



# INFORME D'ACREDITACIÓ DEL PROGRAMA DE DOCTORAT (IAPD)

## FASE ESPECÍFICA

### [TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS]

Traçabilitat de les versions del document		
Versió	Data	Modificacions
1	10/05/2021	Autoinforme d'acreditació V1 enviat a GPAQ per a la seva revisió
2	08/06/2021	Autoinforme d'acreditació V2 que incorpora revisió del GPAQ
3	01/07/2021	Autoinforme d'acreditació V3 que incorpora aportacions rebudes durant l'exposició pública i és la versió definitiva per enviar a AQU que ha aprovat l'òrgan col·legiat que estableixi el SGIQ
4	[Data]	Si s'escau, autoinforme que incorpora els requeriments obligatoris d'AQU, un cop acreditat el programa

*S'indiquen les versions mínimes que recomanem que contingui la taula*

**Escola de Doctorat**  
**Universitat Politècnica de Catalunya**

[Darrera actualització GPAQ: Gener 2021]

# Índex

---

## 1. Context

- Dades identificadores
- Presentació del Programa de Doctorat
- Agents que han participat en l'elaboració de l'informe
- Procés d'elaboració de l'informe d'acreditació

## 2. Valoració de l'assoliment dels estàndards<sup>1</sup>

- **Estàndard 1**    Qualitat del programa formatiu
- **Estàndard 4**    Adequació del professorat
- **Estàndard 5**    Eficàcia dels sistemes de suport a l'aprenentatge
- **Estàndard 6**    Qualitat dels resultats

## 3. Pla de millora

## 4. Evidències

---

<sup>1</sup> Els estàndards 2 i 3 es varen avaluar a la fase transversal, en el context d'un seguiment de l'Escola de Doctorat, duta a terme el 29/9/2020.

# 1. Context

## Dades identificadores

<b>Universitat</b>	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
<b>Nom del programa de doctorat</b>	TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS
<b>Codi RUCT</b>	5600834
<b>Enllaç web</b>	<a href="https://tsc.phd.upc.edu/ca">https://tsc.phd.upc.edu/ca</a>
<b>Coordinació del programa</b>	Jaume Comellas Colomé (Cap d'Estudis del Dept.)
<b>Dades de contacte</b>	UPC Campus Nord D5-105, Telèfon: 934016441 <a href="mailto:cap.estudis@tsc.upc.edu">cap.estudis@tsc.upc.edu</a> <a href="mailto:jaume.comellas@upc.edu">jaume.comellas@upc.edu</a>

<b>Responsables de l'elaboració de l'IAPD</b>	Jaume Comellas, Coordinador del programa
<b>Òrgan responsable d'aprovació</b>	Junta del Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions de la UPC
<b>Data d'aprovació de l'informe</b>	12 de Juliol de 2021

## Presentació del Programa de Doctorat

El primer programa de doctorat de Teoria del Senyal i Comunicacions (TSC) va néixer l'any 1987 en el moment en que es va formar el departament amb el mateix nom. Des de 1996 és gestionat a nivell acadèmic i administratiu pel mateix departament. El programa ha anat patint modificacions per tal d'adaptar-se als canvis normatius que s'han produït al llarg dels últims anys. És especialment destacable el canvi en la gestió administrativa derivat de la posada en marxa de la Unitat Transversal de Gestió (UTG) TIC/Campus Nord de la UPC l'any 2019. Pel que fa a la gestió acadèmica, la consolidació de l'Escola de Doctorat de la UPC durant els darrers anys ha suposat una millora en tots els processos (que s'han homogeneïtzat per a tots els programes de doctorat de la UPC).

Bàsicament el programa cobreix la formació de doctorat de l'àrea de TSC, i està orientat a la formació científica en els següents àmbits, tots ells vinculats a les Tecnologies de la Informació i les Comunicacions (TIC):

1. Processament del senyal i comunicacions
  - a. Teoria de la comunicació i la informació.
  - b. Processament d'àudio i de la parla.
  - c. Processament d'imatge i vídeo.
2. Sistemes de comunicacions
  - a. Planificació, operació i gestió de xarxes.
  - b. Comunicacions mòbils.
  - c. Comunicacions òptiques.
3. Microones, fotònica i teledetecció
  - a. Teledetecció, formació d'imatges i productes de valor afegit.
  - b. Circuits i sistemes de RF i microones.
  - c. Antenes.
  - d. Nanosatèl·lits.

## e. Sistemes òptics, fotònics i aplicacions.

Les temàtiques de les tesis cobreixen no únicament la tecnologia bàsica, sinó que també pretenen endinsar-se en el camp de les aplicacions i obrir nous camps de recerca, com per exemple el biomèdic.

El programa de doctorat va obtenir la Menció de Qualitat (2003-2010) i la Menció Cap a l'Excel·lència (2011-2014) del Ministeri d'Educació i va gaudir dels ajuts de mobilitat, que van permetre oferir cursos impartits per professors estrangers de reconegut prestigi internacional. Així mateix cal destacar que el departament de TSC de la UPC va coordinar (2006-2014) el Màster Erasmus Mundus MERIT (European Master of Research on Information and Communication Technologies, amb la participació de Universitat Karlsruhe, Kungliga Tekniska Hogskolan, Université Catholique de Louvain i Politecnico di Torino) que va ser de gran vàlua en la transició cap a l'EEES i en la corresponent adaptació dels estudis de doctorat, així com en la internacionalització dels diferents procediments acadèmics.

## Agents que han participat en l'elaboració de l'informe d'acreditació (Comite d'Avaluació Interna)

Nom i Cognoms	Càrrec	Col·lectiu
Jordi Mallorquí Franquet	Director del Departament	PDI
Jaume Comellas Colomé	Coordinador del Programa	PDI
Beni Vázquez Arenas	Responsable Administrativa del Programa	PAS
Olga Muñoz Medina	Professora del Programa	PDI
Jordi Mateu Mateu	Professor del Programa	PDI
Merce Vall-llossera Ferran	Professora del Programa	PDI
Hector López Menchón	Estudiant del Programa	PDI Estudiant

## Procés d'elaboració de l'informe d'acreditació

Per a la realització de l'informe s'ha dissenyat un procés de revisió (per part de la Comissió d'Avaluació Interna, en endavant CAI, creada ad-hoc) que ens permetrà garantir l'exactitud de la informació i les dades aportades així com la possibilitat d'analitzar aquestes dades i definir accions de millora. Els estaments implicats en l'elaboració i aprovació de l'informe són, a nivell departamental, la CAI i la Junta de Departament. A nivell UPC hi intervenen l'Escola de Doctorat i el GPAQ (Gabinet de Planificació, Avaluació i Qualitat).

El procés per a l'elaboració d'aquest informe d'acreditació ha seguit les següents accions:

- 1) Recollida de dades per part dels responsables (administrativa i acadèmic) del programa.

Data: 26 de Març de 2021

- 2) El coordinador del programa elabora un primer esborrany de l'informe d'acreditació incloent-hi tota la informació del pas anterior i amb una valoració qualitativa inicial de les dades del programa.

Data: 20 d'Abril de 2021

- 3) L'esborrany s'entrega a la CAI que en detecta possibles errors i l'analitza. Com a resultat, es genera un nou document que recull totes les propostes dels membres de la CAI.

Data: 28 d'Abril de 2021

- 4) Un cop el document pren consistència i es consensua dins de la CAI, s'envia a la GPAQ que en fa una anàlisi tecnica i de qualitat.

Data: 10 de Maig de 2021

5) Les modificacions proposades per la GPAQ es valoren a la CAI i s'introdueixen les modificacions oportunes, generant la versió definitiva de l'informe d'acreditació.

Data: 10 de Juny de 2021

6) Document en fase d'exposició pública (14 dies), que consisteix en les següents accions: I) publicació a la pàgina web del departament; II) enviament del document als responsables dels diferents grups de recerca del departament que participen al programa; III) enviament del document al GPAQ. El resultat d'aquesta exposició pública és la millora/correcció de les dades incloses en el document.

Data: 18 de Juny de 2021

7) Edició final i aprovació per la Junta de Departament.

Data: 12 de Juliol de 2021

8) Versió final de l'IAPD enviat per a la seva avaluació.

Data: 13 de Juliol de 2021

## 2. Valoració de l'assoliment dels estàndards

### ESTÀNDARD 1: QUALITAT DEL PROGRAMA FORMATIU

**1.1** El programa disposa de mecanismes per garantir que el perfil d'ingrés dels doctorands és adequat i el seu nombre és coherent amb les característiques i la distribució de les línies de recerca del programa i el nombre de places ofertes.

El programa de doctorat en Teoria del Senyal i Comunicacions de la Universitat Politècnica de Catalunya inclou una gran varietat de temàtiques, íntimament vinculades als projectes de recerca dels diferents grups del Departament, dintre de l'àrea de coneixement que dona nom al mateix [E1.1.1]. Tots aquests grups de recerca tenen els més alts reconeixements a nivell espanyol i europeu, donat l'alt nivell de la seva activitat investigadora [E1.1.2]. Això implica que el programa de doctorat és flexible respecte del perfil acadèmic dels candidats, deixant als tutors i directors de tesi llibertat per escollir els candidats que consideren més adients pel treball de recerca proposat, seguint l'esperit de les més prestigioses universitats del món. En tot cas, una àmplia majoria dels estudiants admesos tenen un perfil dins l'àmbit de les TIC.

Els estudiants que sol·liciten l'admissió al programa de doctorat han de presentar còpia dels seus expedients, tant de grau com de màster, per demostrar que compleixen els requisits legals de titulació per ser admesos. Un cop superat aquest tràmit, i si és necessari amb l'ajut del coordinador del programa, busquen un professor del programa que els faci de tutor segons els seus interessos de recerca i/o les necessitats de recerca dels grups. Un cop el tutor, després d'haver contactat amb el sol·licitant i veure que satisfà els requisits necessaris, accepta l'estudiant, és la Comissió de Postgrau (Comissió Acadèmica del Programa) la que, generalment per unanimitat, realitza l'acceptació final de l'estudiant en el programa. En alguns casos pot demanar informació addicional a l'estudiant i/o al tutor abans d'emetre el veredict. Si fos necessari, i generalment sota el suggeriment del tutor, la Comissió també pot decidir que el doctorand realitzi complements formatius quan el seu perfil d'origen així ho requereix [E1.1.3].

