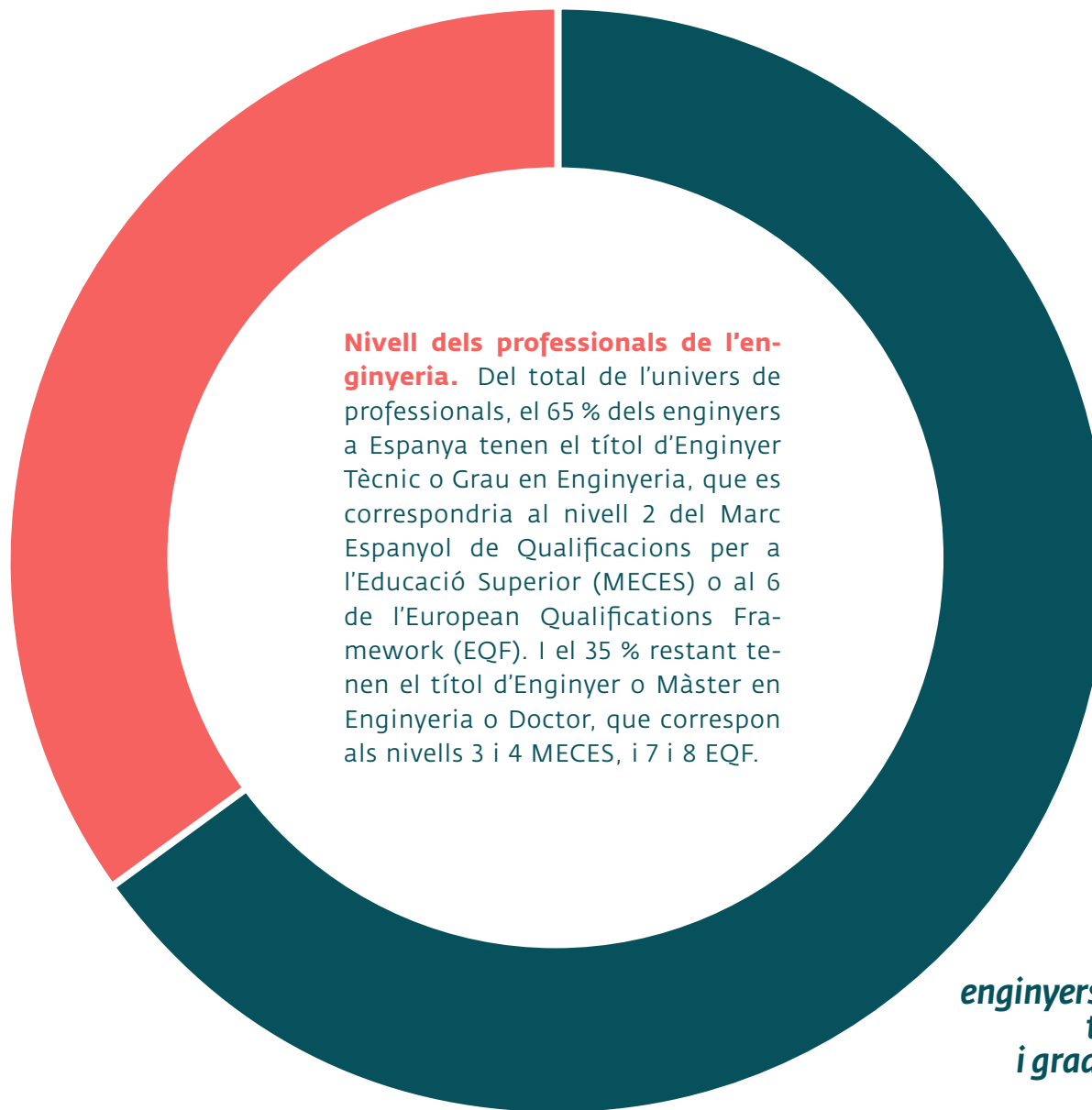
Densitat d'enginyers en els països més grans d'Europa

PAÍS
Població (milions)
Enginyers i enginyeres
Densitat/1.000 habitants



35%

*enginyers
i enginyeres
o màster en
Enginyeria*



65%

*enginyers tècnics i enginyeres
tècniques o graduats
i graduades en Enginyeria*

40% 35 anys o menys



33% entre 36 i 45 anys



22% entre 46 i 55 anys



5% majors de 55 anys



Pel que fa a l'**edat dels professionals de l'enginyeria**, el 40 % té 35 anys o menys; el 33 % està entre 36 i 45 anys; el 22 %, entre 46 i 55; i el 5 % restant té més de 55 anys. S'hi observa, doncs, una tendència creixent.



8%
Agrícola/Agronòmica

58.000

29% Enginyers/Màster
71% Enginyers tècnics/Graduats

8%
Camins/Civil

59.000

43% Enginyers/Màster
57% Enginyers tècnics/Graduats

43%
Industrial

323.000

32% Enginyers/Màster
68% Enginyers tècnics/Graduats

La distribució de la professió d'enginyer i enginyer tècnic de cada disciplina de l'enginyeria seria la que mostrem aquí.

21%
Informàtica

157.000

37% Enginyers/Màster
63% Enginyers tècnics/Graduats

9%
Telecomunicació

65.000

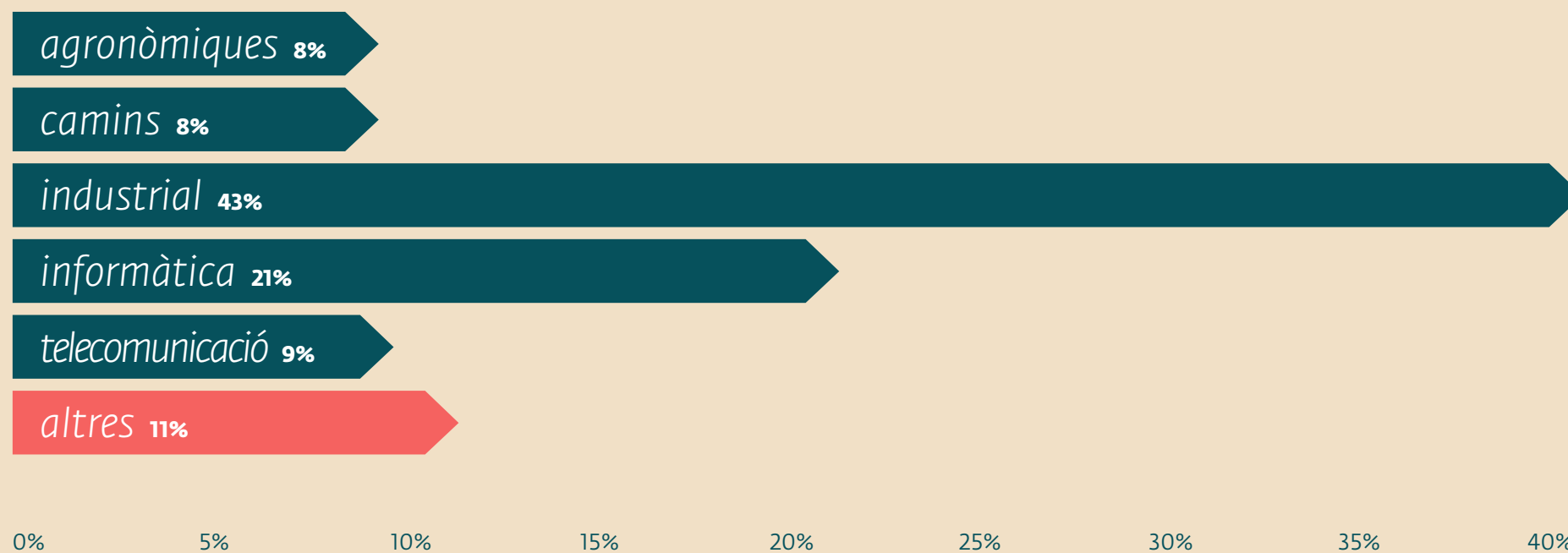
56% Enginyers/Màster
44% Enginyers tècnics/Graduats

11%
Altres

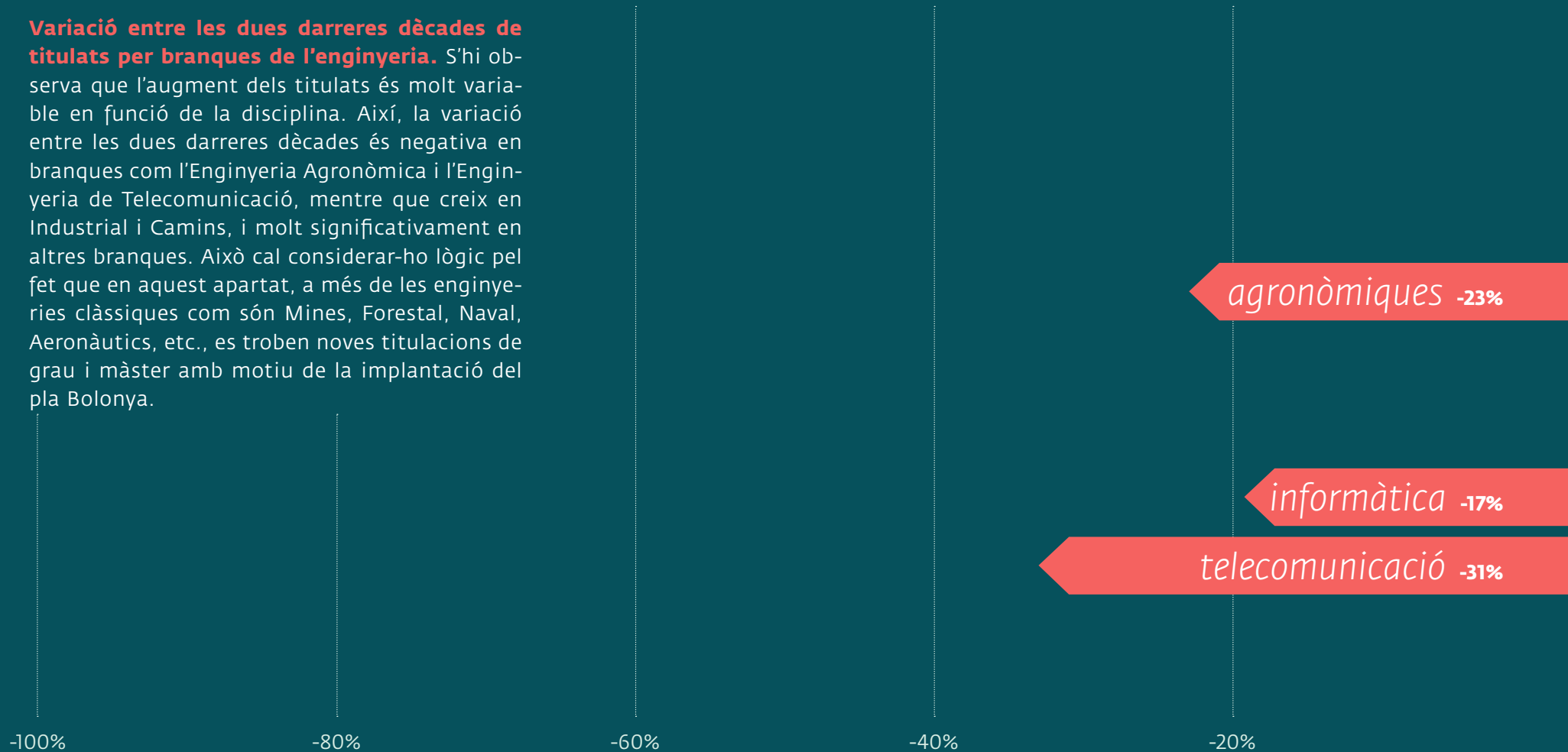
79.000

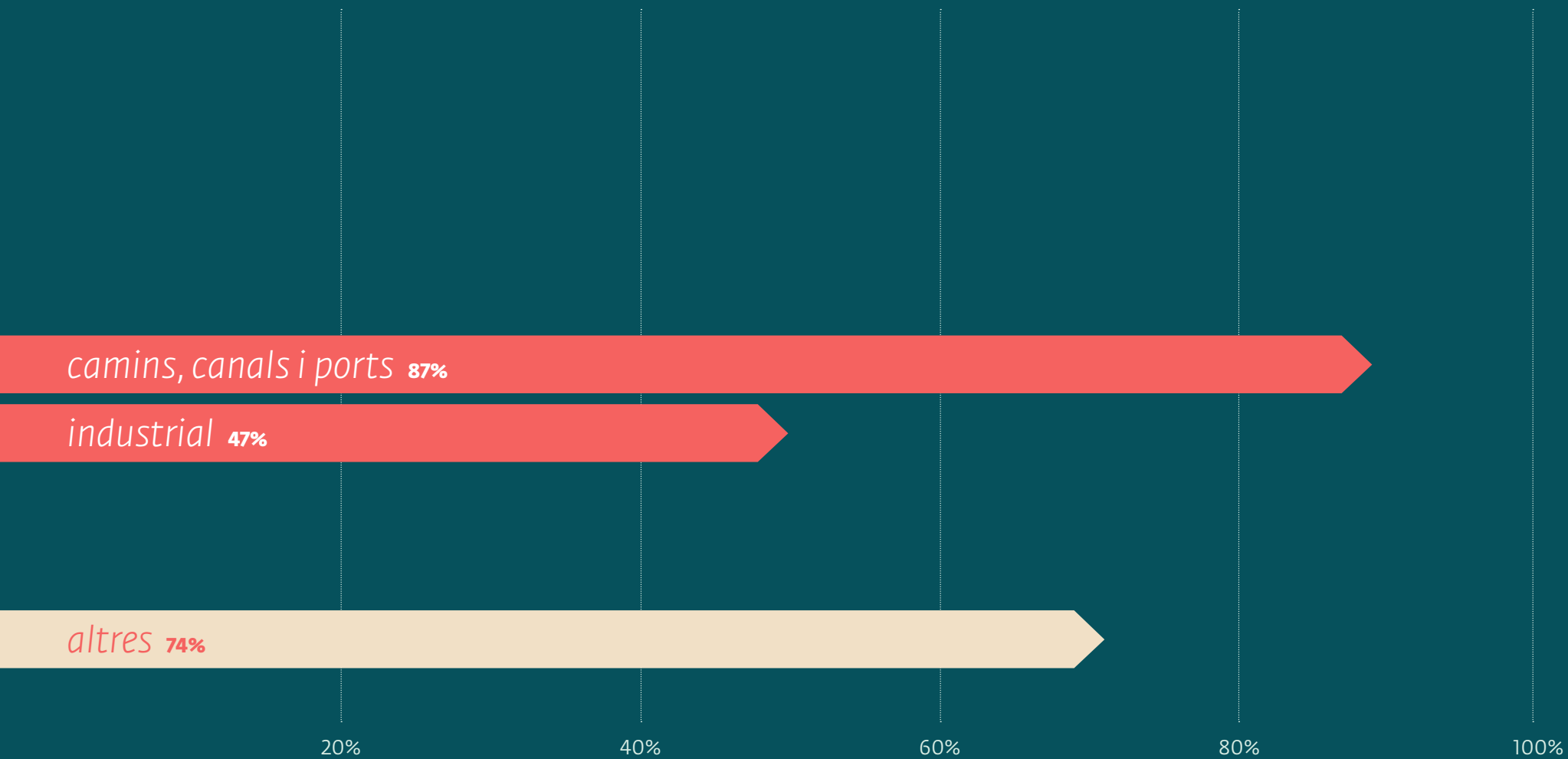
24% Enginyers/Màster
76% Enginyers tècnics/Graduats

Distribució d'enginyers i d'enginyers tècnics segons
les diferents branques de l'enginyeria



Variació entre les dues darreres dècades de titulats per branques de l'enginyeria. S'hi observa que l'augment dels titulats és molt variable en funció de la disciplina. Així, la variació entre les dues darreres dècades és negativa en branques com l'Enginyeria Agronòmica i l'Enginyeria de Telecomunicació, mentre que creix en Industrial i Camins, i molt significativament en altres branques. Això cal considerar-ho lògic pel fet que en aquest apartat, a més de les enginyeries clàssiques com són Mines, Forestal, Naval, Aeronàutics, etc., es troben noves titulacions de grau i màster amb motiu de la implantació del pla Bolonya.







03.2

resultats

***Com són els
professionals de
l'enginyeria per edat
i gènere?***



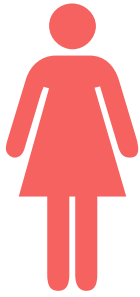
Com són els professionals de l'enginyeria per edat i gènere?

El col·lectiu de professionals de l'enginyeria es pot analitzar des de molts punts de vista per caracteritzar-lo i comprendre, així, el nivell elevat d'heterogeneïtat que incorpora. Les diferents branques de l'enginyeria que, si bé comparteixen una mateixa base de coneixement científic, apliquen aquest coneixement per donar solucions tecnològiques als reptes en àmbits molt diferents de la societat, ja per si mateixes configuren "cadascuna" una professió dins de la professió. El gènere, en el qual l'enginyeria pateix un desequilibri històric que no s'acaba de corregir, constitueix un dels principals desafiaments i alhora oportunitats ja no només per a la professió, sinó per al conjunt de la societat. Un altre criteri d'estudi seria el nivell de formació universitària que alimenta l'enginyeria tècnica i l'enginyeria, els dos pilars de la professió, complementàries i imprescindi-

bles totes dues, per dur a terme amb èxit els projectes d'enginyeria. En aquest estudi s'han abordat l'edat dels professionals i l'evolució del mix en les diferents disciplines, així com la irrupció de multitud de noves titulacions arran del pla Bolonya, amb un caràcter molt més especialitzat que el de les branques clàssiques, les funcions que desenvolupen al si de les empreses i altres visions per a l'anàlisi del col·lectiu.

En aquest apartat es tracta una bona part d'aquests assumptes per ajudar-nos a entendre com són els professionals de l'enginyeria, entre els quals cal destacar la proporció de dones en la professió, que no supera el 20 %.

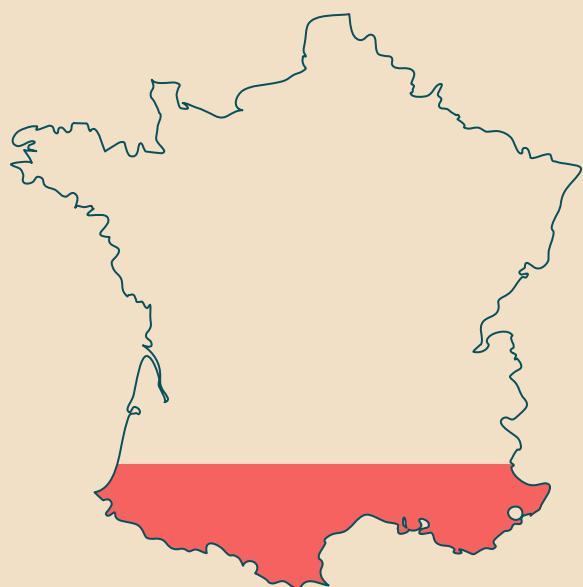
La proporció d'homes i dones a la professió és del 80 % i del 20 %, respectivament.



En l'anàlisi de gènere que ha dut a terme l'Observatori, es conclou que **la dona té una presència global en l'enginyeria a Espanya propera al 20 %**. L'especialitat en la qual hi ha menys dones és l'Enginyeria de Telecomunicació, amb només un 12 %. La segueixen l'Enginyeria Informàtica i l'Enginyeria Industrial amb un 16 % i un 19 %, respectivament. En canvi, les disciplines que tenen una proporció més gran d'enginyeres són l'Enginyeria Agrícola —fins a un terç dels professionals són enginyeres— i l'Enginyeria de Camins, així com les especialitats reunides sota l'epígraf "Altres". En els dos casos la xifra arriba al 24 %.



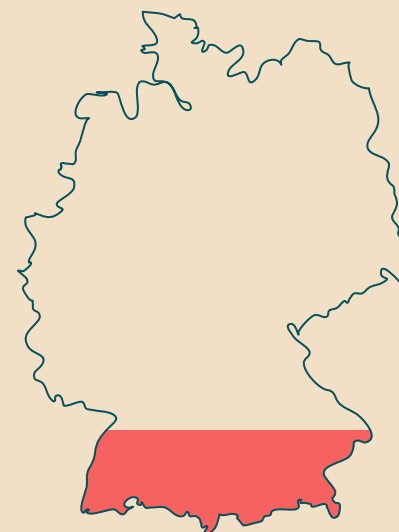
En general, la **proporció de dones en l'enginyeria**, tot i ser objectivament molt baixa, a Espanya es troba en els mateixos nivells que als grans països de la Unió Europea.



FRANÇA 22%



ITÀLIA 18%



ALEMANYA 17%

Presència
de les dones per
branques
de l'enginyeria



34%
agrícola/agronòmica



24%
camins/civil



19%
industrial





16%
informàtica



12%
telecomunicació



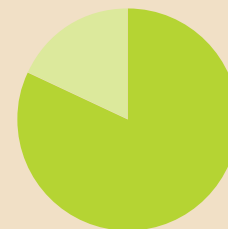
24%
altres





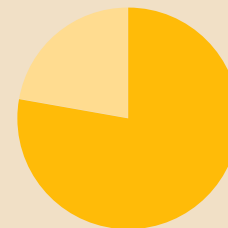
Si s'analitza la **distribució per edats de cada àmbit de l'enginyeria**, s'hi observa un creixement de l'interès en la professió fins a arribar a la darrera dècada, en la qual s'assoleix un 40 % de pes específic dels enginyers menors de 35 anys.

- més de 55 anys
- entre 46 i 55 anys
- entre 36 i 45 anys
- 35 anys o menys



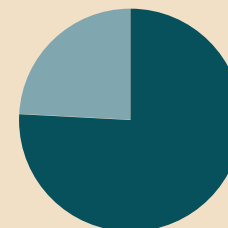
més de 55 anys

- 82% homes
- 18% dones



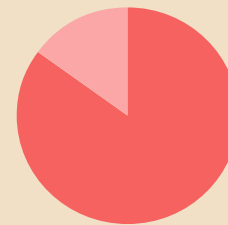
entre 46 i 55 anys

- 78% homes
- 22% dones



entre 36 i 45 anys

- 76% homes
- 24% dones

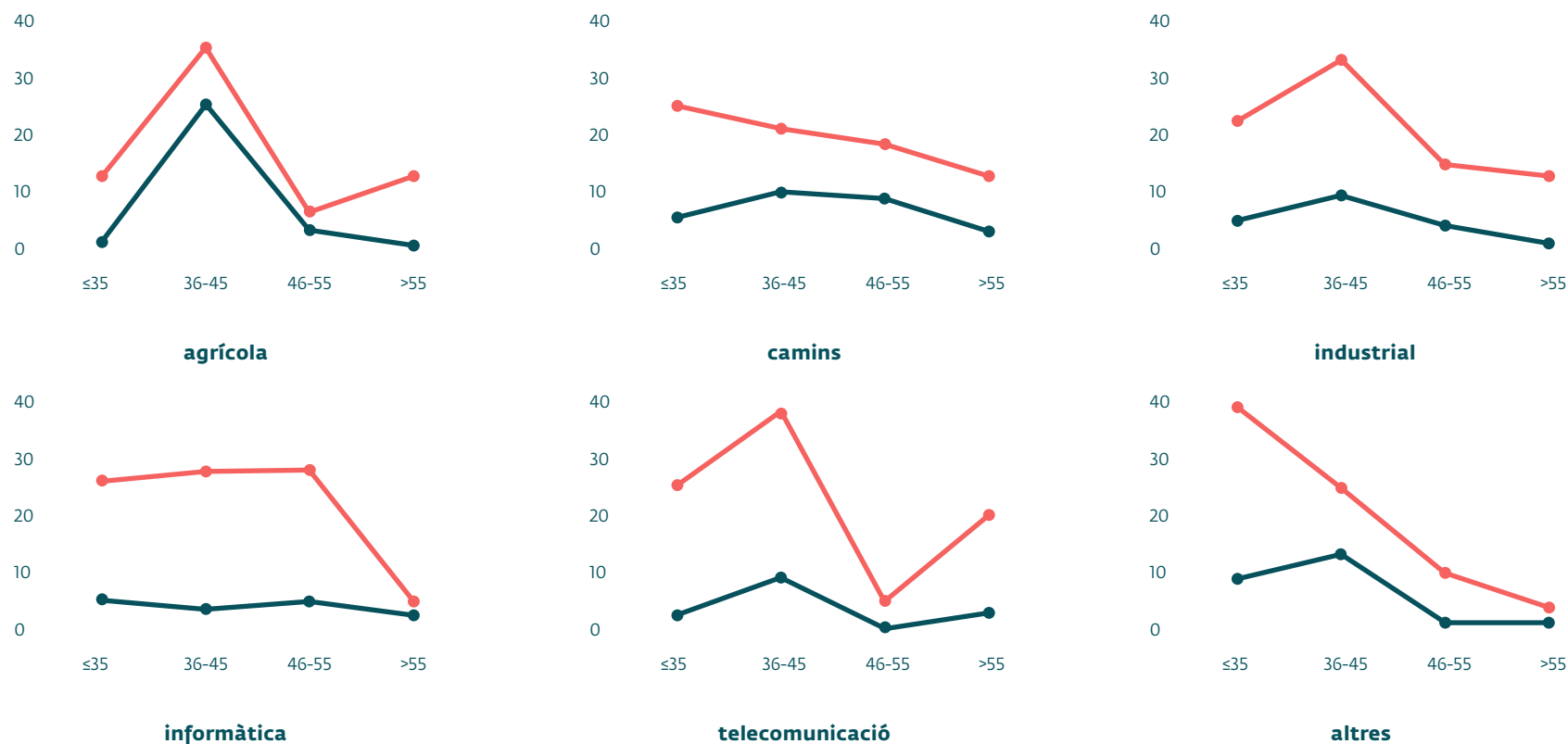


35 anys o menys

- 85% homes
- 15% dones

Tot i això, la presència de la dona en la professió, que ha anat creixent al llarg dels anys fins a assolir la ja comentada ràtio del 20 %, ha patit una lleugera reculada en els últims temps. En tot cas, l'anàlisi s'ha de fer segons les diferents branques de l'enginyeria, ja que es donen situacions dispars. La tendència general varia en funció de les diferents disciplines.

