

**IEEC<sup>R</sup>**

Institut d'Estudis  
Espacials de Catalunya

# Memòria anual 2023





**Imatge de portada:** La nebulosa de la bombolla, també coneguda com NGC 7635, és una nebulosa d'emissió situada a 8 000 anys llum de distància. El Telescopi Espacial Hubble de la NASA/ESA va observar aquesta impressionant imatge per celebrar el seu 26è any a l'espai.

**Crèdit:** NASA, ESA, equip Hubble Heritage

# ÍNDEX

Prefaci	04
Presentació	06
Personal	11
Projectes	16
Publicacions	19
Infraestructures i projectes clau	24
Estratègia NewSpace	35
Transferència de coneixement i innovació	42
Assoliments científics	49
Notícies institucionals i esdeveniments destacats	58
Premis i distincions	69
Activitats de talent i divulgació	72
Tesis doctorals	79

## PREFACI

El document que esteu a punt de llegir conté un resum de les principals activitats, resultats i esdeveniments produïts per l'IEEC i els seus membres al llarg de 2023. Mirar el conjunt de l'any és una excel·lent oportunitat per reflexionar i celebrar els nombrosos assoliments. La quantitat de notícies i informacions d'aquesta memòria demostren l'activitat incessant de tothom a l'IEEC.

L'any va començar fort amb l'emocionant i reeixit llançament de la missió *cubesat* Menut des de Cap Canaveral el 3 de gener de 2023. Aquest és el segon nanosatèl·lit de l'Estratègia NewSpace impulsada per la Generalitat de Catalunya, i el primer dedicat a l'Observació de la Terra. Al llarg de l'any es van adquirir diverses imatges gràcies a l'excel·lent treball de l'IEEC, en col·laboració amb l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i l'empresa Open Cosmos. En l'àmbit NewSpace, també cal esmentar l'esdeveniment Catalonia AI4EO que l'IEEC va coorganitzar per debatre l'aplicació de tècniques d'intel·ligència artificial a l'observació de la Terra. La trobada va comptar amb una extraordinària assistència, amb membres tant de la comunitat acadèmica com de la industrial. Aquests són només alguns exemples de les moltes activitats desenvolupades en el marc del NewSpace, el llistat detallat de les quals podeu consultar en aquesta memòria.

L'any 2023 es va celebrar el 5è Fòrum de l'IEEC, que ja s'està convertint en una tradició. L'esdeveniment va tenir lloc al Cosmocaixa i va oferir l'oportunitat a tothom de compartir resultats, debatre sobre ciència i, per descomptat, interactuar amb amics i companys. Pel que fa a reunions i congressos, l'IEEC també va participar institucionalment en l'Space Tech Expo Europe (Bremen), en l'International Astronautical Congress (Baku), i va coorganitzar el New Space Economy Congress (Barcelona).

Enguany ha estat, una vegada més, extraordinàriament productiu tant en *inputs* com en *outputs*. No només els membres de l'IEEC han aconseguit publicar 419 articles revisats per parells, sinó que també el 91% d'ells han aparegut en revistes del primer quartil en termes de factor d'impacte. A més, la gran majoria dels nostres resultats publicats s'han fet accessibles a tothom seguint la nostra política de ciència oberta. Trobareu un informe estadístic complet a la secció de Publicacions de sota, i podreu fer un tast dels resultats de ciència a la secció d'Assoliments científics, que cobreix temes d'astrofísica, cosmologia, observació de la Terra i navegació.

L'IEEC gestiona l'Observatori del Montsec (OdM) i el 2023 va comptar amb les instal·lacions amb els estàndards més alts en termes d'eficiència i productivitat, amb diverses millores implementades. No només vam aconseguir un rècord d'hores d'observació i resultats de publicacions, sinó que també vam participar activament en nombroses activitats de divulgació que celebraven l'any Joan Oró.

Els membres de l'IEEC participen (i tenen rols de lideratge) en una àmplia varietat de missions espacials científiques i projectes d'instrumentació terrestre, abordant àrees com la cosmologia, l'astrofísica, l'astrometria, els exoplanetes, els objectes compactes, les ones gravitacionals, la reflectometria, l'observació de la Terra, la navegació terrestre, les dades massives, etc. Un subconjunt d'aquests projectes es consideren "projectes clau" perquè tenen una rellevància especial, sobretot perquè impliquen participants de diverses unitats de recerca. Durant el 2023, es van considerar projectes clau les missions espacials Ariel, Euclid, Gaia, LISA i Plato. Aquests projectes es descriuen en articles específics d'aquesta memòria, on també s'informa de les fites més destacades aconseguides al llarg de l'any.

Cal fer una menció especial al projecte PhotSat, una missió espacial que s'està desenvolupant íntegrament a l'IEEC. PhotSat realitzarà un escaneig fotomètric de dos dies de cadència dels 10 milions d'estrelles més brillants. Es tracta d'un objectiu molt ambiciós i desafiador, però també summament motivador, per a tothom a l'IEEC. L'any 2023 va ser clau per a aquest projecte, amb totes les activitats de disseny avançant a tota màquina.



La transferència de coneixement i la innovació són activitats essencials a l'IEEC. La nostra Oficina de Transferència de Coneixement (KTO) i l'Oficina de Gestió de Projectes (PMO) han establert contractes i convenis amb la indústria, amb agències i entitats governamentals, i amb consorcis europeus dins del programa Horizon Europe, i supervisa i proporciona orientació en àrees com la planificació de projectes i el control pressupostari. Els temes principals d'aquests contractes cobreixen àrees com la navegació, els instruments terrestres, el transport espacial, la seguretat espacial, o fins i tot el talent i l'educació. Dins d'aquest àmbit, i en col·laboració amb la nostra Oficina de Comunicació, l'IEEC va coorganitzar l'edició local de la 6a Hackatò CASSINI, celebrada simultàniament a 10 països europeus. Podeu consultar moltes altres activitats de talent i divulgació a l'apartat corresponent d'aquesta memòria. A més, un butlletí trimestral editat per l'Oficina de Comunicació es distribueix per correu electrònic als membres de l'IEEC i ens manté a tots informats sobre els últims esdeveniments i novetats.

A nivell institucional, les principals novetats del 2023 van ser el redisseny i l'actualització de continguts de les pàgines web de l'IEEC i l'Observatori del Montsec. El nou *look & feel* modern juntament amb un disseny amigable proporcionen una experiència d'usuari molt millorada, amb una àmplia gamma d'informació sobre la institució, projectes, esdeveniments i convocatòries.

Finalment, vull felicitar de tot cor als membres de l'IEEC que han rebut premis i reconeixements durant el 2023, i a tots els estudiants de doctorat que van defensar les seves tesis, també recollides aquí. És, sens dubte, un homenatge a la qualitat de nivell mundial de la feina realitzada. A més, aprofito aquesta oportunitat per agrair a tots i cadascun dels membres de l'IEEC el seu permanent compromís i la seva contribució clau perquè l'institut aconseguís el 2023 els màxims nivells d'excel·lència. És un honor i un plaer treballar braç a braç amb vosaltres.



#### PERSONA DE CONTACTE

**Ignasi Ribas** [director@ieec.cat](mailto:director@ieec.cat)  
Director

# Presentació

---





# PRESENTACIÓ

## L'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) és un centre que promou el desenvolupament d'activitats relacionades amb l'espai a Catalunya en els seus aspectes de recerca, innovació i formació.

L'IEEC col·labora i participa en la planificació, execució, difusió i transferència de coneixement de tot tipus d'iniciatives, estudis i projectes relacionats amb la recerca científica i tecnològica espacial.

L'IEEC és una fundació sense ànim de lucre del sector públic català que es va constituir el febrer de 1996. Compta amb un Patronat integrat per la Generalitat de Catalunya, la Universitat de Barcelona (UB), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), la Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC) i el Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC). L'IEEC és també un centre CERCA.

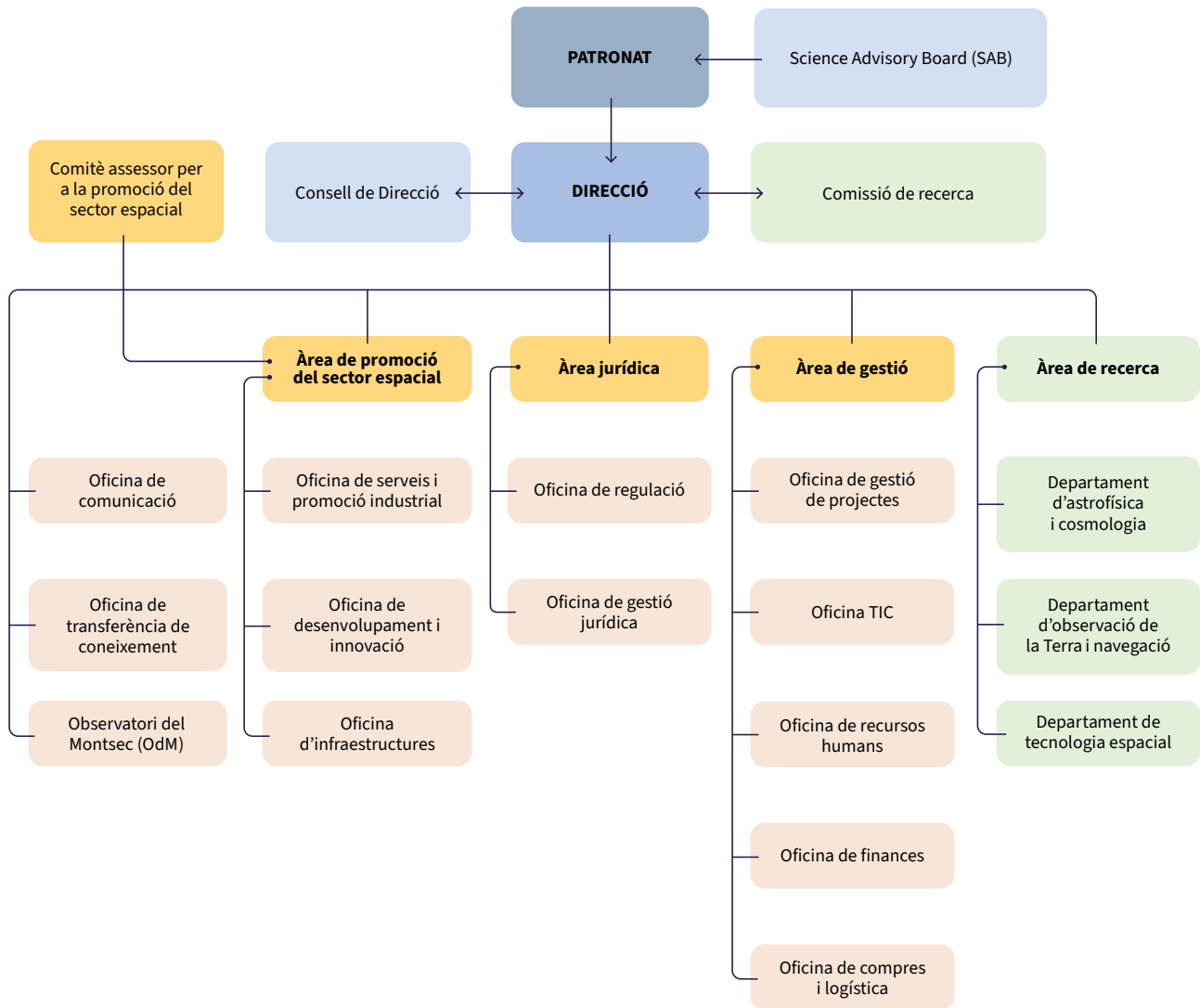
L'estructura de recerca està formada per quatre unitats, cadascuna pertanyent a una de les institucions acadèmiques del Patronat, que constitueixen el nucli de l'activitat d'R+D. Les Unitats de Recerca són:

- Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona - ICCUB
- Centre d'Estudis i Recerca Espacials - CERES (UAB)
- Grup de Recerca en Ciències i Tecnologies de l'Espai - CTE (UPC)
- Institut de Ciències de l'Espai - ICE-CSIC

Científics i tècnics de les Unitats de Recerca poden actuar simultàniament com a membres de les seves institucions i com a membres de l'IEEC. Tot el personal científic sènior de l'IEEC és personal afiliat d'una de les Unitats de Recerca.

L'organigrama de l'IEEC es mostra a la figura 1. El Patronat és el màxim òrgan de govern de l'IEEC. Els seus membres nomenen un director, que és assistit per una comissió de recerca. L'organització de cada Unitat de Recerca és independent i els quatre directors són membres del consell de direcció. A més, el Consell Assessor Científic extern (SAB) és nomenat pel Patronat amb el mandat d'avaluar la qualitat dels resultats científics i tècnics i assessorar sobre la planificació estratègica de l'IEEC, així com sobre l'organització general. L'estructura de recerca i gestió de l'IEEC s'organitza a través de 4 àrees generals i 13 oficines amb funcions i responsabilitats clarament definides. L'àrea de recerca està formada per tres departaments que cobreixen les principals activitats de ciència i tecnologia de l'IEEC.

L'IEEC ha assumit un paper de lideratge en la implementació de l'Estratègia NewSpace de la Generalitat de Catalunya. Per tant, s'implementa una estructura de gestió i assessorament per complir de manera òptima les responsabilitats associades. En particular, el consell assessor per a la promoció del sector espacial proporciona seguiment i orientació, i constitueix una interfície amb l'ecosistema industrial a Catalunya.



**Figura 1:** Organigrama de l'IEEC



L'IEEC centra els seus esforços en l'estudi del Cosmos i la Terra com a planeta, a través d'un potent programa de recerca, desenvolupament i innovació tecnològica en el marc de missions i projectes científics. L'Institut participa i té responsabilitats d'alt nivell en múltiples missions espacials i instal·lacions d'instrumentació terrestre, com es pot veure a la Imatge X. Les línies de recerca desenvolupades per l'IEEC pertanyen als tres camps següents.

## Astrofísica i cosmologia

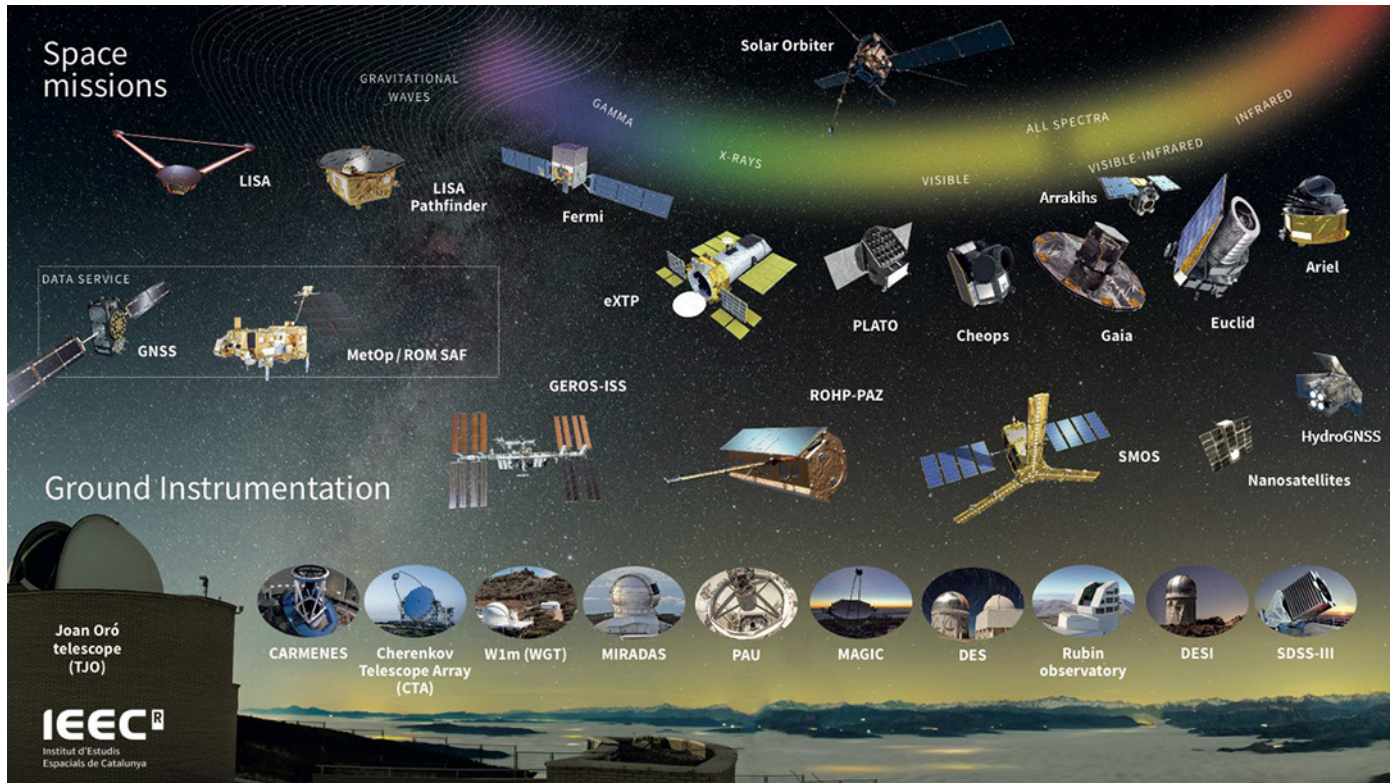
L'IEEC realitza recerca d'avantguarda en els camps de l'astrofísica i la cosmologia a través de l'ús i el desenvolupament de tecnologies avançades com ara instrumentació per a telescopis terrestres i missions espacials, així com eines d'anàlisi de grans volums de dades. També estableix connexions multidisciplinàries amb diverses àrees que inclouen la física de partícules, la geologia, la biologia i les matemàtiques. Les àrees principals són: la determinació de l'estructura a gran escala de l'Univers; la detecció i la mesura d'ones gravitacionals; l'anàlisi dels fenòmens astrofísics més energètics; la comprensió de com es formen, evolucionen i moren les estrelles i els objectes compactes resultants; l'estudi de la física del Sol i la seva relació amb la Terra; la caracterització de la formació, l'evolució i l'arquitectura de la nostra galàxia i de la resta de galàxies; la cerca de nous exoplanetes amb condicions potencialment habitables; l'exploració de Mart; la interpretació del paper que desenvolupa el medi interplanetari; i el seguiment i l'estudi dels asteroides, cometes i meteorits que ens envolten.