Tots els candidats acceptats tenen el nivell acadèmic exigít, és a dir, un màster universitari o els crèdits equivalents, i el seu perfil s'adequa al tema de la tesi, tal i com ja s'ha explicat. Cal recordar que una condició necessària per a ser admès en el programa és disposar d'un tutor i, per tant, aquest tutor ja actua com a primer filtre per veure si el perfil del candidat s'adequa a la temàtica. És important remarcar aquest punt: cap estudiant és admès al programa si no és capaç prèviament de trobar un professor del programa que s'avingui a ser-ne el tutor. Aquest punt és essencial per garantir la qualitat dels resultats. D'una banda els professors saben el perfil de l'estudiant i decideixen si és oportú incorporar-lo a la seva recerca. De l'altra, l'estudiant sap, des d'abans de ser admès, quina serà la seva temàtica concreta i què s'espera del seu treball. En tractar-se d'uns estudis tan específics i on s'esperen resultats d'impacte, aquest acord previ és crucial. Això queda reflectit en les enquestes als directors de tesi que realitza la UPC [E1.1.4] on es pot veure (tot i que es tracta de manera genèrica tot l'àmbit TIC) que els directors estan en general satisfets amb una valoració de 3.87 sobre 5 en l'enquesta realitzada el curs 2017-18. Cal esmentar que el director de tesi és nomenat per la comissió acadèmica un cop l'estudiant és admès al programa i pot coincidir o no amb el tutor, depenent de la conjuntura del grup de recerca implicat.

Respecte de la procedència geogràfica dels candidats, s'ha de destacar que durant els darrers anys s'ha produït una important incorporació de doctorands de fora d'Espanya, fent que el nombre d'estudiants estrangers sigui pràcticament igual que el de nacionals. S'ha de destacar la presència d'estudiants procedents d'altres països de la

Unió Europea, d'Amèrica Llatina i d'Àsia. El percentatge d'estudiants estrangers des del curs 2016/17 fins al 2019/20 s'ha mantingut en un rang estable entre el 45 i el 50 % [E1.1.5].

El nombre total d'estudiants de doctorat matriculats s'ha estabilitzat un xic per sobre dels cent. Els valors concrets des del curs 2016/17 al curs 2020/21 son 96, 104, 119, 119 i 104 [E1.1.5].

Respecte del nombre de places ofertades, 30, s'ha demostrat adequat a la capacitat d'incorporació de doctorands dels diferents grups de recerca. Tot i que el programa ha sigut flexible, el nombre d'estudiants admesos any rere any s'acosta al de places ofertades. Posant com a exemple els darrers 4 cursos tancats, el curs 2016/17 es van admetre 25 nous estudiants, el 2017/18 en van ser 37, el 2018/19 30, mentre que el curs 2019/20 van ser 29 els estudiants nous admesos [E1.1.5].

De totes maneres, el Departament té capacitat per, en cas de necessitat, acollir un nombre més gran d'estudiants de doctorat. S'ha d'insistir en el fet que la capacitat real del programa està basada en l'activitat dels grups de recerca que no només defineixen les activitats del doctorand, sinó que en la majoria de casos també els aconsegueixen (o els donen suport per aconseguir) beques i/o contractes per assegurar la seva estabilitat. Destacar que la coordinació dels grups ANTENNALAB, RF&MW, RSLAB, constituïts com a Centre Específic de Recerca COMMSENSLAB, va rebre la distinció de Unidad de Excelencia María de Maeztu el 2017, que dona prestigi al programa i, al mateix temps, proporciona beneficioses implicacions en el finançament disponible i ofertes de beques per la contractació d'estudiants de doctorat [E1.1.6]. És també destacable el fet que el Departament va obtenir 3 beques en la convocatòria d'ajuts de Suport a Departaments i Unitats de Recerca Universitaris (FI\_SDUR) de l'AGAUR al 2020 [E1.1.7]. Es tracta del nombre més alt atorgat a un programa de doctorat dins de la UPC i probablement de tot el sistema universitari català. En la convocatòria 2021 n'hi ha atorgat 2 i segueix sent el programa amb major nombre de beques dins la UPC. Pel que fa al repartiment dels estudiants entre els diferents grups de recerca, a [E1.1.8] es presenta l'estudi dels professors del departament que han participat en tasques de direcció i tutoria d'estudiants des del curs 2016-17 fins a l'actual. S'observa que tots els grups de recerca del departament han participat de manera bastant balancejada en la direcció de tesis. Dels 88 professors que compleixen els requeriments per a dirigir tesis del departament, 69 han estat implicats en tasques de direcció/tutoria en el programa, a més a més d'alguns investigadors amb diferents tipologies de contracte post-doctoral. Segons es pot veure a [E1.1.8] i d'acord amb el llistat de [grups de recerca](#) que es troba a l'apartat 4.1 d'aquest mateix document, tots els grups tenen professors implicats en tasques del programa de doctorat: hi ha 3 professors del grup A&MP, 4 d'ANTENNALAB, 5 de CSC, 6 del GCO, 7 del GPI, 6 del GRGM, 4 de RF&MW, 11 de RSLAB, 12 de SPCOM, 6 de VEU i 3 de WiComTec. Per tant, la distribució de doctorands entre les diferents línies de recerca del programa queda ben balancejada i és totalment coherent.

Finalment, esmentar que el Sistema de Garantia Interna de Qualitat de l'Escola de Doctorat disposa del procés [PF.02 Accés, admissió i matrícula](#), recentment avaluat de manera favorable per AQU, que garanteix l'adequada admissió dels doctorands.

## 1.2 El programa disposa de mecanismes adequats de supervisió dels doctorands i, si escau, de les activitats formatives.

La implantació de la plataforma Atenea-PhD [E1.2.1] per part de l'Escola de Doctorat ha suposat una millora important per a la supervisió dels doctorands, ja que permet disposar en un únic lloc de totes les activitats formatives realitzades per cada estudiant. D'altra banda, la connexió d'Atenea-PhD amb el sistema de dipòsit de la recerca de la UPC DRAC fa que totes les contribucions científiques s'actualitzin de manera automàtica en el Document d'Activitats del Doctorand (DAD).

El DAD, que també ha millorat de manera ostensible en els darrers cursos i que s'obté de manera automàtica des d'Atenea-PhD, és una eina de gran utilitat per al seguiment de l'activitat dels doctorands al llarg de la realització de la tesi doctoral. S'utilitza per tant com a principal evidència documental en l'avaluació dels estudiants. A més, quan el doctorand té un director assignat se signa el Compromís entre el doctorand i el director(s) de tesi ([document CDDT](#)) que reflecteix una sèrie de punts als quals es comprometen tant el doctorand com el director(s) incloent-hi, entre d'altres, aspectes laborals i ètics.

El principal mecanisme de supervisió dels doctorands en l'etapa inicial és la presentació del seu Pla de Recerca. Aquest consta de 2 fases: 1) Entrega del document a Atenea-PhD dins d'un any natural a comptar des de la primera matrícula, i 2) Defensa del Pla de Recerca davant d'un tribunal anomenat a l'efecte dins dels primers 2 cursos com a estudiant del programa. En aquest darrer acte el doctorand presenta la seva proposta d'acord amb l'activitat realitzada i amb la recerca necessària per fer una tesi amb indicació del seu horitzó temporal fins a la mateixa defensa de la tesi. En general, aquesta defensa és satisfactòria i en ella el tribunal pot fer recomanacions i observacions al doctorand per al seu futur treball. Aquest és, de fet, l'únic acte específic avaluable que es fa per part de membres diferents del director(es) de tesi durant el procés d'elaboració de la tesi i abans de la seva defensa. Pel que fa a l'avaluació del progrés de la tesi en funció del pla de treball i en relació amb les diferents activitats formatives (assistència a congressos, seminaris o realització de publicacions), la fa bàsicament el director(a) de tesi que ha de fer un informe anual amb el resultat de "satisfactori" o "no satisfactori". La Comissió Acadèmica es reuneix per a ratificar l'avaluació anual dels estudiants del programa [E1.2.2]. L'estudiant que obté un resultat de "no satisfactori" durant 2 cursos consecutius és desvinculat automàticament del programa. Tot i que es tracta de casos molt esporàdics, el coordinador tracta amb els directors implicats els casos on es dona "no satisfactori".

En tot cas, la Comissió Acadèmica del programa de doctorat valora a final de curs tots els doctorands i també pot emetre la seva valoració si aquesta es requereix durant el desenvolupament d'una tesi en concret. En particular, la Comissió ha d'emetre els informes necessaris que acrediten que la tesi és apta per a la seva defensa, abans que aquesta sigui enviada als revisors externs [E1.2.3].

Esmentar finalment que el Sistema de Garantia Interna de Qualitat de l'Escola de Doctorat disposa del procés [PF.04 Supervisió, seguiment i avaluació del/de la doctorand/a](#), recentment avaluat de manera favorable per l'AQU, que garanteix la supervisió, seguiment i avaluació del/de la doctorand/a.

### 1.3 El programa recull les modificacions que s'han introduït en el títol.

El programa de doctorat ha canviat de Coordinador en diverses ocasions de la seva verificació, com a conseqüència dels canvis en la Direcció del Departament, ja que la coordinació del programa recau en la figura del sotsdirector Cap d'Estudis. Actualment és el professor Jaume Comellas Colomé qui coordina el programa.

S'ha produït una reestructuració dels grups de recerca que fan la seva activitat al Campus del Baix Llobregat, creant el nou grup de [COMPONENTS AND SYSTEMS FOR COMMUNICATIONS \(CSC\)](#), sota la coordinació del professor Jordi Mateu i Mateu, dedicat a la recerca de nous circuits, noves tècniques i tecnologies per al desenvolupament i implementació de sistemes avançats de comunicacions.

Potser val la pena comentar aquí que el programa de màster [Erasmus Mundus MERIT](#), que va ser de gran utilitat en la transició del departament de TSC cap a l'EEES es va extingir el 2015. Així mateix, comentar que l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) va crear el seu propi programa de doctorat el 2008, amb la qual cosa alguns professors del nostre departament que realitzen la seva recerca a l'ICFO (entre ells el seu fundador i director, Prof. Lluís Torner) dirigeixen les seves tesis en aquest programa, tot i que estan adscrits al nostre departament.

Respecte de l'informe de seguiment que es va realitzar l'any 2018 s'han realitzat una sèrie d'accions que es reflecteixen en la secció 3 d'aquest mateix IAPD. En tot cas, no s'han realitzat accions que modifiquin la memòria de verificació del programa.