Així, s'hi observa una pèrdua d'interès en l'enginyeria entre els nostres joves, particularment accentuada en l'Enginyeria Agrícola, amb una caiguda molt rellevant de la presència de la dona en la darrera dècada. S'hi observen variacions més baixes per al conjunt de l'Enginyeria de Telecomunicació i l'Enginyeria Industrial. En canvi, la resta de les titulacions es mantenen en el mateix nivell o fins i tot n'augmenta l'interès.



Pel que fa a l'evolució del pes de les diferents branques en relació amb el total, la categoria **"Altres" és la que més ha crescut percentualment** —un 22 %—. Això s'ha de considerar normal a causa del canvi introduït pel Tractat de Bolonya en la professió i la consegüent reordenació de l'Espai Europeu d'Educació Superior, fet que ha donat com a resultat l'aparició de moltes noves titulacions de grau i màster.

Cal fer notar que el percentatge d'altres titulacions sobre el conjunt segueix una tendència creixent dins de cada franja d'edat, i és del 6 % entre els professionals de més de 55 anys i del 16 % entre els de 35 anys o menys.

Creixement de les altres titulacions en relació amb el total durant la darrera dècada

22%

Percentatge de les altres titulacions en relació amb el total dins de cada franja d'edat

16%

35 anys o menys

10%

entre 36 i 46 anys

7%

entre 46 i 55 anys

6%

més de 55 anys

Els doctors enginyers representen un 6 % de la professió, i varien per disciplina entre el 10 % d'Enginyeria Agronòmica i el 3 % d'Enginyeria de Telecomunicació.

Cal notar que de l'enquesta de l'Observatori de l'Enginyeria a Espanya se'n dedueix una correlació constant pel que fa al nivell de formació universitària dels enginyers, paritat que només es desequilibra quan s'analitzen les xifres de doctorats, en aquest cas amb un resultat favorable al gènere femení.

Així, doncs, la distinció de gènere no resulta representativa malgrat la tendència ja anotada, del 73 % al 27 % entre enginyers i enginyeres doctorats, si es compara amb el 80 % i el 20 % entre enginyeria/màster i enginyeria tècnica/graduats.

Enginyeria tècnica o grau



Agronòmica **64%**

Camins **62%**

Industrial **66%**

Informàtica **66%**

Telecomunicació **60%**

Altres **59%**

Enginyeria o màster



Agronòmica **26%**

Camins **32%**

Industrial **30%**

Informàtica **27%**

Telecomunicació **37%**

Altres **34%**

Doctorat



Agronòmica **10%**

Camins **6%**

Industrial **4%**

Informàtica **7%**

Telecomunicació **3%**

Altres **7%**



03.3

resultats

***Quin és l'entorn
laboral dels
enginyers
i enginyeres?***



Quin és l'entorn laboral dels enginyers i enginyeres?

Una part significativa de l'estudi està adreçada a conèixer quina és la situació laboral dels enginyers i enginyeres avui dia. Això inclou, en primer lloc, estimar el nivell de vinculació amb la professió, és a dir, en quina mesura els titulats en enginyeria es dediquen al llarg de la seva carrera professional a aplicar-hi els coneixements adquirits.

Però també implica analitzar la transformació d'una professió que en les darreres dècades ha passat d'exercir-se com a professió liberal, és a dir, amb plena autonomia i emparada en l'habilitació d'una titulació, i ha passat a una proletarització creixent, en la qual la retribució dels serveis es concreta en una relació laboral i un salari. Un procés aguditzat que s'ha donat en el conjunt de les professions liberals, com ara la medicina o l'advocacia. Aquesta dependència de tercers, al treball com a assalariats, explicaria en part

la reducció del nivell d'ingressos en la professió, com s'analitzarà més endavant a l'estudi. En aquest estudi es detallen algunes dades del conjunt d'assalariats, així com de la part de la professió que exerceix com a empresaris o com a autònoms. En aquests dos casos, i a causa de la proporció reduïda sobre el total, només es destaquen aquelles informacions que es consideren suficientment fiables dins del conjunt de l'enquesta.

El 85 % dels enginyers i enginyeres a Espanya treballen avui per compte d'altri, ja sigui amb contracte indefinit, temporal o en pràctiques. Una proporció que deixa enrere allò que durant anys havia estat reconegut com una característica genuïna en l'exercici lliure de la professió.

El 85 % dels enginyers i enginyeres a Espanya treballen avui per compte d'altri.



La majoria dels titulats en enginyeria, el 87 %, estan actius en l'exercici de la seva professió en alguna activitat vinculada a aquesta.

És remarcable el pràcticament nul nivell d'atur que hi ha a la professió, el qual se situa en un valor lleugerament superior al 2 %. Una situació que afecta, però, més les dones (4 %) que els homes (1,5 %). Cal ressaltar que en el moment de l'estudi a Espanya la desocupació se situava per sobre del 13 % (font: INE).

**Nivell d'ocupació
que hi ha
a la professió**

98%

**Professió vinculada
amb l'enginyeria**

			
Sí	87%	81%	19%
No, la meva professió es desenvolupa en un altre camp	7%	66%	34%
Estic a l'atur	2%	60%	40%
Estic estudiant i no treballo	0%	40%	60%
Soc jubilat/jubilada	4%	98%	2%
Faig tasques de la llar no remunerades	-	-	-
Total	100%	80%	20%

Si bé les variacions percentuals segons la disciplina de l'enginyeria són relativament més baixes, destaquen les xifres de les branques relacionades amb el territori i projectes d'infraestructures, en les quals hi ha un grau més baix de vinculació amb la professió, un índex d'atur més alt i una proporció més gran d'estudis addicionals per reorientar les trajectòries respectives.

Professió vinculada amb l'enginyeria	Agrícola	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
Sí	84%	81%	86%	95%	88%	88%	87%
No, la meva professió es desenvolupa en un altre camp	9%	12%	7%	3%	9%	4%	7%
Estic a l'atur	2%	4%	2%	0%	0%	1%	2%
Estic estudiant i no treballo	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Soc jubilat/jubilada	2%	2%	5%	2%	2%	7%	4%
Altres	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%

La mateixa homogeneïtat general es dona si l'anàlisi es basa en l'edat del professional o de la professional. Especialment uniforme és la conclusió sobre el nivell d'atur, que és molt reduït fins i tot entre el segment d'enginyers més joves.



Professió vinculada amb l'enginyeria	Menys de 35 anys	De 36 a 45 anys	De 46 a 55 anys	Més de 55 anys
Sí	87%	89%	94%	66%
No, la meva professió es desenvolupa en un altre camp	10%	8%	3%	6%
Estic a l'atur	2%	2%	2%	2%
Estic estudiant i no treballo	1%	1%	0%	0%
Soc jubilat/jubilada	0%	0%	1%	26%
Altres	0%	0%	0%	0%

L'Observatori ha estudiat la modalitat de contractació dels enginyers i enginyeres. D'entre el conjunt dels professionals que estan actius en l'exercici de la professió, el 77 % són assalariats amb contracte indefinit; un 7 % treballen amb un contracte temporal; un 11 % són autònoms; i un 3 %, empresaris. L'1 % treballa amb un contracte en pràctiques o de becari; i l'1 % restant s'emmarca en "Altres".

Si s'analitza segons gènere la distribució de la situació professional de les respostes que sí que han vinculat la seva activitat a l'enginyeria, s'hi observa com s'accentua la proporció de treballadors assalariats amb contracte temporal entre les dones, es redueix la proporció de dones autònomes i, a la vegada, disminueix la d'enginyeres que són empresàries (un 50 % menys que entre els enginyers: del 2 % a l'1 % del total).

Hi ha diferències significatives pel que fa a la situació professional en relació amb les diferents disciplines de l'enginyeria. Destaca la proporció més gran d'autònoms i empresaris en l'Enginyeria Agrícola i l'Enginyeria Industrial. En el primer cas representen el 27 %; i en el segon, el 17 %. Aquestes xifres contrasten amb la mitjana del 14 % en la professió.

Situació professional actual

			
Treballador assalariat amb contracte indefinit	77%	80%	20%
Treballador assalariat amb contracte temporal	7%	77%	23%
Treballador en pràctiques/becari	1%	82%	18%
Treballador per compte propi/autònom/professional sense assalariats	11%	87%	13%
Empresari professional amb assalariats	3%	84%	16%
Altres	1%	80%	20%
Total	100%	80%	20%

Situació professional actual	Agrícola	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
Treballador assalariat amb contracte indefinit	65%	80%	75%	86%	72%	85%	77%
Treballador assalariat amb contracte temporal	6%	8%	6%	5%	13%	4%	7%
Treballador en pràctiques/becari	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Treballador per compte propi/autònom /professional sense assalariats	21%	5%	13%	7%	12%	6%	11%
Empresari professional amb assalariats	6%	3%	4%	1%	1%	3%	3%
Altres	1%	3%	1%	0%	1%	1%	1%

Pel que fa a l'edat, els professionals joves tenen un nivell de temporalitat més alt (12 %), cosa que sembla raonable en el marc laboral actual. S'hi observa una transformació del perfil professional que ha passat en els darrers 50 anys d'exercir una "professió liberal", un 26 % entre els més grans de 55 anys, a només el 6 % entre els menors de 35 anys.

Situació professional actual	35 anys o menos	de 36 a 45 anys	de 46 a 55 anys	mayores de 55 anys
Treballador assalariat amb contracte indefinit	77%	79%	80%	68%
Treballador assalariat amb contracte temporal	12%	5%	5%	3%
Treballador en pràctiques/becari	4%	0%	0%	0%
Treballador per compte propi/autònom /professional sense assalariats	4%	12%	10%	23%
Empresari professional amb assalariats	2%	3%	4%	3%
Altres	1%	1%	1%	3%

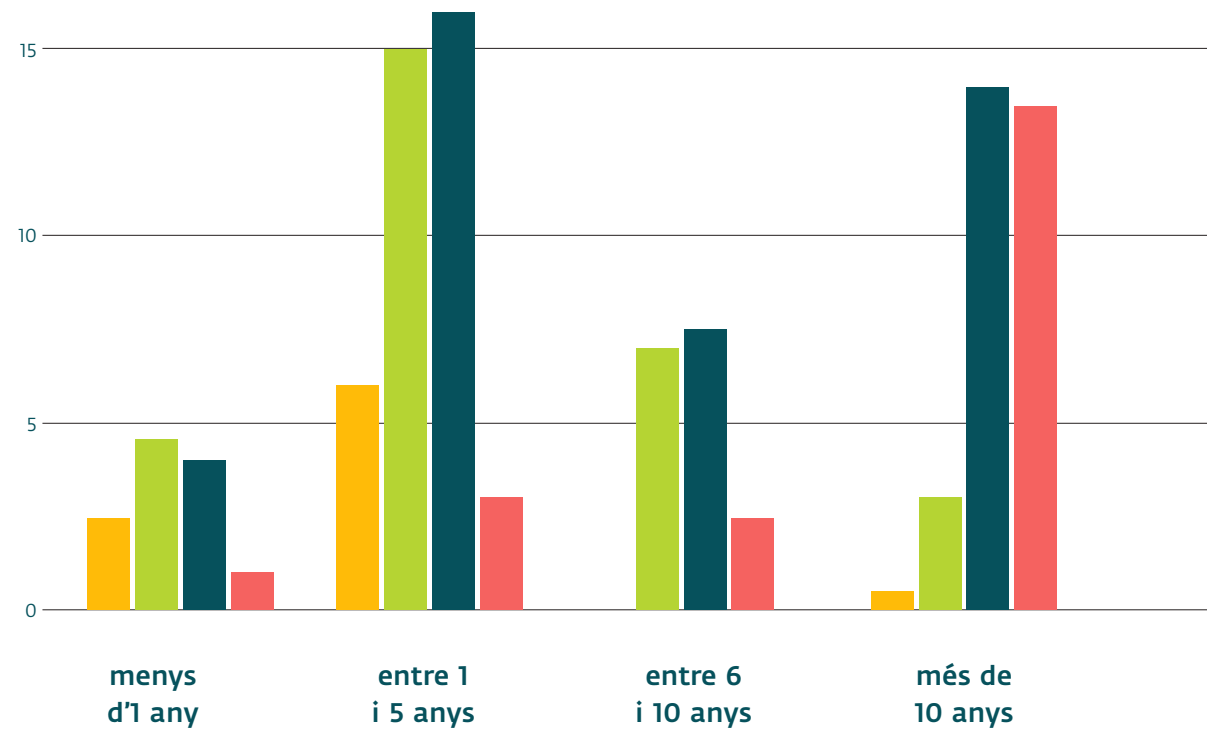
Asalariats

S'aprecia una mobilitat relativa entre empreses dels professionals asalariats. L'últim any s'han incorporat o canviat d'empresa prop del 10 % dels enginyers. Majoritàriament —i lògicament—, aquells més

joves. Deixant de banda els titulats de fa menys de 5 anys, la rotació laboral durant l'últim any dels enginyers que porten de 5 a 10 anys titulats és a l'entorn del 15 %. Entre els que porten d'11 a 20 anys titulats, el 48 % han canviat d'empresa en els darrers cinc anys.

Anys des de la titulació

- fa menys de 5 anys
- entre 5 i 10 anys
- entre 11 i 20 anys
- fa més de 20 anys



Anys d'antiguitat en el lloc de treball actual

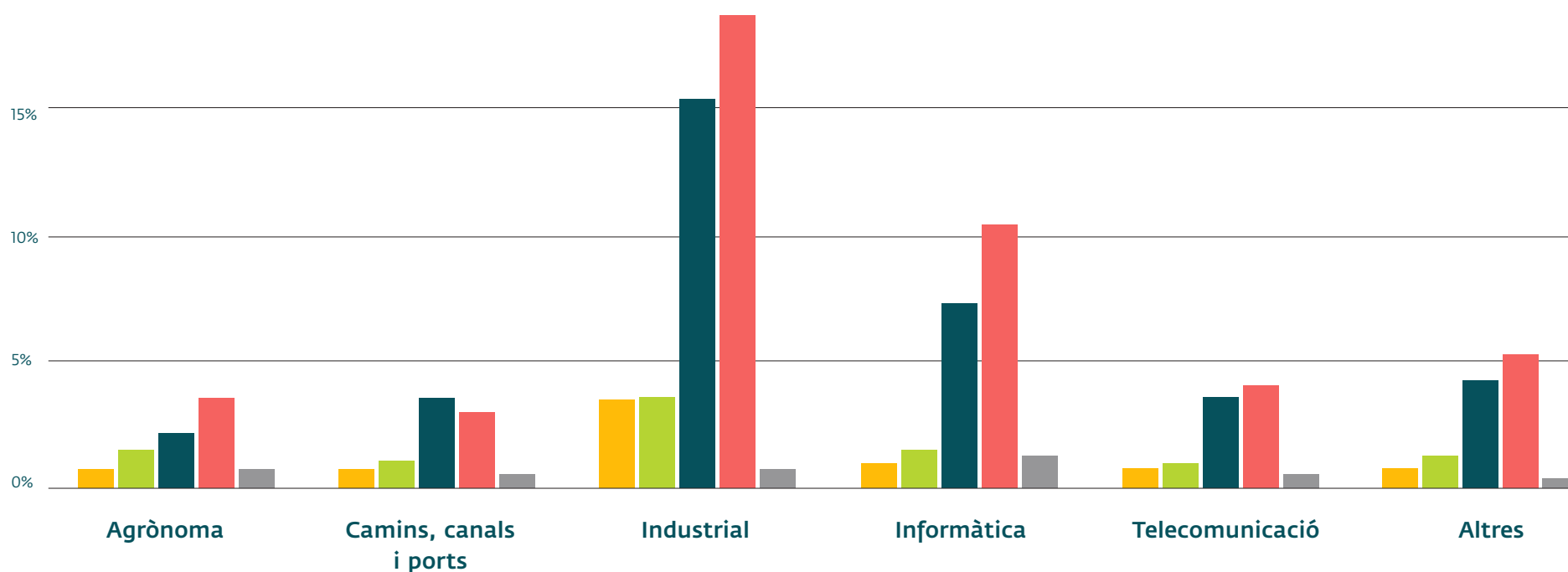
Pel que fa a les posicions i les funcions que desenvolupen els enginyers assalariats, s'hi observa que la majoria dels professionals de l'enginyeria, fins al 83 %, exerceixen en càrrecs tècnics o com a caps intermedis.

Cal destacar que un 14 % ostenten càrrecs de direcció, ja siguin funcionals o com a directors generals. De l'anàlisi del pes relatiu de cada disciplina en les diferents posicions en destaca el fet que l'Enginyeria Industrial

posseeix un significatiu lideratge per ocupar les màximes responsabilitats d'empresa, representant més de la meitat del total de les funcions de direcció general i direccions funcionals.

Càrrecs

● Director general / CEO / Gerència ● Direccions funcionals i altres direccions ● Caps intermedis ● Càrrecs tècnics ● Altres càrrecs



Anys d'antiguitat en el lloc de treball actual

Càrrec

6%

Direcció general / CEO /
Gerència

8%

Direccions funcionals i
altres direccions

37%

Caps intermedis

46%

Càrrecs intermedis

3%

Altres càrrecs

S'hi observa que, pel que fa a posicions i funcions, la distribució per gènere no es manté en les mateixes proporcions, sinó que hi ha diferències, en algun cas rellevants, enfront del 80-20 de la població professional de l'enginyeria. Així, si en el conjunt del col·lectiu la proporció d'enginyeres és, en general, d'1 per cada 4 enginyers, en el càrrec de direcció general el desequilibri assoleix una relació d'1 per cada 12.



92 % homes / 8 % dones

**Direcció general
CEO
Gerència**



80 % homes / 20 % dones

**Direccions funcionals i
altres direccions**



86 % homes / 14 % dones

Caps intermedis



76 % homes / 24 % dones

Càrrecs intermedis



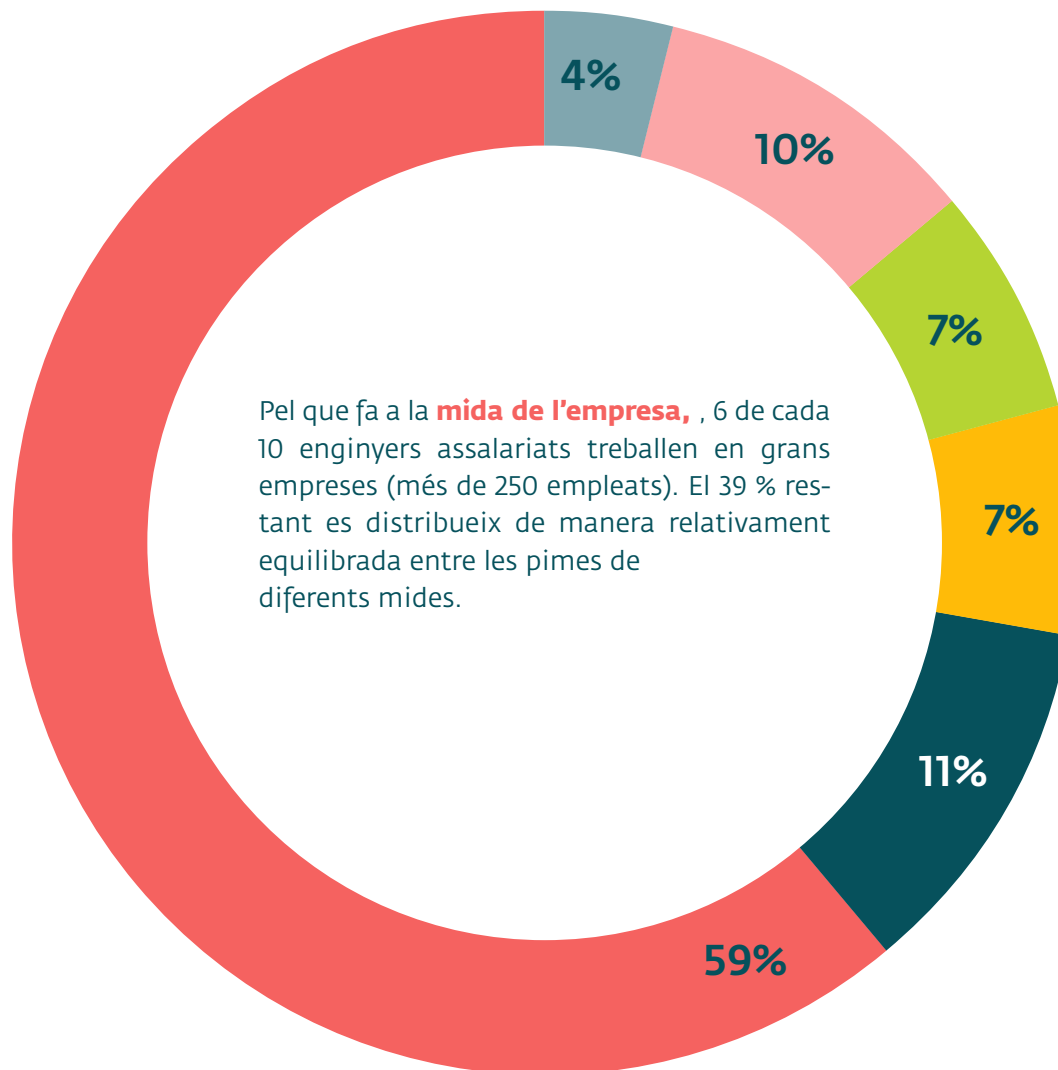
68 % homes / 32 % dones

Altres càrrecs

59%

*dels enginyers
assalariats treballen
en empreses de més de
250 treballadors.*

- 1 - 9 treballadors
- 10-25 treballadors
- 26-50 treballadors
- 51-100 treballadors
- 101-250 treballadors
- més de 250 treballadors



Paper de la innovació tecnològica	Total %	Té departament R+D+I %
1 (nul)	6	0
2	3	0
3	6	0
4	25	25
5 (clau)	60	37
	100	28

La innovació tecnològica es valora com a element clau per a la posició competitiva de l'empresa. Tot i això, no totes les empreses on treballen els professionals de l'enginyeria disposen d'un departament d'R+D+I, amb personal i pressupost assignat.

Així, doncs, gairebé un 85 % de les empreses consideren molt important la innovació (valoracions 4 i 5), tot i que només un 28 % disposa de departament d'R+D+I.

Empresaris

El percentatge d'empresariat en la professió és, com s'ha dit, de només un 3 %, fet que duu a considerar que els resultats d'aquest apartat s'han d'interpretar amb precaució, per això s'ofereixen merament a títol orientatiu . Si s'analitza per especialitat, s'hi observa que aquesta figura és més elevada en el cas de l'enginyeria agrícola, en la qual 6 de cada 100 desenvolupen la seva activitat sota aquesta. El valor mínim es dona a Informàtica, en la qual no s'arriba a l'1 % de la branca. S'hi observa que més del 40 % dels enginyers empresaris tenen una titulació de l'àmbit industrial.

És destacable que el percentatge d'enginyers empresaris amb menys d'un any d'antiguitat no arriba a l'1 %, de segur que a causa de les dificultats derivades de la pandèmia el 2020 i el 2021.

del total / de la branca

15% / 4%
Agrícola

8% / 1%
Camins

52% / 4%
Industrial

5% / 1%
Informàtica

18% / 3%
Telecomunicació

2% / 1%
Altres

Anys que porta d'empresari

Menys d'1 any	0%
Entre 1 i 5 anys	29%
Entre 6 i 10 anys	22%
Més de 10 anys	49%

Per edat

- més de 55 anys
- entre 46 i 55 anys
- entre 36 i 45 anys
- 35 anys o menys



Autònoms

Pel que fa a l'11 % de la professió que exerceix com a autònom, l'àrea de l'enginyeria industrial és on es concentra un nombre més gran de professionals.

En el darrer any, els enginyers que s'han establert com a autònoms són practicant inexistents, excepte a les àrees TIC i a "Altres", que representen entre el 8 % i el 20 % de l'especialitat.

15%
Agrícola

3%
Camins

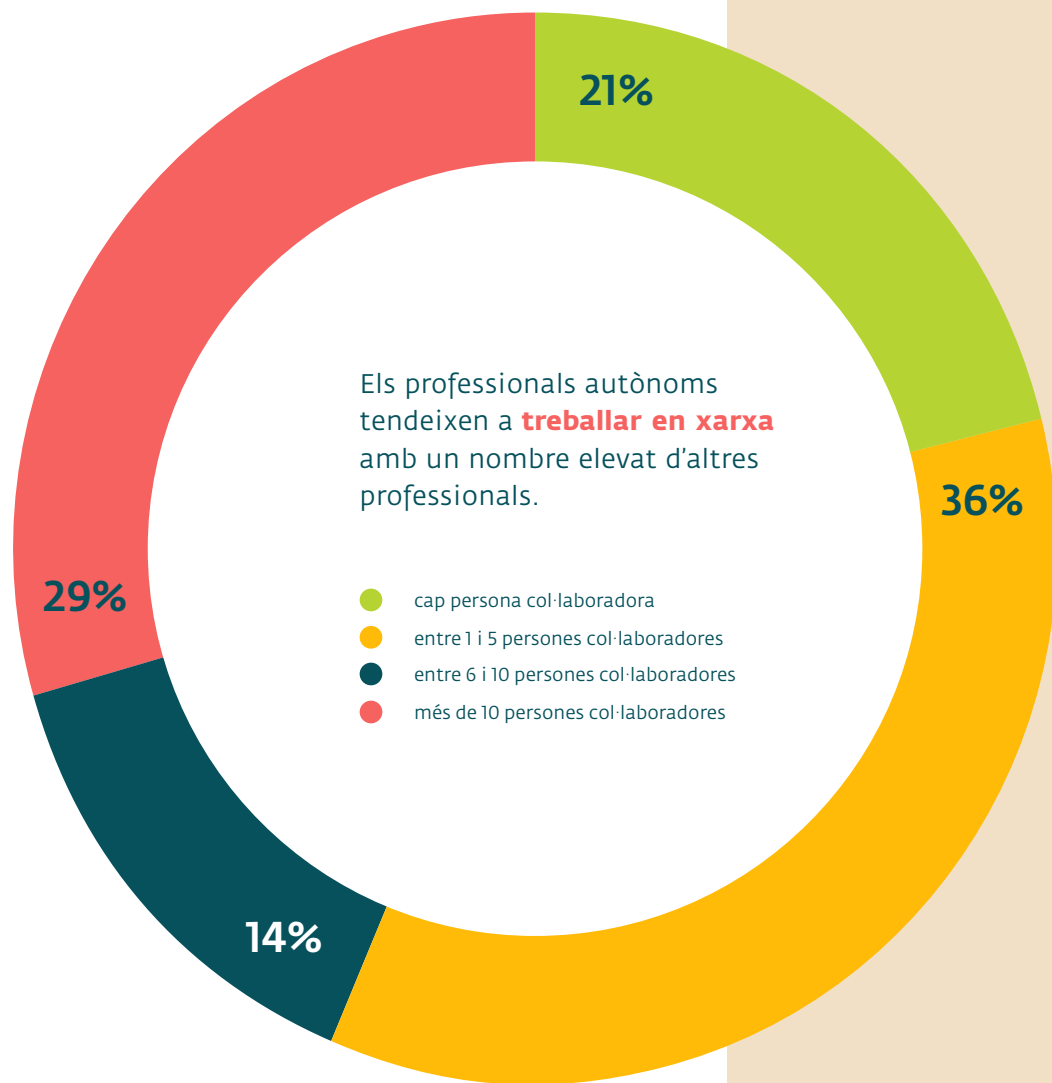
51%
Industrial

15%
Informàtica

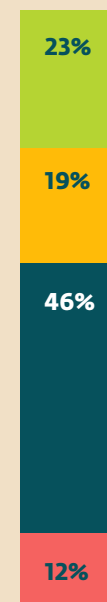
5%
Telecomunicació

11%
Altres

Anys treballats per compte propi	Agrònoma	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
Menys d'1 any	0%	0%	0%	8%	11%	20%	4%
Entre 1 i 5 anys	23%	13%	22%	15%	45%	51%	25%
Entre 6 i 10 anys	27%	13%	22%	23%	33%	10%	22%
Més de 10 anys	50%	74%	56%	54%	11%	19%	49%



- més de 55 anys
- entre 46 i 55 anys
- entre 36 i 45 anys
- 35 anys o menys



Per edat, la dècada de 36 a 45 anys representa pràcticament la meitat de tota la professió.