## Observació de la Terra i navegació

L'IEEC desenvolupa nous conceptes en teledetecció per a l'Observació de la Terra i en l'optimització dels sistemes globals de navegació per satèl·lit (GNSS). Les principals línies d'activitat són: la instrumentació per a l'Observació de la Terra; la mesura de la superfície i l'atmosfera de la Terra i el seguiment de desastres naturals mitjançant reflectometria, radioocultacions amb senyals d'oportunitat i dades GNSS; la combinació de GNSS i comunicacions sense fils (incloent-hi 5G) per a *smart cities* i vehicles intel·ligents; les tecnologies avançades d'adquisició i processament de dades radiomètriques i hiperespectrals; i la sinergia i la fusió amb altres productes i tecnologies d'Observació de la Terra mitjançant l'explotació òptima de les infraestructures aeroespacials.

## Tecnologia espacial

L'IEEC és un centre capdavanter en la construcció d'instrumentació espacial en diferents àmbits de recerca científica i tecnològica dels programes nacionals i internacionals. L'Institut lidera projectes de desenvolupament tecnològic per a instrumentació terrestre i a l'espai en tecnologies per a sensors i subsistemes de telecomunicacions, sistemes electrònics i de *software* de control i processament, plataformes per a nanosatèl·lits, robòtica i intel·ligència artificial, o eines de *big data* per a la gestió, l'anàlisi i l'explotació de dades, entre d'altres. A més, l'IEEC participa en xarxes europees i internacionals que defineixen els fulls de ruta establerts per les agències i organitzacions per a futures missions.



**Imatge 1:** Les principals missions espacials i instruments terrestres amb participació de l'IEEC.



# Personal

---



# PERSONAL

Les estadístiques, taules i gràfiques il·lustren la distribució del personal de l'IEEC pel que fa a la seva situació laboral, gènere, unitat de recerca i rol.



Figura 2

## Contractes IEEC

<b>Administració / Serveis</b>	<b>20</b>
Àrea de gestió (+ IT)	12
Àrea jurídica	3
Oficina de comunicació	3
Oficina de transferència de coneixement	2
<b>Acadèmic</b>	<b>60</b>
Professors / Investigadors permanents	4
<b>Personal de recerca i enginyeria</b>	<b>42</b>
Investigadors postdoctorals	9
Enginyers de recerca	33
<b>Personal de suport</b>	<b>9</b>
Estudiants de doctorat	5
<b>Observatori del Montsec</b>	<b>5</b>
<b>Àrea de Promoció del Sector Espacial de Catalunya</b>	<b>18</b>

Taula 1

Membres adscrits	ICCUB	CERES (UAB)	CTE (UPC)	ICE-CSIC	TOTAL
<b>Administració</b>	2	0	0	0	<b>2</b>
<b>Professors / Investigadors permanents</b>	30	9	25	22	<b>86</b>
<b>Personal de recerca i enginyeria</b>	19	5	2	17	<b>43</b>
Investigadors postdoctorals	10	3	1	11	25
Enginyers de recerca	9	2	1	6	18
<b>Estudiants de doctorat</b>	14	1	4	18	<b>37</b>
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>15</b>	<b>31</b>	<b>57</b>	<b>168</b>

Taula 2

**Personal per entitat contractant**

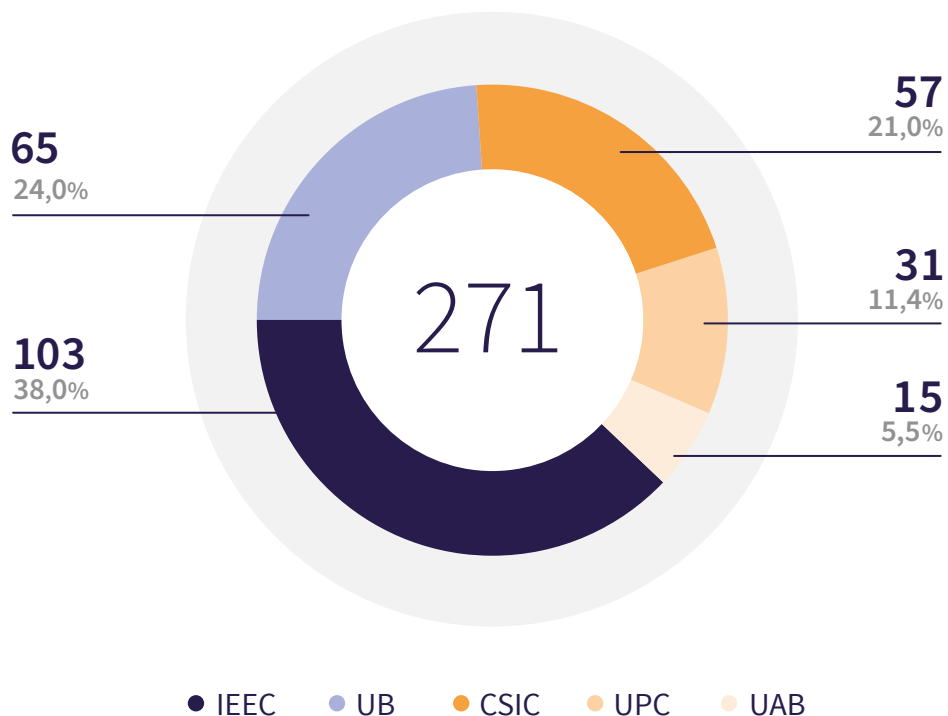


Figura 3



## Personal segons lloc de treball

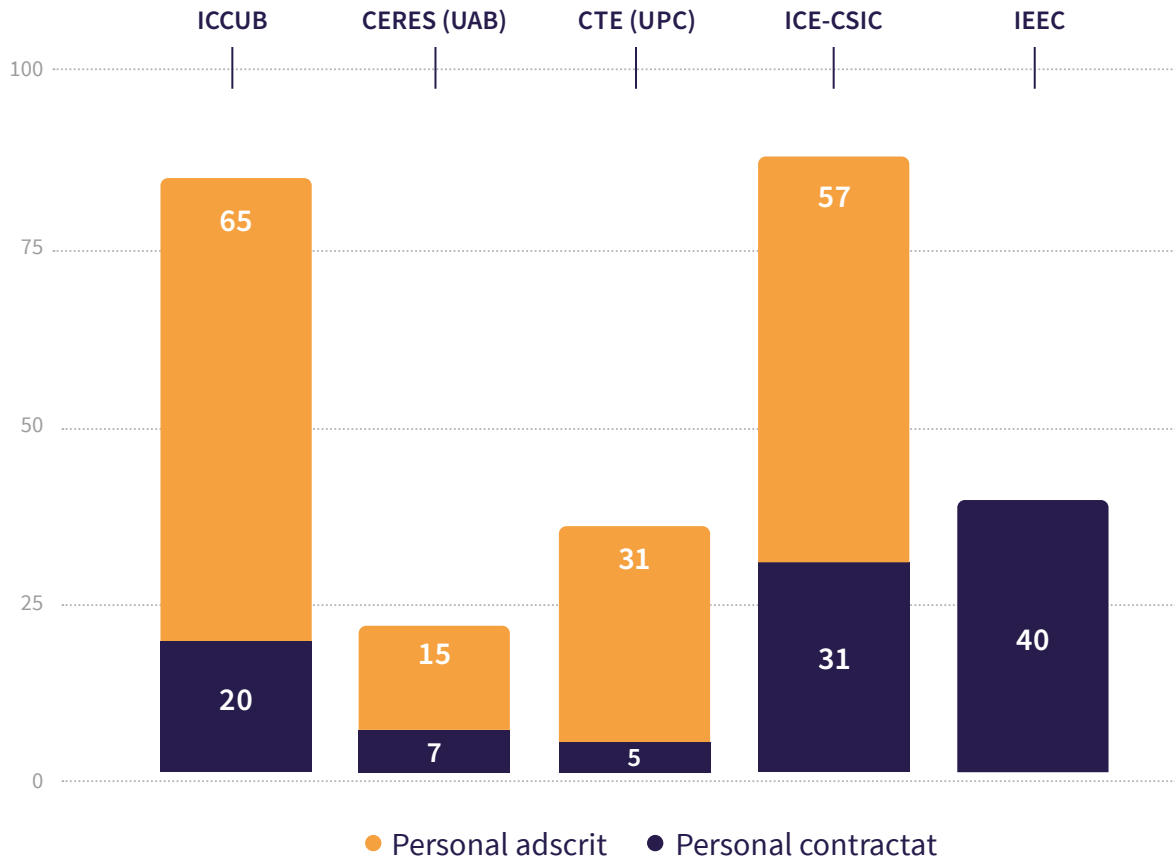


Figura 4

## Personal segons situació laboral i gènere

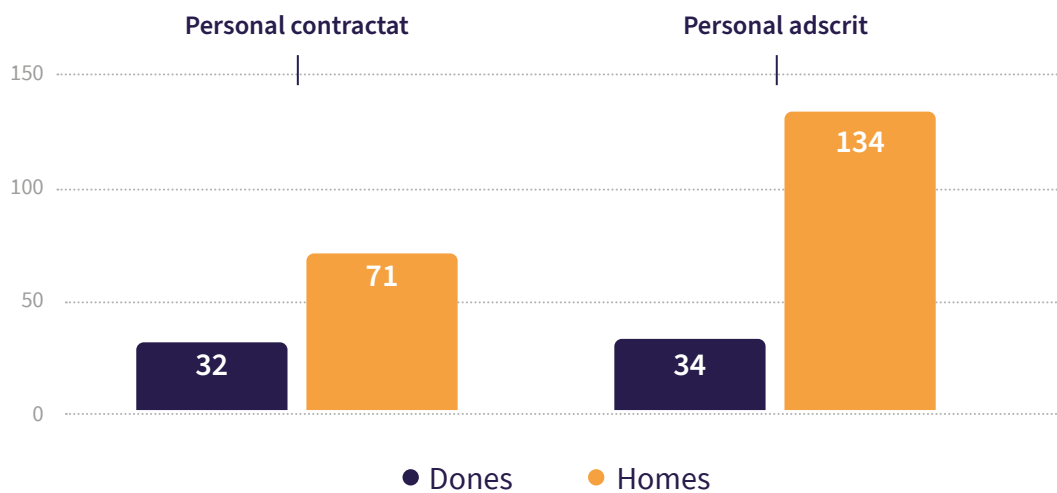


Figura 5

### Personal per rol i gènere

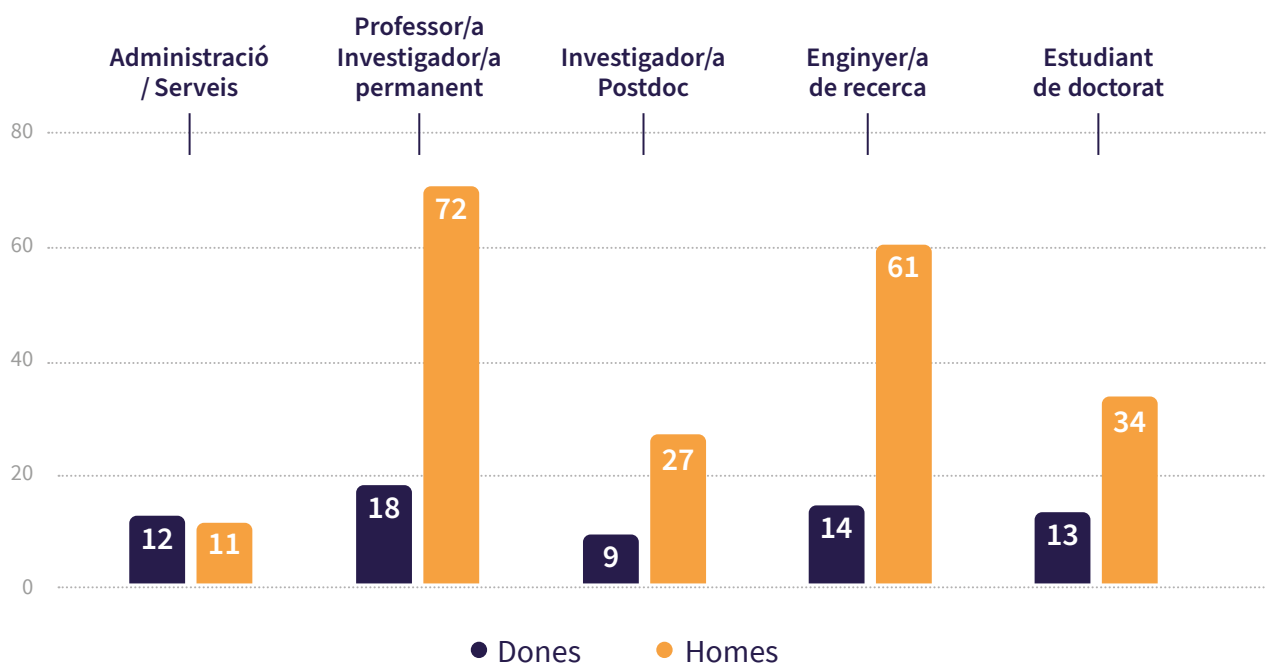


Figura 6

### Personal de recerca per rol i entitat contractant

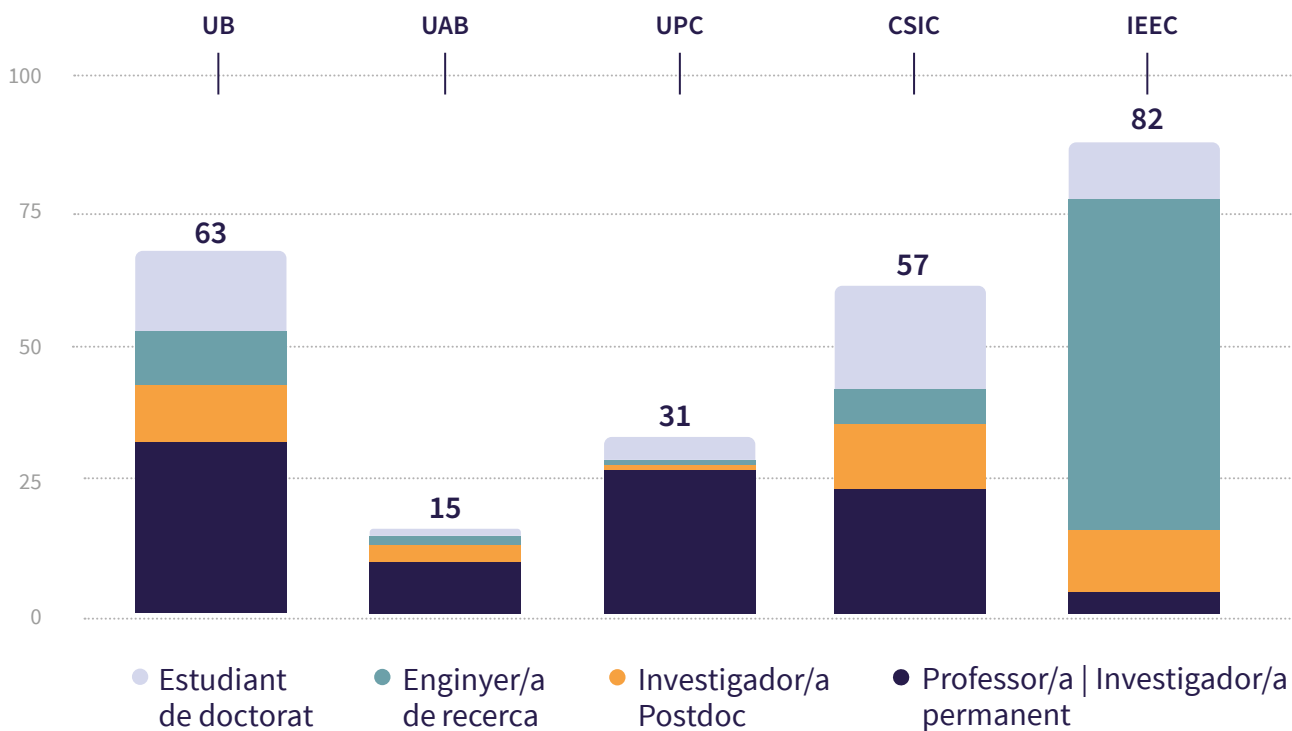


Figura 7

# Projectes





# PROJECTES

Les gràfiques següents mostren el finançament obtingut i gestionat per l'IEEC, incloent el finançament base dels projectes competitiu, projectes no competitiu i contractes/convenis amb la indústria\*.