### 1.4 L'aplicació de les diferents normatives es realitza de manera adequada i té un impacte positiu sobre els resultats dels programes de doctorat.

Aquest apartat es va avaluar a la fase transversal, durant la visita a l'Escola de Doctorat, duta a terme el 4/7/2018



## ESTÀNDARD 4: ADEQUACIÓ DEL PROFESSORAT

### 4.1 El professorat té una activitat de recerca acreditada.

En primer lloc, cal esmentar que per tal d'aparèixer en la llista [E4.1.1] de professors del programa (potencials directors de tesis) la Universitat exigeix complir una de les següents condicions: haver dirigit una tesi en els darrers 5 cursos, haver estat IP d'un projecte competitiu en els darrers 5 anys, haver obtingut un sexenni de recerca en els darrers 6 anys (internament es coneix com tenir "sexenni viu"). Dels 101 professors del departament de TSC, 88 [E4.1.1] compleixen aquest requisit, i la majoria d'aquests satisfan les 3 condicions. Els professors del programa de doctorat pertanyen a algun dels grups de recerca llistats a continuació, la majoria dels quals han estat reconeguts per la Generalitat de Catalunya com a Grups de Recerca Consolidats (es marquen amb SGR a la llista, [E4.1.2]) en l'última convocatòria que l'AGAUR va obrir l'any 2017:

- **ANTENNALAB** Antennas and Radio Systems Group (des de 2017 integrat a CommSensLab) (SGR)
- **A&MP** Array and Multichannel Processing Group
- **CSC** Components and Systems for Communications Research Group (SGR)
- **GCO** Optical Communications Group (SGR)
- **GPI** Image and Video Processing Group (SGR)
- **GRCM** Mobile Communications Research Group (SGR)
- **RF&MW** Radio Frequency and Microwaves Systems, Devices and Materials Group (des de 2017 integrat a CommSensLab) (SGR)
- **RSLAB** Remote Sensing Research Group (des de 2017 integrat a CommSensLab) (SGR)
- **SPCOM** Signal Processing and Communications Group (SGR)
- **VEU** Speech Processing Group (SGR)
- **WiComTec** Wireless Communications and Technologies (SGR)
- **CommSensLab** Group of Remote Sensing, Antennas, Microwaves and Superconductivity (Centre Específic de Recerca de la UPC i Unidad de Excelencia María de Maeztu 2017)

Cal esmentar que el Centre Específic de Recerca CommSensLab, format pels grups ANTENNALAB, RF&MW i RSLAB, va ser distingit l'any 2017 com a Unidad de Excelencia María de Maeztu del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia [E1.1.6]. Aquest grup engloba al voltant del 20% del professorat del programa de doctorat.

Remarcar, a més a més, que els grups també reconeguts com a Grups de Recerca Consolidats [E4.1.2] "Tecnologies de Comunicacions" (2017 SGR 891) i "Sistemes de Comunicacions" (2017 SGR 1479) pertanyents al Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC, fundat i dirigit pel professor del nostre departament Miguel Angel Lagunas) inscriuen els seus estudiants de doctorat en el nostre programa.

La major part dels professors UPC que han dirigit tesis tenen un sexenni viu o, per la seva situació professional, no el poden demanar. Dels directors de tesis llegides tenien un sexenni viu el 73,1% en el curs 2016/17, el 88,9% en el curs 2017/18, el 79,2% en el curs 2018/19 i el 100% en el curs 2019/20 [E1.1.5].

Segons la Web of Science (WoS), el conjunt de publicacions del departament fins febrer de 2021 pujava a 4.670 amb un índex-h de 100 [E4.1.3]. Si considerem únicament els darrers anys, des de 2015 s'han publicat 868 treballs amb un índex-h de 37 i un total de 6620 cites. En mitjana, els professors del programa tenen un índex-h WoS proper a 12, amb valors que oscil·len entre 1 i 58. Segurament les xifres reals són lleugerament millors, ja que alguns professors, pocs, no tenen actualitzada la seva informació al Web of Science.

Entre els anys 2015 i 2019 (l'últim publicat al portal de dades de la UPC, [E4.1.4]) el Departament va aconseguir captar més de 4,5 milions d'€ en fons no competitius (principalment convenis de recerca amb empreses i institucions). En aquest mateix quinquenni, el total de recursos obtinguts amb projectes competitius (nacionals i europeus amb un pes aproximat proper al 50% per a cadascun dels tipus) pujà fins a 14.767.258,36 €. Són dades que reflecteixen de manera fefaent l'excel·lència de la recerca duta a terme al Departament, i que suposen un gran impuls en la participació dels doctorands en projectes de gran impacte científic. Tal com es pot veure a [E4.1.5], en la data d'elaboració d'aquest informe d'acreditació (Abril 2021) els professors del departament participen en 55 projectes competitius vius, i 32 d'ells són Investigador Principal ("Coordinador Científic" al document [E4.1.5]) d'almenys un projecte.

Cal destacar que els professors del departament, Adriano Camps Carmona i Juan Pérez Torres l'any 2014, així com la professora Ana Pérez Neira el 2020, han obtingut la distinció **ICREA Acadèmia** de la Generalitat de Catalunya, amb



motiu de la seva excel·lència investigadora i la seva capacitat de lideratge. És també destacable que els següents professors del programa han obtingut la categoria de "Fellow" de l'IEEE (la més alta distinció que atorga aquesta organització): Miguel Angel Lagunas (1997), Adriano Camps (2011), Philippe Salembier (2011), Lluís Jofre (2012), Jordi Romeu (2012), Ana Pérez Neira (2020).

Finalment es mostren alguns reconeixements personals que han obtingut membres del departament en els darrers anys:

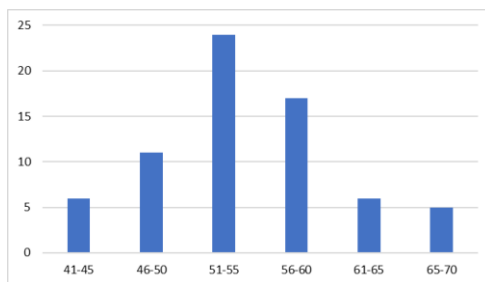
- El Prof. Adriano Camps, en col·laboració amb l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC), ha guanyat el 'Sentinel Small Sat Challenge Award' de l'Agència Espacial Europea (ESA), en els Copernicus Masters Challenge Awards (2017).
- El Prof. Adriano Camps ha estat elegit [President de la IEEE-Geoscience and Remote Sensing Society](#) (2017).
- Amanda Duarte, Xavier Giró, Javier Ruiz-Hidalgo, Marta R. Costa-Jussà, Antonio Bonafonte i Jordi Torres (BSC) han estat distingits amb el [Coffee2Research Award, atorgat per Facebook](#) (2017).
- La Prof. Ana Isabel Pérez Neira ha estat distingida amb el [2018 Meritorious Service Award otorgat per l'EURASIP](#) i ha estat elegida IEEE Director-at-large Region 8 de la [Signal Processing Society](#) (2018).
- El Prof. Lluís Jofre (juntament amb SEAT) va rebre el [Premi Nacional al Partenariat Públic privat en Recerca i Innovació 2017](#) atorgat per la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació, gràcies a la iniciativa [CARNET](#).
- Els Profs. Joan M. Gené, Jose A. Lazaro y Salvatore Spadaro van ser guardonats amb el premi [IEEE Communications Society "Charles Kao Award" 2019](#) al millor article científic en "Optical Communications and Networking".
- La Prof. Marta Ruiz Costa-Jussà va ser guardonada amb el [Google Faculty Research Award 2018](#) per la seva recerca en l'àmbit de Machine Translation.

## 4.2 El professorat és suficient i té la dedicació adequada per desenvolupar les seves funcions.

Com s'ha comentat en l'apartat anterior, el Departament té 88 professors que tenen els requeriments establerts per a dirigir tesis doctorals i, lògicament, estan involucrats en activitats de recerca. Cal esmentar l'alt nombre de professors de nivell 1 (Catedràtics d'Universitat) que segons les [dades UPC](#) de 2020 és de 36, mentre el nombre de professors Titulars d'Universitat és de 47. Pel que fa al gènere, el nombre de professores és de 16, és a dir, un 18,2% del total de professors del departament. Es tracta d'una proporció baixa però que es troba en línia amb el nombre d'estudiantes en aquestes àrees tecnològiques. La UPC ha engegat diverses accions per tal de millorar aquest aspecte.

Un punt altament preocupant respecte del professorat és l'envelliment i la manca de relleu de la plantilla, que pot comportar problemes greus a mig termini. Aquest fet ha provocat que alguns investigadors post-doctorals amb alta activitat de recerca no s'hagin pogut establir i ho hagin hagut de fer en altres departaments dins la mateixa UPC (Marta Ruiz Costa-Jussà, Hyuk Park). En tot cas la manca de relleu no és deguda a la manca d'activitat dels grups de recerca del departament sinó a les restriccions econòmiques a les quals es troba sotmesa la universitat en general i la UPC especialment, juntament amb el fet que el dimensionament de les plantilles es fa únicament en funció de les necessitats docents.

Des del curs 2015/16 fins al 2019/20, el nombre de professors de la UPC (en altíssim percentatge, com no pot ser d'altra manera, del departament) que han dirigit tesis en el programa és de 96 segons la web [d'indicadors de qualitat de l'Escola de Doctorat](#). D'aquests, un 78,7% tenien un sexenni viu [\[E4.2.1\]](#). La notable activitat investigadora dels professors del departament juntament amb l'envelliment de la plantilla abans esmentat, fa que la majoria de professors comptin amb 3, 4 o 5 sexennis de recerca. En la següent figura es mostra la distribució d'edats dels professors que han dirigit/tutoritzat tesis en els darrers cursos. És preocupant que el 75% dels professors tinguin més de 50 anys.