03.4

resultats

***Quines funcions
fan els professionals
de l'enginyeria?***



Quines funcions fan els professionals de l'enginyeria?

La tecnologia avui és la columna vertebral de l'activitat econòmica de les societats avançades. L'enginyeria és present en múltiples àmbits desplegant les diferents tecnologies que es correlacionen de manera molt estreta amb la branca de la professió en qüestió. En aquest apartat es constata la necessitat d'una anàlisi detallada i diferenciada per branca. Això és perquè en alguns casos més transversals, com podria ser la gestió de projectes pel que fa a activitat principal, hi ha un cert grau d'homogeneïtat i uniformitat; i en altres, com serien les tecnologies pròpies de les diferents branques de la professió, l'especificitat és molt elevada.

Malgrat això, es constata un nivell molt homogeni quant a l'edat i l'experiència dels professionals, fet que indica un grau elevat de formació contínua en totes les franges d'edat de la professió per tal de mantenir els coneixements al dia i incorporar-hi els avenços i la innovació que experimenta l'enginyeria.

En canvi, sí que s'hi observa una participació creixent dels enginyers més joves en entorns professionals internacionalitzats, en el quals pràcticament un terç dels professionals de 35 anys o menys declaren relacionar-se amb interlocutors d'altres països en el seu dia a dia.

El 31 % dels enginyers més joves mantenen relació internacional en el seu dia a dia.

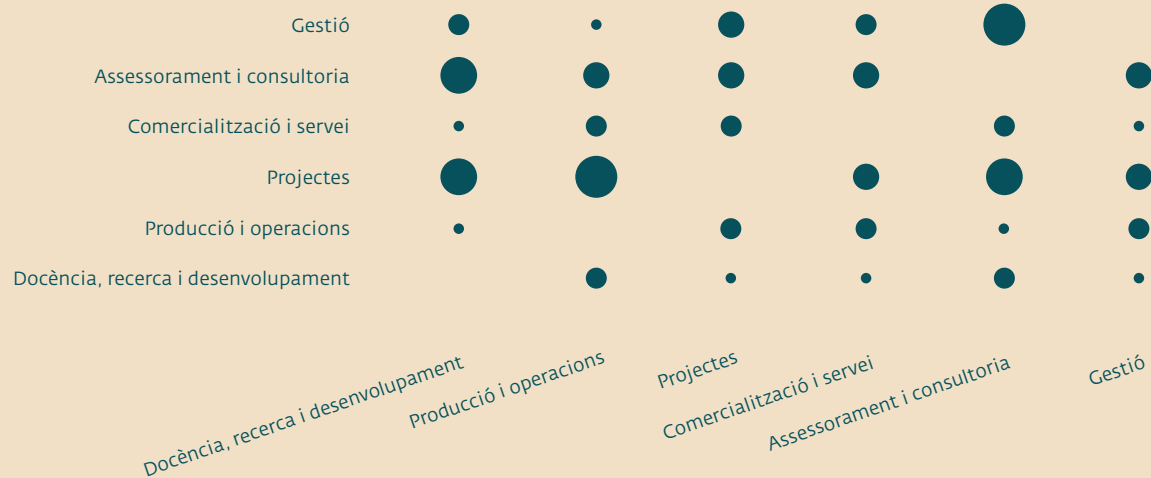
Els principals àmbits de treball dels enginyers i enginyeres a Espanya són la gestió, l'assessorament i la consultoria, els projectes, la comercialització, la producció i les operacions, la docència, la recerca i el desenvolupament. Els percentatges de cada àmbit de desenvolupament principal de l'activitat professional es poden observar en la taula següent.

Àmbits de desenvolupament principal de l'activitat professional	Agrònoma	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
Docència, recerca i desenvolupament	16%	6%	11%	20%	22%	18%	15%
Producció i operacions	15%	12%	14%	10%	7%	17%	13%
Projectes	21%	35%	34%	35%	29%	28%	31%
Comercialització i servei	3%	6%	6%	6%	6%	4%	6%
Assessorament i consultoria	26%	16%	12%	9%	17%	8%	13%
Gestió	9%	15%	12%	7%	10%	14%	11%
Altres NS/NC	10%	10%	11%	13%	9%	11%	11%

L'estudi ha creuat les dades de la funció principal amb un segon àmbit de treball, ja que en molts casos és informació relacionada.

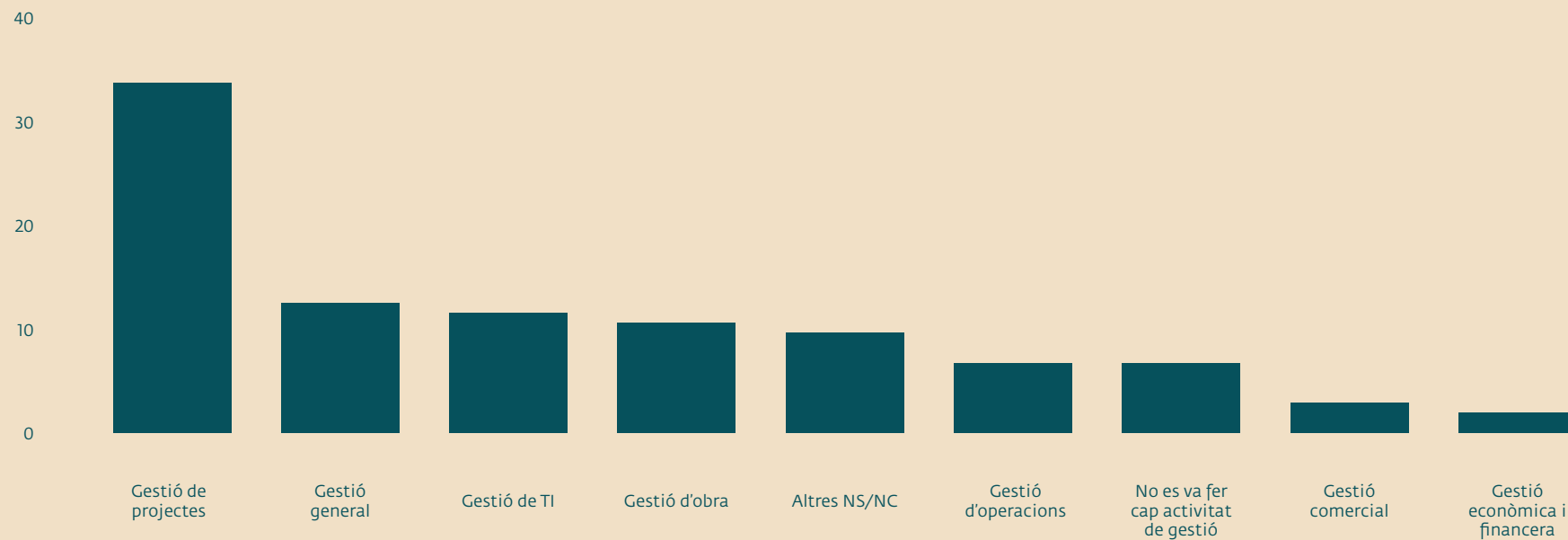


Àmbit principal de treball



Segon àmbit de treball

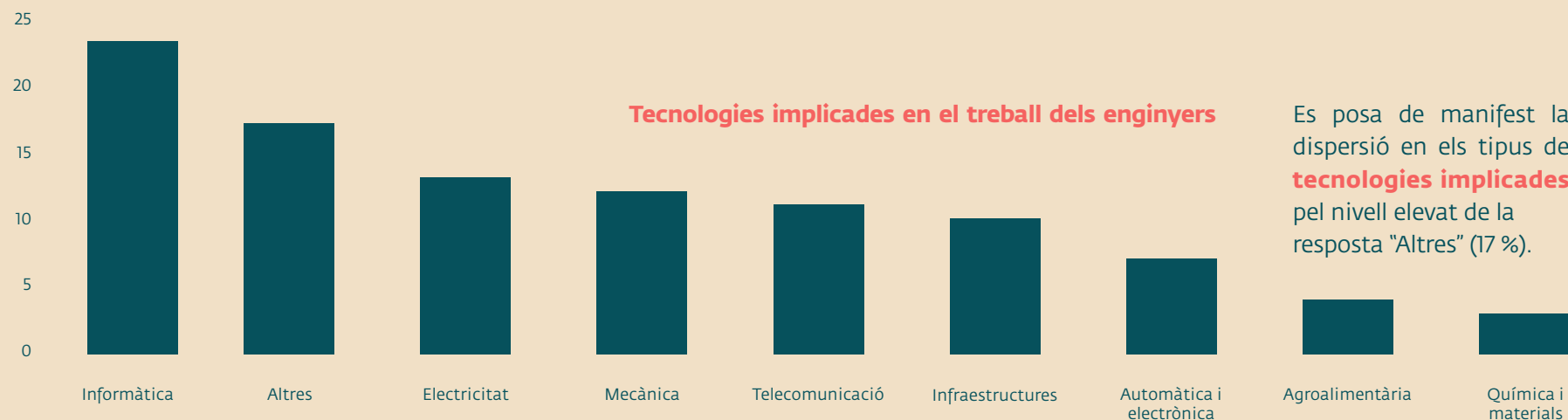
L'àrea de la gestió la podem dividir en diversos àmbits, i els més rellevants són la gestió de projectes i la gestió en general.



Activitats específiques dels enginyers que fan gestió

S'hi observa que alguns àmbits d'activitat són molt transversals, mentre que altres són molt específics de la branca en qüestió. La gestió de projectes seria el paradigma del primer cas, mentre que la gestió d'obres, d'operacions o de TI, per exemple, diferencien entre l'Enginyeria de Camins, Industrial i Informàtica o Telecomunicació, respectivament.

Activitats de gestió dutes a terme	Agrònoma	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
Gestió general	17%	10%	17%	7%	11%	13%	13%
Gestió d'operacions	6%	9%	10%	3%	6%	7%	7%
Gestió de TI	3%	3%	2%	36%	24%	6%	12%
Gestió d'obres	12%	23%	13%	1%	4%	14%	11%
Gestió de projectes	26%	33%	37%	34%	39%	33%	35%
Gestió econòmica i financera	4%	4%	2%	1%	2%	2%	2%
Gestió comercial	8%	4%	4%	1%	2%	4%	3%
No es va fer cap activitat de gestió	15%	6%	6%	7%	6%	6%	7%
Altres NS/NC	9%	8%	9%	10%	6%	15%	10%



Lògicament, les **principals tecnologies involucrades** en el treball dels enginyers depenen en gran part de la disciplina en qüestió.

Típus de tecnologia en què duu a terme l'activitat	Agrònoma	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
Automàtica i electrònica	3%	1%	12%	2%	6%	5%	7%
Electricitat	1%	2%	24%	1%	4%	7%	13%
Mecànica	2%	3%	20%	1%	3%	16%	12%
Química i materials	4%	1%	5%	0%	0%	2%	3%
Informàtica	13%	12%	8%	70%	30%	9%	23%
Telecomunicació	2%	4%	3%	18%	47%	3%	11%
Infraestructures	10%	46%	11%	19%	3%	10%	10%
Agroalimentària	40%	1%	1%	0%	1%	4%	4%
Altres	25%	30%	16%	5%	6%	44%	17%

No s'hi observen, però, variacions particularment rellevants en l'anàlisi per **edat dels professionals**, tret d'una tendència creixent en relació amb la informàtica i decreixent en electricitat entre els més joves.

Tipus de tecnologia en què duu a terme l'activitat	Menys de 35 anys	De 36 a 45 anys	De 46 a 55 anys	Més de 55 anys
Automàtica i electrònica	9%	6%	6%	4%
Electricitat	6%	13%	15%	15%
Mecànica	11%	11%	10%	8%
Química i materials	3%	2%	1%	5%
Informàtica	26%	19%	23%	17%
Telecomunicació	10%	12%	10%	17%
Infraestructures	13%	11%	17%	15%
Agroalimentària	3%	7%	2%	5%
Altres	19%	19%	16%	14%

No es donen diferències significatives en funció de la disciplina, si bé les que estarien més internacionalitzades serien l'Enginyeria de Telecomunicació i Altres, mentre que la menys internacionalitzada seria l'Enginyeria Agronòmica.

Es relaciona amb interlocutors d'altres països en el seu dia a dia professional?	Agrònoma	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
1 (mai)	34%	40%	32%	33%	14%	34%	32%
2	19%	6%	14%	12%	11%	4%	12%
3	28%	30%	31%	29%	38%	29%	31%
4	9%	12%	10%	6%	23%	4%	10%
5 (contínuament)	10%	11%	13%	20%	14%	29%	16%

Es relaciona amb interlocutors d'altres països en el seu dia a dia professional?	Menys de 35 anys	De 36 a 45 anys	De 46 a 55 anys	Més de 55 anys
1 (mai)	22%	32%	40%	40%
2	12%	13%	10%	8%
3	35%	29%	27%	36%
4	13%	12%	7%	6%
5 (contínuament)	18%	14%	16%	10%

Sí que s'hi observa una tendència clara cap a una relació internacional més gran entre els enginyers més joves i els que treballen en empresa més grans.

Es relaciona amb interlocutors d'altres països en el seu dia a dia professional?	Menys de 35 anys	De 36 a 45 anys	De 46 a 55 anys	Més de 55 anys
1, 2, 3	69%	73%	77%	84%
4, 5	31%	27%	23%	16%

Mida de l'empresa

Escala	Total	1-9 treballadors	10-25 treballadors	26-50 treballadors	51-100 treballadors	101-250 treballadors	Más de 250 treballadors
1	32%	6%	11%	9%	8%	10%	56%
2	12%	3%	11%	8%	7%	14%	57%
3	30%	5%	8%	6%	5%	10%	66%
4	10%	2%	7%	5%	6%	11%	69%
5	16%	1%	7%	7%	8%	10%	67%



03.5

resultats

***Quina és la
retribució
dels enginyers i de
les enginyeres?***



Quin és la retribució dels enginyers i de les enginyeres?

Sens dubte, aquesta és una de les qüestions que ajuden a caracteritzar millor la professió. A més de donar fe del reconeixement de la societat a l'aportació de valor, fixa un criteri fonamental sobre l'atractiu que representa per a les noves generacions embarcar-se en uns estudis per tots reconeguts com d'elevada complexitat i esforç.

El resultat, com es podrà observar, és descoratjador. Especialment si es compara amb l'entorn competitiu en què es mou la batalla pel talent a escala global. Si bé és cert que la retribució dels enginyers i de les enginyeres és superior en fins a un 40 % a la mitjana retributiva a Espanya, es constata un estancament durant les darreres dècades a mesura que ha anat creixent la proporció d'assalariats entre el col·lectiu de les professions abans conegudes com a liberals.

Aquesta dada hauria de fer reflexionar sobre el model de societat al qual condueix la manca de reconeixement i les oportunitats de professionals tan estratègics per assegurar la competitivitat present i futura d'una economia com l'espanyola. També cal reflexionar sobre la incoherència de dur a terme un esforç econòmic significatiu en la seva etapa universitària per formar-los, i després no assegurar-los amb propostes atractives i en consonància amb el valor que aporten, de manera que els seus coneixements reverteixin en el mateix teixit empresarial, en comptes d'assumir el risc de la fugida d'aquest talent a altres latituds.

La dada positiva és la bretxa salarial reduïda entre enginyers i enginyeres, la qual se situa en un 10 %, tot i que, per això, no hauríem de renunciar a la seva completa desaparició.

La bretxa salarial entre enginyers i enginyeres se situa en un 10 %, aproximadament la meitat que la del conjunt de la població activa a Espanya.



Els salaris dels professionals de l'enginyeria a Espanya varien depenent del càrrec i dels anys d'experiència. El 81 % se situa entre els 20.000 euros i els 40.000 euros anuals de retribució, i el valor mitjà entorn de 33.000 euros.

El rang per branques de l'enginyeria és relativament estret i es mou des dels 30.000 euros d'Altres fins als 36.000 euros de l'Enginyeria Informàtica.

En terme mitjà, la retribució de l'enginyeria és un 27 % i un 43 % superior a la mitjana salarial a Espanya per a homes i dones, respectivament.

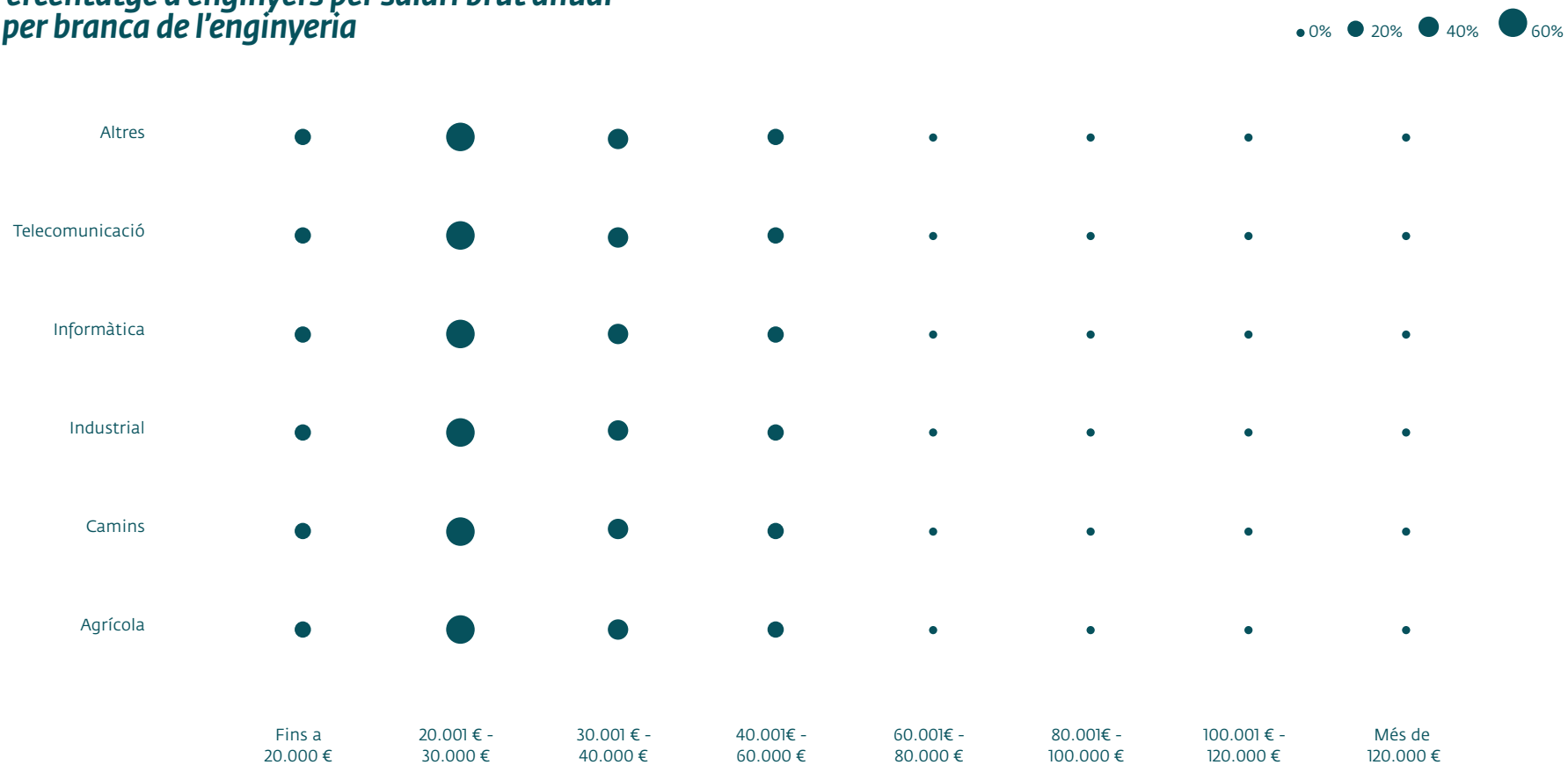
Com en tantes altres estadístiques, també existeix en la professió una bretxa salarial entre enginyers i enginyeres entorn del 10 % (34.100 euros en el cas dels homes, i 31.100 euros en el de les dones). A Espanya, la bretxa salarial entre homes i dones en el conjunt de la població activa està situada en el 24 %, i els salaris mitjans són de 26.900 euros i de 21.700 euros, respectivament.

Salari brut anual

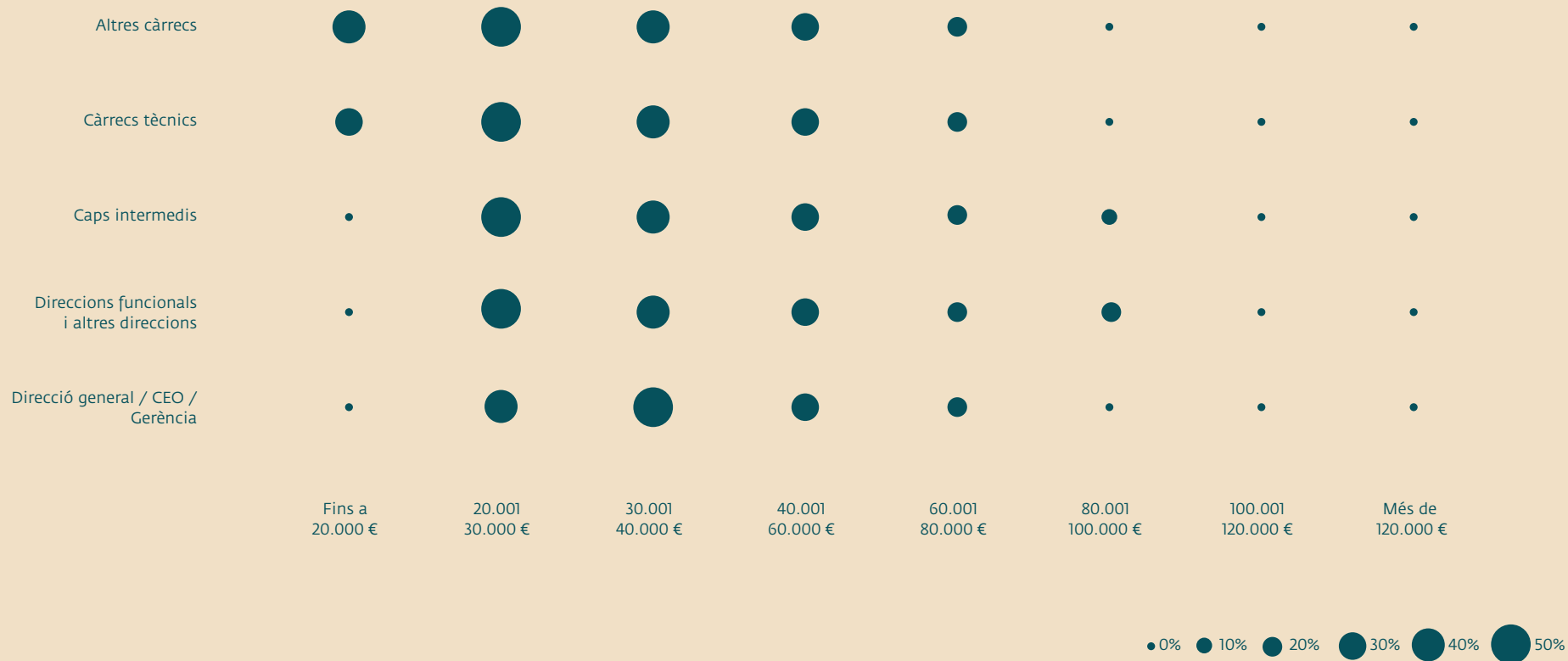
			
Fins a 20.000 €	2%	62%	38%
20.001 - 30.000 €	46%	80%	20%
30.001 - 40.000 €	20%	84%	16%
40.001 - 60.000 €	9%	82%	18%
60.001 - 80.000 €	2%	96%	4%
80.001 - 100.000 €	1%	88%	12%
100.001 - 120.000 €	0%	-	-
Més de 120.000 €	0%	-	-

Uns estudis anàlegs a França i Alemanya a l'estudi de l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya situen el valor mitjà de retribució dels professionals de l'enginyeria en xifres de 55.000 euros i de 60.000 euros, respectivament.