## Ingressos per any i tipus de projecte

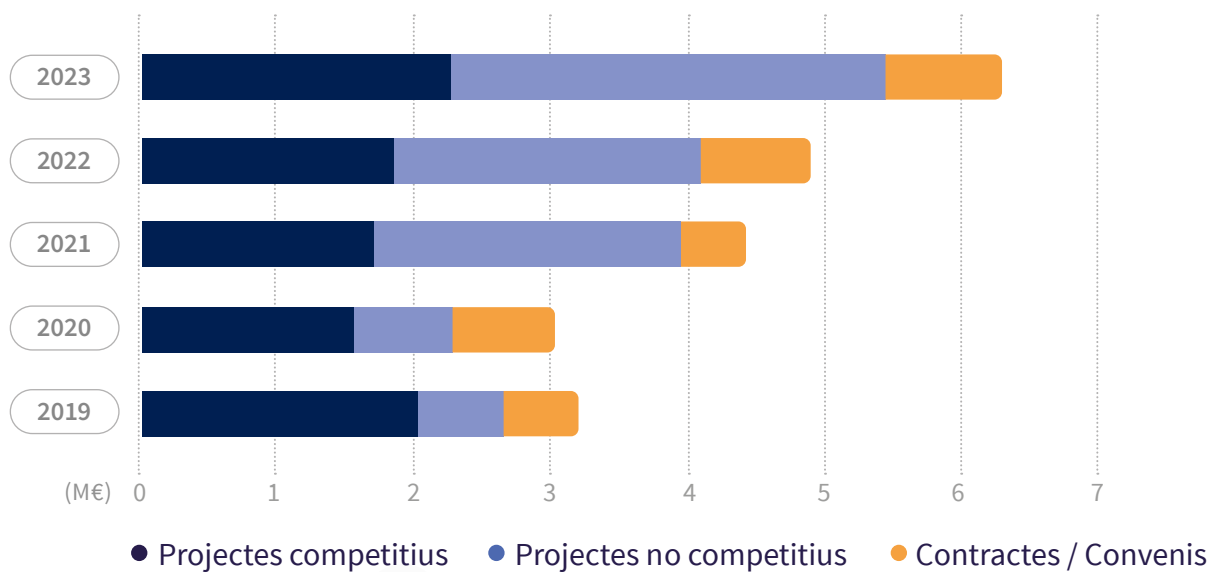


Figura 8

## Ingressos per àrea geogràfica

Ingressos (k€)

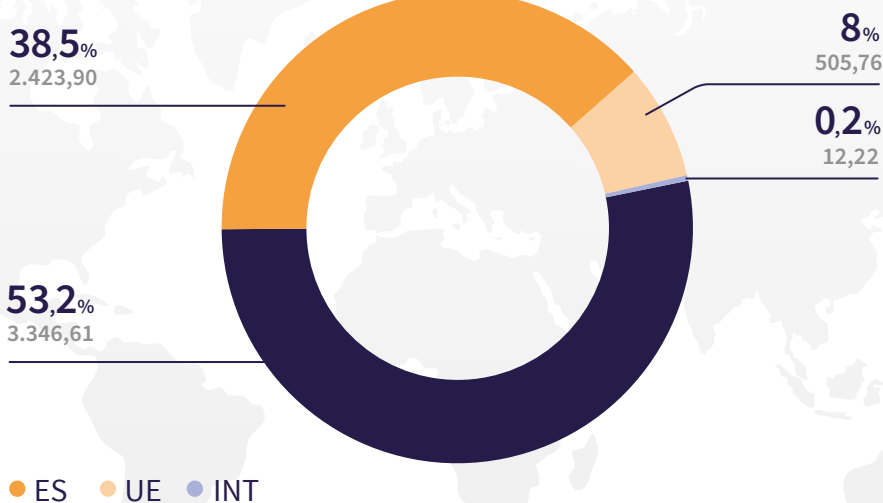


Figura 9

\* Dades econòmiques provisionals a l'espera del tancament de l'exercici 2023.

Contractes / Convenis		Ingressos (k€)
Sector públic europeu		309,4
Sector públic estatal		267,2
Indústria estatal		211,1
Sector privat europeu		59,3
Internacional (no europeu)		12,2
<b>TOTAL</b>		<b>859,2</b>

### Ingressos de contractes/convenis

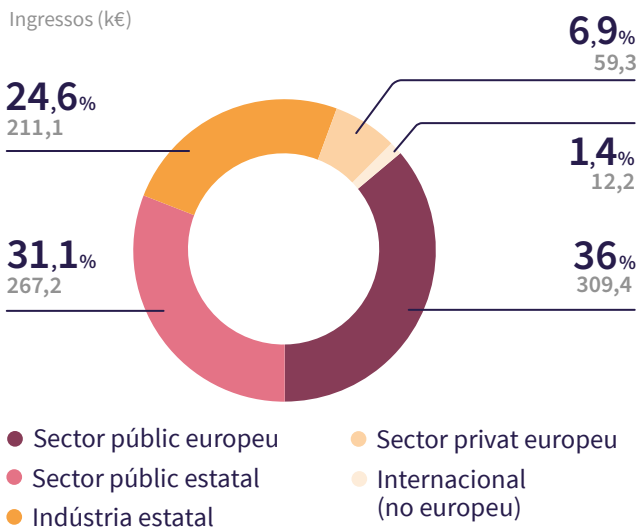


Figura 10

Subvencions		Ingressos (k€)
<b>PROJECTES COMPETITIVUS</b>		
AGAUR		171,7
MCIU		1.945,6
UE		137,0
<b>TOTAL</b>		<b>2.254,3</b>

### Ingressos de projectes competitiuus

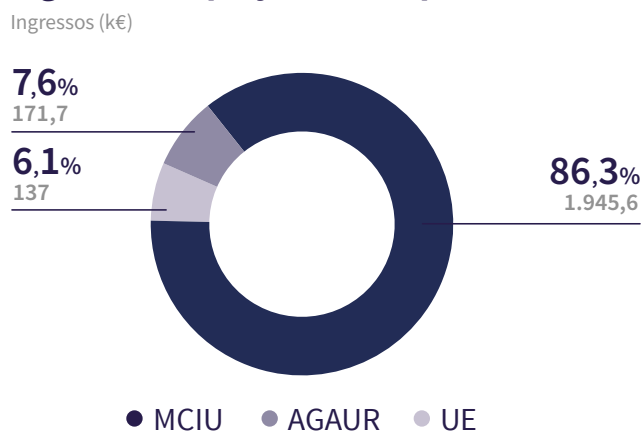


Figura 11

Subvencions		Ingressos (k€)
<b>PROJECTES NO COMPETITIVUS</b>		
Estratègia NewSpace		1.810,2
Contracte programa		1.132,1
Altres		232,6
<b>TOTAL</b>		<b>3.174,9</b>

### Ingressos de projectes no competitiuus

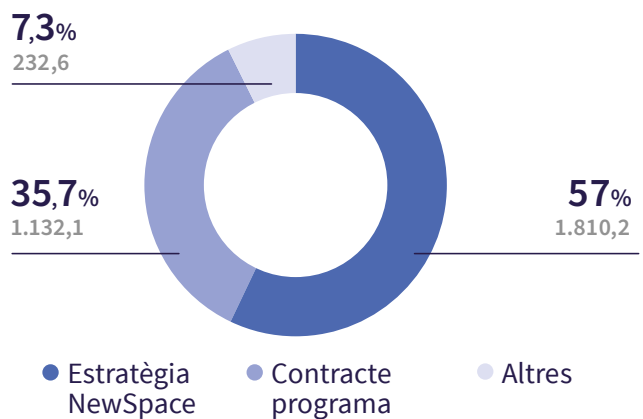


Figura 12

# Publicacions





# PUBLICACIONS

El nombre total de publicacions dels membres de l'IEEC és de 419\*. A continuació es presenta un resum gràfic del total de publicacions científiques i tècniques segons la Unitat de Recerca, el quartil de la revista, la revista, el nombre

d'autors i el tema científic. El 95,0% de les publicacions amb autoria de l'IEEC es distingeixen com a continguts d'accés obert (*Open Access*).

## Nombre de publicacions per Unitat de Recerca

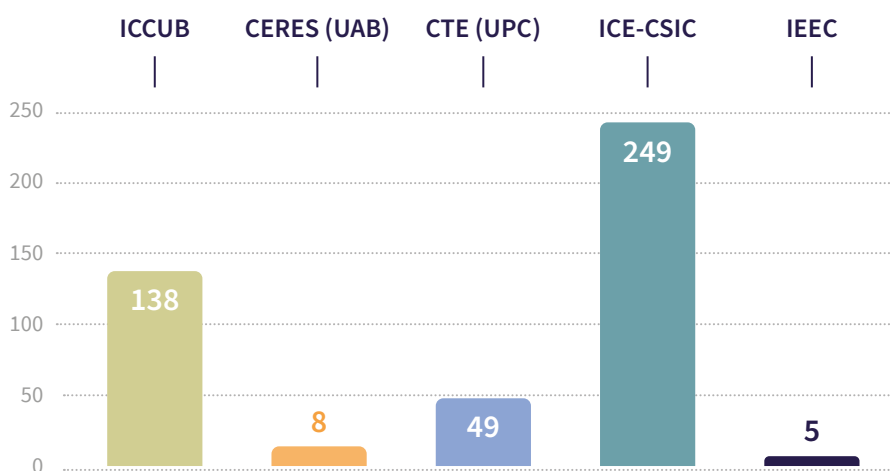


Figura 13

## Nombre de publicacions per quartil

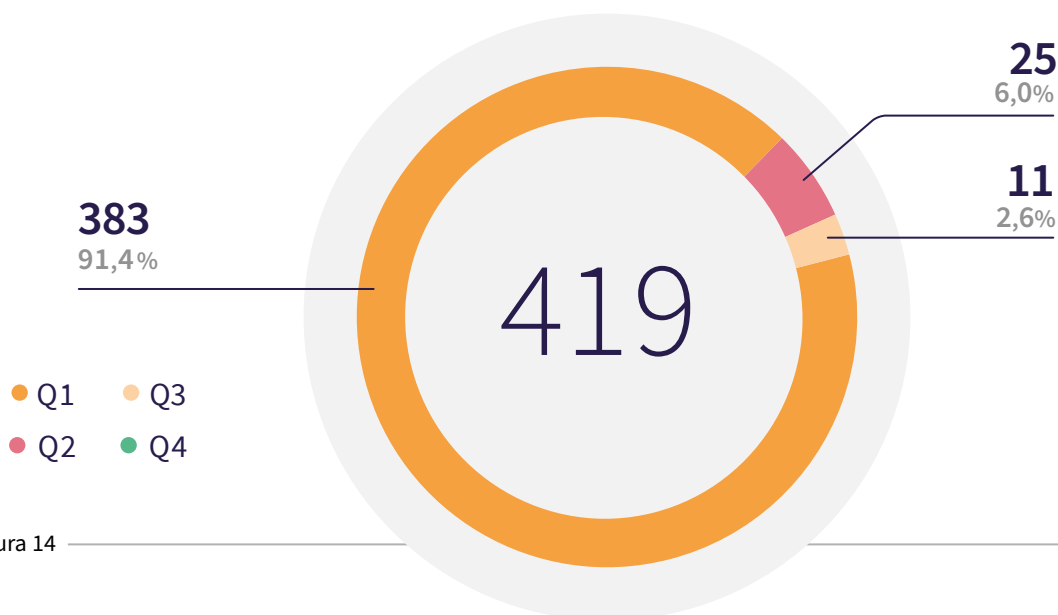


Figura 14

\* El nombre total de publicacions inclou les 16 publicacions d'autors a l'Institut d'Aplicacions Computacionals de Codi Comunitari (IAC3) de la Universitat de les Illes Balears (UIB).

## Nombre de publicacions per revista

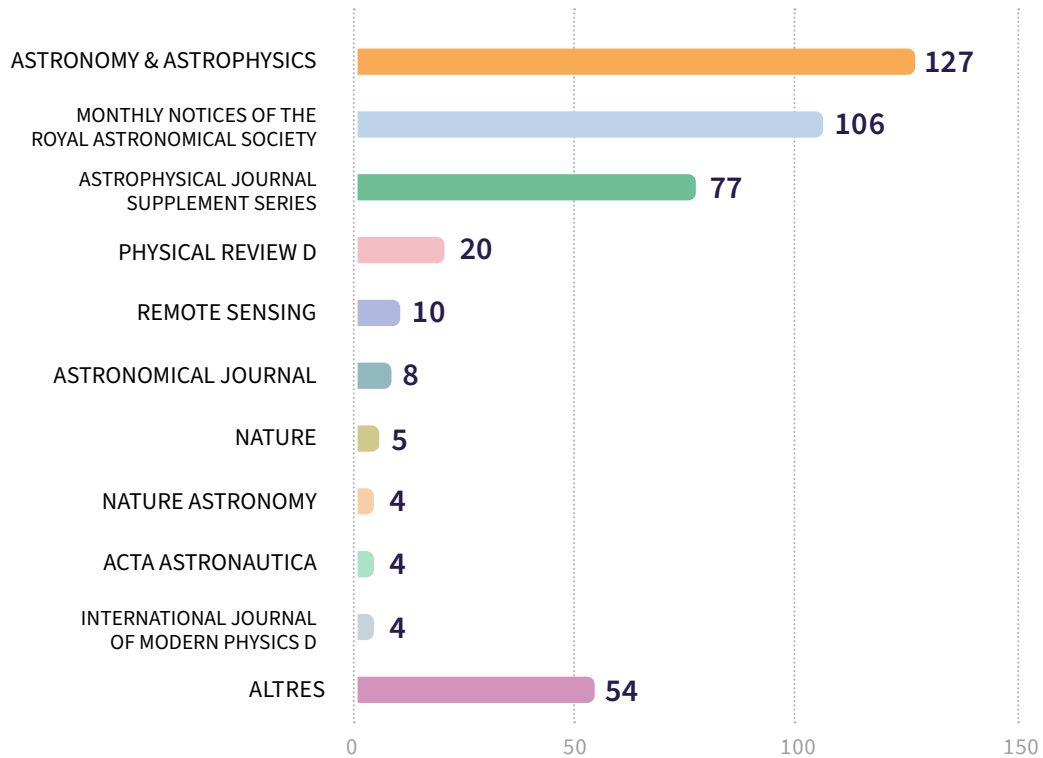


Figura 15

## Nombre de publicacions segons el nombre d'autors

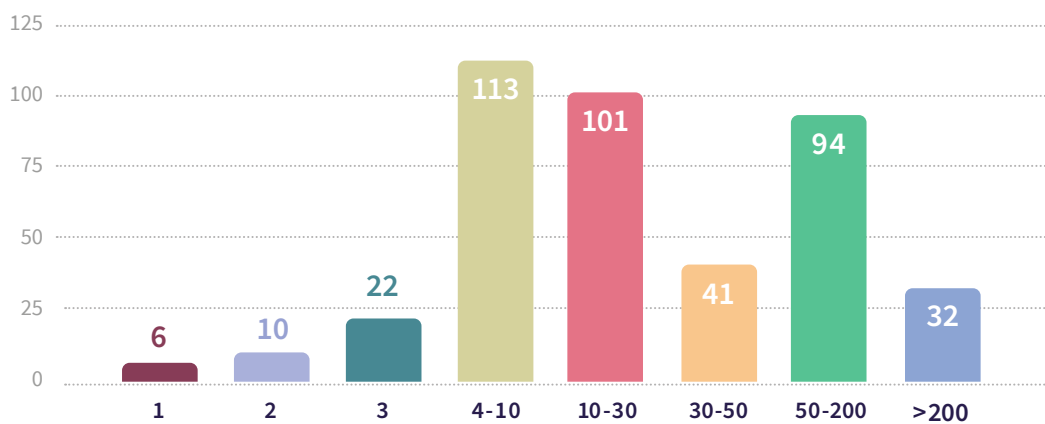


Figura 16

## Nombre de publicacions per àrees temàtiques

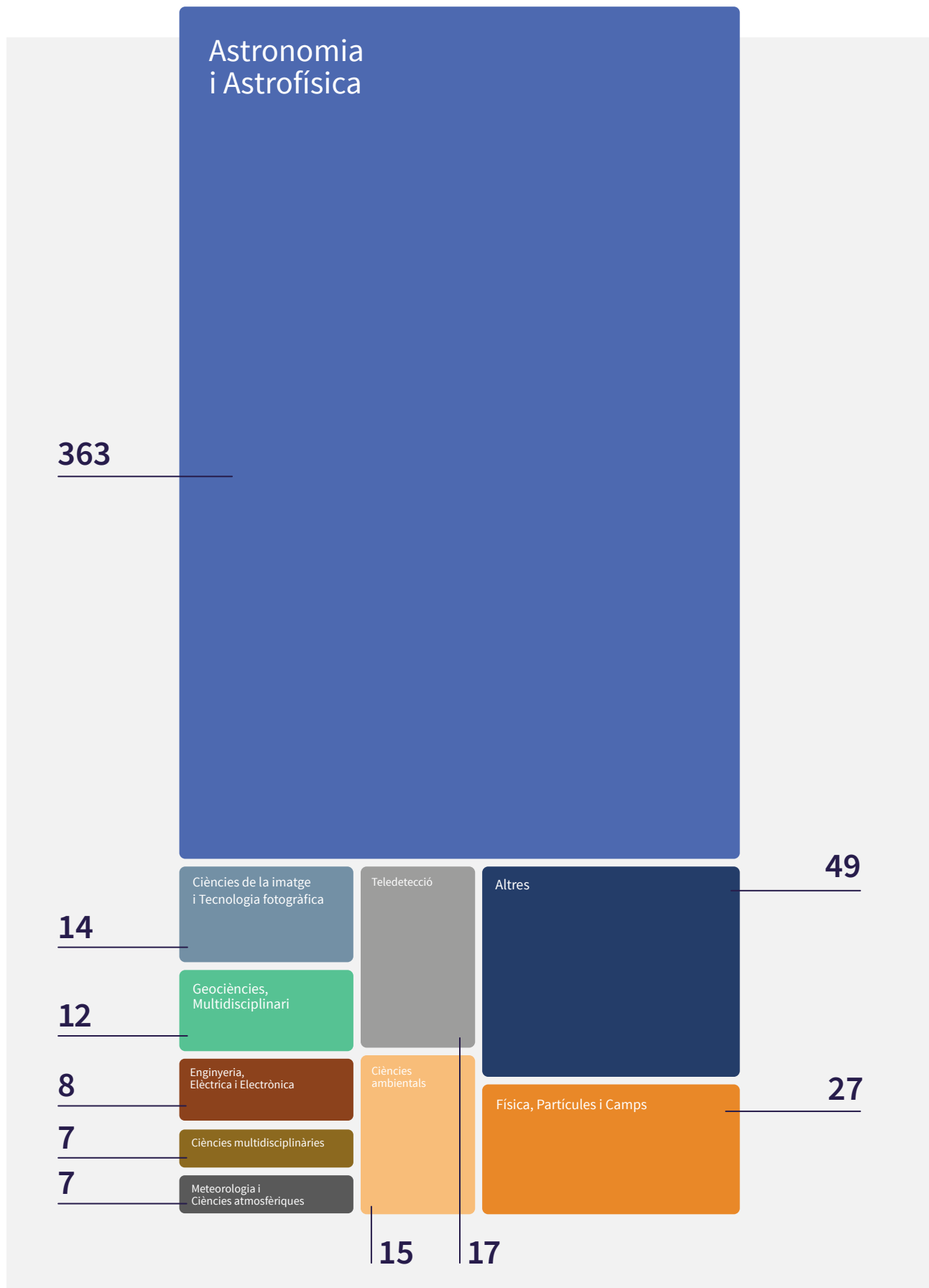


Figura 17



Algunes publicacions són col·laboracions entre autors de diferents Unitats de Recerca de l'IEEC, llistades a continuació:

Col·laboracions	Publicacions
ICCUB + ICE-CSIC	<b>19</b>
ICCUB + CERES (UAB)	<b>6</b>
ICE-CSIC + IAC3 (UIB)	<b>6</b>
ICE-CSIC + CTE (UPC)	<b>5</b>
ICCUB + CTE (UPC)	<b>3</b>
ICE-CSIC + IEEC	<b>3</b>
ICCUB + IAC3 (UIB)	<b>3</b>
CTE (UPC) + IEEC	<b>1</b>

Taula 3

Productivitat	2020	2021	2022	2023
Nombre total d'investigadors (inclou enginyers i estudiants)	184	255	227	<b>226</b>
Articles en revistes revisades per experts (Font: <i>Web of Science</i> )	436	450	420	<b>419</b>
Nombre d'articles per investigador/a	2,4	1,8	1,8	<b>1,9</b>
% d'articles en revistes Q1 (Font: <i>Web of Science</i> )	87,4	86,6	88,6	<b>91,4</b>
Tesis doctorals	11	15	15	<b>7</b>

Taula 4

# Infraestructures i projectes clau

---



## INFRAESTRUCTURES I PROJECTES CLAU

# Observatori del Montsec

### Una infraestructura capdavantera per a la recerca astronòmica, els serveis tecnològics i el monitoratge del medi ambient.