En les enquestes (es realitzen de manera bianual) d'indicació de satisfacció dels estudiants del curs 2015/16 l'àrea TIC va rebre un grau de satisfacció de 3,89 sobre 5. Aquest paràmetre va baixar fins a 3,53 al curs 2017/18 i se situà en 3,70 a la darrera enquesta realitzada al curs 2019/20 [\[E4.2.2\]](#). Les dades de l'enquesta no estan desagregades per programes, per tant es va proposar en l'ISPD fet el 2018 realitzar una enquesta de satisfacció als estudiants just després de presentar la seva tesi doctoral ([\[E4.2.3\]](#), [Pla de millora 1051.M.3.2018](#)). Aquesta enquesta interna del nostre programa (es pot trobar a l'enllaç de [\[E4.2.4\]](#)) totalment anònima i voluntària es va posar en servei el juliol de 2018, i s'envia als estudiants en el moment de depositar la tesi. S'ofereix a continuació un resum dels resultats de l'enquesta en els darrers cursos acabats, pel que fa a les qüestions relatives a la satisfacció dels estudiants amb els seus directors de tesi.

	2017/18	2018/19	2019/20
Selecció tema tesi i etapa inicial	3,25	4,18	4,13
Ajut en preparar articles/informes	4	4,36	4,13
Relació personal	4,25	4,55	4,5
Accessibilitat directors	3,75	4,55	4
Satisfacció amb Director(es)	4	4,36	4,13
Satisfacció Global Doctorat	4,25	4,27	3,63
Número Respostes	4	11	8

## 4.3 El programa de doctorat compta amb les accions adients per fomentar la direcció de tesis.

Aquest apartat es va avaluar a la fase transversal, durant la visita a l'Escola de Doctorat, duta a terme el 4/7/2018

#### 4.4 El grau de participació de professorat estranger i doctors internacionals en les comissions de seguiment i tribunals de tesi és adequat a l'àmbit científic del programa.

Els investigadors del nostre departament han participat en projectes internacionals des del segle passat, la qual cosa implica que han teixit una important xarxa de contactes i col·laboradors científics arreu del món. Els lligams del nostres grups de recerca amb institucions de tot arreu són sòlids i estables. D'altra banda, la coordinació des del departament del MsC Erasmus Mundus MERIT va suposar un salt qualitatiu en el procés d'internacionalització del departament, com ja s'ha comentat en la introducció.

És important esmentar també que alguns dels grups de recerca (SPCOM, WiComTec, GCO) han participat des de 2010 en diverses accions Marie-Curie convocades per la UE per tal de crear xarxes de recerca multi-nacionals potents. Així, gairebé sempre de la mà del CTTC, el nostre programa ha estat implicat en els projectes:

- [H2020-956670-5GSmartFact](#), Marie Curie ITN, 2021-25, Prof. Josep Vidal
- [H2020-765275-ONFIRE](#), Marie Curie ITN, 2020-24, Prof. Salvatore Spadaro
- [H2020-754397-DOCFAM](#), MSCA COFUND 2016, 2019-23, Prof. Joan O'Callaghan
- [H2020-641985-5G Wireless](#), 2015-18, Marie Curie-ITN, Profs. Josep Vidal, Antonio Pascual, Olga Muñoz
- [FP7-264759-GREENET](#), Marie Curie ITN, 2011-2019, Profs. Luis Alonso, Juan Carlos Collado, Silvia Ruiz, Mario García Lozano
- [FP7-286047-WSN4QoL](#), 2011-15, Marie-Curie IAPP, Profs. Luis Alonso, Jordi Mateu, Mario García Lozano

Tots aquests projectes han suposat la captació d'estudiants brillants provinents d'arreu del món així com la participació de directors externs estrangers en el nostre programa.

La participació de membres externs (dels quals una fracció destacable són estrangers) en el programa de doctorat queda reflectida a les dades estadístiques del SGIQ de l'escola de doctorat ([\[E1.1.5\]](#), apartat "Directors i codirectors de tesis dirigides") on es pot veure que des del curs 2015-16 fins al 2019-20 hi ha hagut 26 directors externs (més del 20% del total).

Pel que fa als tribunals de tesi, al document [\[E4.4.1\]](#) es mostra un llistat extret de PRISMA (eina de gestió acadèmica de la UPC on s'introdueixen tots els membres de tribunals de tesi), on es pot observar que des del curs 2015-16 han estat membres dels tribunals de tesi molts investigadors adscrits a institucions/empreses estrangeres. Alguns d'ells són antics estudiants del mateix programa que treballen arreu, mentre que d'altres són contactes fets pels investigadors del departament al llarg dels anys gràcies a la participació en les diferents activitats tecno-científiques. Hi apareixen acadèmics de les següents institucions:

- **Universitats:** Imperial College London, University of London, King's College London, University of Liverpool, University of Edinburgh, Heriot-Watt University (Regne Unit); Technische Universität Dresden, Technische Universität München (Alemanya); Centrale Supélec, Université de Rennes, Lille University (França); Technische Universiteit Delft (Països Baixos); Università degli Studi di Bologna, Politecnico di Milano (Itàlia); Technical University of Denmark (Dinamarca); National and Kapodistrian University of Athens (Grècia); Universidade de Aveiro (Portugal); Universität Zürich, EPFL (Suïssa); Louisiana State University, University of Colorado Boulder, California Institute of Technology, Johns Hopkins University (EEUU).
- **Centres de Recerca:** Eurecom (França), European Space Agency, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (França), European Media Laboratory GmbH (Alemanya), Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (França), Finnish Meteorologic Institute (Finlàndia).
- **Empreses:** Huawei Technologies (França), INFINERA (Alemanya), Huawei Technologies (Alemanya), Google Research (Suïssa), British Telecom (Regne Unit), Cisco Optical GmbH (Alemanya), Qorvo (USA), Huawei Technologies (Suècia).

A més a més, tenint en compte que l'aportació de la UPC per a despeses dels tribunals de tesi és minsa, i que incloure experts internacionals en els tribunals de tesi representa un gran valor afegit des del punt de vista acadèmic, és pertinent esmentar aquí que els pressupostos del departament incorporen, des de fa molts anys, una partida dedicada al cofinançament d'aquestes despeses. En tot cas, aconseguir finançament addicional per a millorar aquest punt ha estat i és una tasca necessària.

## ESTÀNDARD 5: EFICÀCIA DELS SISTEMES DE SUPORT A L'APRENTATGE

### 5.1 Els recursos materials disponibles són adequats al nombre de doctorands i a les característiques del programa de doctorat.

Tots els grups de recerca del departament disposen de sales de doctorands, a on cada estudiant té el seu espai de treball personal i es posen a la seva disposició tots els recursos necessaris per al correcte desenvolupament de la seva recerca. Les sales són prou espaioses per encabir el volum habitual d'estudiants, i se'ls procuren armariets amb clau per tal que els estudiants hi puguin guardar els seus objectes personals. L'agrupació dels estudiants per temàtiques de recerca es demostra beneficiosa, ja que fomenta l'aprenentatge col·laboratiu, i el traspàs d'informació i d'experiències entre ells.

Els [laboratoris de recerca](#) del departament de TSC estan molt ben equipats pel tipus de recerca que s'hi ha de desenvolupar. L'equipament és finançat gràcies als projectes de recerca, tant públics com privats, aconseguits pels professors del programa de doctorat. La majoria de les tesis estan íntimament lligades a aquests projectes i per tant gaudeixen dels recursos captats. Els directores de tesi, en coordinació amb el personal tècnic de manteniment dels laboratoris, s'encarreguen de la necessària formació experimental dels estudiants de forma que puguin dur a terme satisfactòriament les tasques de laboratori que requereix la seva recerca. Atesa l'àmplia varietat de temàtiques de les tesis que s'elaboren al departament, i sovint amb un alt grau d'especificitat en els coneixements necessaris, aquesta és una manera de fer que resulta eficaç.

Els recursos obtinguts en projectes competitiu també permeten que l'estudiant de doctorat pugui assistir al llarg del desenvolupament de la seva tesi a congressos internacionals de reconegut prestigi en els que, a més a més de formar-se assistint a les presentacions dels més importants científics de l'àrea, presenta els seus resultats a la comunitat científica. La participació en conferències internacionals és una de les activitats formatives principals durant la realització de la tesi doctoral.

Pel que fa als recursos informàtics, cal esmentar que el departament, degut a la seva alta activitat, disposa de tècnics IT propis que assessoren als estudiants durant la seva estada. Als estudiants se'ls hi procura un usuari i clau per a la xarxa UPC des de la qual tenen accés a tota la distribució de software amb llicència UPC, i també a software específic dels grups de recerca. El departament també disposa del CALCULA [\[E5.1.1\]](#), que és un servei de computació d'altres prestacions per a la recerca, que facilita l'ús dels sistemes de càlcul dels diferents grups de recerca, proporcionant un mètode per aconseguir l'aprofitament òptim dels recursos i eliminar-ne els colls d'ampolla. CALCULA utilitza com a base el sistema de gestió de recursos [Slurm Workload Manager](#), un planificador de tasques de codi obert àmpliament utilitzat en entorns de supercomputació, i el sistema de fitxers distribuït [GlusterFS](#) per a la gestió de les dades. CALCULA permet una major eficiència en l'ús dels recursos de computació, simplifica el seu accés mitjançant un portal únic i l'organització dels recursos de dades de cada grup de recerca, i homogeneïtza els entorns de computació. La necessitat d'alta capacitat de computació en les diferents línies de recerca del departament ha fet que CALCULA hagi esdevingut en pocs anys una infraestructura de recerca clau.

Així mateix, la biblioteca de la UPC (<http://bibliotecnica.upc.edu/>) posa a l'abast de tota la comunitat acadèmica les més importants bases de dades i fons documentals relacionats amb els àmbits tecnològics, a part de la valuosa, àmplia i actualitzada oferta bibliogràfica que es pot consultar en les seves biblioteques. La major part de la documentació, principalment la més recent, és accessible remotament via internet, el que facilita la recerca d'informació a mesura que es necessita. A més a més, la biblioteca permet accedir a través de UPCommons (<https://upcommons.upc.edu/>) a totes les tesis, projectes fi de carrera, i tesis de grau i màster desenvolupades a la UPC. D'altra banda, al Portal de la Producció Científica dels Investigadors de la UPC ([FUTUR](#)) s'hi pot trobar tota la producció científica dels diferents actors implicats en el programa de doctorat.

Pel que fa a la satisfacció dels estudiants amb els recursos, l'enquesta interna que es realitza des de 2018 [\[E4.2.4\]](#) inclou també qüestions relatives als recursos materials. En la següent taula es mostren els resultats obtinguts en les preguntes relatives a aquests apartats:

	2017/18	2018/19	2019/20
Admissió i matrícula	4	3,91	4,37
Suport Administratiu	4,75	4,18	4,25
Serveis Informàtics	4,25	4	3,88
Laboratoris	4	3,7	3,57
Biblioteca	4,33	3,9	4,37

El Sistema de Garantia Interna de Qualitat de l'Escola de Doctorat disposa del procés [PS.01 Recursos materials i serveis](#), recentment avaluat de manera favorable per AQU, que garanteix l'adequada gestió dels recursos materials i facilita la seva millora.