Percentatge d'enginyers per salari brut anual i per branca de l'enginyeria

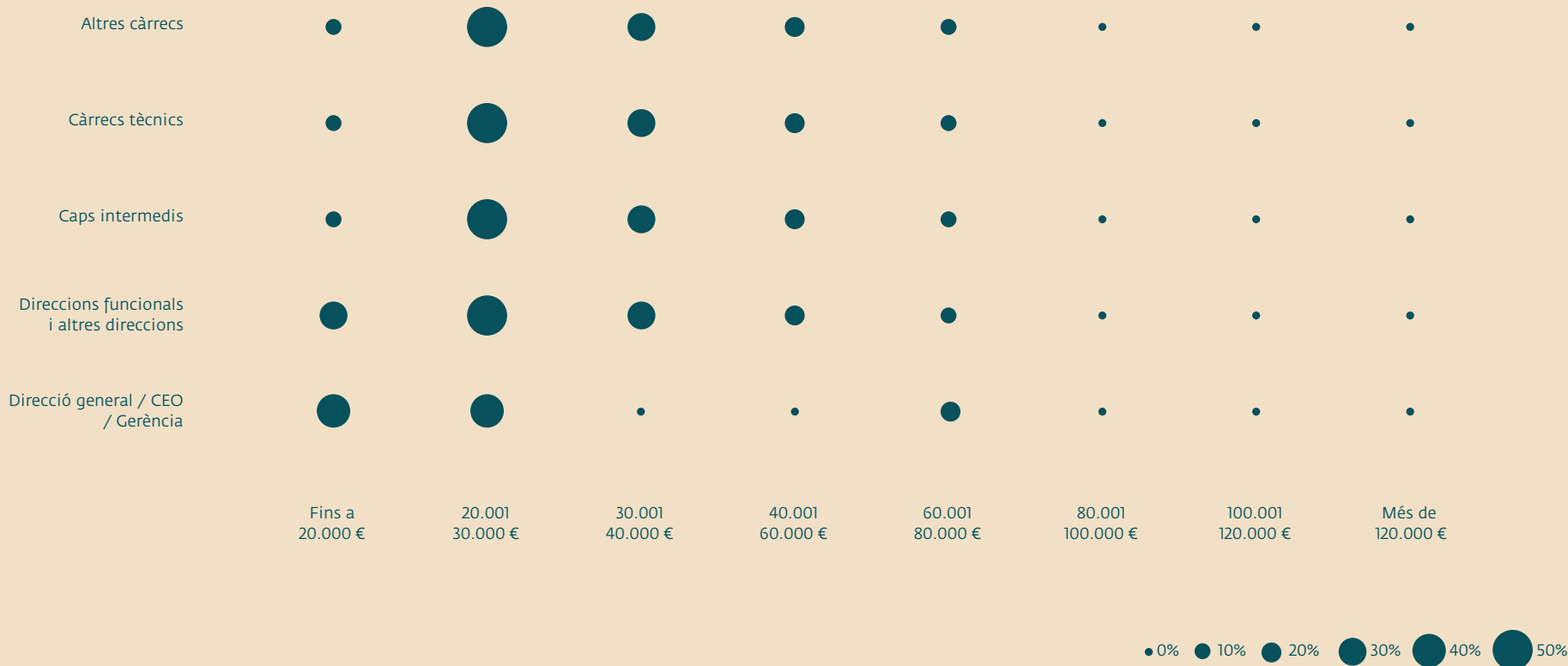


Percentatge d'enginyers per salari brut anual i per càrrec



Percentatge d'enginyers per salari brut anual i per anys d'experiència

Lògicament, les correlacions amb més responsabilitat d'una banda i l'experiència de l'altra indiquen una retribució bruta anual més gran.





03.6

resultats

***Com és la formació
contínua a la
professió?***



Com és la formació contínua a la professió?

L'accelerada evolució tecnològica en què estem immersos durant les darreres dècades ha comportat un canvi de paradigma en la professió. Avui es constata una consciència plena de la necessitat d'actualitzar permanentment els coneixements per mantenir-se competitiu en un entorn molt innovador, en el qual apareixen noves tecnologies i en el qual les competències s'han d'adaptar a les eines que la mateixa tecnologia ofereix als professionals. D'aquesta manera, l'Observatori posa en relleu un percentatge molt elevat d'enginyers i d'enginyeres que han dut a terme algun tipus de formació durant els dotze últims mesos, arribant fins al 65 %.

Resulta igualment rellevant la implicació de les empreses en aquest esforç, bé pel convenciment que la seva pròpia competitivitat va lligada a les competències i coneixements dels seus professionals, o bé com a estratègia per fer créixer el talent des de dins o fins i tot per retenir aquest talent en els seus equips. La formació és una de les palanques més importants per guanyar competitivitat, ja sigui individual o de l'equip. I no només en aspectes tècnics, sinó també en els àmbits de gestió i de competències personals. Un terreny en el qual tradicionalment s'han trobat a faltar capacitats entre els professionals de l'enginyeria.

El 41 % de les necessitats que cal cobrir amb la formació continuada se situa en els àmbits de gestió i de competències personals.

Els professionals de l'enginyeria són conscients de la importància de la formació contínua, ja que un 65 % han dut a terme algun tipus de formació continuada durant el darrer any. Aquesta consciència de la importància de la formació continuada per mantenir els coneixements i habilitats ac-

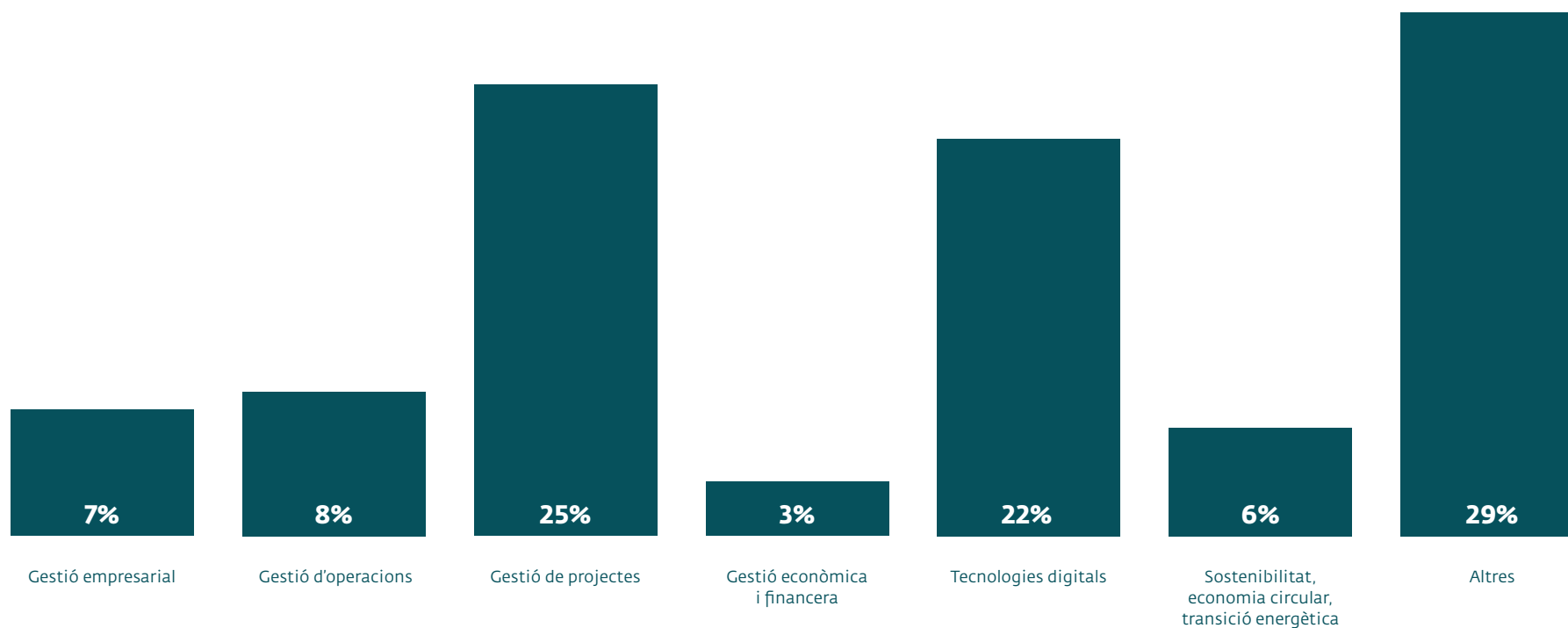
tualitzats adquireix consistència després d'un cert temps des de l'obtenció del títol. Així, els enginyers amb menys de 5 anys de titulació que han rebut formació durant els darrers 3 mesos són menys de la meitat que els que van obtenir el títol fa entre 5 i 10 anys.

Temps transcorregut des de l'obtenció del títol

Temps des de la darrera formació	Total	Fa més de 5 anys	Fa 5-10 anys	Fa 11-20 anys	Fa més de 20 anys
Durant els darrers 3 mesos	46%	11%	24%	40%	25%
Entre 3 mesos i 1 any	19%	7%	25%	44%	24%
Entre 1 i 3 anys	14%	4%	32%	43%	21%
Fa més de 3 anys	16%	4%	22%	38%	36%
No he rebut formació addicional a la carrera	5%	7%	40%	31%	22%

Es posa de manifest la gran dispersió de necessitats de formació addicional pel percentatge elevat de la categoria "Altres" (29 %). La segueixen de prop la gestió de projectes i metodologies àgils i les tecnologies digitals. La resta de temes, alguns de més tradicionals (operacions, gestió empresarial, econòmica o financera), altres de més emergents (sostenibilitat, economia circular, transició energètica), representen percentatges inferiors al 10 %.

**Temàtiques
sobre les quals
s'ha format
principalment**



La necessitat de formació contínua en gestió de projectes és molt semblant en totes les disciplines en les temàtiques transversals.

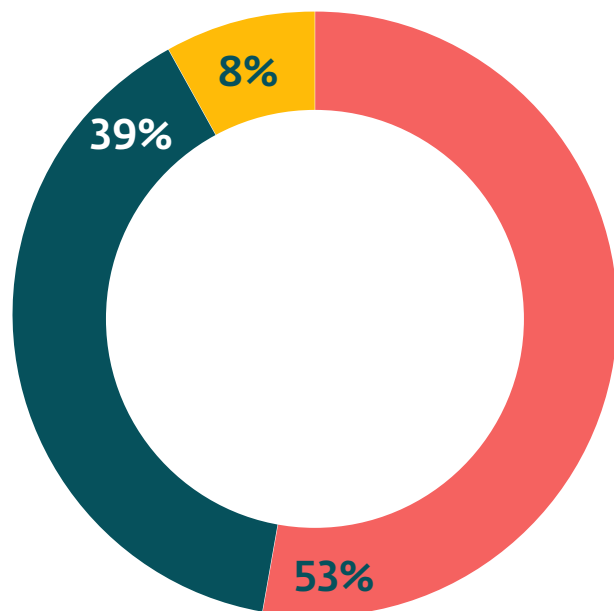
Temàtiques sobre les quals s'ha format principalment	Agrònomia	Camins	Industrial	Informàtica	Telecomunicació	Altres	Total
Gestió empresarial	10%	8%	8%	3%	4%	6%	7%
Gestió d'operacions	9%	9%	9%	5%	5%	6%	8%
Gestió de projectes / Metodologies àgils	20%	26%	27%	18%	27%	26%	25%
Gestió econòmica i financera	2%	4%	3%	2%	2%	3%	3%
Tecnologies digitals	11%	18%	18%	48%	37%	14%	22%
Sostenibilitat, economia circular, transició energètica	5%	6%	7%	2%	2%	6%	6%
Altres	43%	29%	28%	22%	23%	4%	29%

No s'hi observen diferències substancials per edat.

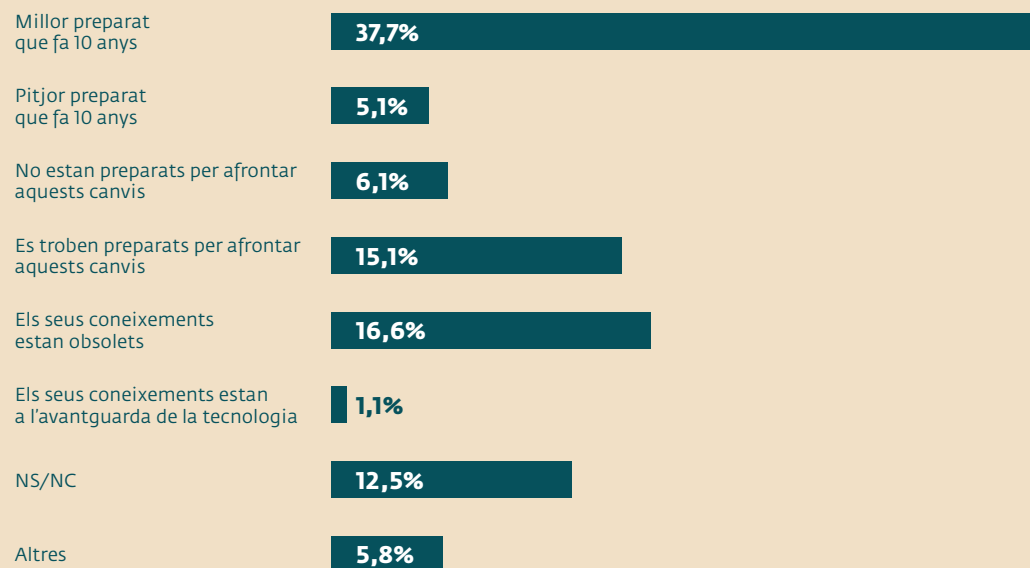
Temàtiques sobre les quals s'ha format principalment	35 anys o menys	De 36 a 45 anys	De 46 a 55 anys	Més de 55 anys
Gestió empresarial	6%	8%	4%	8%
Gestió d'operacions	9%	8%	8%	5%
Gestió de projectes / Metodologies àgils	22%	26%	26%	24%
Gestió econòmica i financera	4%	2%	2%	2%
Tecnologies digitals	26%	23%	23%	21%
Sostenibilitat, economia circular, transició energètica	4%	4%	9%	6%
Altres	29%	29%	28%	34%

La formació es finança gairebé a la par per l'empresa o per compte propi. No s'hi observen variacions significatives per disciplina de l'enginyeria ni per edat.

- per un tercer (AP, cursos gratuïts, INEM...)
- per compte de l'empresa
- per compte propi



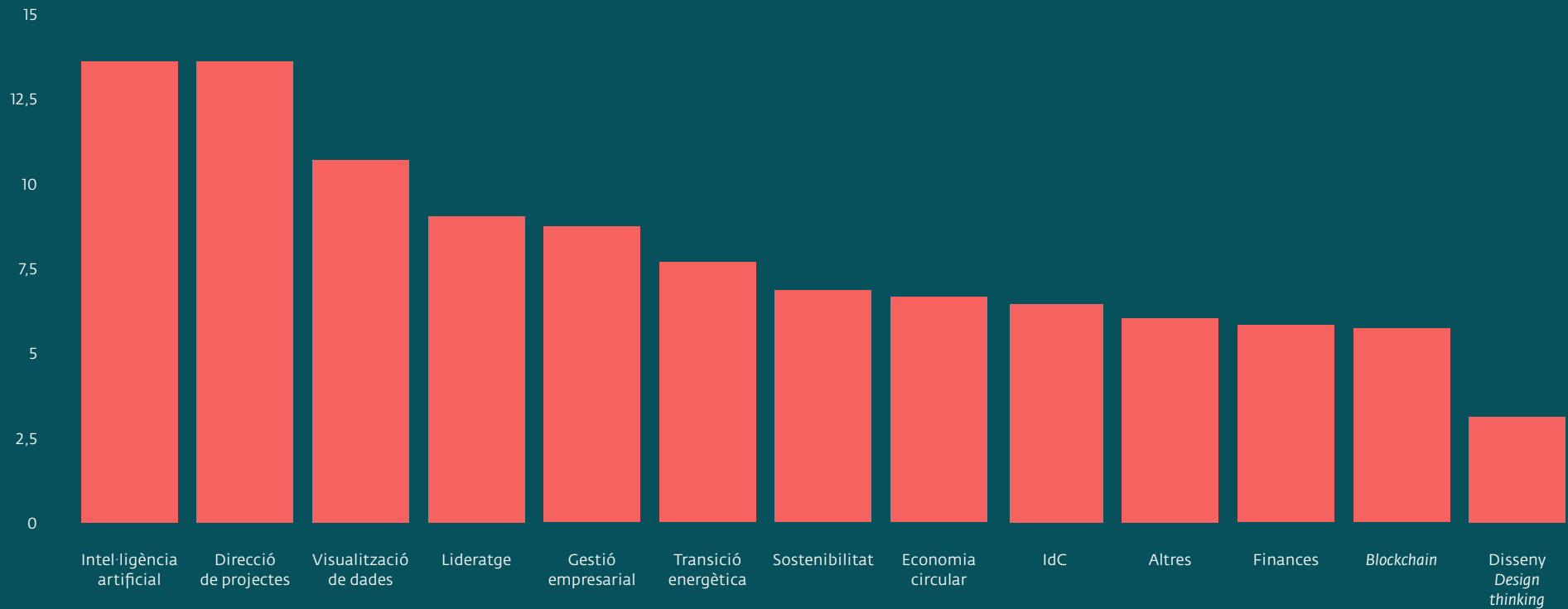
Tenint en compte els canvis tecnològics i els processos de digitalització de l'empresa, més d'un 50 % dels professionals consideren que estan ben preparats per fer front a les seves funcions. Tot i això, el comentari generalitzat és que els falta l'experiència i la component pràctica dels coneixements.



Cal destacar que de les necessitats de formació manifestades, més d'un 40 % són sobre temàtiques relacionades amb la digitalitza-

ció (intel·ligència artificial, visualització de dades, *blockchain*, IdC...). El patró de necessitats de formació es manté relativament ho-

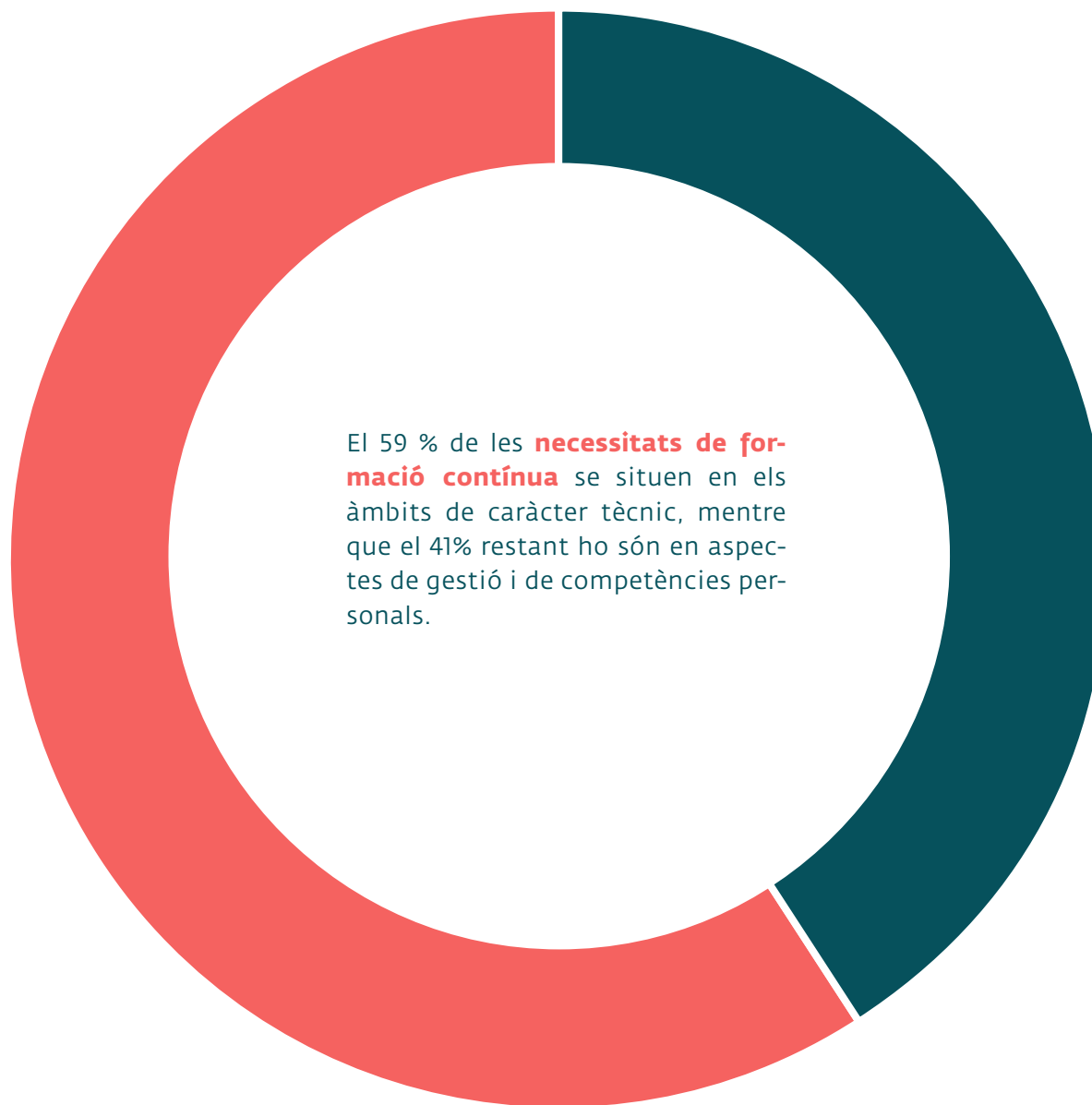
mogeni entre les diferents branques de l'enginyeria, així com per l'edat dels enginyers i de les enginyeres



Necessitats de formació d'enginyers i enginyeres

59%

àmbits
de caràcter
tècnic



41%

gestió
i competències
personals



03.7

resultats

***Com són les
empreses on
treballen els
professionals
de l'enginyeria?***



Com són les empreses on treballen els professionals de l'enginyeria?

La resposta simplificada a la pregunta que es fa en aquest apartat és que els enginyers treballen en grans empreses. Per això, el percentatge que representen sobre el total de la plantilla no supera el 10 % en la majoria dels casos. Però la realitat és més complexa i s'interrelaciona amb altres característiques més enllà de la mida de l'empresa, com són el nivell percentual d'inversió en R+D+I o la internacionalització de l'activitat de l'empresa. Es conclou de les dades analitzades que "talent atrau talent", cosa que fa menys difícil l'experiència de contractació d'enginyers i enginyeres per part de les grans empreses del país.

Tampoc no ofereixen cap sorpresa les funcions en les quals les empreses demanen enginyers, ni les especialitats més requerides, que segueixen el mateix patró ja analitzat en l'estudi de les característiques del conjunt de professionals de la professió: d'una banda, la direcció de projectes i la gestió, el desenvolupament o el disseny, la producció i les operacions o els grans projectes; i de l'altra, l'enginyeria industrial i altres especialitats.

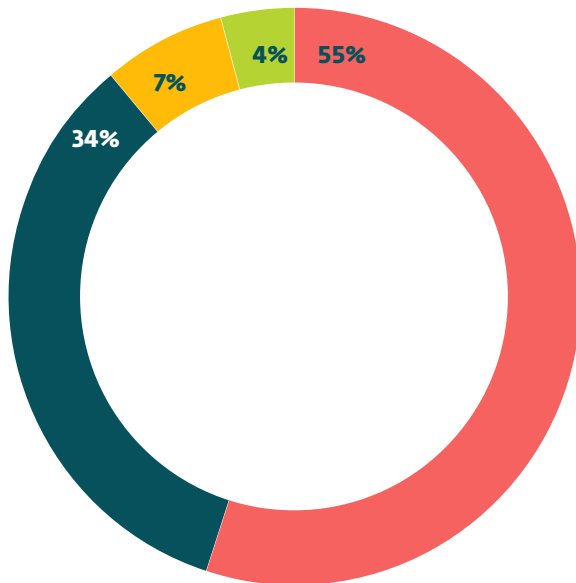
Tot i això, sí que duu a la reflexió el fet que el 50 % ha manifestat que la principal dificultat en la incorporació d'enginyers és la no adequació dels perfils a les necessitats de les empreses.

Més de la meitat dels enginyers treballen en els sectors de la informàtica i les comunicacions, la indústria manufacturera, la construcció i les administracions públiques.

L'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya ha dut a terme una segona enquesta entre les empreses. En aquest cas, només s'han processat les dades de le **empreses que han contestat que sí que tenen enginyers** en les seves plantilles.