L'Observatori del Montsec (OdM, [montsec.ieec.cat](http://montsec.ieec.cat)) és una infraestructura científica que gestiona l'IEEC en virtut d'un conveni amb la Direcció General de Recerca de la Generalitat de Catalunya. Està situat a 1.570 metres d'altitud a la serra del Montsec, a 50 km al nord de la ciutat de Lleida, al municipi de Sant Esteve de la Sarga (Pallars Jussà), al Prepirineu català. Aquesta zona és reconeguda com una de les més idònies del continent europeu per a l'observació astronòmica, gràcies a la combinació de condicions meteorològiques i el baix nivell de contaminació lumínica.

Els objectius principals de l'Observatori són proporcionar eines per dur a terme recerca d'avantguarda en astronomia i el suport necessari per explotar les instal·lacions de l'OdM, per servir com a banc de proves per al desenvolupament de nova instrumentació astronòmica i per proporcionar serveis relacionats amb l'espai a les institucions públiques i la indústria. En aquest context, el telescopi més gran (el Telescopi Joan Oró, TJO), i la càmera AllSky són gestionats directament per l'IEEC. La característica principal del TJO és el seu funcionament robòtic, de manera que les observacions i el procés de presa de decisions en cas d'incidents es duen a terme de forma automàtica i sense intervenció humana.

Les instal·lacions astronòmiques de l'OdM han donat importants treballs en els camps de recerca d'exoplanetes, supernoves i sistema solar. A més, han contribuït al seguiment de satèl·lits i al monitoratge de la qualitat atmosfèrica a la zona del Montsec. Durant el 2023, l'IEEC va assolir diverses fites a l'OdM. A continuació, us en facilitem un resum.

### Infraestructures de l'OdM

El 2023 es van realitzar una sèrie de millores a les infraestructures de l'OdM. Es van actualitzar diversos ordinadors i es va millorar la seva integració en el sistema tot monitorant el rendiment del maquinari. Es va millorar la gestió dels sistemes de subministrament ininterromput d'energia per assegurar una millor manipulació del maquinari crític en cas d'apagades d'energia o alertes de tempesta. Els principals desenvolupaments de *software* el 2023 es van centrar en l'optimització de la programació del TJO (ISROCS) i la seva resposta dinàmica a les sol·licituds d'observació durant la nit, així com en les millores en la gestió de la redundància de sensors per part del Sistema de Control Meteorològic (WCS, per les sigles en anglès). Es va instal·lar una nova pantalla il·luminada a la cúpula del TJO per tal de permetre una millor gestió del procés de calibratge de les imatges científiques del TJO, i s'espera que la seva funcionalitat s'implementi en el sistema de control (OCS) a principis de 2024. Finalment, es va dissenyar un nou sistema de control basat en *Differential Image Motion Monitor* (DIMM), juntament amb algunes millores de maquinari, amb l'objectiu d'iniciar el monitoratge de la turbulència atmosfèrica, continu i totalment autònom, a principis de 2024.

També es va construir a l'OdM l'estació GNSS i l'acceleròmetre de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, i es van iniciar les operacions. A més, es va signar un acord amb INGESCO per a la instal·lació d'una antena de la seva nova xarxa per a tempestes i monitoratge de llamps, amb l'objectiu d'incloure les dades resultants al WCS de l'observatori una vegada la xarxa sigui plenament funcional. Paral·lelament, es van dur a terme obres civils a l'edifici principal del TJO per reparar alguns dels seus murs exteriors principals, i es va millorar el soterrani de l'estació transformadora elèctrica, juntament amb les seves connexions a terra, per tal de garantir la seva fiabilitat per als propers anys.

## Ciència amb el TJO

El TJO és un telescopi de 0,8 m completament robòtic utilitzat per a diferents aplicacions, incloent múltiples camps d'astrofísica, i també activitats de Vigilància i Seguiment Espacial (SST, per les sigles en anglès). Aquest telescopi pot observar amb dos instruments diferents, incloent una càmera d'imatge (LAIA) i un espectrògraf (ARES). Durant el 2023 LAIA va patir una sèrie de reparacions i durant la major part de l'any es va fer servir la càmera anterior MEIA2.

El TJO proporciona dades útils que es distribueixen a través del portal web OdM i també a través del node de l'Observatori Virtual Espanyol (SVO, per les sigles en anglès). El 2023, l'SVO es va actualitzar per incloure totes les imatges en brut públiques del TJO, amb un total de més de 613.000 imatges, obtingudes durant 3.200 nits diferents des de 2013. El TJO va oferir al voltant del 70% del seu temps disponible el 2023 a la comunitat astronòmica internacional, amb una fracció d'1,1 de temps sol·licitat respecte del temps disponible del telescopi. A finals de 2023, l'OdM comptava amb 209 usuaris registrats al portal *Management for Users in ROCS* (MUR, [mur.ieec.cat](http://mur.ieec.cat)), la qual cosa suposa aproximadament un augment del 5% en el nombre d'usuaris registrats respecte a 2022.



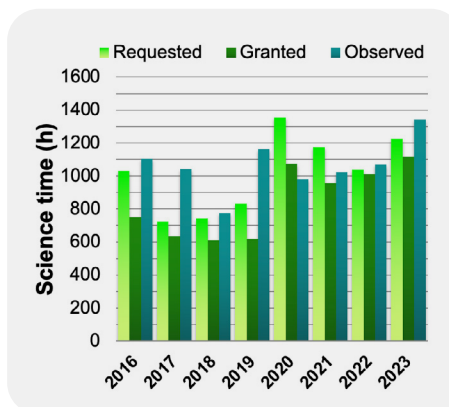
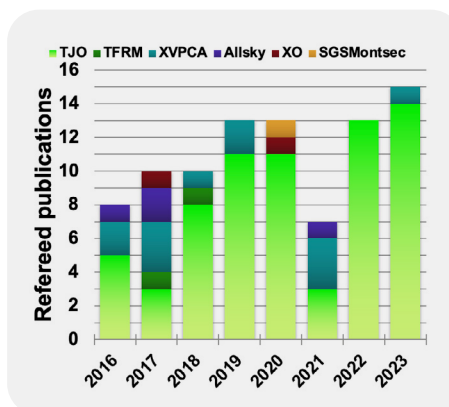
**Imatge 2:** Vistes generals de l'edifici del TJO a l'OdM.  
Crèdits: IEEC/OdM

### PERSONA DE CONTACTE

**Kike Herrero** [eherrero@ieec.cat](mailto:eherrero@ieec.cat)  
Director de l'Observatori del Montsec

Durant el 2023, el telescopi va participar en diferents projectes científics, incloent l'estudi d'objectes del Sistema Solar, el monitoratge dels trànsits d'exoplanetes, la caracterització de l'activitat estel·lar de nans M, l'estudi de les binàries eclipsants, el monitoratge de noves, estudis detallats de nans blancs o de binàries de raigs X de forat negre recentment descoberts, les corbes de llum de supernoves tipus Ia i de tipus Ic, transitoris de Gaia com els que produeixen esdeveniments de microlent, i el monitoratge dels blàzars emissors de raigs gamma.

El nombre de publicacions revisades per experts ha augmentat notablement en els últims dos anys (imatge 3, a dalt) a causa dels nous programes d'observació iniciats. A més, la quantitat de temps científic sol·licitat i lliurat amb el TJO ha augmentat significativament des del 2016 (imatge 3, a baix), i ara és equivalent al temps total de nit disponible amb bon temps.



**Imatge 3:** Nombre de publicacions revisades per experts a l'any de les instal·lacions de l'OdM durant els últims 8 anys (imatge superior). Quantitat total de temps científic sol·licitat, concedit i observat amb el TJO (imatge inferior). Crèdits: IEEC/OdM

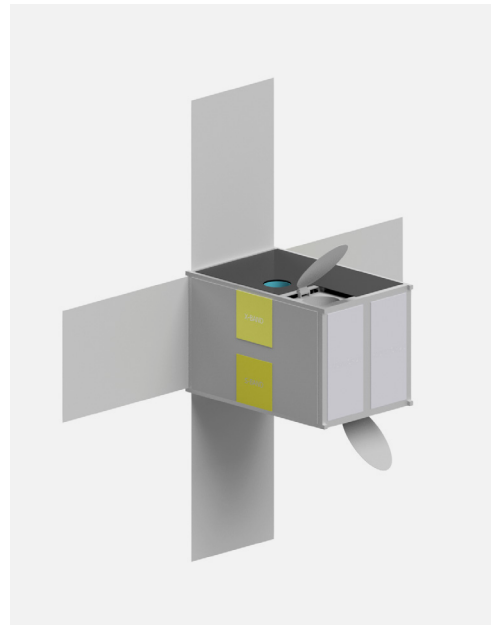
# PhotSat

**Satèl·lit cubesat per fer seguiment dels 10 milions d'estrelles més brillants del cel desenvolupat íntegrament per l'IEEC i el seu ecosistema acadèmic i industrial.**

PhotSat és un projecte coordinat per l'IEEC que consisteix en el desenvolupament i la construcció d'un satèl·lit per fer seguiment dels 10 milions d'astres més brillants del cel durant almenys dos anys. A través d'un enginyós sistema amb miralls rotatoris, els dos telescopis del satèl·lit prendran mesures de la pràctica totalitat del cel cada dos dies. Aquests telescopis tindran un diàmetre aproximat de 10 cm i estaran optimitzats per observar des de la llum ultraviolada fins a la llum visible. Les mesures, que seran especialment precises en el cas d'estrelles brillants, tindran utilitat per a una varietat de programes científics, incloent-hi la cerca d'exoplanetes, la caracterització d'estrelles i l'observació de fenòmens transitoris, entre molts d'altres.

El PhotSat tindrà format de cubesat amb una mida prevista de 12 unitats (cada unitat és un cub de 10 cm de costat) i un pes total d'entre 10 i 20 kg. El satèl·lit farà voltes a la Terra en una òrbita baixa (LEO), a uns 500 km d'altitud, i es comunicarà i descarregarà les dades que produeixi a través del Teleport de Sant Esteve de la Sarga, a l'Observatori del Montsec.

Durant el 2023, l'equip del PhotSat ha estat treballant en el disseny inicial dels diferents sistemes i components de la càrrega útil científica, realitzant anàlisis i desenvolupant un prototip del subsistema optomecànic així com simuladors per a proves i anàlisis. L'objectiu és arribar a una avaluació preliminar del disseny (PDR) a principis de 2024.



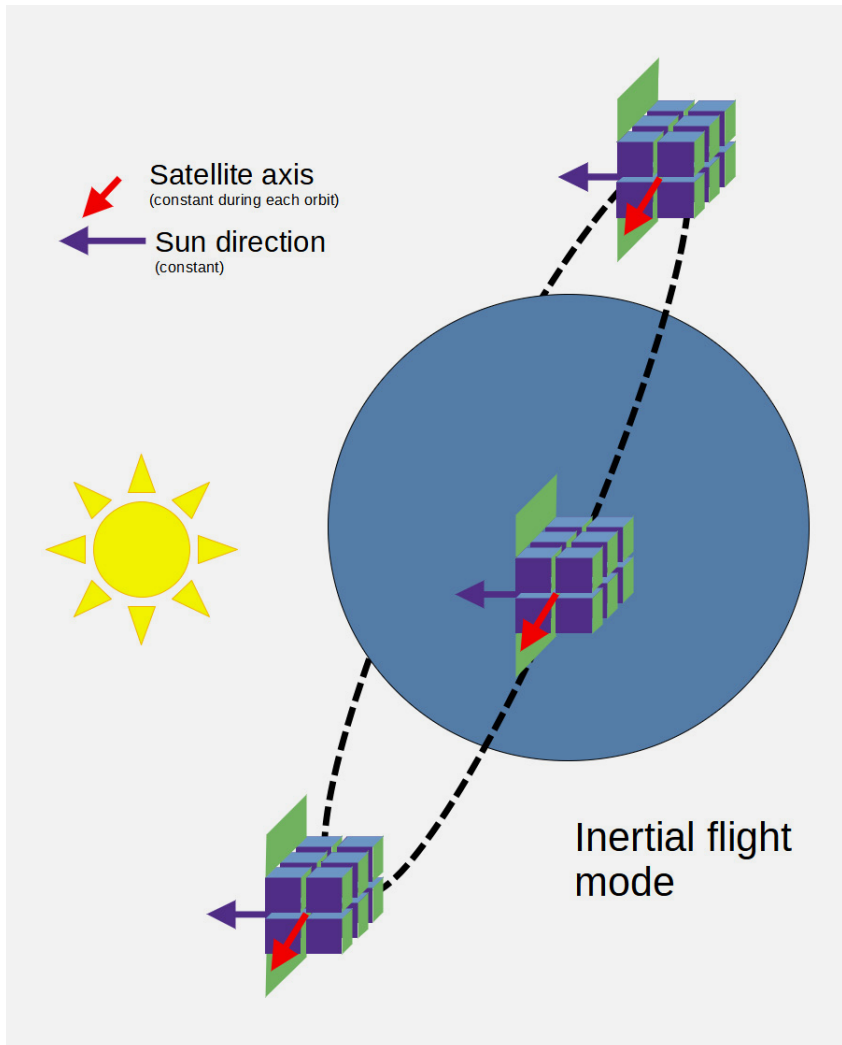
**Imatge 4:** Render del disseny actual del satèl·lit PhotSat. Crèdit: IEEC

A més, després de diverses reunions i converses amb diferents grups interessats a participar en el projecte, s'ha establert el consorci de la missió. Diversos grups acadèmics de la UB, la UAB i la UPC han acordat participar en el desenvolupament de la missió. La seva experiència i dedicació són elements clau per a l'èxit d'aquest projecte.

El PhotSat serà el primer satèl·lit científic desenvolupat íntegrament (des de la fase de disseny fins a la d'operacions) per l'IEEC i el seu ecosistema acadèmic i industrial, de manera que es generarà una valuosa experiència al voltant de les tecnologies NewSpace i contribuirà a potenciar la col·laboració publicoprivada.

Per finançar el projecte, s'han assignat a l'IEEC 3,6 milions d'euros del Pla Complementari d'Astrofísica i Física d'Altes Energies del Govern espanyol. Aquests plans són col·laboracions estatals amb les comunitats autònomes en accions d'R+D+I per canalitzar fons europeus del Mecanisme de Recuperació i Resiliència, una part clau del programa NextGenerationEU.





**Imatge 5:** Òrbita terrestre baixa del PhotSat (heliosíncrona, 500 km sobre la superfície). Crèdit: IECC

#### PERSONES DE CONTACTE

**Ignasi Esteva** [esteva@ieec.cat](mailto:esteva@ieec.cat)  
Enginyer de recerca

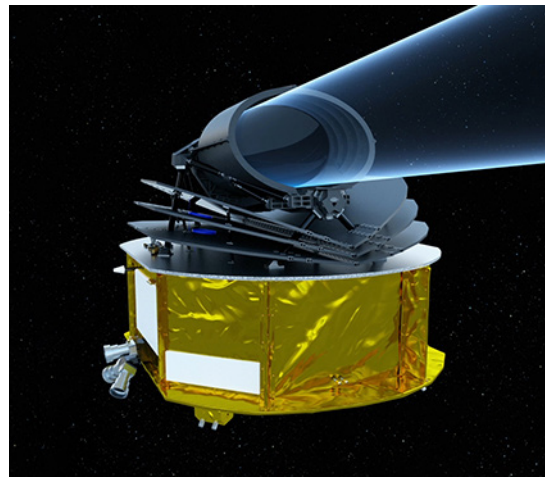
**Carles Sierra** [sierra@ieec.cat](mailto:sierra@ieec.cat)  
Enginyer de recerca

# Ariel

## La missió analitzarà les atmosferes d'una gran mostra d'exoplanetes en trànsit fent servir espectroscòpia de transmissió.

Ariel (*Atmospheric Remote-sensing Exoplanet Large-survey*) és la quarta missió de mida mitjana (o de 'classe M') de l'Agència Espacial Europea (ESA) que es va adoptar el 2020 i s'espera que es llanci el 2029. Consisteix en un telescopi d'1 metre de diàmetre equipat amb espectrògrafs de baixa resolució que cobriran el rang de longitud d'ona d'1,1 mm a 7,8  $\mu\text{m}$ . Ariel estudiarà una mostra completa d'exoplanetes en trànsit mitjançant espectroscòpia de transmissió. Això significa que mesurarà els espectres dels planetes a través del seguiment del seu trànsit davant de les seves estrelles amfitriones o de les ocultacions darrere d'elles. Aquest tipus d'observació proporciona una gran quantitat d'informació sobre l'atmosfera dels planetes, com la composició química, el perfil vertical de pressió-temperatura, la diferència de temperatura dia-nit, els patrons de circulació de l'atmosfera i la presència de núvols, per exemple. L'objectiu d'aquest sondatge, que caracteritzarà un gran nombre d'atmosferes d'exoplanetes durant els seus 4 anys de vida, és respondre al primer dels quatre ambiciosos reptes recollits a la 'Cosmic Vision' de l'ESA: 'Quines són les condicions per a la formació planetària i l'aparició de la vida?'