## 5.2 Els serveis a l'abast dels doctorands suporten adequadament el procés d'aprenentatge i faciliten la incorporació al mercat laboral.

Aquest apartat es va avaluar a la fase transversal, durant la visita a l'Escola de Doctorat, duta a terme el 4/7/2018

## ESTÀNDARD 6: QUALITAT DELS RESULTATS

### 6.1 Els resultats d'aprenentatge assolits es corresponen amb els objectius formatius pretenduts i amb el nivell establert al [Marc català de qualificacions per a l'educació superior \(MCQES\)](#) per als programes de doctorat.

El perfil que es pretén certificar de l'alumne en l'àmbit formatiu respon fonamentalment als següents criteris:

- Rigor en les tasques d'investigació.
- Qualitat en la producció escrita i oral que s'aporta a diferents nivells públics (publicacions, congressos...).
- Anàlisi crítica davant dels resultats obtinguts: saber extreure conclusions.
- Innovació en les propostes per tal que puguin aconseguir una repercussió futura.
- Representació correcta dels resultats obtinguts en gràfics, taules, imatges.
- Coneixement de l'actualitat i l'estat de la qüestió a nivell internacional dels diferents temes.
- Mestratge en la utilització d'equips de mesura.
- Capacitat de contrastar els resultats de les mesures amb les prediccions teòriques.

El sistema d'avaluació per a certificar que l'alumne reuneix els criteris d'aquest perfil comprèn els següents punts clau:

- Tutor de tesi: assessora l'alumne en el procés d'inscripció al programa de doctorat. Així mateix, en cas que el director de tesi sigui extern a la UPC, el tutor fa les funcions d'enllaç entre l'alumne i el director de tesi i entre l'alumne i la Comissió Acadèmica del programa.
- Director de tesi: supervisa i orienta l'activitat de recerca de l'estudiant al llarg del desenvolupament de la tesi doctoral. Així mateix, subscriu la Valoració Anual del progrés del doctorand en el període de recerca. Cal esmentar que, tot i que no hi ha una rúbrica d'avaluació de l'estudiantat, es considera que cada estudiant progressa adequadament en funció, principalment, dels objectius establerts pel director, que en la gran majoria d'ocasions impliquen l'obtenció de resultats científico-tècnics destacables, i que sovint acaben en publicacions d'impacte. És per tant el director l'actor principal en l'avaluació de cada estudiant, valorant (fent ús de la seva expertesa en l'àmbit de treball) el grau d'assoliment dels diferents objectius, clarament relacionats amb els criteris esmentats a l'inici d'aquesta secció. També, el director de tesi suggereix i supervisa activitats complementàries per al desenvolupament de la tesi com estades a l'estranger, assistències a seminaris a la mateixa UPC o externs, o a congressos, o la redacció de publicacions.
- Comissió Acadèmica del programa, que també subscriu la Valoració Anual del progrés del doctorand per tal de donar el vistiplau a la continuació de l'elaboració de la tesi doctoral. El DAD (que com s'ha comentat en la secció 1.2, inclou totes les activitats formatives de cada estudiant) permet als membres de la comissió detectar potencials problemes referents als criteris que la tesi vol certificar, podent-se aplicar mesures correctores per a millorar el procés si es considera oportú. Cal esmentar que en general les avaluacions proposades pels directors són ratificades per la Comissió Acadèmica que només les ha d'esmenar en comptades ocasions intentant sempre la interlocució amb els diferents actors quan hi ha diferències de criteri.
- Presentació i defensa pública del Pla de Recerca davant d'un tribunal nomenat per la Comissió Acadèmica. Aquesta presentació permet donar a conèixer l'àmbit de treball de la tesi, els recursos que s'hi pensen dedicar, possibles línies d'investigació, equipaments a utilitzar així com certificar el caràcter innovador de la proposta. També permet avaluar possibles mancances o plantejaments incorrectes. En cas que la presentació no sigui considerada apta, el mateix programa ja té establert el mecanisme per fer una reconsideració de la proposta.

El document final on es recull el treball dels anys de tesi s'entrega als membres del Tribunal que han d'avaluar la tesi per tal que tinguin una visió, la més àmplia possible, de l'evolució i de la formació de l'estudiant. No és possible el lliurament del treball de tesi doctoral al Tribunal sense l'informe previ favorable dels revisors externs (que han de ser

2 com a mínim), que poden suggerir esmenes per tal de millorar el document. Aquests revisors externs són normalment experts de reconegut prestigi en l'àmbit de la tesi, i la seva participació és proposada pel director de tesi i autoritzada per la comissió acadèmica. El director de tesi es fa responsable de la incorporació, en la versió enviada a dipòsit de la tesi, de les esmenes proposades pels revisors externs.

Des del punt de vista formatiu el programa de doctorat impulsa la realització d'estades internacionals en altres centres de recerca. En aquest sentit es tenen en compte les col·laboracions signades en els convenis de doctorat o també les que mantenen els diferents grups d'investigació. D'aquesta manera s'intenta afavorir que els estudiants puguin gaudir de la menció internacional al títol de doctor.

També s'intenta que l'alumne s'acosti a la realitat empresarial a través de convenis amb empreses del sector. Aquest apartat ha adquirit força importància gràcies a la creació dels doctorats industrials (9 dels 104 estudiants matriculats el curs actual 2020/21 estan realitzant un doctorat industrial, [E6.1.1]). D'altra banda i com ja s'ha comentat en l'apartat 4.4, alguns estudiants gaudeixen de beques en el marc d'accions Marie-Curie, en les quals també hi participen de manera habitual empreses tecnològiques.

## 6.2 El nombre de tesis doctorals defensades, la seva durada i els resultats científics que se'n deriven són adequats i coherents amb el perfil formatiu pretès.

Els valors dels indicadors acadèmics són adequats per les característiques del programa de doctorat atès que les dades que s'ofereixen en els següents paràgrafs així ho certifiquen. Així mateix, les dades ofertes inclouen de manera agregada els darrers 5 cursos finalitzats (2015-16 a 2019-20) per tal de poder veure clarament les tendències més enllà de desviacions puntuals. El detall de cada curs es pot trobar a [E6.2.1].

Al llarg dels 5 anys acadèmics entre tardor de 2015 i 2020, s'han defensat 101 tesis doctorals. Al voltant del 19% de les tesis doctorals llegides han aconseguit la menció internacional, gràcies sobretot als convenis i col·laboracions entre grups d'investigació. En realitat el nombre d'estudiants que efectuen estades temporals en centres estrangers és superior, ja que molts d'ells efectuen estades puntuals per a la realització d'experiments concrets. Aquesta acció permet incorporar innovació als diferents grups i fa augmentar de manera significativa la qualitat i la producció dels grups de recerca. És interessant remarcar com al voltant del 80% dels directors de tesi de la UPC (majoritàriament professors del departament) al llarg del quinquenni acadèmic 2015-2020 tenen un sexenni de recerca viu, la qual cosa mostra la seva implicació persistent i continuada en tasques de recerca.

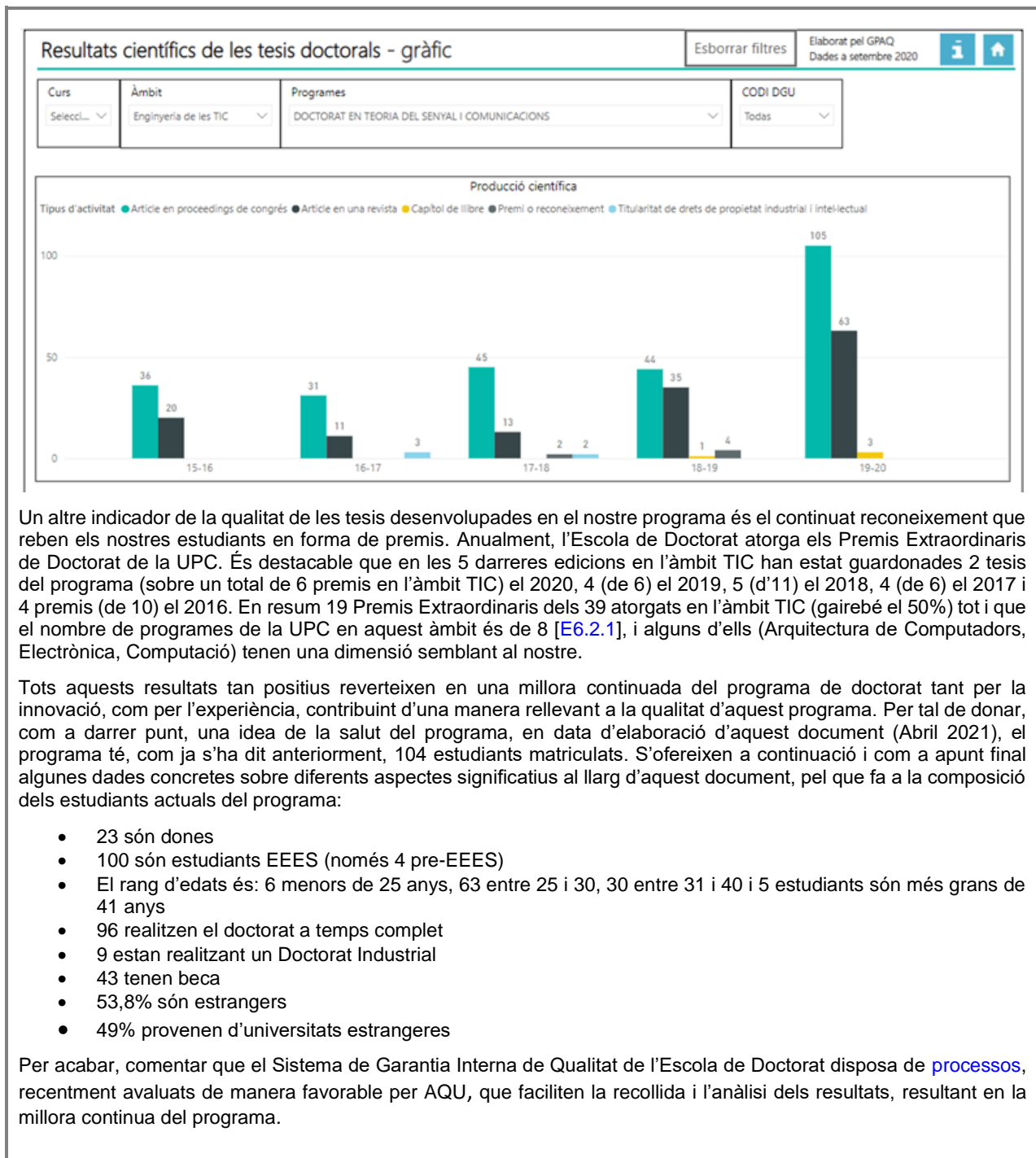
Gairebé totes les tesis defensades en el període analitzat són a temps complet (només 1 de les 101 és a temps parcial). La durada mitjana de les tesis es troba en línia amb la durada mitjana de la UPC, al voltant dels 4 anys. Cal esmentar que el fet d'haver introduït un límit temporal clar en la duració dels programes ha fet que els temps de realització de les tesis s'hagi reduït.