Ingenieros en plantilla

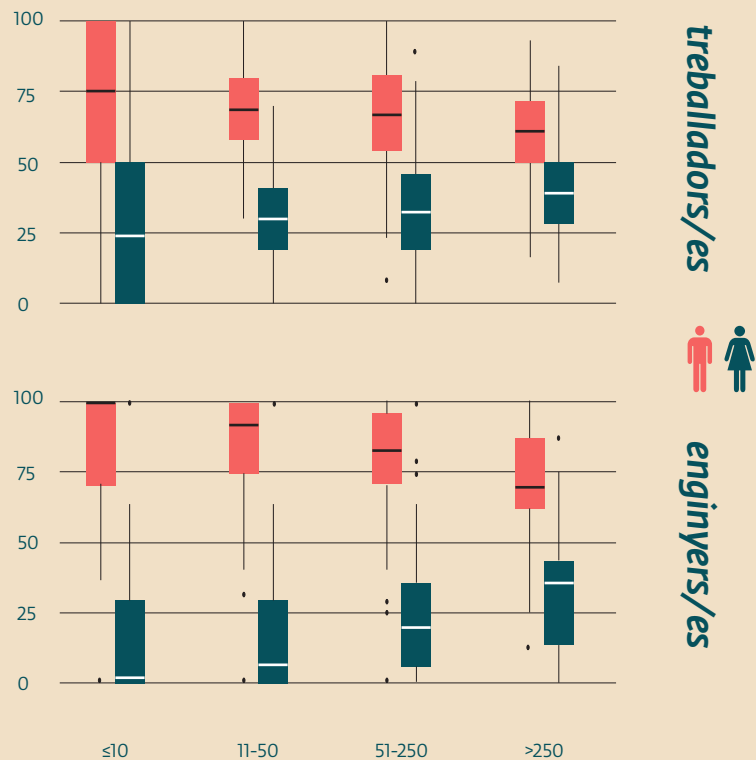
- Menys del 10%
- Entre l'11 i el 50 %
- Entre el 51 i el 80 %
- Més del 80 %



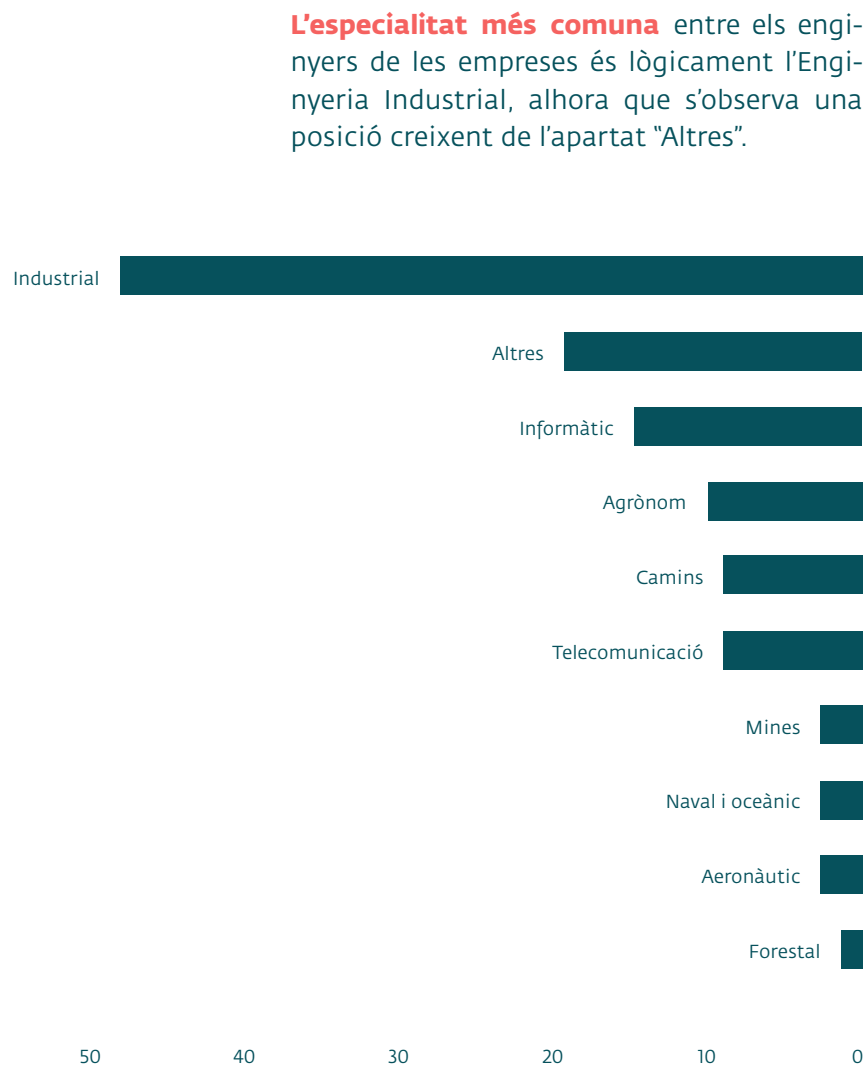
Les empreses on estan treballant els professionals de l'enginyeria actualment s'han agrupat en **10 sectors** d'acord amb la classificació CNAE2009. Entre aquests destaquen els sectors de la informàtica i les comunicacions, la indústria manufacturera, la construcció i les administracions públiques. Aquests quatre sectors representen el 52 % del total de les empreses on treballen enginyers a Espanya.

Percentatge d'enginyers per sector agrupat

NS/NC	19%
Informació / Comunicacions	18%
Indústria manufacturera	13%
Construcció	11%
Administracions públiques	10%
Indústries extractives, útils	7%
Altres	7%
Agricultura/ Ramaderia	6%
Act. professionals/científiques/administratives	5%
Educació	4%

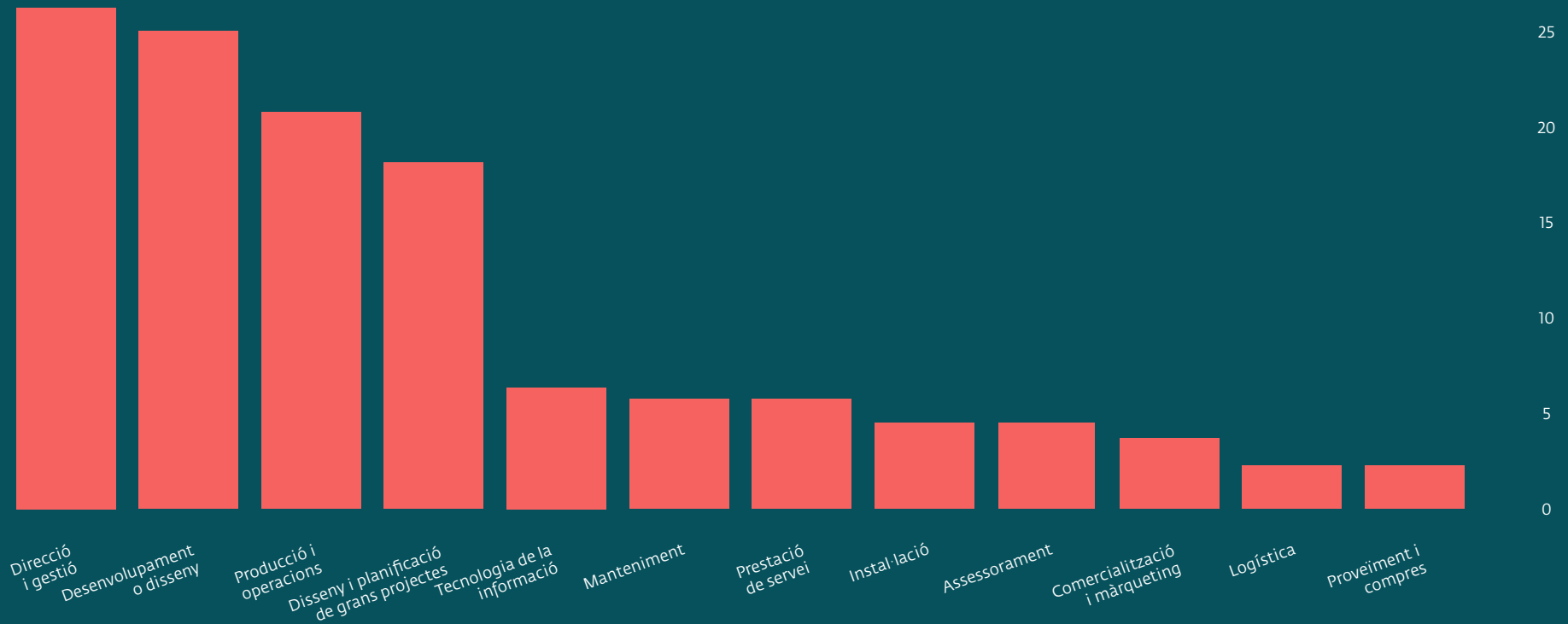


La **diferència entre el total d'homes i dones en plantilla** es redueix en incrementar la mida de l'empresa, la mateixa tendència que entre enginyers i enginyeres, si bé en aquest cas la diferència entre gèneres s'accentua.



L'**especialitat més comuna** entre els enginyers de les empreses és lògicament l'Enginyeria Industrial, alhora que s'observa una posició creixent de l'apartat "Altres".

Pel que fa a l'**activitat a la qual es dediquen els enginyers a les empreses**, en destaquen quatre principals: direcció i gestió, desenvolupament o disseny, producció i operacions, disseny i planificació de grans projectes. A aquestes activitats segueixen moltes i variades activitats tant de caràcter tècnic com de gestió, representades per percentatges en tots els casos més petits al 10%.



Activitat a la qual es dediquen els enginyers a les empreses

L'existència o no d'un departament d'R+D+i, així com el percentatge d'inversió en aquest apartat, és creixent en funció de la mida de l'empresa, fet que, a més, és congruent amb el conjunt de l'estudi.

Departament propi d'Innovació / I+D+i amb personal i pressupost	Micro empreses: menys de 10 empleats	Petites empreses: fins a 50 empleats	Mitjanes empreses: fins a 250 empleats	Grans empreses: més de 250 empleats
Sí	15%	27%	38%	54%
No	81%	60%	41%	30%
NS/NC	4%	13%	21%	16%

Percentatge de facturació anual que es destina a inversió R+D+i	Micro empreses: menys de 10 empleats	Petites empreses: fins a 50 empleats	Mitjanes empreses: fins a 250 empleats	Grans empreses: més de 250 empleats
0	0%	0%	2%	0%
<0,5%	0%	8%	6%	0%
0,6-2%	33%	15%	30%	28%
2,1-5%	17%	34%	40%	44%
5,1-10%	17%	30%	16%	14%
<10%	33%	15%	6%	14%

Un major pes percentual dels enginyers a la plantilla es correlaciona amb una exportació i facturació més gran a l'estranger.

Facturació a l'estranger

Enginyers en plantilla

38% menys del 10 % d'enginyers **53%**
11-50 % d'enginyers **38%**
més del 50 % d'enginyers **9%**

19% menys del 10 % d'enginyers **44%**
11-50 % d'enginyers **37%**
més del 50 % d'enginyers **19%**

23% menys del 10 % d'enginyers **54%**
11-50 % d'enginyers **34%**
més del 50 % d'enginyers **12%**

12% menys del 10 % d'enginyers **34%**
11-50 % d'enginyers **53%**
més del 50 % d'enginyers **13%**

8% menys del 10 % d'enginyers **28%**
11-50 % d'enginyers **52%**
més del 50 % d'enginyers **20%**

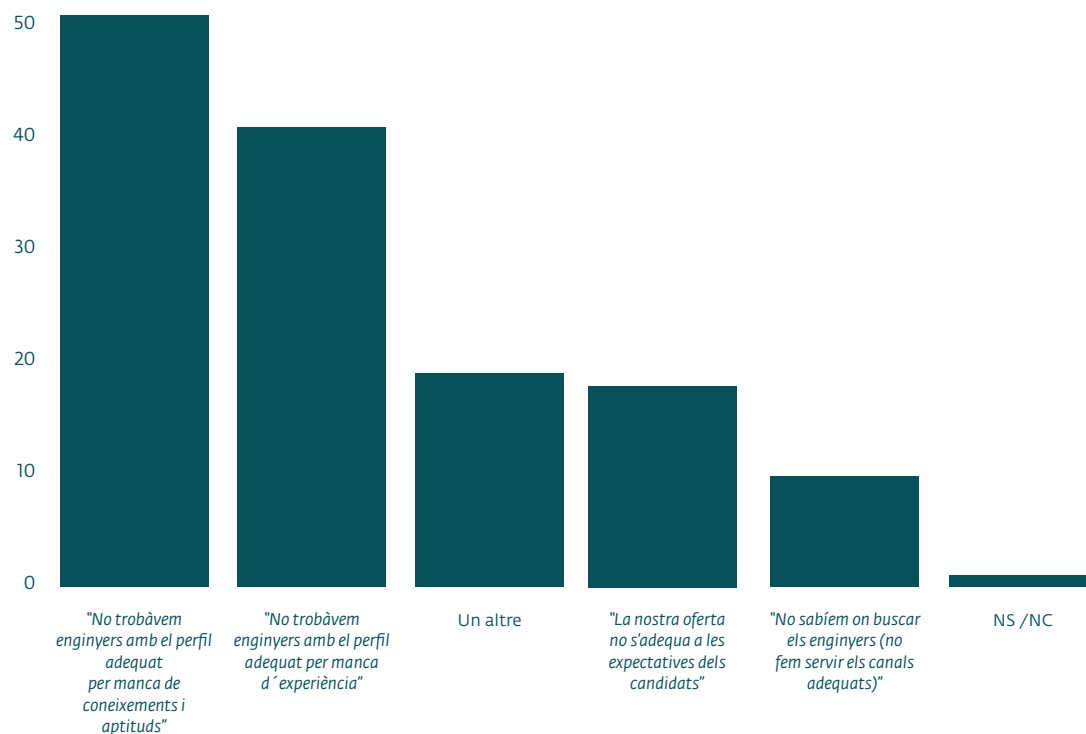
Des de fa ja uns anys, s'està experimentant una dificultat notable pel que fa a incorporar enginyers a les plantilles de les empreses. La dada, ja destacada en aquest Observatori, del nivell d'atur en la professió, situada en un 2 %, indica la dificultat que avui tenen les empreses per incorporar-hi talent: un 25 % considera que és difícil o molt difícil.

A més, les empreses opinen que el perfil del professional de l'enginyeria no s'acaba d'adequar a la realitat i a la necessitat que hi ha en el mercat, o bé no té l'experiència requerida. Indagant en els comentaris, ressalta la manca d'especialitats i competències concretes, així com la pèrdua d'oportunitat pel baix nivell de la presència de les dones en la professió. També és cert que reconeixen que els enginyers estan molt més ben preparats que fa deu anys, malgrat l'accelerat canvi tecnològic

Mida de l'empresa

Experiència en incorporació d'enginyers	Total	Igual o menys de 10	11-50	51-250	Més de 250
Molt difícil	12%	12%	30%	34%	24%
Difícil	13%	8%	31%	31%	32%
Assequible	29%	8%	26%	43%	23%
Fàcil	26%	5%	22%	50%	23%
Molt fàcil	20%	5%	21%	45%	29%

S'hi observa una certa facilitat per atraure talent quan creix la mida de l'empresa. Així, per exemple, les empreses de deu o menys treballadors representen el 12 % de les empreses que declaren com a molt difícil la incorporació d'enginyers, mentre que són només un 5 % les empreses que ho valoren com a molt fàcil. Els dos motius principals que dificulten la incorporació de talent són la manca de perfils i de coneixements.



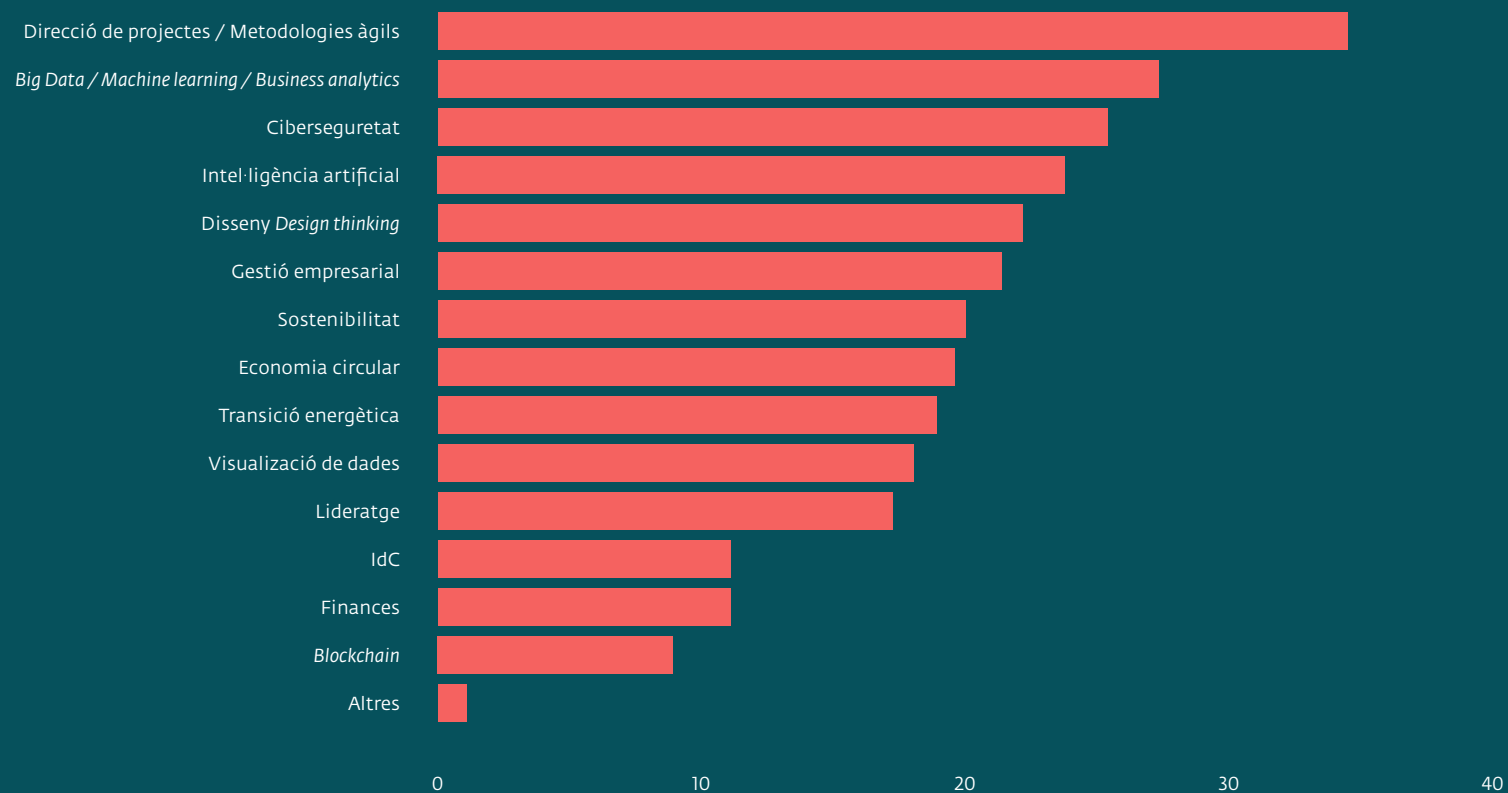
Motius que dificulten la incorporació de talent

I tot això malgrat que, com ja s'ha posat de manifest, és majoritària l'opinió que els enginyers i les enginyeres estan avui més ben preparats i amb més coneixements per fer front als reptes actuals.

Atesos el canvi tecnològic i els processos de digitalització de l'empresa, considera que els enginyers del mercat laboral estan...

- 30%** Més ben preparats que fa 10 anys
- 22%** Es troben preparats per afrontar aquests canvis
- 20%** Els seus coneixements estan a l'avantguarda de la tecnologia
- 17%** Es troben preparats i són promotors d'aquests canvis
- 6%** Pitjor preparats que fa 10 anys
- 3%** No estan preparats per afrontar aquests canvis
- 1%** Els seus coneixements estan obsolets
- 1%** Un altre

Percentatge de enginyers per sector agrupat



Percentatge ponderat d'empreses per prioritats de reciclatge d'enginyers

Tot i així, i atès el nou paradigma de la digitalització, els temes d'IA, tractament de dades, ciberseguretat, nous mètodes de gestió de projectes, però també l'economia circular i la transició energètica, són les àrees en les quals es considera que s'hauria d'avançar en la formació per al futur, sense oblidar la direcció de projectes, sempre present en la professió



03.8

resultats

***Quants enginyers
i enginyeres es
necessitaran a
Espanya?***



Quants enginyers i enginyeres es necessitaran a Espanya?

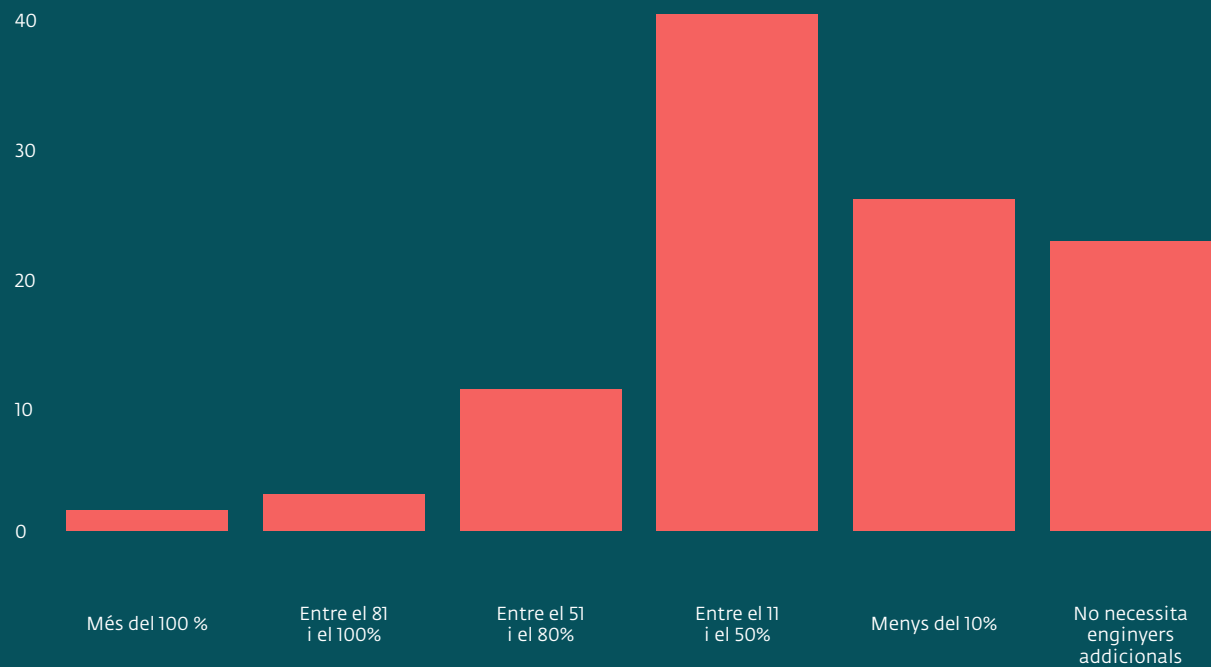
Aquest és un apartat fonamental en l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya, i per això tanca el capítol de resultats. No és gens fàcil, ara per ara, fer-hi una prospectiva. L'entorn, en tots els seus vessants, és altament incert, i quan es demana quines necessitats d'enginyers tindran les empreses els propers anys, el percentatge de "No sap/No contesta" no és més baix.

Tot i així, s'ha volgut posar el focus en aquest tema i es pot oferir un ordre de magnitud que permet una primera anàlisi, la qual apunta que les dificultats que experimenten les empreses per a la incorporació de talent estan més en aspectes qualitius que quantitius. Abordar aquesta qüestió requeriria un estudi més sistèmic en el qual intervinguin anàlisis que van més enllà del nombre de titulats i/o de professionals en el mercat. A més, s'hauran

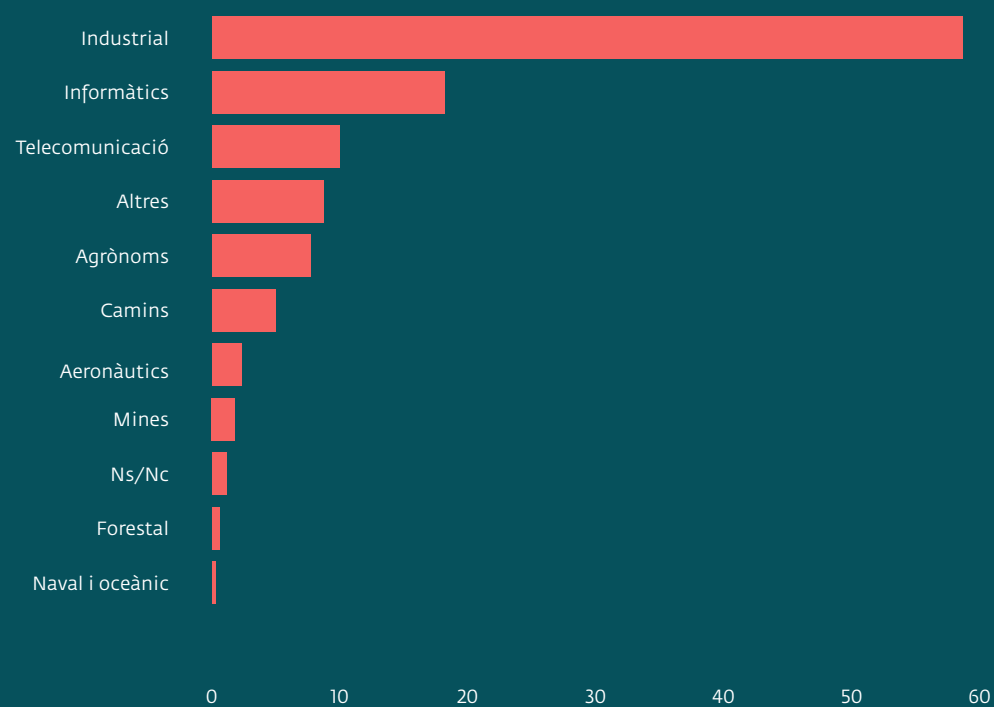
de considerar qüestions com el canvi de paradigma de les relacions entre empresa i empleat, la importància del propòsit dels projectes professionals que s'ofereixen o les condicions econòmiques i no econòmiques dels llocs de treball. Cal destacar alhora, d'una banda, les bones pràctiques en la retenció del talent i, de l'altra, fer créixer el propi talent mitjançant programes de reskilling, aspectes tan importants com ho és la incorporació de nous professionals. El món ha canviat, i el mercat laboral de l'enginyeria n'és una mostra clara.

L'economia espanyola ha d'assegurar-se, com a mínim, l'accés de 200.000 nous enginyers i enginyeres durant els propers 10 anys.

Percentatge d'empreses per previsió de l'increment d'enginyers en el seu sector



Percentatge d'empreses per especialitat de futurs enginyers en el seu sector





Estimació de l'Observatori de l'Enginyeria d'Espanya sobre necessitats presents i futures d'enginyers

Un 86 % preveu la incorporació d'enginyers durant els propers 10 anys. La proporció és més gran entre les mitjanes i grans empreses en comparació amb les microempreses i petites empreses.

De l'anàlisi de les dades obtingudes per l'Observatori, i tot i reconeixent que s'hauria de dur a terme un estudi més detallat i específic, es podria fer una primera estimació de les necessitats d'enginyers i enginyeres durant els propers anys per atendre la previsió que avui fan les empreses del país. Aquesta estimació s'ha de considerar més una aproximació qualitativa que no pas quantitativa; no obstant això, ofereix un ordre de magnitud suficient a mitjà termini. I tot això en

un marc que, al seu torn, és altament incert degut a les circumstàncies complexes per les quals passa l'economia espanyola i mundial en l'esforç de recuperar el to després de la pandèmia de la COVID 19.