La càrrega útil de la missió Ariel està desenvolupada per un consorci de més de 70 instituts de 17 països. L'IEEC és un dels instituts que colidieren (co-IP: Ribas), i lidera la contribució espanyola (IP: Ribas; *Project Manager* nacional: Colomé), que també inclou l'Institut de Astrofísica de Canarias (IAC) i la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). L'IEEC, a través d'investigadors de l'ICE-CSIC i de l'ICCUB, participa en dos aspectes de la missió, un de caire eminentment científic i un altre de tecnològic. Pel que fa a la part de ciència, el nostre treball consisteix bàsicament a estudiar els efectes de les variacions intrínseques estel·lars, conegudes com activitat estel·lar, sobre els espectres de les atmosferes planetàries. Estem desenvolupant mètodes per corregir aquesta variabilitat i així mantenir les dades d'Ariel



**Imatge 6:** Representació del telescopi Ariel recollint dades d'exoplanetes distants. Crèdits: Ariel Consortium

lliures de qualsevol biaix. En els últims anys, suggerim l'ús d'observacions complementàries per a aquest propòsit (veure Rosich et al. 2020). Durant el 2023, hem realitzat una campanya observacional per aplicar aquesta metodologia a un interessant exoplaneta en coordinació amb observacions del James Webb Space Telescope (JWST). Tenim previst utilitzar aquest sistema com a cas de prova per implementar el potencial dels algorismes d'aprenentatge automàtic (*Machine Learning*) a aquesta metodologia. Aquest projecte es desenvoluparà com a tesi doctoral.

Pel que fa a la tecnologia, l'IEEC s'encarrega del disseny, la implementació, el muntatge i la verificació de la Unitat de Control de Telescopi (TCU, per les sigles en anglès). El seu propòsit és la mesura d'alta precisió de les temperatures criogèniques del telescopi, i el control del mecanisme de reenfoament del mirall secundari (M2) en operació des de terra. Durant l'any passat l'equip de la TCU ha aconseguit diverses fites clau en el progrés de la unitat com superar amb èxit la Revisió del Disseny Preliminar de l'instrument. Aquesta fita va aprovar el disseny actual de la unitat i va donar el vistiplau per a l'inici de la compra, construcció i prova de les primeres unitats l'any que ve. L'avanç en el

disseny mecànic de la TCU ha estat clau per consolidar el disseny final de la unitat. Per provar el disseny mecànic i les interfícies de la unitat a la plataforma, l'equip va fabricar i va lliurar un model estructural a Airbus per sotmetre's a proves mecàniques i de vibració. El disseny dels diferents elements que conforma la TCU, com la unitat d'alimentació (PSU), control i sensors tèrmics (CTS), i el controlador de mirall secundari (M2MD) han estat completament desenvolupats i s'estan fabricant els primers prototips per realitzar proves d'interfície entre la TCU i la resta d'equips del consorci.

L'IEEC també s'encarrega de proporcionar una eina de planificació per programar automàticament les observacions com a part del Segment Terrestre de la missió Ariel, l'anomenada eina de planificació a llarg termini d'Ariel: *Long Term Planning Tool* (LTPT). Aquest és un subsistema clau del Segment Terrestre a causa de la complexitat de planificar el seguiment d'uns 1.000 sistemes planetaris els trànsits dels quals s'han d'observar fins a diverses vegades per tal d'apilar-los i millorar la relació senyal-soroll. Es va dissenyar un prototip de l'eina LTPT (Morales et al. 2022). El 2023 hem dissenyat un nou algoritme d'optimització (com a part d'una tesi doctoral) per millorar l'eficiència dels plans observacionals (Nakhjiri et al. 2023), i hem iniciat el desenvolupament formal del programari que lliurarem a l'ESA. Els requisits d'alt nivell relacionats amb l'LTPT s'han identificat en preparació per a la Revisió de Requisits del Segment Terrestre (maig de 2024) i es va enviar una primera versió del programari a l'ESA per a l'avaluació de la qualitat del producte.

#### Referències:

- Morales, J.C., Nakhjiri, N., Colomé, J., Ribas, I., García, E., Moreno, D., Vilardell, F. *Experimental Astronomy*, 53, 807-829 (2022)
- Nakhjiri, N., Salamó, M., Sànchez-Marrè, M., Morales, J.C. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 126, 106856 (2023)
- Rosich, A., Herrero, E., Mallonn, M., Ribas, I., Morales, J. C., Perger, M., Anglada-Escudé, G., Granzer, T. *A&A*, 641, A82 (2020)

#### PERSONES DE CONTACTE

**Ignasi Ribas** iribas@ieec.cat  
Professor / Investigador permanent

**José M. Gómez** jmgomez@ieec.cat  
Professor / Investigador permanent

# Euclid

## Entendre l'energia i la matèria fosques estudiant la taxa d'expansió de l'Univers i el creixement de l'estructura.

Euclid és una missió de cosmologia de l'Agència Espacial Europea (ESA) per estudiar l'expansió accelerada de l'univers, també coneguda com energia fosca. Conté dos instruments: una càmera d'imatge en el visible i un espectrofotòmetre d'infraroig proper. Euclid ha estat dissenyat per estudiar el ritme d'expansió de l'Univers i el creixement de l'estructura fent servir lents gravitatòries febles i l'agrupació de les galàxies com a principals sondes cosmològiques. Durà a terme una observació que cobrirà 15.000 graus<sup>2</sup>, un terç del cel, prenent imatges d'alta resolució i espectroscòpia sense esclatxes de milions de galàxies. L'IEEC té funcions de lideratge i visibilitat en la missió: pertany a l'equip científic d'Euclid de l'ESA, forma part de la Junta del Consorci d'Euclid, lidera els esforços de simulació, desenvolupa programes de tractament de dades i ha contribuït a la instrumentació.

Durant la primera part del 2023, Euclid va superar les seves últimes proves a terra i, a l'abril, va ser enviat a Cap Canaveral, Florida. Dues setmanes abans del llançament, el Consorci d'Euclid va celebrar la seva reunió anual a Copenhaguen. L'1 de juliol de 2023, Euclid es va llançar amb èxit amb un coet Falcon 9 de SpaceX. El llançament va ser molt eficient i Euclid va injectar-se a la seva òrbita sense necessitat de grans correccions a la seva trajectòria. En un mes, Euclid va assolir la seva òrbita de destí al voltant del punt L2 de Lagrange. Durant el primer mes, Euclid es va posar en marxa tot assegurant que els instruments eren funcionals i ajustant l'enfocament del telescopi. A finals de juliol, Euclid va publicar unes quantes imatges de demostració preses durant la posada en marxa per mostrar el potencial d'Euclid. A l'agost, Euclid va iniciar la seva fase de verificació del rendiment (PV, per les sigles en anglès). A mitjans d'agost, va tornar a la fase de posada en marxa per resoldre alguns problemes trobats amb la determinació del guiament del telescopi amb el sensor d'autoguiat precís. A finals de setembre es va reiniciar la fase PV, i es van adquirir les dades necessàries per calibrar la missió. Al novembre, Euclid va presentar al món les *Early Release Observations* (ERO), observacions especials realitzades durant la fase PV. Aquestes ERO inclouen des d'observacions de cúmuls de galàxies fins a nebuloses gasoses que demostraven les capacitats d'Euclid per cobrir un gran camp amb una resolució d'imatge exquisida. El 3 de desembre, el cartografiat d'Euclid va començar oficialment a prendre dades. Les primeres observacions realitzades es van dissenyar per mesurar l'error de front d'ona i calibrar la funció de dispersió de punts (PSF) del sistema.

Per la nostra banda, vam continuar liderant el Grup de treball de Simulacions Cosmològiques i la Unitat d'Organització de Simulacions del Segment terrestre de Ciència. Hem estat treballant en millores a la simulació *Flagship* i en la redacció del document que descriu el catàleg simulat de galàxies. Juntament amb el Port d'Informació Científica (PIC), el grup IEEC de l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) ha elaborat les simulacions utilitzades en els cicles 16 i 19 del Segment terrestre de Ciència i totes les simulacions necessàries per preparar i donar suport a la fase PV de la missió. L'article que descriu les simulacions del vuitè repte científic s'ha enviat per a la seva publicació. Durant l'any, hem assistit a les reunions de l'equip de Ciència d'Euclid, que es van centrar principalment en el seguiment de les últimes etapes de preparació per al llançament i la posterior comprovació del funcionament del satèl·lit i els instruments. També hem organitzat la reunió del grup de treball de ciència de simulacions cosmològiques al novembre. Durant els últims mesos de l'any, també ens vam preparar per a la revisió de com havien transcorregut les primeres fases de calibració i posada a punt de la missió, que estava programada per al gener de 2024.



**Imatge 7:** L'1 de juliol de 2023, Euclid es va llançar amb èxit amb un coet Falcon 9 de SpaceX. Crèdits: SpaceX

### PERSONES DE CONTACTE

**Francisco Castander** fjc@ieec.cat  
Professor / Investigador permanent

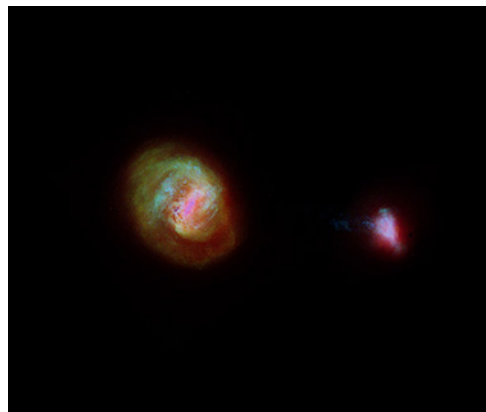
**Pablo Fosalba** fosalba@ieec.cat  
Professor / Investigador permanent

# Gaia

## El mapa tridimensional més precís de la Via Làctia, amb gairebé dos mil milions d'estrelles, galàxies, quàsars i objectes del Sistema Solar.

El 19 de desembre de 2023, es van complir deu anys del llançament del satèl·lit Gaia de l'Agència Espacial Europea. La missió ja ha assolit, amb escreix, l'objectiu de realitzar el mapa més precís i complet de la Via Làctia fins el moment. Des del seu llançament porta acumulats més de 3.400 dies d'operacions nominals i ja s'han fet 5 entregues de dades a la comunitat internacional (el 2016, 2018, 2020, 2022 i 2023). Gaia està demostrant el seu gran potencial científic, amb més de 10.000 articles publicats en camps tan diversos i transversals de l'astronomia com són l'astronomia galàctica, la física estel·lar, els exoplanetes, el sistema solar, els quàsars i la física fonamental. Cal destacar els articles del consorci dedicats a la darrera entrega, el Focused Product Release, que cobreixen diversos tipus d'objectes d'especial rellevància.

L'arxiu actual de Gaia, amb un accés obert a tota la comunitat des del primer dia, conté la posició i el moviment de més de 1.800 milions d'estrelles de la Via Làctia, inclosos també més de 10 milions d'estrelles variables i quasi un milió de sistemes binaris. La missió també ha catalogat 3 milions de candidats a galàxies i 2 milions de candidats a quàsars, entre d'altres, i ha revolucionat el coneixement del sistema solar amb un seguiment precís de més de 158.000 objectes, incloent-hi els asteroides propers a la Terra, els del cinturó principal, i els objectes transneptunians. A més, les dades espectroscòpiques que aporta la missió no tenen precedent en la història de l'astronomia, tant per la quantitat de dades publicades, més de 200 milions d'espectres, com pel procés de calibratge únic i per a tot el cel. La precisió astromètrica, fotomètrica i espectroscòpica aconseguides fins ara, quan només s'han publicat les dades obtingudes en els primers 34 mesos de missió, han transformat completament la visió que fins ara teníem de l'origen i l'evolució de la nostra galàxia. I no només això, també està transformant el dia a dia de la recerca en astronomia galàctica i estel·lar, plantejant la necessitat d'emprar noves metodologies i noves eines per a avançar en estudis presents i futurs.



**Imatge 8:** Aquesta imatge mostra la densitat estel·lar dels núvols de Magalhães gran i petit (LMC i SMC, per les sigles en anglès), dues galàxies nanes que orbiten la Via Làctia, vistes per Gaia. Es compon de capes vermelles, verdes i blaves, que tracen principalment les estrelles d'edat més antiga, intermèdia i les més joves, respectivament. Crèdits: ESA/Gaia/DPAC; CC BY-SA 3.0 IGO. Agraïment: L. Chemin; X. Luri et al (2020)

Gaia continuarà observant fins el primer trimestre del 2025, moment en què s'exhaurirà el gas que permet mantenir la rotació uniforme i l'apuntat precís del satèl·lit. El processament de les dades continuarà uns anys més, i es preveu que augmentarà moltíssim amb complexitat i precisió. Està previst que el catàleg final de la missió no es publiqui fins ben entrat l'any 2030, amb una sisena entrega l'any 2025.

Els equips de l'ICCUB-IEEC han estat plenament involucrats en la missió des que aquesta es va començar a dissenyar, ara fa més de 25 anys. S'ha participat en el desenvolupament de peces crítiques de la missió com són el processament de les dades, el disseny del sistema fotomètric i la validació de cada un dels catàlegs que s'han publicat. Ha estat gràcies a l'experiència adquirida durant tots aquests anys que l'equip científic ha estat i segueix sent pioner en les tasques d'explotació científica i publicació de nous descobriments.

### PERSONES DE CONTACTE

**Lola Balaguer** lbalaguer@ieec.cat  
Professora / Investigadora permanent

**Xavier Luri** luri@ieec.cat  
Professor / Investigador permanent



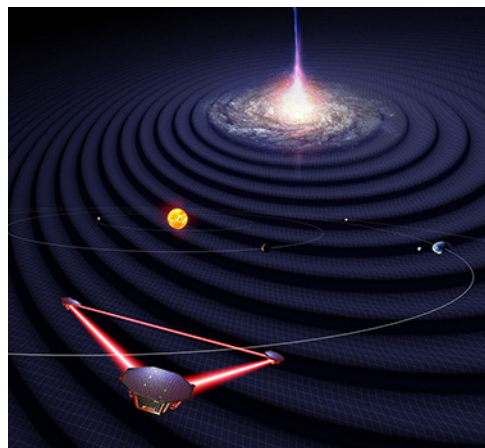
# LISA

## El primer observatori d'ones gravitacionals a l'espai.

LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) és una missió de classe L (*large, gran*) de l'Agència Espacial Europea (ESA), en col·laboració amb la NASA, dels EUA, per posar a l'espai un observatori que monitorarà tot el cel, i oferirà una visió àmplia d'un cosmos dinàmic a partir d'ones gravitacionals de baixa freqüència. Més concretament, LISA és una constel·lació triangular de tres naus espacials que seguiran la Terra en la seva òrbita al voltant del Sol. Estan separades per 2,5 milions de km, i connectades per raigs làser que controlen la distància relativa entre masses de prova en caiguda lliure (cosa que permet aconseguir simultàniament les dues polaritzacions independents de les ones gravitacionals). LISA proporcionarà la visió més propera de l'Univers primerenc a escales d'energia de TeV, té fonts conegudes en forma de binaris de verificació a la Via Làctia (binaris ultracompactes) i pot sondejar tot l'Univers, des de les escales més petites prop dels horitzons de forats negres, fins a escales cosmològiques. Així doncs, s'espera que LISA faci descobriments revolucionaris d'astrofísica, cosmologia i física fonamental.

El Grup d'Astronomia Gravitacional-LISA de l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) lidera la contribució espanyola a la missió LISA (en col·laboració amb els grups UPC-IEEC i UB-IEEC), el Subsistema de Diagnòstic Científic (SDS), format per una sèrie de sensors i actuadors d'alta precisió i una estabilitat sense precedents, juntament amb tota l'electrònica associada, que proporcionarà informació essencial sobre l'entorn del sistema de mesura LISA. Els dispositius de diagnòstic són: tèrmics (sensors i actuadors tèrmics), magnètics (magnetòmetres, bobines i antena electromagnètica), i de radiació (monitor de radiació). Pel que fa a l'explotació científica, la col·laboració LISA-IEEC també lidera el desenvolupament del Centre Distribuit de Dades espanyol juntament amb l'anomenat algoritme d'ajust global, que s'utilitzarà per crear un catàleg de fonts d'ones gravitacionals a partir del flux de dades LISA. També participa activament en diversos grups de treball del consorci internacional LISA, des d'astrofísica fins a desenvolupaments d'anàlisi de dades.

La col·laboració LISA-IEEC ha contribuït a preparar l'avaluació per a l'adopció de la missió (*Mission Adoption Review*), prevista per al gener de 2024, proporcionant els tests i informes necessaris per a l'SDS; després d'això, LISA entraria en la fase d'implementació amb una data de llançament prevista per al 2035. A més, durant l'any 2023, el grup ha conclòs amb èxit l'activitat *LISA Enhanced Temperature Subsystem* (LETS). LETS va ser un contracte de l'ESA per desenvolupar un prototip per al subsistema de diagnòstic de temperatura per a LISA, que ja ha estat fabricat i testat. Aquest prototip, actualment en ús als laboratoris de l'ICE-CSIC, aconsegueix resultats d'alta precisió en la detecció de temperatura (resolució ~microkelvin), i es farà servir a les properes fases d'implementació i testatge de LISA. Els membres de la col·laboració també han contribuït, com a autors, a l'Informe de l'estudi de definició de LISA (l'anomenat Llibre vermell, que es va fer públic el febrer de 2024). També han donat suport a la delegació espanyola en la definició de l'acord multilateral per a LISA, on es defineix l'aportació espanyola.