La gran majoria de les tesis defensades (75%) obtenen la qualificació de Cum Laude. És interessant recalcar que al voltant del 50% dels estudiants matriculats anualment han estat estrangers, provinents principalment d'altres països de la Unió Europea, d'Àsia i de l'Amèrica Llatina. A més, aproximadament el 40% dels estudiants matriculats anualment provenen d'Universitats estrangeres.

Pel que fa al percentatge d'abandonament del programa, els valors es movien prop del 7% els cursos 2015-16 i 2016-17, va trobar un mínim del 3% el 2017-18, tornant a pujar al 5,9 % el 2018-19 i essent del 5% el curs 2019-20. Cal esmentar que la taxa mitjana de la UPC es mou al voltant del 9%, per la qual cosa ens trobem en la banda baixa pel que fa a l'abandonament dels estudis.

Pel que fa als resultats científics de les tesis doctorals, la següent figura, extreta directament de l'eina d'indicadors de l'escola de Doctorat [E6.2.1] on s'ha seleccionat des del curs 2015-16 fins al 2019-20, és prou indicativa de l'alta qualitat i productivitat del programa. El salt que s'observa del curs 2018-19 al 2019-20 és probablement degut a la posada en marxa de la connexió directa entre Atenea-PhD (el sistema de gestió de l'activitat dels doctorands, on s'emmagatzemen els DADs) i DRAC (el sistema de gestió de la producció científica de la UPC).







### 6.3 Els doctorands, les doctorandes, les persones titulades i el professorat estan satisfets amb la formació que proporciona el programa de doctorat i amb els seus resultats.

Segons els resultats de les enquestes biennals que es mostren al web de SGIQ de l'escola de Doctorat de la UPC [E6.2.1], la satisfacció global dels estudiants de l'àmbit TIC és alta amb un valor que es mou entre 3,53 i 3,89 en les 3 edicions de l'enquesta. Les enquestes disponibles al "Portal de Dades i Indicators" de la UPC [E6.3.1] ens mostren que la satisfacció dels estudiants del nostre programa (només disponibles de manera segregada pel curs 2019-20) és similar a la de tot l'àmbit TIC.

L'enquesta interna que es va posar en marxa l'estiu de 2018 al nostre programa [E4.2.4] dona resultats similars, tot i que es tracta de mostres petites. Se n'ofereix un resum en la taula següent. Les qüestions relatives a la satisfacció amb els directors de tesi s'han mostrat a l'apartat 4.2 d'aquest document.

	2017/18	2018/19	2019/20
Activitats formatives transversals	3	3,22	3,29
Informació Món Laboral	3,25	3,09	2,71
Satisfacció Global Doctorat	4,25	4,27	3,63
Número Respostes	4	11	8

Els valors més baixos es donen en les activitats formatives transversals i en la informació rebuda sobre el món laboral. L'Escola de Doctorat de la UPC ha endegat algunes accions per tal de millorar aquests indicadors.

Destacar un cop més que el Sistema de Garantia Interna de Qualitat de l'Escola de Doctorat disposa de processos, recentment avaluats de manera favorable per AQU, que faciliten la recollida i l'anàlisi de la satisfacció dels grups d'interès, facilitant la millora continua del programa.

### 6.4 Els valors dels indicadors d'inserció laboral són adequats per a les característiques del programa doctorat.

Les dades mostrades al "Quadre d'Indicadors de l'Escola de Doctorat" [E6.2.1] mostren de nou, pel que fa a la inserció laboral, el valor agregat per tot l'àmbit TIC. En aquest cas les enquestes les fa AQU triennalment des de 2014. Es mostren els resultats de les enquestes en la següent figura:

Satisfacció estudis	Satisfacció feina	Taxa d'ocupació	Taxa d'adequació	Si repetiria el doctorat	Taxa de contracte fix
5,55	5,71	96,6%	62,0%	83,2%	61,4%

Edició	Àmbit	Enquestes	% Participació	Satisf. Estudis	Satisf. Feina	Taxa Ocupació	Taxa Adequació	Si repetiria estudis	Taxa Contracte Fix
2020	Enginyeria de les TIC	61	31,77%	5,51	5,86	96,7%	68,9%	70,5%	53,3%
2017	Enginyeria de les TIC	41	41,00%	5,32	5,79	97,6%	65,9%	87,8%	65,9%
2014	Enginyeria de les TIC	66	70,21%	5,56	5,52	95,5%	72,7%	86,4%	60,6%
2008	Enginyeria de les TIC	ND	ND	5,83	5,72	97,5%	30,0%	92,5%	70,0%
<b>Total</b>		<b>168</b>	<b>43,52%</b>	<b>5,55</b>	<b>5,71</b>	<b>96,6%</b>	<b>62,0%</b>	<b>83,2%</b>	<b>61,4%</b>

Pot observar-se que la mitjana tant de la "Satisfacció amb els estudis" com "Satisfacció amb la feina" pren valors lleugerament superiors a 5,5 (els valors són sobre un màxim de 7). Pel que fa a la taxa d'ocupació, es manté per sobre del 95% que vol dir ocupació plena. Com a punt menys positiu pot observar-se com la "Taxa de contracte fix" ha caigut gairebé en 20 punts durant els darrers 6 anys. Aquest fet pot estar relacionat amb la manca de relleu en les plantilles universitàries que s'ha comentat en apartats anteriors. Actualment, molts doctors que decideixen no marxar a l'estranger es troben en situació de precarietat amb contractes post-doctorals de duració determinada, moltes vegades suportats pels propis projectes dels grups de recerca o dels centres de recerca del país.

Pel que fa a l'any 2020, pot trobar-se una enquesta únicament del nostre programa al "Portal de Dades i Indicators" de la UPC [E6.4.1]. Pot destacar-se que l'Índex de Qualitat Ocupacional (IQO, que posiciona, en una escala de 0 a 100, la qualitat de l'ocupació segons les condicions en: la tipologia i duració del contracte, la retribució econòmica, l'adequació de la titulació amb els estudis i la satisfacció general al lloc de treball) té un valor de 75,3.

Per concloure, a la següent figura es dona informació sobre la naturalesa de les empreses/institucions on es troben els nostres titulats així com el tipus de feina que fan.

	Respostes	%		Respostes	%
En una empresa o altra institució	6	50	Professionals de les ciències físiques, químiques, matemàtiques i de les enginyeries	7	70
A la universitat	3	25	Directors de producció i operacions	1	10
En un centre/institut de recerca	3	25	Professionals de l'ensenyament infantil, primari, secundari i postsecundari	1	10
TOTAL	12	100	Ns/Nc	1	10
			TOTAL	10	100

Cal remarcar que el nombre de respostes a aquestes enquestes és baix ja que un cop els estudiants surten del programa se'n perd el contacte, excepte en aquells casos que es queden en llocs que els permeten seguir prop dels grups de recerca on han desenvolupat la tesi. Una acció de millora de cara al futur consistiria en buscar fórmules que permetin mantenir i enfortir els lligams amb els estudiants un cop han acabat la seva tesi doctoral.

### 3. Pla de Millora

Fruit de l'anàlisi i reflexió del desenvolupament del programa de doctorat, cal proposar un Pla de Millora.

#### Relació de propostes de millora

##### 1051.M.1.2018 Millora de la web de doctorat del programa de TSC

<b>Càrrec:</b>	Director del Programa de Doctorat de TSC
<b>Origen:</b>	seguiment
<b>Estàndard:</b>	Estàndard 2: Pertinència de la informació pública
<b>Diagnòstic:</b>	Als llocs web de l'Escola de Doctorat ( <a href="https://doctorat.upc.edu/ca/programes/teoria-senyal-comunicacions">https://doctorat.upc.edu/ca/programes/teoria-senyal-comunicacions</a> ) i del Programa de Dcotorat de TSC ( <a href="http://www.tsc.upc.edu/doctorat">http://www.tsc.upc.edu/doctorat</a> ) proporcionen tota la informació als punts inclosos a la Taula 1.1. En relació als descriptors de qualitat del programa recollits a la Taula 1.2, cal dir que alguns no hi estan referits i que alguns altres no estan actualitzats. També cal dir que la informació està dispersa i que seria més eficient concentrar-la i uniformitzar-la
<b>Implica modificació de la memòria verificada?:</b>	No
<b>Objectius a assolir:</b>	Concentrar, actualitzar i simplificar l'accés a la informació indicada en les Taules 1.1 i 1.2
<b>Accions proposades:</b>	Millorar la web de doctorat de TSC. Aquesta acció està lligada a l'actualització de la web del departament que es portarà a terme en els propers mesos.
<b>Indicadors i valors esperats:</b>	Informació més actualitzada de tots els processos relacionats amb el programa de doctorat. Indicadors quantitius de tots els paràmetres necessaris en l'avaluació del programa de doctorat
<b>Abast:</b>	Programa de doctorat en Teoria del Senyal i Comunicacions
<b>Prioritat:</b>	mitja
<b>Termini:</b>	23/1/2020
<b>Estat:</b>	Finalitzada
<b>Actuacions realitzades:</b>	Al llarg del primer semestre de 2018 es va canviar de forma significativa la pàgina web de doctorat ( <a href="https://tsc.phd.upc.edu/en">https://tsc.phd.upc.edu/en</a> ). Amb l'objectiu de simplificar tots els processos, es va enllaçar la web del programa de doctorat del departament amb la de l'escola de doctorat. Tanmateix, tota la informació relativa als resultats de recerca es va enllaçar directament al Futur-UPC. Pel que fa a la informació dels grups de recerca i professors del programa, d'una banda es va emplaçar a tots els grups a actualitzar els seus llocs web (incloent-hi enllaços directes al programa de doctorat). En l'actualitat gairebé tots els webs dels grups de recerca s'han adaptat a l'estàndard de les pàgines web UPC. Per altra banda, el professorat adscrit al programa de TSC s'extreu directament de la pàgina web de l'escola de doctorat que conté informació actualitzada. Durant la tardor de 2020 es van fer unes modificacions lleugeres en haver-se canviat també la web de l'escola de doctorat, amb la qual està fortament enllaçada. En la nova web del programa s'hi inclouen dades de les Taules 1.1 i 1.2 de l'ISPD presentat al 2018. Finalment, comentar que es va aprofitar l'oportunitat per a actualitzar també la pàgina web de tot el departament ( <a href="https://www.tsc.upc.edu/en">https://www.tsc.upc.edu/en</a> )
<b>Resultats obtinguts:</b>	Web amb informació molt més precisa i actualitzada sobre tota la informació relativa al programa de doctorat (taules 1.1 i 1.2 de l'ISPD).