Així, doncs, en funció de les opinions manifestades i de les valoracions de l'estudi, la millor estimació situaria en una xifra de prop de 200.000 enginyers i enginyeres els professionals que la indústria espanyola voldrà incorporar a les seves plantilles durant els propers 10 anys. Tenint en compte el nivell actual de titulats en la professió, semblaria que no s'hauria de generar un dèficit de titulats durant aquest període i que el ritme actual cobriria les necessitats.

Ara bé, aquesta valoració no té en compte diferents aspectes que poden distorsionar la primera anàlisi:

- D'entrada, la mobilitat creixent entre els més joves, tant pel que fa als professionals que surten de les nostres fronteres per treballar en empreses arreu del món com pel que fa als enginyers estrangers que venen a Espanya a desenvolupar les seves carreres professionals.

Creu que la seva empresa necessitarà incorporar enginyers durant els propers 10 anys?

86%

SI

8%

NO

7%

NS/NC

- Un segon aspecte que cal considerar és l'adequació dels perfils dels titulats a les necessitats del mercat, i els mecanismes per adquirir coneixements complementaris que els aportin, d'una banda, més especialització i, de l'altra, polivalència.
- Alhora, caldria estudiar amb més deteniment els perfils i les necessitats de personal tècnic de formació professional, que completen la cadena de valor del talent en noves empreses i en els quals s'han detectat algunes carències significatives que, en tot cas, no s'han tractat en aquest estudi.

Es pot fer una aproximació diferent a les necessitats d'enginyers, ja que la incorporació de 200.000 enginyers i enginyeres a la professió situaria la densitat per 1.000 habitants, al mateix nivell que Alemanya, avui. És a dir, amb la resta dels paràmetres actuals, a 20 professionals per cada 1.000 habitants. Aquesta és la bretxa que hauria de tancar l'economia espanyola avui i no en 10 anys.

04.

les institucions

Entrevista a **Galo Gutiérrez**, director general d'Indústria i de la Petita i Mitjana Empresa del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme

Galo Gutiérrez Monzonís és enginyer industrial, especialitat Mecànica, per la Universitat Politècnica de Madrid i màster en Direcció i Administració d'Empreses (Executive MBA) per l'Institut d'Empresa, Madrid, 1991. Ha ocupat diferents càrrecs a l'administració i actualment és, des del 2018, director general d'Indústria i de la Petita i Mitjana Empresa del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme, càrrec des del qual s'ocupa de les polítiques industrials i de suport a la promoció de l'activitat empresarial, així com de les propostes d'incorporació de les iniciatives industrials i de petita i mitjana empresa internacionals i de la Unió Europea a l'àmbit nacional.



“Actualment tenim molts enginyers, més que mai, però no els inculquem que desenvolupin coneixement disruptiu.”

La pandèmia ha obligat a reflexionar sobre la política industrial del país. Què ha canviat des del 2020 i què ens depara el futur?

La política industrial dissenyada abans de la pandèmia s'ha reforçat amb allò que es va aprendre durant aquelles setmanes difícils i amb l'instrument posat a la disposició dels estats, el principal exponent del qual són els fons Next Generation (NG).

S'ha incorporat al discurs industrial el concepte d'“autonomia estratègica” en l'àmbit de la Unió Europea, però l'hem d'incorporar i desenvolupar en el nostre àmbit nacional. En aquest terreny és important avançar i difondre al conjunt de la població la rellevància que tenen per als processos industrials les matèries primeres crítiques i la convenièn-

cia que siguin accessibles. Ningú no hauria de dubtar del paper de les matèries primeres crítiques en la transició ecològica europea. Hem d'actualitzar els nostres textos normatius i que culminin en una llei d'indústria d'acord amb els nous temps i basada en el consens dels agents econòmics i socials, i en definitiva polítics, expressats pel Pacte d'Estat per la Indústria, recentment presentat pel Fòrum d'Alt Nivell de la Indústria Espanyola a la Comissió d'Indústria, Comerç i Turisme del Congrés dels Diputats.

Què poden representar els fons Next Generation?

Són una oportunitat per avançar significativament en el canvi, invocat durant decennis, del model productiu espanyol, en emprendre

la digitalització i descarbonització del teixit productiu. Els fons NG assignats a Espanya en forma de transferència -calculats per criteris objectius d'impacte de la pandèmia- són uns 70.000 milions d'euros, que s'apliquen a través del pla presentat pel Govern i aprovat per les institucions comunitàries. Aquest pla té deu palanques d'actuació integrades per trenta components, que agrupen dues-centes dotze mesures (cent deu inversions i cent dues reformes). Els programes que duu a terme la Secretaria General d'Indústria i de la Petita i Mitjana Empresa s'integren en la Palanca 5a, “Modernització i digitalització del teixit de les nostres empreses”, amb una dotació del 23 %, fet que implica uns 16.000 milions d'euros. S'inclouen en aquesta palanca, entre d'altres, els components 12: Política Industrial 2030 (3.782 milions d'euros); i 13:



Impuls a les Pimes (4.894 milions d'euros). Els fons NG es complementen amb finançament en forma de préstecs procedents dels pressupostos generals de l'Estat.

La inversió I2, Programa d'impuls a la competitivitat i sostenibilitat industrial, compta amb una dotació en forma de subvenció de 2.532 milions d'euros i pretén reforçar les línies ja iniciades de suport a la digitalització, innovació i sostenibilitat de la indústria manufacturera. L'actuació nova, per a nosaltres, són els PERTE (Projecte Estratègic de Recuperació i Transformació Econòmica).

Els PERTE donen certa forma jurídica a projectes tractors en els quals una empresa gran exerceix el paper tractor en un projecte de cooperació en què participen pimes pertanyents a la cadena de valor. Es pretén que consorcis d'empreses, liderats, generalment, per alguna gran empresa, emprenguin projectes innovadors amb components de digitalització i de sostenibilitat mediambiental, tant de descarbonització com d'estalvi energètic i d'economia circular. Hi ha d'haver una aportació de coneixement tecnològic generat en un centre o en una companyia que sigui capaç d'això per tal que les empreses, sobretot les pimes, millorin el seu nivell tecnolò-

gic i industrial amb el propòsit que aquest impuls tecnològic es traslladi al conjunt del sector; per això la seva qualificació d'estratègic. Es demana que tinguin un cert volum pressupostari perquè el projecte sigui, efectivament, transformador i que tinguin una certa presència territorial, per la qual cosa cal que es dugui a terme en almenys dues comunitats autònomes.

Això pot suposar més demanda de perfils tècnics que, actualment, ja hi ha sectors que tenen dificultat per cobrir.

A Espanya, la demanda ha crescut, però es detecta una manca de vocacions STEM. Com qualifica la cobertura del talent tecnològic amb els enginyers espanyols avui dia?

Els conceptes STEM (*Science, technologie, engineering and mathematics*) Els conceptes STEM estan molt més interrelacionats del que pugui semblar a primera vista. Potser cal una integració de l'enginyeria amb les ciències físiques i matemàtiques per tenir una formació global en aquest àmbit. Al costat d'aquest plantejament macro, necessari per com-

petir en l'avantguarda tecnològica, cal incloure assignatures de producció en les carreres universitàries, perquè, en no fer-ho, es priva els alumnes d'entendre on és el potencial de millora en els processos. Cal tacar-se de greix, encara que en gran part dels nous processos ja no hi hagi olis

A què es deu aquesta carència?

A diversos factors. En els països occidentals, després d'acabar la Guerra Freda, aquests professionals se'n van al sector financer —a la banca d'inversió— pel seu atractiu salarial. I els perfils pròpiament tecnològics són importats pels Estats Units. El model empirista anglosaxó està més basat en la pràctica, enfront d'un model més racionalista continental que implica un plus de complexitat en les carreres tècniques. Aquesta dificultat es realimenta amb la carència de referències de persones en el sector científic i tecnològic. Sobre el talent tecnològic, voldria comentar que actualment tenim molts enginyers, més que mai, però no els inculquem que desenvolupin coneixe-

ment disruptiu. No senten la crida de la disrupció: hi ha aversió al risc, temor del fracàs. Hem de combatre aquesta aversió a fer coses noves liderant la necessitat de coneixement disruptiu.

Quines recomanacions faria per a la formació dels enginyers del futur?

A més de les referències a la integració STEM i combatre la nostra gairebé intrínseca aversió al risc, tenint en compte la necessitat que les nostres empreses creixin i que un percentatge aclaparador són pimes, em centraria en dos aspectes. D'una banda, cal aportar, per aplicar-ho a les necessitats industrials de les nostres empreses, coneixements en els aspectes de gestió, una ciència històrica en la professió, i així aportar més competitivitat als nostres professionals. I, de l'altra, cal recuperar un vell concepte que em repetien en els primers anys d'escola: "enginyer" ve d'"enginy".

"Cal recuperar un vell concepte que em repetien els primers anys d'escola: "enginyer" ve d'"enginy".

"Cal tacar-se de greix, encara que en gran part dels nous processos ja no hi hagi olis".

"Potser cal una integració de l'enginyeria amb les ciències físiques i matemàtiques per tenir una formació global en aquest àmbit".

Entrevista a **Teresa Riesgo**, secretària general d'Innovació, Ministeri de Ciència i Innovació

Teresa Riesgo (Madrid, 1965) és doctora engegnyera industrial per la Universitat Politècnica de Madrid. Ha centrat la seva activitat investigadora en el disseny de sistemes encastrats, els sistemes de maquinari reconfigurable i l'electrònica per a la internet de les coses. És catedràtica de Tecnologia Electrònica a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de la UPM (ETSII-UPM), i des del 2020 és la secretària general d'Innovació del Govern d'Espanya.



“Necessitem que les dones entrin amb veu pròpia de manera massiva a estudiar carreres del món STEM”.

Quan parlem d'enginyeria, la manca de vocacions STEM i la dificultat que hi ha en alguns sectors per cobrir la demanda actual de llocs de treball són dos dels temes recurrents. Quina creu que és la cobertura del talent tecnològic que tenim amb els enginyers que hi ha actualment a Espanya i que produeixen les nostres universitats?

La meva opinió és que calen enginyers sempre. Ara mateix ens trobem davant d'una demanda enorme d'enginyers i enginyeres tant a Espanya com a tot Occident. Tenim una manca de talent tecnològic en moltes àrees, especialment en aquelles relacionades amb temes digitals, però també en altres camps que poden cobrir des de l'enginyeria química en la producció d'hidrogen fins a les energies

renovables i l'electrònica de potència, per posar-ne alguns exemples.

A Espanya, a més, perdem un gran nombre de professionals que se'n van a l'estranger. Potser per la manca de competitivitat que tenim en els llocs de treball que oferim, potser per la situació actual de connectivitat global que permet treballar des de casa per a qualsevol lloc del món. Els nostres enginyers, gràcies a la internacionalització dels seus estudis, tenen experiència internacional. A ells els costa molt poc moure's perquè han tingut fins i tot experiència de dobles titulacions en algunes de les millors escoles d'enginyeria d'Europa o dels Estats Units. Veuen com una cosa natural treballar a Espanya o a l'estranger.

Ens trobem davant d'una fuga de talent, que també està ocasionada per la gran prepara-

ció que ofereixen les nostres universitats. Surten al mercat enginyers de qualitat molt alta que tenen una acceptació realment bona a l'estranger per part del món empresarial i fins i tot des d'àmbits amb un matís més científicotecnològic.

Com a país, si ens trobem davant d'un saldo negatiu en la gestió del talent dels nostres professionals; hem de treballar per aconseguir que en vinguin altres. Si no, estarem perduts.

Actualment, les empreses ens transmeten que tenen comandes per cobrir la seva activitat la resta de l'any, però que es troben principalment amb dos problemes: la carència de matèries primeres, com poden ser els xips, i la manca de persones que siguin capaces de dur a terme la feina. En un moment en què l'economia pot ser expansiva, gràcies

als fons europeus, és una pena que, en un país on produïm professionals d'alt nivell i on tenim un índex d'atur elevat, no tinguem preparades les persones adequades per dur a terme aquests projectes.

Això posa de manifest que en el nostre país necessitem tècnics de tots els nivells. Professionals especialitzats amb perfils molt específics i molt actualitzats des del nivell de la formació professional fins a doctors i enginyers en nivells especialitzats i amb talents actualitzats.

Un altre dels aspectes en què cal posar èmfasi és que, si ens trobem davant d'una situació de recerca de talent en àrees de ciència, tecnologia, matemàtiques i enginyeria, necessitem que les dones entrin amb veu pròpia i de manera massiva a estudiar aquest tipus de carreres. No crec que hi hagi discriminació, però hem d'adequar el nostre model educatiu i fins i tot el nostre model social per incorporar el 50 % de la població a aquest tipus de carreres professionals.

És molt complicat saber cap on anirà el món i quins coneixements es necessitaran, però, en aquesta perspectiva d'innovació, quines són les especialitats que creu que més poden créixer dins de l'enginyeria durant els propers anys?

Hi ha molts camps que tindran un creixement espectacular durant els propers anys. Crec que hem d'apostar per qüestions que actualment són essencials, com ara la sostenibilitat. No hi ha empresa gran o amb èxit que no tingui entre els seus indicadors de rendiment aspectes relacionats amb la sostenibilitat. També hi ha oportunitats en l'àmbit de les energies renovables. Per posar-ne alguns exemples a curt termini, destacaria l'hidrogen, l'eòlica mar endins, els nous tipus de panells de cèl·lules solars, l'electrònica eficient, models de consum molt baix, eficiència energètica i, per descomptat, la transformació digital.

L'aposta per qüestions relacionades amb la digitalització del nostre teixit productiu i empresarial també necessitarà professionals que duguin a terme aquestes transicions. Creixeran tecnologies relacionades amb la forma d'administrar i gestionar dades com

el *blockchain* o la ciberseguretat. Sense parlar d'una cosa que comença a sonar, com és la computació quàntica.

També guanyaran rellevància aspectes relatius a tota l'enginyeria més clàssica, com la mecànica o la investigació, el desenvolupament i la implementació de nous materials que s'adaptin més a les necessitats actuals, o l'aplicació de l'enginyeria d'organització als nostres processos.

Aquí vull fer un incís: encara que subratllem que l'especialització és un dels factors clau del futur, és molt positiu que en la formació dels enginyers hi hagi una base que els permeti tornar a aprendre en qualsevol moment de la seva carrera professional. És molt beneficiós que les universitats apostin per ensenyar a aprendre com un dels seus principis bàsics. És molt important tenir una formació de base molt sòlida, encara que això de vegades causi dificultats als nostres estudiants. Per això, hem de ser imaginatius i innovadors en com plantejar aquesta formació per fer-la alhora sòlida i atractiva.

En aquest aspecte, Bolonya ens ha obert una possibilitat molt bona per aconseguir una base sòlida en el grau i una especialització a l'hora de cursar un màster.

És un avantatge que les persones tinguin l'oportunitat de canviar d'opinió o d'especialitzar-se en diferents coses durant la seva carrera professional.

Veurem com durant els propers anys a Espanya sorgirà la necessitat de nous talents que puguem formar a través de màsters o de píndoles formatives, és a dir, de fórmules més dinàmiques que permetin a l'enginyer adquirir coneixements adequats per als nous reptes que hem d'afrontar. És essencial que el món acadèmic i el món empresarial col·laborin i s'escoltin mútuament per aconseguir generar els professionals que demana el mercat.

Vivim un bon moment perquè l'enginyeria i la tecnologia impulsin la nostra economia i el desenvolupament de la nostra societat?

Europa és un moment d'oportunitats. Els fons Next Generation s'anomenen així perquè estan destinats a emprendre els canvis perquè la generació següent visqui en un món millor. Un món més connectat, un món més verd i ecològic, però també un món més inclusiu i més social. Els països més desen-

"El gran nivell dels nostres enginyers fa que siguin atractius per a les empreses internacionals".

"És molt positiu que en la formació dels enginyers hi hagi una base que els permeti tornar a aprendre en qualsevol moment de la seva carrera professional".

"És essencial que el món acadèmic i el món empresarial col·laborin i s'escoltin mútuament per aconseguir generar els professionals que demana el mercat".

volupats i amb més benestar són els que tenen més igualtat, per la qual cosa ara cal posar els bastiments per treballar-hi. En el cas del nostre país, el Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència aposta per uns grans eixos que són els que considerem que poden realment aconseguir aquesta transformació. Parlem de projectes estratègics destinats a assumptes com el vehicle elèctric, l'energia renovable, l'economia circular, el cicle de l'aigua o el sector aeroespacial —que té múltiples reptes per endavant i, molts d'ells, relacionats amb la connectivitat—. Però també altres assumptes com ara la salut d'avantguarda, l'economia de la llengua o l'últim gran PERTE anunciat sobre microxips.

Moltes d'aquestes línies que comenta tenen un component fort d'enginyeria i de tecnologia. És una oportunitat per als professionals de l'enginyeria.

Sens dubte, en la majoria hi ha enginyeria. Enfrontem molts problemes que encara no tenen solució, i aquí han de ser-hi els enginyers per desenvolupar-les. Per citar-ne alguns exemples, cal renovar el parc edifici a Espanya, que comença a estar obsolet, i les pales són

complicades de reciclar. Necessitem tecnologia per veure com ens hi enfrontem. No és només veure com les destruïm, sinó avaluar si podem valoritzar aquests residus.

Hem vist solucions en altres camps que són enginyoses i curioses, com convertir ampelles d'aigua utilitzades en samarretes, però cal aconseguir generalitzar les solucions i poder-hi treballar de manera massiva. Aquí calen bones idees, molta enginyeria, i ens trobem davant de problemes que seran complexos de resoldre.

També cal tenir en compte un altre factor. Les empreses han passat de ser purament generadores de beneficis a estar preocupades també per aspectes d'economia sostenible. Aquest treball, el d'intentar ser més sostenibles, significarà en el futur un augment en la nostra competitivitat. De vegades, posar limitacions a aspectes com les emissions o a no fer dany significatiu —extrem que recull el Pla de Transformació, Recuperació i Resiliència— farà que ens acostumem a treballar així i, en el futur, serem més competitius que altres països on se li ha donat menys importància a aquest tipus d'assumptes.

En el cas del nostre país, també hem de tenir en compte que Espanya no és un país on la



major part de les empreses són grans i tractores, amb un component fort d'innovació. Som un país de petites empreses; per tant, amb poc múscul. Un altre dels objectius d'aquests projectes estratègics és afavorir el seu creixement, posant-les a treballar de manera conjunta amb grans empreses tractores. Hem de buscar la competitivitat del nostre teixit productiu i empresarial; si les nostres empreses no són competitives, no hi haurà feina, no hi haurà impostos ni hi haurà benestar.

I com a conclusió a tot el que hem tractat, quina reflexió com a resum té sobre la manera d'enfrontar els desafiaments que afronta l'enginyeria a curt i mitjà termini?

Ens trobem davant d'una situació en què tant Espanya com Europa necessiten de més talent en enginyeria i tecnologia. A més, aquest talent ha d'estar ben format i ser flexible per adaptar-se a l'entorn canviant al qual ens enfrontem.

És important que no eliminem de l'equació tot el talent sènior que està actiu i que pot i ha de tenir per davant anys d'activitat molt

fructífera, actualitzant simplement alguns dels seus coneixements. Hem de considerar-lo com un actiu molt important en l'escenari actual.

I, finalment, lluitar per incloure en les branques STEM un nombre més gran de dones, que tenen molt per oferir, i no deixar a fora totes aquelles persones que viuen fora de les grans ciutats. Si alguna cosa ens han demostrat els darrers anys, és que la tecnologia actual ens apropa i podem aprofitar aquest talent que viu a ciutats més petites o a l'àmbit rural.

Entrevista a **Antonio Colino**, president de la Reial Acadèmia d'Enginyeria

Antonio Colino (Madrid, 1946) és enginyer de camins, canals i ports per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins Canals i Ports de la Universitat Politècnica de Madrid. Actualment presideix la Reial Acadèmia d'Enginyeria d'Espanya, després d'una llarga trajectòria professional. Ha estat assessor per a temes d'energia de la Unió Europea i de l'Organisme Internacional de l'Energia Atòmica de les Nacions Unides; i ha exercit de conseller i vicepresident del Consell de Seguretat Nuclear. Entre altres distincions, ha rebut la Medalla d'Honor del Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports i la Medalla d'Or de la Societat Nuclear Espanyola.



“La universitat que formi els enginyers del futur els haurà d’ensenyar adaptar-se a l’entorn”.

Alguns sectors tenen dificultats per cobrir la demanda actual de llocs de treball de perfils tècnics. A Espanya, la demanda ha crescut, però no es detecta una manca de vocacions STEM. Com qualifica la cobertura del talent tecnològic amb els enginyers espanyols avui dia?

La situació a Espanya és semblant a la del món occidental. Els nostres estudiants estan abandonant els estudis tècnics, sobretot les dones, amb un percentatge d’un 23 % entre els estudiants d’Enginyeria, que està baixant de manera continuada. Com que el nombre d’enginyers està disminuint, cada vegada resulta més complicat cobrir la demanda de la indústria de manera que se’n satisfacin els requisits i les necessitats. Els graduats espanyols en Enginyeria disposen del talent

i dels coneixements tecnològics necessaris, però requereixen, en incorporar-se a les empreses, rebre d’aquestes una formació complementària que permeti adaptar el seu perfil competencial a les necessitats de la companyia.

Així, hi ha empreses que ja tenen organitzat un sistema de formació en competències digitals pràctiques, complementari, de vegades molt diferent, a l’impartit en les universitats.

I en un futur que es preveu encara més tecnològic, quina és l’evolució tecnològica que s’espera en el sector de la consultoria espanyola?

La consultoria tècnica espanyola haurà d’adaptar-se a la demanda de les empreses fent servir les noves eines tecnològiques que

cada dia sorgeixen. Això requerirà una formació contínua dels professionals no només en la consultoria tècnica, sinó en tots els àmbits de coneixement.

A això podria contribuir una col·laboració més gran entre la universitat i les empreses perquè els titulats deixin les universitats amb les competències que requereixen les empreses i que varien de forma progressiva.

“Cada vegada més, les fronteres històriques entre les enginyeries convencionals es difuminen”

És difícil predir com es transformarà el món de la tecnologia en el futur, també el més immediat, però com s'espera que evolucioni el perfil tecnològic de les demandes d'enginyers? Quines són les especialitats que preveu que creixin més en el futur?

Les tecnologies del futur creixeran de manera exponencial, per la qual cosa l'ensenyament dels estudiants d'Enginyeria s'haurà d'adaptar a les noves tecnologies. Cada vegada més, les fronteres històriques entre les enginyeries convencionals es difuminen, i avui dia qualsevol projecte inclou enginyers i tècnics de diverses especialitats. Cal considerar algunes àrees de coneixement que són transversals: el medi ambient, la bioenginyeria, la intel·ligència artificial, la responsabilitat social corporativa, entre d'altres.

"L'ensenyament dels estudiants d'enginyeria s'haurà d'anar adaptant a les noves tecnologies".

"La universitat haurà d'incentivar les capacitats de recerca i d'innovació orientades a satisfer les necessitats de la societat i de les empreses".

La formació és clau per donar solució a tot allò comentat. Quines recomanacions faria per a la formació dels enginyers del futur?

La universitat que formi els enginyers del futur els haurà d'ensenyar a adaptar-se a l'entorn, que a més varia amb molta rapidesa. També els haurà d'ensenyar a utilitzar les eines que la mateixa tecnologia oferirà als nous professionals. La universitat haurà d'incentivar les capacitats de recerca i d'innovació orientades a satisfer les necessitats de la societat i de les empreses.

La formació basada en projectes és una de les tendències que any rere any es van consolidant i requereix la col·laboració de diferents enginyeries i tecnologies. D'altra banda, no només hem de pensar en la formació en coneixements tècnics, sinó també en habilitats socials com el treball en equip, el lideratge, la comunicació, el coneixement d'altres idiomes, l'adaptabilitat, la flexibilitat, entre d'altres.

05.

les patronals

Entrevista a **Elena Salgado**, presidenta de l'Associació Espanyola d'Empreses de Consultoria

Elena Salgado (Orense, 1949) és enginyera industrial per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials (ETSII) de Madrid, especialitat Energia; llicenciada en Ciències Econòmiques per la Universitat Complutense de Madrid; i màster en Administració d'Empreses per l'EOI. Va ser ministra de Sanitat i Consum (2004-2007), ministra d'Administracions Públiques (2007-2009) i ministra d'Economia i Hisenda (2009-2011). Ha treballat durant dotze anys en diverses empreses de l'àmbit de la consultoria i les telecomunicacions, i des del 2016 és presidenta executiva de l'Associació Espanyola d'Empreses de Consultoria (AEC).



“L’adquisició de noves capacitats digitals és fonamental per seguir el ritme de l’evolució tecnològica”.

L’AEC agrupa vint-i-cinc empreses, les companyies espanyoles de consultoria i tecnologies de la informació més importants del país. Dona feina a més de 200.000 professionals que majoritàriament (63 %) són titulats superiors. Quina part d’aquest col·lectiu són enginyers en les empreses associades? Quins rols ocupen en les empreses? Quin perfil tenen?

El 66 % dels titulats superiors de les empreses que pertanyen a l’AEC estan graduats en disciplines STEM.

Aquestes disciplines inclouen majoritàriament titulats en Enginyeria Informàtica, de Telecomunicació, Electrònica, Industrial..., però també en altres matèries com Matemàtiques, Robòtica, Biotecnologia, etcètera.

Les contractacions han tornat a pujar el 2021 un 4,2 %, i les plantilles de l’AEC s’han incrementat gairebé un 9 %. Quines necessitats d’enginyers té el sector de la consultoria? Quina projecció de futur es fa sobre el nombre d’enginyers que es necessitaran durant els propers cinc o deu anys?

Les empreses de consultoria han de donar resposta als creixents projectes de transformació digital en què estan immerses organitzacions de tots els sectors, i la necessitat de comptar amb talent qualificat es fa palès any rere any. Tot i que no és fàcil fer una previsió a mitjà i llarg termini, la demanda d’enginyers en el sector de la consultoria creixerà, almenys, en un percentatge similar al que ho estan fent les contractacions.

Aquesta demanda es veurà reforçada per l’augment de projectes d’alt valor afegit finançats amb els fons europeus, per als quals les capacitats dels enginyers seran fonamentals. A més de coneixements tècnics, els enginyers poden aportar una visió de negoci i solucions innovadores que permetin a les organitzacions guanyar competitivitat en un entorn d’acceleració de canvis tecnològics.