**Imatge 9:** Representació artística de LISA (la missió ESA-L3). La constel·lació de tres naus espacials es mostra seguint una òrbita heliocèntrica al voltant del Sol seguint la Terra. Al fons, una representació de l'emissió d'ones gravitacionals per un sistema binari de forats negres supermassius. Crèdits: University of Florida / Simon Barke (CC BY 4.0)

### PERSONES DE CONTACTE

**Carlos Sopena** [sopena@ieec.cat](mailto:sopena@ieec.cat)  
Professor / Investigador permanent

**Miquel Nofrarias** [nofrarias@ieec.cat](mailto:nofrarias@ieec.cat)  
Professor / Investigador permanent

# Plato

**La missió buscarà i caracteritzarà un gran nombre de sistemes planetaris i les seves estrelles amfitriones, en especial, sistemes bessons al Sol-Terra.**

Plato (*PLANetary Transits and Oscillations of stars*) és la propera missió de classe mitjana de l'Agència Espacial Europea (ESA) que es llançarà el 2026. La càrrega útil d'aquesta missió està composta per 26 càmeres que, des del punt de Lagrange L2, miraran contínuament les estrelles amb l'objectiu de detectar la petita baixada de llum causada pels exoplanetes que transiten davant d'elles. S'espera que Plato descobreixi milers de sistemes planetaris que alberguen planetes gegants rocosos i gasosos que proporcionaran informació sobre la formació i l'evolució d'aquests sistemes. Però la missió està especialment dissenyada per buscar sistemes bessons al Sol-Terra, és a dir, planetes rocosos en la zona habitable d'estrelles de tipus solar, en altres paraules, en el rang de distàncies en què l'aigua líquida pot sostenir-se en la superfície del planeta. Trobar i caracteritzar aquests planetes és el primer pas cap a l'objectiu de la recerca a llarg termini de trobar vida més enllà de la Terra. A més, s'espera que Plato també proporcioni una gran quantitat d'informació sobre la mateixa estrella amfitriona a través de l'anàlisi de la seva sismologia a partir de la variabilitat fotomètrica d'alta freqüència, de la qual es poden inferir paràmetres fonamentals com la massa i l'edat de les estrelles.

Els exoplanetes detectats per Plato mitjançant el mètode de trànsit hauran de ser confirmats amb observacions addicionals per tal de descartar escenaris de falsos positius. A més, aquestes observacions també proporcionaran una mesura de la massa de l'exoplaneta, que en combinació amb el radi determinat del trànsit, revela propietats com la seva densitat. S'ha posat en marxa un Programa d'Observacions des de Terra (GOP, per les sigles en anglès) per coordinar totes aquestes observacions, que poden ser tan diferents



**imatge 10:** Nombrosos sistemes d'exoplanetes esperen ser descoberts per la sonda espacial Plato. Crèdits: ESA

com el seguiment fotomètric de les estrelles per confirmar la detecció del trànsit, imatges d'alt contrast per buscar estrelles contaminants de fons, i seguiment espectroscòpic d'alta precisió del qual es deriva la velocitat radial de les estrelles, i per tant la massa dels exoplanetes. Organitzar i planificar totes aquestes observacions per a milers de candidats planetaris que es duran a terme en diferents instal·lacions terrestres és un repte que l'equip de l'IEEC hem emprès donada la nostra experiència en sistemes de planificació en el marc del projecte STARS.

Diferents unitats de l'IEEC s'encarreguen de desenvolupar el sistema que coordinarà les operacions del GOP. Estem liderant diferents paquets de treball. En particular, els dedicats a la recepció i distribució de dades i a les comunicacions entre subsistemes i bases de dades (ICCUB), i a la planificació d'observacions (ICE-CSIC). Durant el 2023, hem estat treballant en l'elicitació i documentació dels requisits que es deriven de la planificació de l'estratègia científica de Plato, i en el disseny de la infraestructura general per preparar la revisió que tindrà lloc durant el segon trimestre del 2024. El disseny consisteix en un Centre de Dades del GOP (a les instal·lacions de l'IEEC) que alberga un repositori de dades i un programari orquestrador encarregat de coordinar les comunicacions entre el Centre de Dades de Plato (PDC), que proporcionarà les propietats de les estrelles i els candidats a exoplanetes, i el sistema de planificació. Aquest últim serà l'encarregat de distribuir les diferents observacions a realitzar entre els observatoris de manera eficient. Per a això, estem adaptant els algorismes de planificació i d'optimització amb Intel·ligència Artificial de STARS. A més, estem desenvolupant una interfície gràfica d'usuari que s'adaptarà a les necessitats de Plato per poder monitorar les operacions del GOP.

A més del GOP, l'IEEC està ajudant a definir millor el cas científic de la missió i preparar les eines d'anàlisi de dades. Hem contribuït als paquets de treball sobre activitat estel·lar, determinació de la rotació i models de taques fotosfèriques, i som responsables de la producció de les biblioteques de models estel·lars que Plato farà servir per determinar les propietats fonamentals de les estrelles en el seu programa central.

## PERSONES DE CONTACTE

**Juan C. Morales** [morales@ieec.cat](mailto:morales@ieec.cat)  
Investigador postdoctoral

**Jordi Portell** [portell@ieec.cat](mailto:portell@ieec.cat)  
Enginyer de recerca

# Estratègia NewSpace





# ESTRATÈGIA NEWSPACE

**La nova economia de l'espai (o NewSpace) representa un salt disruptiu en l'ús de l'espai gràcies al desplegament de petits satèl·lits (nanosatèl·lits), basats en tecnologies industrials i digitals avançades, més econòmics i de desenvolupament ràpid.**

Els nanosatèl·lits, definits a partir de l'estàndard del CubeSat (un cub de 10 cm de costat), s'han convertit en les plataformes ideals per equilibrar el rendiment i les capacitats dels satèl·lits amb el cost de producció, llançament i operacions. Aquests satèl·lits normalment se situen en òrbites de baixa alçada (LEO, per les seves sigles en anglès), localitzades entre 200 i 1.200 km de la superfície terrestre.

El NewSpace també es caracteritza per l'enfocament comercial de les infraestructures espacials, essent la indústria privada i els usuaris públics i privats els destinataris principals de les tecnologies, productes i serveis desenvolupats. El menor cost, el menor temps de desenvolupament per arribar al mercat i els processos d'innovació més àgils i menys adversos al risc fan del NewSpace un canvi important en el sector espacial i representen una oportunitat d'entrada de nous actors, una democratització de l'accés i l'ús de l'espai, i provoquen un impacte enorme en els serveis que reben els usuaris. Ofereix un conjunt de serveis digitals amb una forta capacitat d'innovació i genera un nou mercat, una nova economia amb un gran creixement i oberta a la participació de start-ups, PIMEs i empreses grans, així com entitats públiques que busquen noves oportunitats en el sector de l'espai.

Aquesta nova economia de l'espai posa a l'abast de nous sectors l'ús i l'explotació de plataformes espacials per a una gran varietat d'aplicacions, com són l'observació de la Terra, la navegació i les telecomunicacions, i la recerca científica i tecnològica. Es tracta de noves aplicacions que permeten una millor gestió del territori i les infraestructures, la mesura i mitigació dels efectes del canvi climàtic i disposar de cobertura de comunicacions, entre moltes altres.

El sector del NewSpace s'ha consolidat a nivell mundial, amb milers de nanosatèl·lits en òrbita i amb un creixement enorme respecte als llançaments efectuats en les darreres dècades.

## Estratègia NewSpace de Catalunya

A l'octubre de 2020, el Govern de la Generalitat de Catalunya va aprovar l'Estratègia NewSpace amb l'objectiu d'aprofitar l'oportunitat d'aquest canvi de paradigma per al sector espacial i impulsar el seu creixement a partir de les sòlides capacitats existents dels sectors espacial i digital.

En la seva definició i en el seu desplegament hi participen l'IEEC, la Fundació i2CAT i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), institucions clau per a la promoció del sector espacial, les tecnologies digitals avançades i els serveis basats en dades geoespaciales, respectivament.

Catalunya disposa d'infraestructures, coneixements i bagatge tecnològic i és un actor rellevant en l'àmbit del NewSpace, amb una experiència substancial en recerca i innovació, llançament de missions, disseny de càrregues útils, instal·lacions terrestres, telecomunicacions espacials, així com en l'activitat comercial basada en l'explotació de dades obtingudes des de satèl·lits. A més, té un ecosistema digital de primer nivell que contribueix decisivament en l'impuls del NewSpace, gràcies a la sinergia amb àmbits de coneixement com són la intel·ligència artificial, la ciberseguretat, l'electrònica avançada per a sensors i ordinadors, la impressió 3D i la manufactura additiva, les comunicacions segures i comunicacions mòbils de nova generació (5G i IoT), entre d'altres.

## Àrea de Promoció del Sector Espacial de Catalunya

L'IEEC acull dins la seva estructura l'Àrea de Promoció del Sector Espacial de Catalunya (APEC). L'APEC és, per encàrrec de la Generalitat de Catalunya, l'estructura administrativa de referència per desplegar la política satel·litària i gestionar adequadament l'activitat del sector de l'espai a Catalunya, segons el previst en l'Estratègia NewSpace.

L'APEC contribueix en els diversos pilars de l'Estratègia i executa activitats de promoció de l'R+D+I, retenció de talent, construcció d'infraestructures clau tant espacials com terrestres, i de desenvolupament de serveis i aplicacions destinats a l'administració i a sectors industrials. Té com a objectiu fer créixer l'ecosistema a partir de reforçar les capacitats nacionals a mitjà i llarg termini, i promoure la col·laboració internacional, sempre mantenint el compromís de l'entitat amb els criteris de responsabilitat social.

L'APEC coordina les seves activitats amb la Generalitat de Catalunya i les altres entitats promotores de l'Estratègia NewSpace, ICGC i i2Cat. I té assignades, entre d'altres, les següents funcions:

- Desenvolupar les activitats de representativitat i promoció del sector tant a nivell nacional com internacional.
- Actuar de finestra única per facilitar l'accés al sector espacial a les empreses i entitats a través de la reducció de les barreres administratives i l'acompanyament en els processos de caire administratiu i jurídic.
- Definir i executar programes de suport a l'ecosistema del sector espacial, tant en l'àmbit de la recerca i la innovació, com en la creació i creixement d'empreses.
- Crear les instal·lacions i infraestructures necessàries i amb el finançament adequat per a la seva posada en marxa i manteniment operatiu.
- Promoure el talent, tant en la seva creació, com en l'atracció i retenció.
- Crear conscienciació social de la importància del sector espacial per l'impacte que té en la millora de la vida de les persones i de l'economia productiva i social.

## Activitats del NewSpace desenvolupades a l'APEC

L'estructura de l'APEC està composta per tres oficines (Infraestructures, Serveis i Promoció Industrial, i Desenvolupament i Innovació) dedicades a la definició i planificació, execució i supervisió i, finalment, anàlisi de les actuacions associades a les funcions mencionades. Aquesta estructura s'ha consolidat el 2023 amb la incorporació de nous professionals i ara compta amb un total de 15 persones, la majoria de les quals amb perfil d'enginyeria i desenvolupant funcions de gestió especialitzada en el sector espacial i d'enginyeria de sistemes de tecnologies espacials.

Les funcions de l'APEC es duen a terme a través d'un conjunt d'activitats en diferents àmbits, totes elles destinades a assolir l'impacte esperat en el creixement de l'ecosistema públic i privat de Catalunya dedicat a les tecnologies NewSpace.

Els objectius assolits durant el 2023 mostren una gran progressió en relació als dels anys anteriors, i des de la creació de l'APEC a l'IEEC. En termes generals, s'ha avançat en la consolidació de la col·laboració amb el sector productiu i en diferents àmbits del sector públic (administració, acadèmia, recerca) a nivell nacional, en el posicionament en els àmbits estatal i internacional i en el posicionament a llarg termini.

### Àmbit regulatori i representativitat

Amb l'objectiu de definir i promoure la política satel·litària i representar i impulsar el sector del New Space a Catalunya, es treballa des de l'APEC en l'estratègia de cooperació nacional i internacional i en assessorar l'Administració de la Generalitat en polítiques per incentivar el sector. En aquest marc, el 2023 s'han dut a terme reunions amb representants d'organismes estatals i regionals que han permès identificar oportunitats i promoure les capacitats de l'ecosistema. En particular, s'ha fet seguiment amb l'Agència Espacial Espanyola d'iniciatives, com el PERTE Aeroespacial, que han permès promoure l'impacte en l'ecosistema. De forma similar, la interacció amb la Comissió Europea, EUSPA i l'Agència Espacial Europea (ESA) també s'ha mantingut per temes relacionals amb programes com IRIS2, Copernicus (p.e., Contributing Missions), CASSINI (p.e., Hackatons), scale-up (p.e., ESA-BIC, PhiLab), Zero Debris Charter, BASS, etc.



Durant el 2023 també s'ha constituït el Comitè Assessor de l'APEC-IEEC. Aquest comitè està compost per representants d'organismes de l'administració de la Generalitat, d'entitats públiques i de persones d'entitats privades. L'objectiu d'aquest comitè és el de poder recollir la visió d'entitats que aporten una experiència molt valuosa des dels diferents àmbits de la cadena de valor del NewSpace i, alhora, des de les diferents perspectives que componen el sector. Aquest comitè valora el desenvolupament d'accions de l'IEEC, així com la creació i coordinació de grups de treball creats ad hoc per cobrir àrees específiques.

### Serveis i Promoció Industrial: ecosistema, cooperació internacional

L'APEC porta a terme una sèrie de serveis destinats a donar suport a l'ecosistema a Catalunya. L'ecosistema participa de forma majoritària en la comunitat del NewSpace de la Digital Catalonia Alliance (DCA), entitat gestionada per la Fundació i2cat, i està composta per més de 90 membres. L'IEEC i la DCA coordinen esforços per tal de maximitzar l'impacte de les iniciatives del sector digital i les del sector espacial, amb el benefici que això suposa per al creixement del sector NewSpace català.

L'APEC dona suport especialitzat a empreses i entitats del sector, tant en els àmbits tècnic, legislatiu com de mercat. Alhora, identifica i gestiona la participació en consorcis nacionals, estatals i internacionals per executar tasques de promoció de la cooperació que permeti posicionar l'ecosistema, aprofitar oportunitats de finançament i atraure actors rellevants a nivell internacional. A més, porta a terme accions per a la promoció, com l'assistència a fires i congressos del sector espacial, i l'organització d'esdeveniments. Finalment, l'APEC també col·labora per incentivar l'ús de les aplicacions i serveis que proporcionen les tecnologies del NewSpace a partir de la implementació de solucions pre-comercials basades en l'observació de la Terra i la navegació.

Durant el 2023, l'APEC ha assolit amb èxit diferents accions: ha donat suport a més de 20 empreses i entitats de l'ecosistema; ha identificat i promogut la participació en 6 projectes i consorcis europeus; ha col·laborat amb agents de l'ecosistema com són l'ESA-BIC, ACCIÓ, diferents departaments de la Generalitat i entitats de recerca com IRTA, ICFO, CIMNE, etc.; ha col·laborat amb



**Imatge 11:** El NewSpace Economy Congress 2023 es va celebrar a la Llotja de Mar (Barcelona) els dies 22 i 23 de novembre. Superior: taula rodona 'Constellations of small satellites', moderada pel director de l'APEC, Josep Colomé. Inferior: representants institucionals juntament amb alguns ponents convidats destacats. Crèdits: IEEC / Cambra de Comerç de Barcelona.

l'organització i participat en jornades a Catalunya com el NewSpace Economy Congress (veure imatge 11) i la jornada anual de la comunitat NewSpace de la DCA; ha col·laborat en l'organització d'esdeveniments com l'Space Generation (SGAC) en l'edició espanyola; ha col·laborat en esdeveniments de difusió (e.g., Parlament Europeu, webinars a Nereus, Junta d'Andalusia), etc. Aquest any també ha permès establir les bases per interactuar de forma més eficient amb sectors finalistes, com és el sector de l'agricultura, i s'ha dissenyat un programa d'acceleració d'empreses per incentivar la inversió i que es llançarà durant el 2024.

És important destacar l'esforç dedicat en les activitats per a la internacionalització de l'ecosistema del NewSpace. En aquest àmbit, s'ha participat en 17 fires i congressos internacionals, i s'ha organitzat per primera vegada l'assistència de l'ecosistema català a la fira Space Tech Expo Europe de Bremen assolint un gran èxit de participació (veure imatge 12). A més, s'ha col·laborat amb la Generalitat en la preparació del projecte de l'Aliança de Tecnologies Disruptives i Emergents (DETA). També s'ha incrementat la implicació en organismes internacionals amb l'entrada de Josep Colomé, director de l'APEC, en el Management Board de l'associació NEREUS, en la qual l'IEEC actua com a representant de Catalunya com a regió europea. Alhora, l'APEC ha continuat participant activament en el grup de treball d'Observació de la Terra de la mateixa associació NEREUS i ha continuat col·laborant amb l'associació Eurisy i la plataforma European Centre for Space Economy and Commerce (ECSECO) impulsada per l'ESA.

En l'àmbit de serveis a l'ecosistema, també s'ha seguit impulsant el NewSpace Lab completant el mapatge d'infraestructures públiques i privades que generen impacte en el sector del NewSpace. El mapatge, amb més de 30 infraestructures de 10 empreses i entitats públiques, s'ha difós en esdeveniments com l'International Astronautical Conference (IAC) celebrat a Bakú (Azerbaidjan) i al NewSpace Economy Congress de Barcelona.

Finalment, l'APEC ha desenvolupat accions per incentivar l'ús de serveis basats en tecnologies espacials, a partir d'eines de compra pública que permetin al sector privat el desenvolupament d'aplicacions i solucions pre-comercials. L'IEEC ha signat dos contractes industrials amb empreses que desenvolupen aplicacions per a usuaris privats del sector agrícola, i ha col·laborat en la definició i avaluació de contractes de compra pública innovadora en col·laboració amb Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) per a l'ús del GNSS en la gestió de combois ferroviaris.