##### 1051.M.2.2018 Augmentar els punts d'accés a la web del programa de doctorat de TSC

<b>Càrrec:</b>	Director del Programa de Doctorat de TSC
<b>Origen:</b>	seguiment
<b>Estàndard:</b>	Estàndard 2: Pertinència de la informació pública

<b>Diagnòstic:</b>	Els punts d'accés al web del programa de doctorat de TSC són per una banda el web de l'escola de doctorat de la UPC i per altra el web del departament. La visibilitat és força bona si bé es podria millorar si els webs dels grups de recerca (un altre punt d'accés habitual) referenciessin les anteriors.
<b>Implica modificació de la memòria verificada?:</b>	No
<b>Objectius a assolir:</b>	Augmentar els punts d'accés al web del programa de doctorat de TSC des d'altres pàgines on potencials estudiants podrien estar navegant quan busquen grups i temàtiques on fer una tesi doctoral.
<b>Accions proposades:</b>	Incloure enllaços directes a la web del programa de doctorat als webs dels grups de recerca del departament de TSC. Aquesta millora està lligada a la reforma del web del departament de TSC.
<b>Indicadors i valors esperats:</b>	És esperable que el nombre de visites a la pàgina web del programa es vegi incrementat. En tot cas en tractar-se normalment d'estudiants amb coneixement previ del/s grups on volen integrar-se, no es dona especial importància a la quantitat d'accessos sinó a la facilitat d'accés a la informació del programa.
<b>Abast:</b>	Programa de doctorat en Teoria del Senyal i Comunicacions
<b>Prioritat:</b>	mitja
<b>Termini:</b>	23/1/2020
<b>Estat:</b>	Finalitzada
<b>Actuacions realitzades:</b>	Inclusió de banners amb enllaços a la pàgina web del programa de doctorat a les diferents pàgines dels grups de recerca del departament.
<b>Resultats obtinguts:</b>	Tots els grups de recerca del departament han incorporat enllaços directes a la web del programa de doctorat.

### 1051.M.3.2018 Enquesta de satisfacció dels estudiants que han acabat la tesi

<b>Càrrec:</b>	Director del Programa de Doctorat de TSC
<b>Origen:</b>	seguiment
<b>Estàndard:</b>	Estàndard 4: Adequació del professorat al programa formatiu
<b>Diagnòstic:</b>	Les enquestes a l'estudiantat de doctorat que realitza l'Escola de Doctorat estan agrupades per àrees i el programa de TSC està dins de l'àrea TIC. Els resultats de l'enquesta no estan desagregats per programes el que dificulta extreure informació rellevant i detectar problemes que ens permetin pendre accions per a la millora del programa.
<b>Implica modificació de la memòria verificada?:</b>	No
<b>Objectius a assolir:</b>	Obtenir dades de satisfacció de l'estudiantat de doctorat del programa de TSC.
<b>Accions proposades:</b>	Realitzada una enquesta de satisfacció a l'estudiantat un cop han presentat la tesis.
<b>Indicadors i valors esperats:</b>	Informació quantitativa sobre la satisfacció de l'estudiantat en acabar la tesi.
<b>Abast:</b>	Programa de doctorat en Teoria del Senyal i Comunicacions
<b>Prioritat:</b>	mitja
<b>Termini:</b>	23/1/2020
<b>Estat:</b>	Finalitzada
<b>Actuacions realitzades:</b>	Creació des de la Comissió Acadèmica del programa, del model d'enquesta. (Abril-Juny 2018): ( <a href="https://docs.google.com/forms/d/1w13-e6LMRNMoCdZUXr9Lc8XvyIWyTVI9eV0u_TVf6Xs/edit">https://docs.google.com/forms/d/1w13-e6LMRNMoCdZUXr9Lc8XvyIWyTVI9eV0u_TVf6Xs/edit</a> ) Posta en marxa de la recollida de respostes als estudiants. En el moment del dipòsit de la tesi tots els estudiants són convidats a

omplir l'esquesta que s'ha esmentat en el paràgraf anterior. (Juliol 2018). Recollida de les respostes i anàlisi al final de cada curs acadèmic. (Desembre 2018, Desembre 2019, Gener 2021)

**Resultats obtinguts:** Informació quantitativa sobre la satisfacció dels estudiants en acabar els estudis. Aquesta enquesta no se centra només en la tesi sinó que també aborda la satisfacció amb els serveis administratius, biblioteca, laboratoris i espai de treball i fins i tot en la relació amb el/la/s director/res.

### 1051.M.4.2018 Enquesta de satisfacció sobre l'eficàcia dels sistemes de suport a l'aprenentatge

<b>Càrrec:</b>	Director del Programa de Doctorat de TSC
<b>Origen:</b>	seguiment
<b>Estàndard:</b>	Estàndard 5: Eficàcia dels sistemes de suport a l'aprenentatge
<b>Diagnòstic:</b>	Les enquestes a l'estudiantat de doctorat que realitza l'Escola de Doctorat estan agrupades per àrees i el programa de TSC està dins de l'àrea TIC. Els resultats de l'enquesta no estan desagregats per programes el que dificulta extreure informació rellevant i detectar problemes que ens permetin pendre accions per a la millora del programa. Fins hi tot en aquest cas seria indispensable disposar la informació a nivell de grup de recerca.
<b>Implica modificació de la memòria verificada?:</b>	No
<b>Objectius a assolir:</b>	Obtenir dades de satisfacció de l'estudiantat de doctorat del programa de TSC sobre l'eficàcia dels sistemes de suport a l'aprenentatge.
<b>Accions proposades:</b>	Realitzat una enquesta de satisfacció a l'estudiantat un cop han presentat la tesi. Aquesta acció es faria simultàneament amb l'acció del Pla de Millora 1051.M.3.2018.
<b>Indicadors i valors esperats:</b>	Informació quantitativa sobre la satisfacció de l'estudiantat amb els diferents serveis de suport a l'aprenentatge. Així, a més a més d'aspectes acadèmica, l'enquesta ( <a href="https://docs.google.com/forms/d/1w13-e6LMRNMoCdZUXr9Lc8XvylWYTVI9eV0u_TVf6Xs/edit">https://docs.google.com/forms/d/1w13-e6LMRNMoCdZUXr9Lc8XvylWYTVI9eV0u_TVf6Xs/edit</a> ) que s'envia als estudiants en dipositar la tesi inclou qüestions sobre la satisfacció amb: El procés d'admissió i matrícula El suport administratiu rebut Els serveis Informàtics Els laboratoris La biblioteca La informació rebuda sobre el mercat laboral
<b>Abast:</b>	Programa de doctorat en Teoria del Senyal i Comunicacions
<b>Prioritat:</b>	mitja
<b>Termini:</b>	23/1/2020
<b>Estat:</b>	Finalitzada
<b>Actuacions realitzades:</b>	Enquesta als estudiants en el moment del dipòsit de tesi (veure acció de millora 1051.M.3.2018)
<b>Resultats obtinguts:</b>	Informació quantitativa sobre la satisfacció dels estudiants amb els sistemes de suport a l'aprenentatge

A més a més de les accions realitzades fruit de l'ISPD de gener de 2018 i que s'han repassat en els paràgrafs anteriors, de l'anàlisi d'aquest IAPD, fruit de les reflexions fetes durant la seva redacció, se n'han després una sèrie de possibles accions de millora. D'entre aquestes n'hi ha algunes que s'han d'abordar de manera conjunta en la Universitat (donat que es tracta de problemes que afecten no tan sols al Doctorat sinó al correcte funcionament de tota la institució) mentre que en d'altres creiem que hi podem contribuir des del propi departament:

- Relleu generacional del professorat del programa: es tracta probablement del problema més greu que ha d'afrontar el sistema universitari en els propers anys. Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, és especialment greu en el cas del nostre Departament ja que el gruix de la plantilla de professors es concentra en la franja dels 50 als 60 anys (el 82% dels professors són majors de 50 anys).
- Increment percentatge de dones en el programa: la UPC (juntament amb d'altres institucions) ha engegat campanyes per tal d'incrementar les vocacions pels àmbits STEM (ciències, tecnologies, enginyeria i matemàtiques) entre les estudiantes joves.
- Incrementar oferta activitats formatives transversals: en aquest cas, l'escola de doctorat ha fet accions per tal de millorar aquesta carència, tractant de fomentar les accions de caire transversal en els anys d'estudi del doctorat. A nivell departamental, proposem retornar a les jornades d'exposició de la recerca feta als diferents grups del propi departament. Això permetria d'una banda millorar en les habilitats de comunicació oral dels doctorands, i de l'altra fomentar la col·laboració entre els estudiants dels diferents grups que sovint

viuen ofegats en la seva pròpia recerca i per tant massa aïllats.