“A més de coneixements tècnics, els enginyers poden aportar una visió de negoci i solucions innovadores”.

Hi ha un debat obert sobre la manca de vocacions STEM a Espanya i la dificultat que tenen alguns sectors per cobrir la demanda actual de llocs de treball amb aquests requisits, que han crescut els darrers anys com ja hem comentat. Com qualifica la cobertura del talent tecnològic amb els enginyers espanyols avui dia?

El nombre de matriculats en graus d'Enginyeria i Arquitectura s'ha reduït un 9 % en els darrers cinc anys; i el percentatge de titulats en aquestes matèries ha baixat un 36,7 % respecte al 2015. Aquestes dades contrasten amb l'alta demanda de professionals STEM de les consultores, que cada any tenen la necessitat d'augmentar les seves plantilles, engrandint la bretxa existent entre el capital humà requerit i el talent disponible. A més, la consolidació de les fórmules de teletreball no només durant la fase crítica de la pandèmia, sinó també actualment, ha motivat que la competència pel talent tecnològic sigui una competència global, és a dir, els enginyers espanyols, i amb residència a Espanya, són demandats per empreses que operen en altres països. Aquesta circumstància, amb aspecte de permanència, agreuja el dèficit de titulats

STEM en les nostres empreses i institucions. En aquest marc, és imprescindible augmentar la presència femenina en carreres tècniques. El curs 2020-21, el percentatge de dones matriculades en Enginyeria no va arribar al 30 %, i les titulades el 2019-20 amb prou feines van superar el 32 % del total.

Les empreses de l'AEC participen en iniciatives per fomentar les vocacions STEM des de molt joves i per donar més visibilitat a les dones en el sector TIC, potenciant referents femenins que inspirin les joves a unir-se al sector tecnològic.

I en un futur que es preveu encara més tecnològic, quina és l'evolució tecnològica que s'espera en el sector de la consultoria espanyola?

La inversió en innovació és essencial per desenvolupar solucions que responguin a les demandes i necessitats de les organitzacions, i que els permetin afrontar amb èxit els desafiaments del futur.

El 2020, el sector de la consultoria va destinar el 3,9 % dels seus ingressos a la seva pròpia innovació, que en valors absoluts representa un 30 % més que la inversió feta l'any anterior.

Segons les darreres xifres disponibles, les consultores generen més del 37 % dels seus ingressos mitjançant projectes que exigeixen el domini de tecnologies com ara cloud computing, big data, dispositius de mobilitat en xarxes socials, internet de les coses (IdC), intel·ligència artificial, automatització del treball humà o blockchain, així com de metodologies àgils i design thinking. Així mateix, el 2020, els ingressos provinents de l'aplicació d'aquestes tecnologies i metodologies han suposat 5.300 milions d'euros, un 26 % més que l'exercici anterior.

Aquestes dades posen de manifest la vocació d'innovació de les consultores i l'esforç d'inversió en R+D+I que realitzen cada any per seguir a l'avantguarda tecnològica, i que és molt superior a la mitjana nacional. Les previsions indiquen un increment d'aquestes xifres durant els propers anys, conseqüència del desenvolupament més gran de les noves tecnologies i de la seva aplicació en la posada en marxa dels projectes finançats amb els fons europeus Next Generation, que tenen entre les seves prioritats la transformació digital.



És difícil predir com es transformarà el món de la tecnologia en el futur, fins i tot el més immediat, però com s'espera que evolucioni el perfil tecnològic de les demandes d'enginyers? Quines són les especialitats que preveu que creixin més en el futur?

Segons les previsions i tenint en compte el desenvolupament i progrés de les tecnologies emergents, les ocupacions més demandades el 2025 seran:

- Especialistes en la internet de les coses
- Analistes i científics de dades
- Especialistes en *big data*
- Especialistes en intel·ligència artificial i *machine learning*
- Arquitectes de seguretat informàtica
- Desenvolupadors de programari i aplicacions
- Especialistes en processos d'automatització/robòtica
- Enginyers en finances i tecnologia (*fintech*)

Així mateix, es preveu una futura demanda d'aquests perfils tecnològics, que es complementaran amb capacitats de consultoria i gestió d'empresa com economia, màrqueting, estratègia, etcètera.

La formació és clau per donar solució a tot allò comentat. Quines recomanacions faria per a la formació dels enginyers del futur?

Les consultores s'esforcen cada any a actualitzar els coneixements i les competències dels seus professionals, i inverteixen en formació per empleat més del triple que la mitjana nacional i en programes de pràctiques que incentivin la incorporació de becaris a les companyies. El 2021, gairebé el 58 % dels becaris van passar a formar part de les plantilles de les empreses de l'AEC una vegada finalitzat el seu període de pràctiques, enfront del 38 % que ho van fer el 2020. Les companyies de l'AEC demanen professionals que no només siguin capaços d'utilitzar les noves tecnologies, sinó que també puguin innovar i liderar-ne l'aplicació.

A més de la titulació i dels coneixements, l'informe La consultoria espanyola, el sector en xifres, publicat per l'AEC el mes de juliol passat, posa de manifest que les consultores valoren en els candidats diverses competències soft que aporten valor afegit als serveis prestats. Entre aquestes competències destaquen la capacitat d'aprenentatge, la capacitat per assumir diferents punts de vista, la

"És imprescindible augmentar la presència femenina en carreres tècniques".

"Es preveu una futura demanda d'aquests perfils tecnològics, que es complementaran amb capacitats de consultoria i gestió d'empresa".

capacitat emprenedora, l'adaptació a noves situacions, la iniciativa i la proactivitat i la comunicació eficaç verbal i escrita.

Cal fer una revisió en el desenvolupament de competències i d'habilitats en tot l'espectre de l'educació. En aquest sentit, l'AEC i les empreses que la integren s'ofereixen a col·laborar amb les institucions educatives per adaptar, en tant que sigui possible, la formació dels professionals a les necessitats del mercat.

Entrevista a **Joan Franco**, president de Tecniberia

Joan Franco Poblet és enginyer de camins, canals i ports i diplomat per l'IESE. El juny d'aquest any ha estat nomenat president de Tecniberia, succeint Pablo Bueno, en el càrrec des del 2019. Compta amb una trajectòria de més de quaranta anys com a empresari. Ha estat fundador de Payma Cotas i BAC Engineering i membre de la Junta Directiva de Tecniberia i Asica. El 2017 va rebre la Medalla al Mèrit Professional del Col·legi d'Enginyers de Camins.



“En la situació actual s’obren dos grans vectors: la transformació digital i la circularitat”.

Tecniberia agrupa gairebé setanta empreses de les més importants del país del sector enginyeria, consultoria i serveis tecnològics. Dona feina a un col·lectiu molt important de professionals. Quina part d’aquest col·lectiu són enginyers en les empreses associades? Quins rols ocupen en les empreses? Quin perfil tenen?

Tecniberia és una patronal de l’enginyeria, en creixement constant. En aquests moments inclou prop de setanta companyies del sector que sumen uns 40.000 professionals, el 90 % dels quals té estudis universitaris. D’aquests 40.000, aproximadament el 70 % són enginyers o arquitectes. S’hi inclouen diversos aspectes del món de la tècnica, per la qual cosa el rol que ocupen aquests enginyers o arquitectes comença

en llocs rasos, i després van prenent responsabilitats en l’empresa a mesura que desenvolupen formació i experiència, de manera que poden tenir càrrecs més rellevants, fins i tot de CEO de la companyia.

De fet, el 40 % dels CEO de l’IBEX són enginyers...

No m’estranya. L’enginyer és un professional que sap pensar, que és analític. Si, a més, ho complementes després amb formacions diferents relacionades amb l’àmbit de responsabilitat que ostenti en la companyia, em sembla que és una formació adequadíssima per a qualsevol tipus d’activitat. Per descomptat, allò que ens ensenyen a les escoles és tècnica, fonamentalment. Em sembla que la feina d’un enginyer és convertir

els coneixements en coses pràctiques que fan més fàcil la vida de les persones, i fins i tot més feliç. Jo soc enginyer de camins, m’he dedicat fonamentalment al món de les carreteres, dels ferrocarrils, i això és fer més fàcil la vida de les persones perquè les comuniquem: tot ho tenen molt més a prop, i això té relació amb la felicitat de la gent.

“El treball d’un enginyer és convertir els coneixements en coses útils per a la gent”.

Sembla que els enginyers són els professionals que més satisfacció personal tenen, pel tipus de feina que fan. Ho veu així?

És curiós perquè crec que els joves no en són conscients i tenim un problema: hi ha menys estudiants d'Enginyeria i Arquitectura. D'altra banda, quan jo estudiava no hi havia pràcticament dones en el món de l'enginyeria, almenys a Camins. Ara sembla que s'hi ha incorporat la dona, però tenim molts menys professionals. És un efecte paradoxal. Alguna cosa hem de fer, perquè crec que venem poc la satisfacció personal de l'enginyeria. Hi ha qui en fa un mainstream, que la gent jove sàpiga que exercir aquesta professió t'omple. Em sembla que des del sector empresarial no ho hem fet bé, i que la universitat no ha tingut la connexió necessària amb aquest sector per vendre millor el producte. Entre tots hem de fer les carreres tècniques més atractives perquè si no ens quedarem sense tècnics. I si ens quedem sense tècnics, la primera perjudicada és l'economia nacional.

Falta divulgació de l'enginyeria? O creu que és un problema de la formació bàsica?

Personalment, tinc un bon record de la formació que vaig rebre. Però són estudis amb una certa complexitat, i és per això que molta gent no s'acosta a les carreres tècniques. Però aquesta complexitat t'educa en una cosa molt important a la vida professional, que és l'esforç, i això és necessari durant tota la vida professional. Persistir, ser constant, esforçar-s'hi és fonamental perquè les coses requereixen temps i de vegades és difícil que es duguin a terme.

Les contractacions han tornat a pujar el 2021, un 4,2 %. Quines necessitats d'enginyers tenen els sectors que cobreix la seva associació? Quina projecció de futur es fa sobre el nombre d'enginyers que es necessitaran durant els propers cinc o deu anys?

El perfil d'enginyer és fonamental per a les empreses que tenim a l'associació, i encara ho serà més per dos motius. En primer lloc, perquè a través dels fons *Next Generation* arriba una inversió important de 140.000

milions en moltíssims sectors en què serà absolutament necessari utilitzar perfils tècnics. Ja anem curts perquè les escoles treuen pocs enginyers i pocs arquitectes, i molts no opten pel sector privat, sinó per altres sectors en els quals són més ben retribuïts, o per l'expatriació a mercats exteriors. Aquí hem d'aconseguir una implicació entre el món docent i empresarial, per veure com fem entre tots atractiu el fet que els nostres joves estudiïn Arquitectura i Enginyeria, i que des del sector privat ens puguem nodrir d'aquests professionals, perquè els necessitem i ja estem tenint problemes en aquests moments. Preveig una alta demanda. Recentment, he llegit que durant els propers anys necessitem un milió de professionals d'aquestes característiques tècniques.

"I si ens quedem sense tècnics, la primera perjudicada és l'economia nacional".

De fet, hi ha un debat obert sobre la manca de vocacions STEM a Espanya i la dificultat que tenen alguns sectors per cobrir la demanda actual de llocs de treball amb aquests requisits, que han crescut durant els darrers anys, com ja hem comentat. Com qualifica la cobertura del talent tecnològic amb els enginyers espanyols avui dia?

Crec que ens en falten. El problema és que la tecnologia es caracteritza per avançar ràpidament. No s'espera. I resulta que tenim pocs professionals, necessitem més professionals per acompanyar aquest progrés de la tecnologia amb persones capacitades. Aquí és on es crea aquesta bretxa. Necessitem més professionals formats amb aquestes característiques, i ara amb l'etapa que arriba, molt més. Entrarem de ple en el món de les dades, perquè hem perdut la por a la sensorització. Tot pot tenir un sensor, es pot mesurar la temperatura, les revolucions per segon; es pot mesurar allò que vulguem. Tot això proporciona dades de manera massiva, i el tractament d'aquestes dades, juntament amb la creació d'algorismes per projectar

coses, tot això seran professions STEM. Matemàtics, estadístics, arquitectes, enginyers, tot seran professions d'aquestes característiques. I això ens porta a la intel·ligència artificial, a la IdC, a la robòtica. Això ja és aquí, hem de fer alguna cosa i amb certa urgència. Cal ser atractius, cal vendre aquestes possibilitats de desenvolupament professional. Les empreses i institucions les hauríem de vendre millor perquè els nostres joves es puguin enamorar del que és aquesta professió, aquest camp d'activitat, i hi desenvolupin les seves carreres professionals.

I en un futur que encara es preveu més tecnològic, quina és l'evolució tecnològica que s'espera en els sectors que la seva associació representa?

La construcció, al final, viurà de forma paral·lela a la indústria 4.0, una mena de transformació. Sempre s'ha caracteritzat per fer prototips. Ara, d'alguna manera, vindrà amb força la construcció industrialitzada, ja ho estem veient en l'edificació basada en el BIM (*building information modelling*), i hem començar a ser circulars.



Això implica no emetre CO₂ a l'atmosfera, no generar residus, un respecte a la biodiversitat..., i cal tenir-ho en compte perquè introduirà una manera diferent de fer les coses. Els objectius que ha fixat la Comissió Europea per al 2030 impliquen que totes les emissions contaminants que generem han de ser absorbides per la natura o per la tecnologia, però l'assumpte no es pot quedar aquí. Ho estem veient amb els efectes del canvi climàtic. I els problemes que provoca el canvi climàtic són tan relacionats amb l'enginyeria com les solucions que hem de trobar per poder absorbir tot això. Per això, considero que una de les necessitats que haurem de resoldre amb els nostres professionals serà digitalitzar allò que tenim, sobretot per conèixer-ho.

És difícil predir com es transformarà el món de la tecnologia en el futur, també el més immediat, però com s'espera que evolucioni el perfil tecnològic de les demandes d'enginyers? Quines són les especialitats que preveu que creixin més en el futur?

Jo apostaria per l'enginyeria en general, però hi afegiria l'enginyeria amb moltíssims coneixements d'informàtica, de programació. Perquè, com deia, hi haurà moltes dades, i quan en tens tones cal tractar-les, perquè si no les tractes, què fas amb tantes dades? Les dades les hem d'ordenar, crear els algorismes que ens serveixin per prendre decisions, etcètera. Això serà propi de qualsevol enginyeria, industrial, de camins, aeronàutics... Evidentment, cadascuna tindrà la seva especialització, però cal complementar-ho amb formació en programació i tractament de dades. Ho sensoritzarem tot i, aleshores, caldrà prendre decisions. I per prendre-les, haurem de tractar les dades de manera reflexiva i ordenada. En la situació actual s'obren dos grans vectors: la transformació digital i la circularitat. Així, doncs, aquestes són les dues grans autopistes cap al futur.

La formació és clau per donar solució a tot allò comentat. Quines recomanacions faria per a la formació dels enginyers del futur?

Això és una opinió personal. La formació té les *hard skills* y les *soft skills*. Les *hard* són les matèries del coneixement, les matemàtiques, la física, la química, les matèries pròpies de cada activitat, de cada enginyeria. Això ens ho han d'ensenyar, i no s'ha d'aixecar el peu de l'accelerador. Cal mantenir un nivell potent, perquè ajuda a modelar la reflexió i el pensament. Parlem d'un sector associat al coneixement: ens paguen per pensar i fer coses que funcionin a partir del coneixement. Després, estaria bé que els idiomes es converteixin en una *hard skills*, amb l'anglès com a mínim. Però la universitat ha d'entrenar també les *soft skills*, perquè ajuden a desgreixar. N'hi ha molts que no van a escoles tècniques perquè creuen que només faran problemes matemàtics, i hem de procurar que això no sigui així. Hem de compaginar-ho amb un altre tipus de formació més, que faci atractiu aquest tema perquè els necessitem. El planeta Terra necessitarà això.

Entrevista a **Pedro Mier**, president d'AMETIC

Pedro Mier és enginyer de telecomunicació per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). MBA per ESADE i PADE per IESE. Fundador i president executiu de MIR COMUNICACIONES, SA (1987-2016). Ha fundat i presidit ProEspacio, Associació Espanyola d'Empreses del Sector Espacial, i Aentec, Associació Espanyola d'Empreses de Noves Tecnologies. Actualment és president d'AMETIC, la patronal espanyola de la indústria digital. Conseller del Grup Premo i membre de Space Angels Network. També és membre del Comitè Executiu i president de la Comissió d'R+D+I de CEOE.



“La tecnificació i la digitalització de les empreses és un fenomen imparable, exponencial i rapidíssim”.

AMETIC agrupa les empreses del sector de la indústria tecnològica digital a Espanya. Aquest és un sector clau per a l'ocupació i la competitivitat amb un important impacte en el PIB nacional, amb un col·lectiu molt rellevant de professionals. Quina part d'aquest col·lectiu són enginyers en les empreses associades? Quins rols ocupen en les empreses? Quin perfil tenen?

Majoritàriament, els titulats superiors del nostre sector són enginyers. No hi ha dubte que la formació en enginyeria encaixa totalment en tots els rols: tècnics, de gestió o de direcció. És una formació absolutament valuosa i valorada i, per tant, AMETIC representa sobretot enginyers.

Sabem en quin percentatge?

Les empreses que tenen tecnologia pròpia i que fan innovació poden arribar a tenir entre un 70 o un 80 % d'enginyers. A les empreses que tenen una activitat de serveis poden passar dues coses: d'una banda, el percentatge és més baix i, de l'altra, de vegades hi ha sobrequalificació. És a dir, hi ha llocs de treball ocupats per enginyers que haurien de ser per a professionals d'FP. Això és un problema per a la persona i per a l'empresa. El sector té carència de titulats, sí, però hauríem de tenir més empreses desenvolupant projectes d'innovació propis, bons projectes que siguin atractius per als bons professionals.

A Espanya, el PIB de la indústria és del 14 %, a Alemanya del 32 %. Una diferència és el potencial de l'FP. Creu que és un dels nostres reptes?

Sí, és un gran problema. En un debat recent sobre l'escassetat de mà d'obra del sector es van posar d'exemple les estadístiques de qualificació dels joves entre 25 i 29 anys. Espanya és líder destacat en abandonament escolar i és l'última en graduats en FP. És il·lustratiu perquè, a més, si ens centrem en les xifres de titulats i graduats, veus que són baixes en carreres tècniques. A Alemanya, un graduat en FP té molt de prestigi social. Aquí, l'FP sempre s'ha vist com la via d'escapament per als que no volien estudiar, i això és un problema. Esperem que amb la Llei de l'FP i una millor

dotació de mitjans es transformi el professorat i es presti més aquests estudis.

Aquest és un dels problemes que es detecten en les carreres STEM, oi? Els mestres no estan preparats per contagiar entusiasme per les matemàtiques o la física...

Sí. Si es vol canviar la formació, has de canviar els formadors. Els que tenen vocació són magnífics, però els que no en tenen generen un problema important.

Les contractacions han tornat a pujar el 2021, un 4,2 % Quines necessitats d'enginyers tenen les empreses que cobreix AMETIC? Quina projecció de futur es fa sobre el nombre d'enginyers que es necessitaran durant els propers cinc o deu anys?

El nivell d'ocupació dels enginyers és del 100 %. I en el nostre sector hi ha una falta de professionals que anirà en augment per la tecnificació de les empreses i activitats. Les previsions que es fan són d'escàndol, calen 100.000 professionals més. Ho estem vivint com una de les primeres dificultats. I també cal tenir en compte que alguns enginyers

se'n van a l'estranger. Si volem fidelitzar els enginyers que hem format, se'ls han d'oferir bons projectes i ben pagats. Aquesta és la qüestió: que hi hagi bons projectes en els quals hi hagi innovació i que generin prou marges per a les empreses de manera que permetin pagar bons sous.

Però el salari mitjà aquí és baix...

Perquè no tenim projectes prou atractius lligats a la innovació. Per fer aplicacions de coses que han inventat altres, en tenim prou amb perfils tècnics més baixos. A més, en aquesta situació no pots pagar els salaris que correspondrien a les categories superiors per una qüestió de valor. Per tant, cal formar més professionals, prestigiar-los i aconseguir que les empreses despleguin bons projectes d'innovació, que és on el treball d'enginyer té sentit.

A Espanya hi ha 750.000 enginyers... És una xifra alta, oi?

Sí, em sorprèn. Un altre aspecte que es posa de manifest és que el nivell de formació és bo. Els nostres enginyers estan molt ben valorats fora del país. Per tant, la capacitat de fer bons projectes d'innovació hi és. Però les empreses també han de tenir accés a mercats innovadors, ja que no és un problema de voluntat. Crec que hi ha una part de companyies, sobretot grans, que, de facto, són i actuen com un monopoli en un entorn que no és el que requereix més formació i més talent. Moltes vegades estan copant mercats molt importants. Per exemple, més del 50 % de l'IBEX són bancs i energètiques. Les energètiques són continuadores de monopolis que ja sabem en quin entorn s'han gestionat.



A Catalunya, per exemple, es calcula que hi ha 117.000 enginyers, i un 10 % se'n van a l'estranger, mentre que un 15 % més venen a treballar aquí. Com valora aquest fenomen?

Això passa cada vegada més, i és una arma de doble tall perquè tenir capacitat de captació de talent extern és bo, però seria millor si vinguessin aquí a treballar en els nostres projectes. Amb el teletreball, es corre el risc de descapitalitzar i deslocalitzar, és a dir, que tinguem gent aquí perquè s'hi viu bé, treballant per a empreses de fora. Tornem al mateix tema: el més important és tenir empreses amb bons projectes que generin un mercat propi innovador. Tots els països capdavanters tenen mercats innovadors que utilitzen en benefici propi. En aquest sentit, els Estats Units en són un exemple claríssim.

I en un futur que es preveu encara més tecnològic, quina és l'evolució tecnològica que s'espera en el vostre sector?

A la indústria digital és obvi que la tecnificació i la digitalització de les empreses és un fenomen imparable, exponencial i rapidísim. Totes les empreses necessiten personal tècnic, ja siguin enginyers o professionals experts en tecnologies digitals, de qualsevol àmbit. Hi ha sectors que ja fa anys que estan així, com el financer, però d'altres, com l'agrònom, s'estan digitalitzant i tecnificant ara. La necessitat és absolutament creixent i les oportunitats enormes.

Antes comentábamos que necesitaremos unos 100.000 ingenieros. Si ya somos 750.000 no es ninguna barbaridad. Sería un crecimiento del 15%. Pero en el estudio nos ha salido una cifra más grande. ¿Cómo lo ve?

Si parlem de tecnòlegs, no em sembla exagerat perquè de tecnòlegs n'hi ha de molts tipus i nivells. Això ens porta a actuar en tres camps. Un és la mateixa formació de carreeres STEM, de la universitat. Però un altre és

"En el nostre sector hi ha una falta de professionals que anirà en augment per la tecnificació de les empreses i activitats".

"Si la reindustrialització és un objectiu de primer nivell, com passa a Europa, cal una Vicepresidència de Reindustrialització i Innovació".

"El que més es demanarà és gent capaç d'aprendre al ritme dels canvis".

el reciclatge, el famós reskilling, de persones que treballen en altres àmbits, però tenen una formació de base suficient, tècnica o no tècnica, que els permet requalificar-se. Si no ho fan, perdran oportunitats. També cal millorar capacitats.

En el cas de les tecnologies digitals, el ventall és molt ampli. Estem davant d'una oportunitat enorme i d'un repte terrible. Pot ser un gran èxit fer-ho bé i un gran fracàs no fer-ho. El tot cas, la figura dels enginyers, que ha estat sempre important, ho continuarà sent en un futur.

Al final, la indústria és una forma de desenvolupament del país, que genera un PIB important i una capacitat exportadora. En aquest sector estan més ben pagats i amb ocupació estable...

Sí, no hi ha discussió possible. Sembla que ara també ho entenen els polítics. Des d'AMETIC hem proposat crear una Vicepresidència de Digitalització, Innovació i Reindustrialització, quan la vicepresidència no existia. Pedro Sánchez ens va prendre la paraula i, al final, va nomenar Nadia Calviño. És positiu que digitalització i economia vagin juntes,

però la indústria i la innovació també haurien d'anar de la mà. Si la reindustrialització és un objectiu de primer nivell, com passa a Europa, cal una Vicepresidència de Reindustrialització i Innovació.

És difícil predir com es transformarà el món de la tecnologia en el futur, fins i tot el més immediat, però com preveuen que evolucioni el perfil tecnològic de les demandes d'enginyers?

El que més es demanarà és gent capaç d'aprendre al ritme dels canvis. Això vol dir perfils de formació de base àmplia i amb bona capacitat d'aprenentatge i d'adaptació. Per tant, les *soft skills* prenen cada vegada més importància, és a dir, la capacitat de gestionar equips, de liderar, d'entendre el canvi. I, en aquest sentit, crec que l'especialització serà canviant. La formació de base, important, es completarà amb la capacitat d'aprendre amb allò que pots construir. Anem cap aquí: perfils generalistes, que no superficials, i adaptables. L'escola de debò serà l'empresa.

Quines recomanacions faria per a la formació dels enginyers del futur?

Una aposta per la formació no necessàriament massa llarga, però sí sòlida en les matèries bàsiques, que incorpori les *soft skills*. És molt important que els professors universitaris aportin aquesta experiència. La visió també ha de ser global. La universitat té un repte molt important d'adaptació; si no l'afronta, té el risc de perdre el monopoli de l'ensenyament. De fet, ja hi ha empreses que aposten per les universitats corporatives. La gent, avui dia, cerca aprenentatges ràpids: en sis mesos tenir una base. Els joves ara estan més informats i són més exigents, i les universitats hauran de comprendre aquest canvi de paradigma i deixar d'aplicar una llibertat de càtedra mal entesa. Fa uns quants anys, un titulat buscava grans companyies i la seva estabilitat. Ara prefereixen les empreses emergents amb un projecte motivador. Cada vegada més, la gent jove requereix un propòsit en la seva vida laboral i una formació més completa i humanista. Faríem bé en saber donar-los resposta.