**Imatge 12:** Imatge general de l'estand 'NewSpace Catalonia', impulsat per la Generalitat de Catalunya amb el suport de l'IEEC, durant l'Space Tech Expo Europe 2023, celebrat a Bremen (Alemanya) del 14 al 16 de novembre. Crèdit: IEEC

### Talent

En el marc de les activitats per la creació i l'atracció de talent, l'APEC desenvolupa accions per assolir el creixement del sector NewSpace a mig i llarg termini, i ho fa col·laborant amb organismes de la Generalitat, de l'àmbit acadèmic, de la societat civil, etc. Es duen a terme accions basades en programes específics o que reforcen programes existents en les diferents etapes formatives, aprofitant el potencial inspirador per a les futures generacions de les tecnologies i la recerca espacials.

El 2023 l'APEC ha col·laborat en diferents activitats per a estudiants de secundària, com la competició CanSat, promoguda per l'ESA i impulsada a Catalunya per la UPC i la Generalitat i que va comptar amb la participació de desenes d'instituts de secundària, o les estades científiques de la Fundació Catalunya La Pedrera. A nivell d'estudis superiors, l'APEC també ha promogut la participació de l'ecosistema del NewSpace en fòrums d'empreses a diferents universitats, ha col·laborat en l'organització per primer cop de la NASA Hackathon a Barcelona, i ha llançat el programa d'ajuts per pràctiques en empreses per a graus amb formació vinculada a tecnologies del sector del NewSpace. Finalment, s'han concedit per primer cop ajuts per assistir als cursos de formació de la International Space University 'Executive Space Course' (ESC) i 'Space Studies Program' (SSP), en el marc d'un conveni de col·laboració per promoure l'entrada en el sector del NewSpace de nous professionals.

## Desenvolupament i innovació en NewSpace

L'APEC impulsa línies d'R+D en el marc de l'Estratègia NewSpace de Catalunya que tinguin un impacte potencial en el sector industrial i un temps breu d'arribada al mercat, amb la finalitat de facilitar la transferència de tecnologies clau al sector productiu. S'agrupen en tres àrees principals i cobreixen tecnologies d'observació de la Terra i GNSS.

Durant el 2023 han tingut continuïtat les activitats del 2022 en *upstream* i *downstream* per a observació de la Terra i en sistemes de posicionament LEO-PNT. S'han obtingut resultats destacats en totes les activitats, ja sigui a partir d'acords industrials, col·laboracions amb centres de recerca, publicacions en revistes, treballs de grau, o el desenvolupament de nous prototips. Una de les activitats ha permès testejar a bord de la missió Menut la plataforma de computació d'altres prestacions C3SatP.

## Infraestructures i dades

En l'àmbit de les infraestructures, l'APEC promou els serveis de dades satel·litàries a partir del llançament de missions en òrbita LEO. Aquests serveis permeten la innovació en serveis basats en càrregues útils d'observació de la Terra i missions dedicades que complementen grans infraestructures de programes europeus com el programa Copernicus. Els serveis de satèl·lit es presten a l'IEEC, i aquest col·labora amb altres centres d'R+D, departaments i organismes de la Generalitat de Catalunya, per a l'estudi de diferents casos d'ús i les seves possibles aplicacions. En concret, aquestes activitats es duen a terme en col·laboració amb la Fundació i2Cat i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC). En definitiva, aquests serveis estan orientats a crear un ecosistema que fomenti el creixement i la consolidació del sector NewSpace basat en les tecnologies digitals. L'APEC també col·labora en la construcció del centre de proves de motors de coet d'Alguaire i amb la construcció i gestió del teleport per a comunicacions satel·litàries de l'Observatori del Montsec.

El 2023 es va iniciar amb el llançament exitós de la missió Menut (veure imatge 13). S'han dut a terme la fase de comissionat i l'inici de la fase d'operacions en el marc del contracte industrial amb l'empresa OpenCosmos Europe. Les operacions i l'explotació de la missió s'ha gestionat en col·laboració amb l'ICGC. I s'han realitzat de forma exitosa les proves de la plataforma C3SatP a bord del Menut. Durant

el 2023 també s'ha llançat la contractació de serveis basats en una nova missió d'observació de la Terra, més ambiciosa que Menut i que permetrà disposar d'un nou satèl·lit en òrbita a finals del 2025.

Pel que fa al segment terrestre, durant el 2023 s'ha iniciat el contracte per a la construcció del Centre de Proves de Motors de Coet d'Alguaire (veure imatge 14). El contracte, signat entre Aeroports de Catalunya i l'empresa Pangea Aerospace, és un pas endavant per disposar de les instal·lacions necessàries per qualificar tecnologia de motors per microlançadors, així com per testejar motors propulsors de satèl·lits. L'APEC col·labora amb Aeroports de Catalunya en aquesta infraestructura en el marc del conveni de col·laboració amb l'IEEC. La idoneïtat d'aquesta infraestructura també s'ha vist reforçada amb l'adjudicació del projecte europeu EU-Best i que contempla el desplegament a Alguaire d'infraestructures similars i com a demostrador tecnològic per a futurs equipaments de test per a microlançadors. En relació al teleport de l'Observatori del Montsec, durant el 2023 s'ha adjudicat el contracte per a l'extensió de serveis de xarxa i electricitat de l'observatori i que és necessari de cara a proporcionar aquests serveis a la nova estació de comunicacions en banda X/S que s'espera que es construeixi durant el 2024.



**Imatge 13:** Representants institucionals durant l'acte de retransmissió de l'enlairament del 'Menut', el 3 de gener de 2023. D'esquerra a dreta: Rafael Jordà Siquier, CEO d'Open Cosmos; Gina Tost i Faus, secretària de Polítiques Digitals; Roger Torrent i Ramió, conseller d'Empresa i Treball de la Generalitat de Catalunya; Ignasi Ribas Canudas, director de l'IEEC; i Miriam Moysset, directora de l'ICGC. Crèdit: Generalitat de Catalunya.





**Imatge 14:** Vista aèria del centre de proves de motors de coets a l'aeroport Lleida-Alguaire, on s'instal·larà el nou banc de proves modular del projecte “European Bench for Engine and Stage Testing” (Eu-BEST), escollit per la Comissió Europea a través del seu programa de finançament Horizon Europe. Crèdits: Aeroports de Catalunya

# Transferència de coneixement i innovació

---





# TRANSFERÈNCIA DE CONEIXEMENT I INNOVACIÓ

Una estratègia de Transferència de Coneixement i Tecnologia és fonamental per esbossar com l'IEEC pot transferir la seva experiència, coneixement i tecnologia a socis externs per tal de promoure el desenvolupament econòmic, fomentar col·laboracions i associacions i tenir un impacte social i ambiental positiu. Com a centre de recerca espacial, aquesta estratègia hauria d'incloure la identificació i aprofitament dels coneixements, capacitats i propietat intel·lectual desenvolupats pels membres de l'IEEC per beneficiar altres organitzacions, indústries i comunitats.

Un dels aspectes clau de l'estratègia preveu la comercialització de la recerca. Mitjançant la concessió de llicències de la seva tecnologia o la creació de col·laboracions amb la indústria, l'IEEC pot convertir la seva recerca en productes i serveis comercialitzables que poden beneficiar a la societat. En associar-se amb la indústria, l'IEEC pot ajudar a accelerar l'adopció de noves tecnologies i millorar la productivitat i la competitivitat de les empreses del sector.

Definir una estratègia sòlida ajudarà a garantir que el coneixement generat a l'IEEC es difongui de manera efectiva a les parts interessades i usuaris finals que puguin beneficiar-se d'ell. En general, la identificació d'actius de propietat intel·lectual valuosos, la creació d'associacions estratègiques, l'establiment d'acords de col·laboració eficaços i la concessió de llicències és de vital importància.

A més, una estratègia ben definida de transferència de coneixement i tecnologia pot ajudar a crear una cultura d'innovació dins del centre. Mitjançant la promoció d'un enfocament centrat en la comercialització i la transferència de tecnologia, s'incentiva els investigadors a pensar en les aplicacions pràctiques del seu treball. I per a aquestes activitats, és important generar i establir una xarxa resilient de contactes composta per diferents actors, com ara empreses, institucions governamentals i no governamentals, investigadors, professionals de l'àmbit espacial i organitzacions.

D'una banda, l'Oficina de Transferència de Coneixement i Tecnologia (KTO) de l'IEEC actua com a punt de connexió entre aquests actors, facilitant la comunicació i la col·laboració entre ells, tot treballant per construir una xarxa dinàmica i diversa que busqui promoure la transferència de coneixement i tecnologia des de l'àmbit espacial a la societat.

La KTO de l'IEEC també promou la participació d'investigadors i altres membres tècnics en programes i iniciatives de finançament (Imatge 15). Coordina i impulsa projectes i propostes i estableix aliances amb altres entitats, ampliant l'espectre de sectors i camps d'interès per al coneixement i desenvolupament tecnològic dels diferents grups de recerca.



Imatge 15

D'altra banda, l'Oficina de Gestió de Projectes de l'IEEC (PMO) proporciona estructura i suport per garantir que els projectes es lliuren dins del pressupost, el calendari i l'abast definits. Una PMO supervisa i proporciona orientació en àrees com la planificació i programació de projectes, el control pressupostari, el seguiment i la presentació d'informes sobre l'estat del projecte i la gestió de recursos humans, riscos i problemes, i eventuais canvis.

Les funcions principals de la PMO són:

- Gestió dels recursos del projecte i resolució de problemes relacionats amb els recursos
- Creació i actualització de processos i polítiques de gestió de projectes
- Identificació de les millors pràctiques, gestió de la cartera de projectes i col·laboració amb altres equips i departaments dels instituts

La PMO ha de ser capaç de respondre de manera ràpida i eficaç als problemes que sorgeixen en la seva àrea, intentant prendre les decisions adequades i avaluant els riscos i l'abast de les seves accions.

En general, la KTO i la PMO són essencials per maximitzar el valor dels seus esforços de recerca i desenvolupament. En definir una estratègia clara i aplicar-la de manera eficaç, l'IEEC reforçarà que el coneixement i la tecnologia dels seus membres tinguin un impacte en el món real i contribueixi al bé comú.

Com a observació final, la KTO i la PMO de l'IEEC també col·laboren estretament amb les corresponents oficines pertanyents a les diferents institucions del patronat per a la transferència de coneixement i la promoció de projectes a tots els nivells (Imatge 16). I, en general, es reconeix la importància dels programes de finançament que possibiliten els múltiples projectes duts a terme a l'IEEC.



Imatge 16

# Casos d'èxit d'innovació

A continuació es presenta la llista dels projectes d'innovació i transferència nous i en curs amb un membre de l'IEEC com a Investigador Principal i on l'IEEC o una de les seves unitats científiques s'encarrega de la seva gestió. Les activitats s'agrupen per temes —seguint els temes de l'ESA

com a referència, com es mostra a la figura 18, que il·lustra el pressupost de l'ESA distribuït per domini per a l'any que ve, 2024— per etiquetar les activitats d'innovació rellevants dutes a terme pels grups de recerca, i l'àrea de coneixement implicada.

## ESA BUDGET BY DOMAIN FOR 2024: 7.79 B€\*

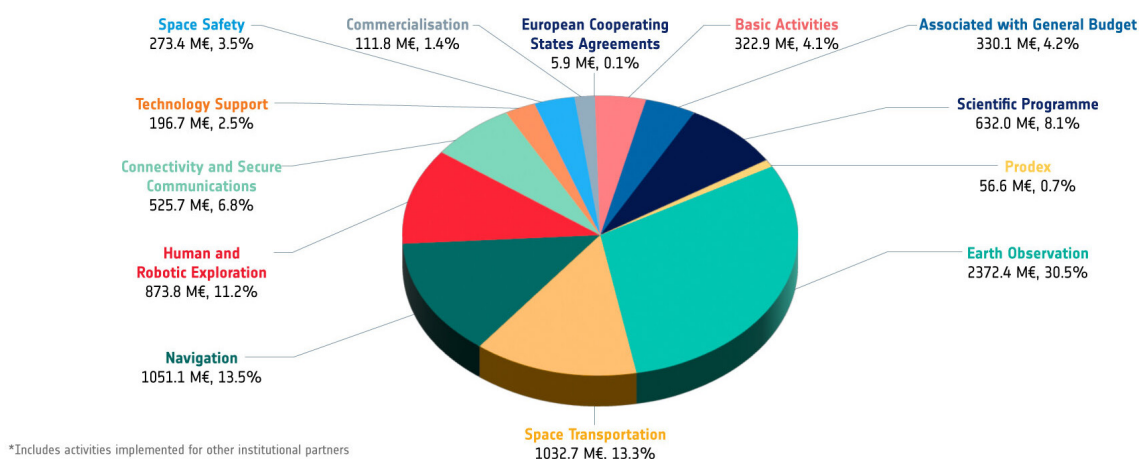


Figura 18

## PROGRAMA CIENTÍFIC I INSTRUMENTS TERRESTRES

### Avaluació del calibratge de CTA i monitoratge ambiental (CTAO4)



El CTAO gGmbH i l'IEEC tenen interès mutu en la realització d'activitats conjuntes de recerca i desenvolupament en l'àmbit del sistema de calibratge i seguiment ambiental de CTA amb vista a preparar la implementació del CTA. A aquest efecte, l'acord de col·laboració té com a objectiu definir les condicions en què l'IEEC es compromet a dur a terme activitats d'R+D en col·laboració amb el CTAO, i en particular definir els termes i condicions sota els quals el Dr. Markus Gaug, IEEC, donarà suport al CTAO en la realització d'aquestes activitats d'R+D, donada l'experiència del Dr. Gaug en el calibratge del CTA i en el monitoratge ambiental del futur CTAO.

- *Contribuidors de l'IEEC: Dr. Markus Gaug (PI), Juan Pedro, Lluís Font [IEEC-UAB]*
- *Institució finançadora: Cherenkov Telescope Array Observatory gemeinnützige GmbH (CTAO)*
- *Durada: 01/2023 - 12/2023*

## NAVEGACIÓ

### Avaluació de les capacitats de posicionament en interiors per a LEO PNT (Emergència interior)

Les tecnologies de posicionament en interiors estan influenciades principalment per dos casos d'ús significatius: 1) Internet de les coses (IoT) per a indústria que requereix alta precisió, i 2) serveis de trucades d'emergència. Aquest últim exigeix precisió de desenes de metres en àrees extenses, incloses zones rurals i remotes. Actualment, les ubicacions de trucades d'emergència depenen del Sistema Global de Navegació per Satèl·lit (GNSS) a l'aire lliure i de xarxes cel·lulars a l'interior on el GNSS no està disponible. En zones amb accés limitat a estacions base, com a interiors o ubicacions remotes, el posicionament per satèl·lit mitjançant satèl·lits a òrbites baixes (LEO) podria oferir una solució innovadora i prometedora. Això és particularment factible amb l'arribada de senyals més potents de transmissió des de satèl·lits LEO a través de freqüències UHF, VHF i banda S, juntament amb avenços en tecnologia d'usuari final com la miniaturització d'antenes. Aquest segment d'usuaris en interiors, que típicament impliquen dispositius estàtics o de moviment lent que requereixen una precisió moderada, està sorgint com una àrea clau d'interès per als sistemes LEO de Posició, Navegació i Temps (PNT). La responsabilitat de l'equip de l'IEEC consisteix en el desenvolupament de metodologies i algorismes per avaluar les pèrdues de senyal d'exterior a interior per als senyals LEO reals, i millorar la resiliència multicamí i la precisió en el càlcul de pseudodistàncies a partir de senyals LEO.

### Funcionalitat de detecció SIS Attack i suport addicional del LLA (EGNOS V3 SIS-Attack)

Les estacions terrestres de navegació (NLES) són un element clau d'EGNOS, el Sistema Europeu d'Augmentació per Satèl·lit (SBAS), que proporciona informació d'integritat i millor precisió als usuaris de GNSS dins de la seva àrea de cobertura geogràfica. EGNOS està actualment en procés d'actualització amb el desenvolupament de la seva tercera generació, EGNOS V3, on l'IEEC ja va jugar un paper clau. En particular, a través del desenvolupament i validació de l'algorisme de bucle llarg (LLA) per dirigir el senyal generat a terra per les NLES, i enllaçat als satèl·lits EGNOS. En el present projecte SIS-Attack, l'IEEC està desenvolupant una nova funcionalitat per incorporar a futures estacions NLES, amb la finalitat de detectar possibles atacs de suplantació o interferència al senyal rebut des de l'espai. L'objectiu és informar ràpidament de la presència de qualsevol amenaça potencial, de manera que l'operador del sistema pugui implementar les contramesures apropiades.



- *Contribuidors de l'IEEC: José A. López-Salcedo (PI), G.Seco-Granados, Fran Fabra [IEEC-UAB]*
- *Institució finançadora: Agència Espacial Europea (ESA)*
- *Socis: Airbus (DE), Loctio (GR)*
- *Contracte N°: 4500719945*
- *Durada: 02/2023 - 03/2024*



- *Contribuidors de l'IEEC: José A. López-Salcedo (PI), G.Seco-Granados [IEEC-UAB]*
- *Institució finançadora: Indra (ES)*
- *Contracte N°: INDRA-EGNV3-LT-NLES-0620-IND*
- *Durada: 04/2023 - 03/2024*

## SEGURETAT ESPACIAL

### EU-SST: Provisió de dades de sensors òptics per al servei de vigilància espacial

La vigilància i seguiment espacial de la UE forma part del component de Sensibilització de la Situació Espacial (SSA) del Programa Espacial de la UE, adoptat per la Unió Europea. El CDTI representa la participació espanyola i coordina la xarxa espanyola de sensors òptics per a la provisió de dades de vigilància i seguiment de deixalles espacials.