- Incrementar pressupostos per a tribunals de tesi: tant l'escola de doctorat com el propi departament poden engegar accions per millorar aquest punt. Com ja s'ha comentat, el departament pressuposta anualment una partida per a tribunals de tesi que s'intentarà augmentar. Cal esmentar tanmateix que els pressupostos futurs no estan garantits i per tant no pot haver-hi un compromís a llarg termini.
- Contacte amb els estudiants un cop han obtingut el títol: aquest sí és un punt on veiem una acció de millora clara. S'implementaran mecanismes per tal de mantenir el contacte permanent amb els estudiants un cop hagin defensat les seves tesis. L'experiència ens diu que és complicat però estem segurs que es poden buscar formes que siguin prou àgils i efectives.

## Valoració global del Pla de Millora

Les accions del Pla de Millora sorgides de l'ISPD realitzat al gener de 2018 han estat implementades amb èxit. S'ha renovat la pàgina web del programa de manera que la informació continguda és ara clara i actualitzada. S'han introduït enllaços des de les pàgines web dels grups de recerca del departament cap al web del programa. Finalment, es va posar en marxa al 2018 una enquesta interna de satisfacció dels estudiants en finalitzar els seus estudis.

Amb totes aquestes accions dutes a terme creiem que el programa, i més concretament els sistemes de gestió i de presentació de la informació, han obtingut un alt valor afegit.

## 4. Evidències

Nom de l'evidència	Localització (URL)
E1.1.1. INFORME VERIFICA DEL PROGRAMA	<a href="https://www.doctorat.webs.upc.edu/pd/prog-data/teoria-del-senyal-i-comunicacions/memoria-verificacio_pd_teorias-del-senyal-i-comunicacions.pdf">https://www.doctorat.webs.upc.edu/pd/prog-data/teoria-del-senyal-i-comunicacions/memoria-verificacio_pd_teorias-del-senyal-i-comunicacions.pdf</a>
E1.1.2 RECERCA DEPARTAMENT TSC: FUTUR	<a href="https://futur.upc.edu/TSC">https://futur.upc.edu/TSC</a>
E1.1.3 WEB PROGRAMA DOCTORAT "QUICK START GUIDE"	<a href="https://tsc.phd.upc.edu/en/academic-information/quick-start-guide">https://tsc.phd.upc.edu/en/academic-information/quick-start-guide</a>
E1.1.4 EINA BIPower ESCOLA DE DOCTORAT UPC (SATISFACCIÓ DIRECTOR/ES DE TESI)	<a href="https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6ljc4ZmMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOjI9">https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6ljc4ZmMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOjI9</a>
E1.1.5 EINA BIPower ESCOLA DE DOCTORAT UPC (CAL SELECCIONAR EL PROGRAMA "TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS" I EL PERÍODE)	<a href="https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6ljc4ZmMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOjI9">https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6ljc4ZmMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOjI9</a>
E1.1.6 MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN: "UNIDADES DE EXCELENCIA MARÍA DE MAEZTU" (COMMSENSLAB)	<a href="https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnextoid=cba733a6368c2310VgnVCM1000001d04140aRCRD">https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnextoid=cba733a6368c2310VgnVCM1000001d04140aRCRD</a>
E1.1.7 CONVOCATÒRIA AJUTS DE SUPORT A DEPARTAMENTS I UNITATS DE RECERCA UNIVERSITARIS PER A LA CONTRACTACIÓ DE PERSONAL INVESTIGADOR PREDOCTORAL EN FORMACIÓ A CATALUNYA (FI_AGAUR 2019), DOGC, RESOLUCIÓ EMC/2703/2019, DE 17 D'OCTUBRE	<a href="https://rdi.upc.edu/ca/uaslr/vols-dedicar-te-a-la-recerca/ofertes-predocorals/Convocatories%20Generals%20Predocorals%20amb%20Finanament%20Extern/predocorals/fi-sdur/fi_sdur-2020/modific-bases-regul_punt-4-2-lletra-c.pdf">https://rdi.upc.edu/ca/uaslr/vols-dedicar-te-a-la-recerca/ofertes-predocorals/Convocatories%20Generals%20Predocorals%20amb%20Finanament%20Extern/predocorals/fi-sdur/fi_sdur-2020/modific-bases-regul_punt-4-2-lletra-c.pdf</a>
E1.1.8 PROFESSORS PARTICIPANTS EN EL PROGRAMA DE TSC ENTRE ELS CURSOS 2016/17 I 2020/21 (ARXIU EXCEL AMB EL BOLCAT DE MATRICULATS DE CADA CURS)	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/R2TJaTcRrG5LGB9">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/R2TJaTcRrG5LGB9</a>
E1.2.1 ATENEA-PHD	<a href="https://atenea-phd.upc.edu/login/index.php">https://atenea-phd.upc.edu/login/index.php</a> (només usuaris autoritzats) Exemple Atenea-PhD: <a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/pxxMDR5zd6D3TiA">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/pxxMDR5zd6D3TiA</a>
E1.2.2 ACTA CA PROGRAMA	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/JnXnix2bHknGAZL">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/JnXnix2bHknGAZL</a>
E1.2.3 ESCOLA DE DOCTORAT UPC: DIPÒSIT DE LA TESI	<a href="https://doctorat.upc.edu/ca/tesi-doctoral/diposit-i-avaluacio/diposit-de-la-tesi">https://doctorat.upc.edu/ca/tesi-doctoral/diposit-i-avaluacio/diposit-de-la-tesi</a>
E4.1.1 WEB PROGRAMA TSC: INVESTIGADORS	<a href="https://tsc.phd.upc.edu/ca/recerca/investigadors">https://tsc.phd.upc.edu/ca/recerca/investigadors</a>
E4.1.2. RESOLUCIÓ SGR 2017: LLISTAT DE GRUPS VIGENTS	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/JJPJSfMpRACe3R3">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/JJPJSfMpRACe3R3</a>
E4.1.3 INFORME DE WEB OF SCIENCE DELS PROFESSORS DEL DEPARTAMENT DE TSC (ABRIL 2021)	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/oYB4zJKobgiNoDN">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/oYB4zJKobgiNoDN</a>
E4.1.4 DADES ESTADÍSTIQUES I DE GESTIÓ UPC (CAL SELECCIONAR L'ANY I ANAR A LA FILA "739 TSC")	<a href="https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=2_3_2">https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=2_3_2</a>
E4.1.5 PROJECTES DE RECERCA COMPETITIVS EN QUE HI PARTICIPEN PROFESSORS DEL DEPARTAMENT DE TSC (ABRIL 2021)	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/r4E9ZfYnJwcdkg8">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/r4E9ZfYnJwcdkg8</a>



<b>E4.2.1. EINA BIPOWER ESCOLA DE DOCTORAT UPC (APARTAT "DIRECTORS/ES I CODIRECTORS/ES DE TESIS LLEGIDES")</b>	<a href="https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6Ijc4ZmMzMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOiJ9">https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6Ijc4ZmMzMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOiJ9</a>
<b>E4.2.2 ENQUESTA AQU DOCTORAT INSERCIÓ LABORAL</b>	<a href="https://www.aqu.cat/doc/doc_69542234_1.pdf">https://www.aqu.cat/doc/doc_69542234_1.pdf</a>
<b>E4.2.3 INFORME DE SEGUIMENT DEL PROGRAMA DE DOCTORAT (2018)</b>	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/ZcTrzCnB66odj8D">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/ZcTrzCnB66odj8D</a>
<b>E4.2.4 ENQUESTA PRÒPIA (PROGRAMA TSC) DE SATISFACCIÓ DE L'ESTUDIANTAT</b>	<a href="https://docs.google.com/forms/d/1wl3-e6LMRNMoCdZUXr9Lc8XvylWYTVI9eV0u_TVf6Xs/edit">https://docs.google.com/forms/d/1wl3-e6LMRNMoCdZUXr9Lc8XvylWYTVI9eV0u_TVf6Xs/edit</a> (Resultats cursos 2017/18-2019/20 a: <a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/cMpd3EzJNkeCqpi">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/cMpd3EzJNkeCqpi</a> )
<b>E4.4.1 MEMBRES DE TRIBUNALS DE TESI EXTERNS</b>	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/Te7Aerot3JnKJ64">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/Te7Aerot3JnKJ64</a>
<b>E5.1.1 DOCUMENT EXPLICATIU CALCULA</b>	<a href="https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/dsnZMkWtw4LmJwk">https://drive.tsc.upc.edu/index.php/s/dsnZMkWtw4LmJwk</a>
<b>E6.1.1 EINA BIPOWER DE L'ESCOLA DE DOCTORAT UPC (APARTAT "ESTUDIANTS DOCTORATS INDUSTRIALS")</b>	<a href="https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6Ijc4ZmMzMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOiJ9">https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6Ijc4ZmMzMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOiJ9</a>
<b>E6.2.1 EINA BIPOWER DE L'ESCOLA DE DOCTORAT UPC (APARTATS "TESIS LLEGIDES", "TESIS PER MENCIÓ INT., DOC. IND. I QUALIFICACIONS", "DIRECTORS/ES I CODIRECTORS/ES DE TESIS LLEGIDES", "ESTUDIANTAT TOTAL SEGONS DEDICACIÓ", "TAXA D'ABANDONAMENT", "INDICADORS DE SATISFACCIÓ DOCTORANDS")</b>	<a href="https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6Ijc4ZmMzMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOiJ9">https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZWUxOTFkMWYtMTgwMy00Y2ViLThlZTctY2Q0MjdjZDg0ZDNiliwidCI6Ijc4ZmMzMzMGFhLTNmMjEtNGE3ZC05ZjFhLWEzOTkzZTIyOTM0OSIsImMiOiJ9</a>
<b>E6.3.1 PORTAL DE DADES I INDICADORS DE LA UPC (ENQUESTA A ESTUDIANTS DE DOCTORAT)</b>	<a href="https://www.upc.edu/portaldades/ca/enquestes/doct orat/informes-enquesta-a-lestudiantat-de-doctorat-per-programa">https://www.upc.edu/portaldades/ca/enquestes/doct orat/informes-enquesta-a-lestudiantat-de-doctorat-per-programa</a>
<b>E6.4.1 PORTAL DE DADES I INDICADORS DE LA UPC (INSERCIÓ LABORAL DOCTORS)</b>	<a href="https://www.upc.edu/portaldades/ca/enquestes/insercio-laboral/enquestes-a-doctors/fitxers/edicio-il-2020/doctorat_en_teoria_del_senyal_i_comunicacions.pdf">https://www.upc.edu/portaldades/ca/enquestes/insercio-laboral/enquestes-a-doctors/fitxers/edicio-il-2020/doctorat_en_teoria_del_senyal_i_comunicacions.pdf</a>