06.

les entreprises

Entrevista a **Àngel Simón**, president d'Agbar

Àngel Simón és enginyer de camins, canals i ports per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i màster a ESADE. Actualment, és president del grup Agbar (Aigües de Barcelona), on treballa des del 1995. La internacionalització de la companyia ha estat un dels seus reptes més grans en el grup. Des del març del 2022, també és vicepresident sènior per a Iberia i Llatinoamèrica a Veolia.



“Les enginyeries del futur han de reforçar la presència de la transició ecològica”.

El sector de tractament d'aigües, manteniment i residus és un sector estratègic per a l'evolució de l'economia. Agbar és el seu operador principal a Espanya. Quina part de la plantilla són enginyers? Quins rols hi ocupen? Quin perfil tenen?

Dins de la nostra activitat, les i els professionals de l'enginyeria hi tenen un paper fonamental. Actualment, la nostra plantilla a Espanya compta amb prop de 950 persones amb titulació en Enginyeria, fet que suposa gairebé un 30 % dels perfils directius, de caps i de tècnics amb aquest tipus de formació. L'enginyeria amb més presència és la Industrial, seguida de la de Camins, Canals i Ports i la Química. La mitjana d'edat d'aquest col·lectiu és de 45 anys, amb un 25 % de gènere femení. Geogrà-

fícament, tant el lloc de procedència com el centre de treball representen pràcticament totes les províncies espanyoles, amb un 3 % de persones originàries d'altres països. A aquest col·lectiu s'hi pot afegir un nombre aproximat de 700 persones més amb formació STEM amb altres titulacions. El conjunt de perfils STEM suposa el 14 % del conjunt global de la plantilla a Espanya.

Els rols que ocupen els enginyers i les enginyeres són diversos tant pel que fa a l'àmbit com pel que fa a responsabilitat. Els més nombrosos són els llocs tècnics i de comandament relacionats amb activitats tècniques vinculades al cicle integral de l'aigua, com les operacions de xarxes d'aigua potable i residual, la gestió de plantes de tractament o depuració, l'oficina tècnica, el telecontrol o altres activitats, i els projectes vinculats

amb tecnologies. També hi ha professionals d'enginyeria en àmbits de direcció, de gerència i funcionals.

“El principal repte d'aquest talent futur serà trobar l'equilibri entre les necessitats de les persones i la cura del planeta”.

Les contractacions han tornat a pujar el 2021, un 4,2 %. Quines necessitats d'enginyers té Agbar a Espanya? Quina projecció de futur es fa sobre el nombre d'enginyers que es necessitaran durant els propers cinc o deu anys?

Les professions vinculades a l'enginyeria seran, sens dubte, cada vegada més rellevants en l'entorn actual i futur. La previsió actual és la incorporació d'un 30 % de nous perfils en el còmput de cinc anys, que s'haurà d'ajustar segons canviïn el context de l'activitat i l'evolució tecnològica.

Un aspecte fonamental en aquests perfils nous és l'adaptació constant dels seus coneixements a l'evolució contínua de les tecnologies actuals i emergents. Perfils en disciplines com l'enginyeria de sistemes o infraestructures d'IT, la de dades (*data scientist* y *data analyst*), la de *machine learning* o la funció de *product owner* són alguns dels perfils que constitueixen una peça fonamental en la digitalització dels nostres processos.

Adicionalment als coneixements tècnics, és fonamental que aquests perfils que se sumin al nostre projecte siguin capaços de desenvolupar aviat certes competències, en-

tre les quals destaquen tres: la flexibilitat i la capacitat d'adaptació al canvi constant; la gestió en entorns complexos i diversos; i el treball en xarxa actuant localment amb una visió global.

Hi ha un debat obert sobre la manca de vocacions STEM a Espanya i la dificultat que tenen alguns sectors per cobrir la demanda actual de llocs de treball amb aquests requisits, que han crescut els darrers anys com ja hem comentat. Com qualifica la cobertura del talent tecnològic amb els enginyers espanyols avui dia?

Efectivament, la vocació de perfils STEM no creix al mateix ritme que la demanda que genera l'evolució tecnològica actual. Això fa que la cobertura de determinades posicions clau sigui especialment complexa i competitiva. Per fer front a aquest repte, a Agbar apostem per l'educació i la formació com a elements essencials, i per això seguim desenvolupant i implementant projectes d'educació per fomentar l'aprenentatge continu. En són exemples el Programa Aquae STEM, orientat a impulsar vocacions STEM en generacions

actuals i futures, o l'Escola de l'Aigua, referent en la impartició de formació en el cicle integral de l'aigua.

I en un futur que es preveu encara més tecnològic, quina és l'evolució tecnològica que s'espera a Agbar i en el sector en general?

El sector de l'aigua, com a sector implicat en la gestió de recursos, està passant un procés de transformació profunda que respon a diverses necessitats. D'una banda, l'imperatiu de ser cada vegada més eficient en l'operativitat alhora que es manté o s'incrementa el nivell del servei als usuaris; i, de l'altra, el desenvolupament de noves eines digitals que millorin i facilitin la salut ambiental i la renaturalització de les ciutats i territoris, complint així amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible. Aquest procés de canvi està lògicament establert en les àmplies possibilitats que presenta la transformació digital. Una evolució que va més enllà de la mera digitalització de conjunts de tasques i que, per maximitzar-ne l'impacte, implica el disseny de processos i el desenvolupament o

l'adopció de tecnologies innovadores. Pel que fa a l'evolució tecnològica, a curt termini hi ha una sèrie de tendències que ja s'estan estenent de forma massiva en el sector, com són la IdC, el data analytics, les noves interfícies i la ciberseguretat. A mitjà termini podem destacar tres tecnologies: la intel·ligència artificial, les rèpliques digitals i la connectivitat 5G, la qual, en facilitar la transmissió de dades i la connectivitat de dispositius, reforça les tecnologies anteriors. Agbar aposta per la integració d'aquestes tecnologies en la seva activitat de manera constant a través de la transformació digital de les seves operacions i processos, i en concret mitjançant la seva xarxa de hubs digitals Dinapsis. Dinapsis és la proposta d'Agbar de transformació digital per a la gestió sostenible de l'aigua i la salut ambiental de l'entorn.

Actualment, els centres Dinapsis són nou centres repartits per tota la geografia espanyola. Inclouen un hub operatiu (amb capacitat de gestionar en temps real els serveis i actius de la manera més eficient), un laboratori d'innovació (espai obert i col·laboratiu on cocrear i desenvolupar solucions innovadores) i un aparador tecnològic o

"Les professions vinculades a l'enginyeria seran, sens dubte, cada vegada més rellevants en l'entorn actual i futur"

showroom, en el qual es presenten totes les iniciatives i tecnologies avantguardistes desenvolupades a la ciutadania.

Si apliquem aquesta evolució tecnològica a les persones, com esperem que evolucioni el perfil tecnològic de les demandes d'enginyers? Quines són les especialitats que preveu que creixin més en el futur?

En un context com l'actual de crisi climàtica, les professions d'enginyeria amb especialització en l'àmbit mediambiental cada vegada són més demanades. Com a exemple, les especialitzacions en energies renovables o en economia circular, com ara les de reutilització de l'aigua o les de revaloració de residus, són avui dia molt valorades. La combinació d'aquestes especialitats amb coneixements addicionals en tecnologies emergents (com ara intel·ligència artificial, data *analytics* o ciberseguretat) marcarà la diferència en el talent dels propers anys.

El repte principal d'aquest futur talent serà trobar l'equilibri entre les necessitats de les persones i la cura del planeta per garantir la disponibilitat dels recursos per a les ge-

neracions futures, i utilitzar la tecnologia a favor d'aquest equilibri. Un altre aspecte que cal destacar en el perfil del talent futur és la seva capacitat de prendre consciència del caràcter de la nostra activitat com a motor per millorar la qualitat de vida de les persones. El nostre contracte social és amb tots els grups d'interès: amb els accionistes, amb els nostres treballadors (a través d'una ocupació de qualitat), amb els nostres proveïdors i amb les persones de les comunitats en les quals operem.

La formació és clau per donar solució a tot allò comentat. Quines recomanacions faria per a la formació dels enginyers del futur?

Les enginyeries del futur han de reforçar la presència de la transició ecològica com a element subjacent i principal de qualsevol obra, projecte o actuació d'enginyeria a qualsevol escala, incorporant-hi, a més, una visió de la sostenibilitat que integri els impactes ambientals, econòmics i socials. En consonància, la formació dels enginyers i enginyeres del futur també ha de reforçar la presència d'aquests aspectes.

De la mateixa manera, incorporar-hi la dimensió digital és intrínsec a qualsevol formació professionalitzadora, i molt especialment a les enginyeries. I fer-ho no només des d'una perspectiva d'usuari, sinó també des de les competències de la transferència i l'aplicació de tecnologies disponibles o en desenvolupament a la transformació de processos operacionals, de gestió de projectes i d'equips humans. Fer confluïr i coexistir la dimensió física i tangible i la dimensió digital és essencial.

Finalment, les enginyeries (algunes més que altres) tenen el gran repte de convertir-se en estudis (i professions) atractius per al sexe femení, i així superar l'actual bretxa de gènere en aquestes carreres. Els factors que expliquen aquest fenomen són diversos. No obstant això, la revisió del disseny dels estudis, la construcció del propòsit al voltant d'aquests i la generació de referents femenins dins del mateix desenvolupament de les carreres (professorat i professionals del sector) poden contribuir d'una manera important a incrementar l'atractiu d'aquests estudis.

Entrevista a **Miguel Ángel López**, president de Siemens Gamesa

Miguel Ángel López (Frankfurt, 1965) és diplomad en Administració d'Empreses per la Berufsakademie Mannheim i té un MBA de la Universitat de Toronto. Des del març del 2021, és conseller de Norma Group SE a Alemanya, càrrec que combina amb el de CEO de Siemens a Espanya. Va arribar a aquesta posició després de passar per diversos llocs com el de director de finances de Siemens Gamesa Renewable Energy, el de director financer de la Unitat de Negocis d'Interior i Infotainment dins de la recent creada Siemens VDO AG, o el de CFO de la Unitat de Negocis de Controls i Distribució de Baix Voltatge a Siemens Automation & Drives.



“Creiem que en un futur hi haurà gran demanda d'enginyers per respondre a les necessitats de la transició energètica”.

El sector de la tecnologia és un sector estratègic per a l'evolució de l'economia. Siemens Gamesa en un *player* molt important a Espanya. Quina part de la plantilla són enginyers?

Més de la meitat de la plantilla de Siemens Gamesa a Espanya prové de carreres d'enginyeria. Aquests perfils es troben distribuïts de cap a cap en tota la cadena de valor: des del disseny, fabricació i instal·lació d'aerogeneradors fins a la seva operació i manteniment. Som una empresa tecnològica amb uns resultats que estan determinats en gran part per la qualitat dels nostres productes i per la nostra capacitat per oferir-los al mercat de forma competitiva. Com a mostra de la importància que donem a

la tecnologia i a la innovació, Siemens Gamesa té diversos centres d'R+D al món, i un dels més importants se situa a Pamplona. Amb més de 360 enginyers, aquest centre és el més gran del sector eòlic a Espanya.

Quins rols ocupen aquests enginyers? Quin perfil tenen?

Disposem d'enginyers en diverses àrees de la companyia, amb un pes especial en departaments com R+D, IT, Operacions i Producció. La nostra presència industrial, amb nou plantes a Espanya que donen feina a unes 1.200 persones, requereix clarament una important presència d'enginyers no només pel component industrial, sinó també pel que fa a la innovació dels dissenys i dels processos.

Quines necessitats d'enginyers tenen a Espanya? Quina projecció de futur es fa sobre el nombre d'enginyers que es necessitaran durant els propers cinc o deu anys?

En un context volàtil i incert com l'actual és més difícil que mai predir el futur, però tenim una sèrie de dades que ens poden donar algunes pistes com són l'emergència climàtica o les estimacions de l'Agència Internacional de l'Energia sobre instal·lacions eòliques, que preveu que es triplicaran per al 2030. De fet, Siemens Gamesa va finalitzar l'any 2021 amb una sòlida cartera d'encàrrecs de 32.500 milions d'euros, una xifra que reflecteix l'enorme potencial de l'energia eòlica. Amb tot això podem estar d'acord amb el fet que la projecció és de clar creixement de la indústria i que, juntament amb els nous

reptes tecnològics com l'economia circular, el desenvolupament potencial del sector eòlic marí o la revolució de l'hidrogen verd, requeriran la incorporació de nous perfils d'enginyeria que contribueixin al creixement tant en tecnologia com en presència industrial per assegurar que mantenim el nostre lideratge.

Hi ha un debat obert sobre la manca de vocacions STEM a Espanya i la dificultat que tenen alguns sectors per cobrir la demanda actual de llocs de treball amb aquests requisits, que han crescut els darrers anys com ja hem comentat. Com qualifica la cobertura del talent tecnològic amb els enginyers espanyols avui dia?

Siemens Gamesa és un líder global en la indústria eòlica, i com a empresa internacional, l'estratègia de captació de talent també és global. Com indicava abans, a Espanya tenim un dels nostres principals centres d'R+D, cosa que obeeix a diferents criteris, un dels quals és el nivell dels enginyers que surten de les universitats espanyoles. Això parla bé del talent a Espanya, però seria un error cau-

re en l'autocomplaença i no entendre la necessitat de millorar. Competim en un mercat global amb perfils increïblement potents en tots els continents.

I com veu el futur en aquest sentit? Hi haurà més demanda?

Creiem que en un futur hi haurà una gran demanda d'enginyers per respondre a les necessitats de la transició energètica i a les oportunitats de construir un món més sostenible. Tot i això, les vocacions en aquestes carreres estan baixant en molts països. Com que els alumnes decideixen les carreres cada vegada més joves, creiem que és fonamental apropar-los des de primària a aquestes disciplines a través de programes que els mostrin el costat més atractiu de les STEM, així com la seva utilitat, en particular en l'àmbit de l'enginyeria. Per això estem fent grans esforços per fomentar les vocacions STEM.

Teniu programes propis en aquesta línia?

Hem apostat per un videojoc sobre energia i sostenibilitat anomenat Planet Rescuers, creant una versió educativa a Minecraft Education Edition. També oferim a universitats l'oportunitat de participar en programes d'aprenentatge mitjançant una resolució de reptes vinculats a la transició energètica, l'economia circular i la lluita contra el canvi climàtic. Un aspecte important que hem de millorar en relació amb les vocacions STEM és la necessitat d'una incorporació més gran de les dones. Els percentatges de dones en carreres STEM se situen actualment entre el 25 i el 28 %. Si fóssim capaços d'elevare aquests números, estariem alliberant un gran potencial per a les empreses.

D'altra banda, per incrementar l'impacte dels nostres programes ens associem amb institucions que comparteixen la nostra preocupació pel dèficit de vocacions STEM, com la Reial Acadèmia d'Enginyeria a Espanya, els governs locals –com és el cas del Govern del País Basc- o l'organisme de l'ONU per a la divulgació dels Objectius de Desenvolupament Sostenible, UN Sustainable Development Solutions Network.

I en un futur que es preveu encara més tecnològic, quina és l'evolució tecnològica que s'espera en les seves empreses i en el sector en general?

La nostra visió passa per un futur de sostenibilitat basat a buscar oportunitats per assolir una taxa d'intensitat de carboni de zero emissions per MW instal·lat sense cap compensació (*offset*). Algunes de les principals actuacions seran la substitució dels sistemes actuals de calefacció i refrigeració per noves alternatives amb zero emissions de carboni, i l'autogeneració en els parcs eòlics i les fàbriques.

El compromís amb l'economia circular és un altre dels pilars de futur. La majoria dels components d'un aerogenerador ja són reciclables, però les pales dels aerogeneradors, en concret, representen un repte a causa dels materials utilitzats i de la complexa composició. Siemens Gamesa va llançar fa uns mesos la primera pala reciclable del món, la qual ja s'està comercialitzant. A més, ens hem marcat com a objectiu que totes les nostres turbines siguin 100 % reciclables el 2040, i que les pales siguin totalment reciclables el 2030. Això marca una fita en el

"La projecció és de clar creixement de la indústria".

"El potencial desenvolupament del sector eòlic marí o la revolució de l'hidrogen verd requeriran la incorporació de nous perfils d'enginyeria".

"Creiem que és fonamental apropar els alumnes des de primària a aquestes disciplines STEM".

"Cal enfortir la formació de persones orientades a resultats i clients, innovadores, amb iniciativa i passió".

camí cap a una cadena de valor dels aerogeneradors totalment reciclable.

La digitalització també hi jugarà un paper clau. Ja ho està fent, però encara serà més rellevant a l'hora de, per exemple, millorar el cost de l'energia gràcies al seu potencial impacte en assolir una eficiència operativa més gran, la presa de decisions i l'eficiència de costos.

Si apliquem aquesta evolució tecnològica a les persones, com s'espera que evolucioni el perfil tecnològic de les demandes d'enginyers? Quines són les especialitats que preveu que creixin més en el futur?

Tenint en compte tot el que hem dit abans, és complicat centrar-se en una sola especialitat, ja que això depèn de la part de la cadena de valor en la qual ens centrem.

La formació és clau per donar solució a tot allò comentat. Quines recomanacions faria per a la formació dels enginyers del futur?

Seguir potenciant els punts forts que històricament han caracteritzat les enginyeries a Espanya, com és una sòlida base tècnica, i desenvolupar un altre tipus de competències que cada vegada són més imprescindibles en qualsevol indústria global. També considero importants les pràctiques empresarials, que són el millor complement de la teoria tècnica. És necessari també enfortir la formació de persones orientades a resultats i clients, innovadores, amb iniciativa i passió, que vulguin tenir un impacte en allò que fan amb alts estàndards de qualitat, exigents amb elles mateixes i sobretot respectuoses amb les persones i el seu entorn.

Entrevista a **Albert Cuatrecasas**, director general a Espanya a Cellnex Telecom

Albert Cuatrecasas Freixas és enginyer de telecomunicació per la Universitat Politècnica de Catalunya i diplomat en Direcció General (PDG) per IESE. Fa vint-i-dos anys que treballa a Cellnex Telecom, on des del 2017 és director general de la divisió espanyola, Cellnex Espanya, després d'ocupar diferents càrrecs. Abans d'unir-se al Grup Abertis, Cuatrecasas havia treballat a Cluster Competitiveness, a Sandvik-Kanthal i a Abengoa.



“L’enginyer del futur haurà d’incorporar les novetats tecnològiques de manera molt àgil”.

El sector de les telecomunicacions és un sector estratègic per a l’evolució de la tecnologia i, per descomptat, de l’economia. Cellnex és el seu principal operador a Espanya. Quina part de la plantilla són enginyers?

A Cellnex Espanya tenim 950 empleats. El 33 % són enginyers en telecomunicació, però, si distingim entre enginyers i enginyers tècnics, tenim que el 26 % són enginyers superiors i el 21 %, tècnics. Un 38 % dels treballadors són graduats en FP.

Quin perfil tenen i quins rols ocupen aquests enginyers?

Tenim enginyers de telecomunicació júnior o sènior que ocupen posicions de caps de

departament, d’equips, directors de projecte, analistes, experts en suport, tècnics, desenvolupament de negoci, desenvolupament comercial..., tant en àrees d’operacions comercials, i tant en àrees de client com de xarxa, operacions de camp i infraestructura, administració lateral, NOC, enginyeria, implementació, segments comercials... I tots els directors som enginyers.

Quines necessitats té Cellnex a Espanya?

Cellnex Espanya és el país dins del grup Cellnex amb més diversificació de serveis. Al marge de les torres, que podem considerar infraestructures bàsiques, Cellnex Espanya proveeix serveis de ràdio i televisió (difusió de TDT i FM) als principals clients nacionals i autonòmics, serveis de comunicacions a xarxes de seguretat i

emergència, transport de senyals mitjançant xarxes de fibra i radioenllaços, IdC, etcètera. Hi ha, doncs, una evolució de serveis. Això comporta la necessitat d’enginyers qualificats que ajudin tant en el disseny i l’enginyeria de les xarxes a desplegar com en la provisió, l’operació i el manteniment d’aquestes. La figura de l’enginyer és clau en l’estructura de recursos i professionals de Cellnex Espanya.

“La figura de l’enginyer és clau en l’estructura de recursos i professionals de Cellnex Espanya”.

Quina projecció de futur es fa sobre el nombre d'enginyers que es necessitaran durant els propers cinc o deu anys?

La projecció de futur està lligada directament al creixement de l'activitat. Un dels aspectes clau que pot generar la necessitat d'un volum més gran d'enginyers és la materialització d'allò que anomenem Augmented TowerCo, és a dir, que l'activitat de Cellnex Espanya en el camp dels serveis per a operadors de telefonia mòbil no es limiti a la infraestructura passiva (torre i energia), sinó a la dels equips que es fan servir per a la prestació de serveis. El 5G pot ser una finestra d'oportunitat en aquest sentit perquè ara som operadors de les antenes, però no dels equips. A Polònia ja s'ha externalitzat la xarxa, i tard o d'hora arribarà aquí també l'externalització d'infraestructures passives i actives. I, per tant, sí, necessitem enginyers.

"Cal retenir el talent, i això només es podrà fer oferint feina, bones condicions per al seu desenvolupament i perspectives d'evolució".

"Cellnex vol estar a l'avantguarda de l'evolució tecnològica".

"La formació potencia la visibilitat del talent, i alhora permet que la persona incorpori els valors i la visió de la companyia".

Hi ha un debat obert sobre la manca de vocacions STEM a Espanya i la dificultat que tenen alguns sectors per cobrir la demanda actual de llocs de treball amb aquests requisits, que han crescut els darrers anys com ja hem comentat. Com qualifica la cobertura del talent tecnològic amb els enginyers espanyols avui dia?

Espanya té un teixit universitari impressionant. Els enginyers espanyols surten molt ben formats, i hi ha vocació en el món estudiantil per les carreres d'enginyeria en totes les seves especialitats. Tot i això, s'ha patit una etapa després de la crisi del 2008 en què la falta de llocs de treball en el nostre país ha afavorit la sortida de bons enginyers cap a altres països. Cal retenir el talent, i això només es podrà fer oferint feina, bones condicions per al seu desenvolupament i perspectives d'evolució.

És clar que hi ha una guerra pel talent, i per això cal treballar des de l'àrea de *talent acquisition* per atraure i retenir els talents des de l'origen a través del Projecte Ignició, *pool* de joves talents. Aquest és un projecte estratègic per a Cellnex. El seu valor rau en oferir pràctiques universitàries comple-

mentades amb altres activitats que aportin una experiència positiva a la companyia i un valor afegit als estudiants perquè ens triïn per treballar-hi (*employer branding*). A més, impulsem la diversitat de gènere com a pilar important dins del projecte.

Un dels problemes que tenim com a país és la pèrdua de pes de la indústria en el PIB, si ho comparem amb Alemanya, per exemple.

Alemanya ha encertat una cosa: ha valorat molt l'ofici. Nosaltres som enginyers i ens agrada ser-ho, però no cal que tots tinguem tants estudis. I això és un encert.

I en un futur que encara es preveu més tecnològic, quina és l'evolució tecnològica que s'espera a Cellnex i en el sector en general?

Cellnex compta amb un element clau com a base del seu desenvolupament: les infraestructures. Aquestes actuen com a suport per a noves tecnologies. Per exemple, l'aprofitament de les casetes i torres disponibles per a altres serveis va permetre en el seu moment el desplegament de la primera xarxa IdC amb cobertura integral en el nostre país, que compta amb més de tres milions d'elements connectats.

I la tecnologia avança. Com en altres camps, els processos d'automatització de les activitats convencionals permeten alliberar hores de dedicació dels nostres enginyers que es poden invertir en desenvolupament de nous serveis. I Cellnex vol estar a l'avantguarda de l'evolució tecnològica (pol de coneixement). No som un laboratori de desenvolupament de producte, però sí una empresa que pot usar i desplegar aquestes novetats de cara a prestar nous serveis de més qualitat, amb més fiabilitat i millor enfocats a les necessitats dels nostres clients.

Si apliquem aquesta evolució tecnològica a les persones, com s'espera que evolucioni el perfil tecnològic de les demandes d'enginyers? Quines són les especialitats que preveu que creixin més en el futur?

Tots vivim i veiem en el nostre entorn l'evolució de la tecnologia, que cada vegada té més component de programari quan fa uns anys predominava el maquinari. També constatem que la presència del programari comporta nous riscos, com ara ciberatacs i intromissions, cosa que genera una demanda d'especialistes per afrontar-los.

Per tant, el perfil de l'enginyer de futur continuarà tenint un component tradicional en alguns aspectes, però haurà d'incorporar les novetats tecnològiques de manera molt àgil, perquè aquestes es generen a una velocitat impressionant. Per això hi afegim l'agilitat com una nova metodologia que ens fa més eficients i ràpids, i treballant a més des d'una òptica més col·laborativa.

Anys enrere, el pla d'estudis en una universitat patia evolucions constants, per

exemple, en el sector de la informàtica. Potser en altres àrees de tipus més industrial l'evolució no era tan ràpida.

Avui dia tot gira més ràpid, i estar al dia dels avenços tecnològics requereix una formació tècnica continuada. Per posar-ne un exemple: el sector de l'energia. Quan en el nostre país encara s'estan consolidant tecnologies com la solar i l'eòlica, sorgeixen noves fonts alternatives d'energia com les piles d'hidrogen, la presència de les quals, sens dubte, a l'empara de les directrius europees que promouen les fonts d'origen renovable, serà una realitat a curt termini. Un enginyer industrial, per exemple, no pot ignorar aquests avenços, i això obre de manera molt evident nous camps de desenvolupament professional i de demanda d'aquests perfils.

La formació és clau per donar solució a tot allò comentat.

Quines recomanacions faríeu per a la formació dels enginyers del futur?

Efectivament, la formació és clau. Les universitats han d'anar adaptant els estudis als avenços que es produeixen en cada camp. Però l'enginyer acabat de llicenciar, al marge d'adquirir experiència professional treballant, ha de seguir una formació continuada.

A Cellnex Espanya ho tenim clar i invertim moltíssim en formació, tant tècnica com de gestió i en competències. La formació potencia la visibilitat del talent, i alhora permet que la persona incorpori els valors i la visió de la companyia. I en una societat en constant evolució en què la tecnologia canvia i progressa tan ràpid, la formació tècnica continuada (*upskilling* y *reskilling*) dels nostres enginyers és fonamental.