- *Contribuidors de l'IEEC: Kike Herrero Casas (IP), Marc Ribó, Pere Gil, Francesc Domene, David Baroch, Gemma Domènech [IEEC-OdM], Josep Colomé [IEEC]*
- *Institució finançadora: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)*
- *Contracte N°: 5/2022 NEG (DPEERT/DERT) LOTE 2*
- *Durada: 01/2023 - 12/2023*

### SWESNET - Extensió de la xarxa de serveis meteorològics espacials

La Xarxa de Servei Meteorològic Espacial (SWE) del programa de Seguretat Espacial de l'ESA està formada per cinc centres de serveis experts que proporcionen informació crucial sobre la situació meteorològica espacial. La xarxa proporciona serveis en els següents dominis: meteorologia solar, meteorologia heliosfèrica, radiació espacial, meteorologia ionosfèrica i condicions geomagnètiques. El grup IEEC-UPC participa com a part del centre de servei expert en meteorologia ionosfèrica, contribuint amb serveis en temps real per a la detecció i el monitoratge de les erupcions solars mitjançant GNSS basades en la xarxa distribuïda mundial de receptors permanents GNSS. També s'activen alertes en cas que les erupcions solars afectin la ionosfera terrestre. En aquesta nova extensió, es proporciona un nou producte ionosfèric de referència a través de la Xarxa SWE, que consisteix en mapes ionosfèrics globals (GIMs) de resolució de 15 minuts, anomenats UQRG. A més, s'ha dut a terme una àmplia anàlisi de la viabilitat de combinar mapes VTEC dins de la xarxa.



- *Contribuidors de l'IEEC: Manuel Hernández-Pajares, Alberto Garcia-Rigo, Qi Liu [IEEC-UPC]*
- *Institució finançadora: European Space Agency*
- *Socis: BIRA-IASB (Belgium; coordinator); 42 Europe-wide partners.*
- *Contracte N°: 68747/54.61/SWESNET-22-UPC-IonSAT*
- *Durada: 03/2023 - 02/2025*

## TRANSPORT ESPACIAL

### EU-BEST: Banc de proves de motors de coet

El banc de proves Eu-BEST és un banc europeu per a proves de motors de coet que pretén ser modular, interoperable i transportable a múltiples llocs d'allotjament a Europa amb capacitats de fins a 500 kN. La prova DEMO per al banc consistirà en una campanya completa de prova d'un motor aerospoke LCH4/LOX al lloc d'allotjament situat a l'Aeroport de Lleida-Alguaire a l'estiu de 2026.



- *Contribuidors de l'IEEC: Helena Carré Martell (PI), Lluís Montilla Rodríguez, Maria Casanovas Crespo [IEEC]*
- *Institució finançadora: European Commission - Horizon Europe Programme*
- *Socis: Eiffage Energy Systems Clemessy, Space Dreams, OHB Digital Connect GmbH, SUAS Aerospace Limited, Pangea Aerospace SL, Aeroports Públics de Catalunya SLU*
- *Contracte N°: 101135284*
- *Durada: 11/2023 - 10/2026*



## COMERCIALITZACIÓ I TRANSFERÈNCIA

### Contracte per a la cessió d'una llicència no exclusiva per part de l'IEEC en relació amb el programari i maquinari C3SatP

L'IEEC proporciona una Llicència No Exclusiva en determinats termes específics per instal·lar, modificar i utilitzar la següent propietat intel·lectual de l'IEEC: programari i maquinari C3SatP, propietat de l'IEEC, que comprèn la placa de supervisió del C3SatP (*On-Board Computer*), la placa de gestió de dades del C3SatP (*On-Board Data Handler*) i els subsistemes amb una ràdio definida per programari del C3SatP (*Software Defined Radio*).



- *Contribuïdors de l'IEEC: Juan José Ramos (IEEC-UPC), José María Gómez Cama (IEEC-UB), Xavier Casajoana (IEEC), Daniel Ferrer (IEEC), Pierre Gallarday (IEEC), Jan Gómez Escoda (IEEC), Jean-Jacques Metge (IEEC), Màrius Montón (IEEC-UAB), Carles Sierra (IEEC)*
- *Data del contracte: 10/2023*

### Xarxa per a la transferència de tecnologies de supercomputació d'altres prestacions a la societat (Xarxa X4HPC)

L'objectiu principal de la xarxa de supercomputació X4HPC és gestionar i unir l'ecosistema de centres de recerca, empreses i institucions que tenen com a denominador comú el desenvolupament de solucions tecnològiques basades en la supercomputació. La X4HPC també té com a objectiu la transferència de tecnologia i coneixement en l'àrea de la computació d'alt rendiment (HPC) per facilitar el progrés en diversos camps econòmics i socials, amb especial èmfasi en les Ciències de la Computació, les Ciències de la Vida, la Terra i l'Enginyeria. La X4HPC té la voluntat de liderar la transferència d'aplicacions innovadores de computació d'alt rendiment en noves àrees com el desenvolupament de nous processadors, el disseny de solucions d'intel·ligència artificial, solucions per combatre el canvi climàtic, solucions per a la seqüenciació del genoma i aplicacions per a la simulació de fenòmens complexos.



- *Contribuïdors de l'IEEC: Xavier Luri, Carme Jordi [IPs; IEEC-UB]*
- *Institució finançadora: AGAUR Reference: 2021 XARDI 00016*
- *Socis: BSC; 23 research groups (10 from UB, including "Grup Gaia Universitat de Barcelona")*
- *Durada: 01/2023 - 12/2025*

## TALENT I EDUCACIÓ

### 6a Hackatò CASSINI: Espai per al Desenvolupament Internacional i l'Ajuda Humanitària

Les hackatons europees CASSINI són una gran oportunitat per desenvolupar idees per fer aplicacions digitals basades en dades espacials, incloent imatges de satèl·lit i serveis de posicionament. Estan especialment adreçades a estudiants, graduats, investigadors i equips/start-ups en les seves fases més primerenques. Cada hackatò té lloc simultàniament en deu ciutats europees i els organitzadors locals ofereixen tot el necessari per formar un gran equip, aprendre sobre l'accés a les dades de l'espai, identificar les necessitats de possibles clients i començar a treballar en una solució digital innovadora.



- *Contribuïdors de l'IEEC: Maria Casanovas Crespo (PI), Alberto Garcia-Rigo [IEEC-KTO]*
- *Institució finançadora: European Union Agency for the Space Programme (EUSPA)*
- *Socis: Fundació KIM Barcelona (KIM Bcn), Cambra de Comerç de Barcelona (CCB), Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC)*
- *Durada: 05/2023 - 11/2023*

# Assoliments científics

---



## ASSOLIMENTS CIENTÍFICS

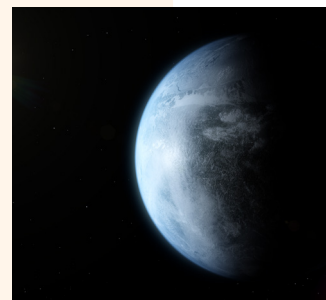


### Trobats forats negres supermassius en galàxies nanes llunyanes

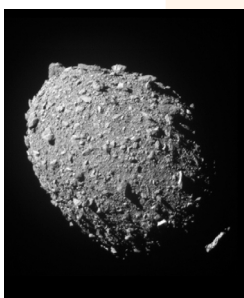
Un equip internacional amb participació de l'IEEC i del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) va descobrir forats negres supermassius en galàxies nanes quan l'univers era molt més jove que l'actual, 6.000 milions d'anys després del Big Bang. Es tracta d'una troballa molt inusual, ja que fins al moment només s'havien descobert diversos casos a l'univers local, és a dir, l'univers avui dia (13.600 milions d'anys després del Big Bang). L'estudi es publicà a *The Astrophysical Journal Letters*.

### El projecte CARMENES multiplica els planetes coneguts al veïnat solar

El febrer, el projecte CARMENES va publicar les dades corresponents a unes 20.000 observacions preses entre 2016 i 2020 d'una mostra de 362 estrelles fredes properes. El projecte emprà un instrument construït en l'Observatori de Calar Alto amb el propòsit de trobar exoplanetes similars a la Terra. Entre la multitud de dades alliberades, destaquen les que han permès el descobriment de 59 exoplanetes, una desena dels quals són potencialment habitables. L'estudi, publicat a la revista especialitzada *Astronomy & Astrophysics*, ha involucrat a més de 100 científics i enginyers, amb un rol destacat d'investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC).



### La col·lisió de la sonda DART contra l'asteroide Dimorphos va produir l'expulsió de més de cinc milions de quilos de material



El 27 de setembre de 2022, la missió DART (acrònim en anglès de Prova de Redireccionament d'Asteroide Doble) de la NASA va col·lidir contra el seu objectiu, l'asteroide Dimorphos, i va canviar la seva òrbita. Es tractava de la primera missió de prova de defensa planetària dissenyada per canviar el curs d'un asteroide i al seu èxit va seguir l'anàlisi intensiva de la col·lisió, que inclou l'estudi de les tones de roca que van ser desplaçades i llançades a l'espai. Els resultats d'aquestes anàlisis es van publicar en quatre articles a la revista *Nature*, els quals van comptar amb la participació d'equips de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC).



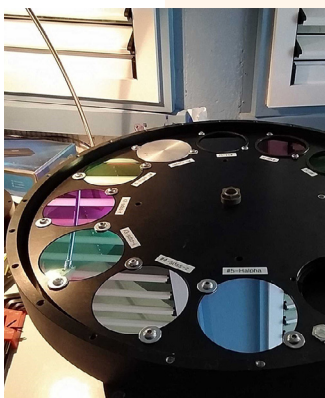
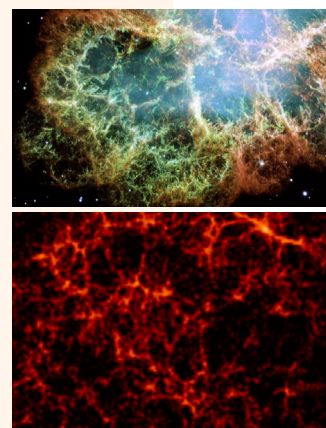


## Com reacciona el sistema immunitari a la gravetat alterada?

Un estudi de la Universitat de Barcelona, la Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC) i l'Institut de Recerca Germans Trias i Pujol va analitzar els efectes d'una breu exposició a la gravetat alterada sobre les cèl·lules defensives del cos humà. La recerca va comptar amb la participació destacada de l'investigador de l'IEEC Antoni Pérez-Poch. Les condicions de microgravetat es van generar durant un vol parabòlic de curta durada —amb quinze paràboles— en una aeronau acrobàtica. L'article està publicat a la revista *Acta Astronautica*.

## Un model de l'univers explica la seva expansió accelerada sense necessitat d'energia fosca

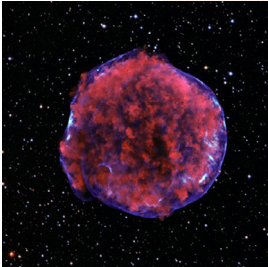
L'expansió accelerada de l'univers no necessitaria d'energia fosca, segons un estudi publicat a la revista especialitzada *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*. L'autor del treball és Enrique Gaztañaga, investigador de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC). La seva recerca, de caràcter teòric, mostra que l'expansió còsmica es pot derivar simplement del fet que el nostre univers té una massa molt gran, però finita. Això donaria lloc a efectes de vora equivalents als de l'energia fosca o la constant cosmològica



## Nous filtres per al Telescopi Joan Oró de l'Observatori del Montsec

L'Observatori del Montsec, una infraestructura científica gestionada per l'IEEC, va instal·lar un nou conjunt de filtres al Telescopi Joan Oró (TJO) per millorar les seves prestacions. El telescopi incorpora quatre filtres del sistema SDSS i un filtre H-alfa que permetran observacions més acurades. Aquests filtres tenen usos en una gran varietat de temes astronòmics, com l'estudi de la formació i l'evolució estel·lars, les supernoves i els sistemes binaris, entre d'altres. El telescopi també compta amb un nou sistema de planificació automàtica de les observacions en temps real.





## Més a prop d'entendre l'origen de les explosions estel·lars més energètiques de l'Univers

Un equip científic va estudiar la supernova superlluminosa SN2017egm per investigar la font d'energia i els mecanismes al darrere d'aquests fenòmens. L'IEEC, a través de l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB), va participar en aquesta recerca dirigida pel prof. Xiaofeng Wang de la Universitat de Tsinghua i publicada a *Nature Astronomy*. L'estudi suggereix que durant el seu període final d'inestabilitat l'estrella va emetre quatre embolcalls de material circumestel·lar, que posteriorment van interactuar amb el material ejectat en l'explosió i van crear un patró de lluminositat molt intens i complex.

## Detectada l'explosió còsmica més duradora mai observada

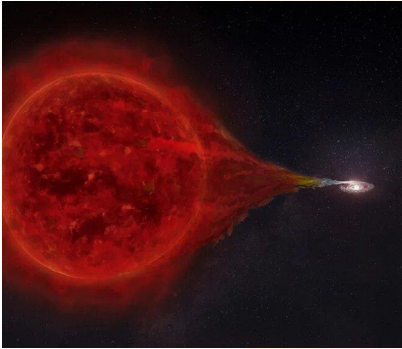
Un equip internacional d'astrònoms, liderat per la Universitat de Southampton i amb la participació d'investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), va descobrir l'explosió còsmica més duradora mai vista, presentada en un article publicat a la revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. L'explosió és més de 10 vegades més brillant que cap altra supernova coneguda i va tenir lloc a una distància aproximada de 8.000 milions d'anys llum, quan l'univers tenia uns 6.000 milions d'anys.



## Els telescopis BlackGEM comencen a buscar fonts d'ones gravitacionals a l'Observatori La Silla de l'ESO



El conjunt BlackGEM, que consta de tres telescopis nous situats a l'Observatori La Silla de l'ESO, va començar a funcionar. L'observació BlackGEM escombrarà el cel del sud per caçar els esdeveniments còsmics que produeixen ones gravitacionals, com ara les fusions d'estrelles de neutrons i forats negres. L'IEEC participa en l'observació a través de Nadejda Blagorodnova, investigadora de l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB).



## L'emissió de raigs gamma d'una nova recurrent confirma una predicció de 2006

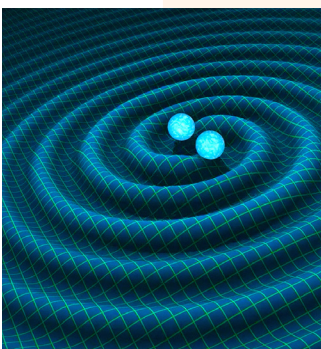
L'esclat d'una nova recurrent el 2021 detectada en raigs gamma va confirmar les prediccions realitzades el 2006 per Margarita Hernanz, investigadora de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), en col·laboració amb Vincent Tatischeff (IJCLab, Université Paris-Saclay). RS Ophiuchi és un sistema binari inestable format per un estel gegant vermell i un nan blanc, que experimenta regularment explosions termonuclears sobre el nan blanc, anomenades explosions de nova.

## Estrelles supermassives en l'origen dels cúmuls globulars

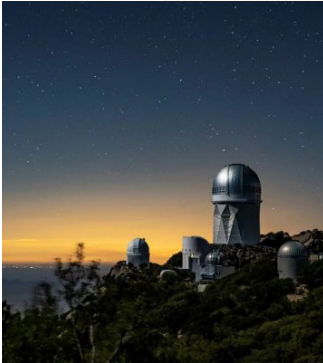
La composició química de les estrelles nascudes en els cúmuls estel·lars més massius i antics de l'Univers mostra anomalies que no es troben en cap altra població d'estrelles. Un equip investigador amb la participació de l'IEEC a través de l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) va trobar rastres d'estrelles supermassives que poden explicar les anomalies observades en els grans cúmuls estel·lars. Els resultats, obtinguts gràcies a les observacions del telescopi espacial James Webb, s'han publicat en la revista *Astronomy and Astrophysics*.



## Els detectors d'ones gravitacionals inicien un nou període d'observació per explorar els secrets de l'Univers



La col·laboració LIGO-Virgo-KAGRA (LVK) va començar un nou període d'observació amb instruments millorats, models de senyal nous i encara més precisos, i mètodes d'anàlisi de dades més avançats. La col·laboració LVK està formada per científics i científiques de tot el món que utilitzen una xarxa d'observatoris —LIGO als Estats Units, Virgo a Europa i KAGRA al Japó— per buscar ones gravitacionals, ondulacions en l'espai-temps, generades per la col·lisió de forats negres i altres fenòmens còsmics extrems. L'IEEC participa en Virgo a través de l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB).

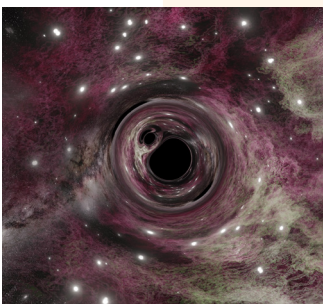
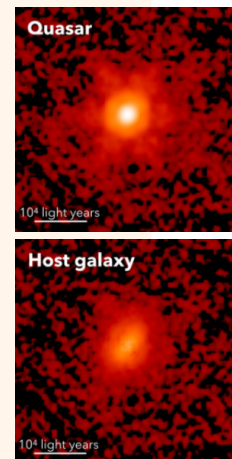


## La primera publicació de dades de DESI conté gairebé dos milions d'objectes

El primer lot de dades de DESI (*Dark Energy Spectroscopic Instrument*) es va posar a disposició dels investigadors. Preses durant la fase de “validació de l'observació”, les dades inclouen galàxies i quàsars llunyans, així com estrelles de la mateixa Via Làctia. DESI ja ha observat més galàxies que la combinació de qualsevol altre estudi anterior, i tot just ha començat. En aquest projecte participen diverses institucions espanyoles, entre les quals hi ha dues unitats de recerca de l'IEEC: l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) i l'Institut de Ciències Espacials (ICE-CSIC).

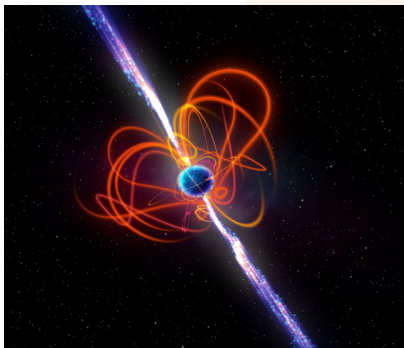
## Detectades les galàxies hostes de quàsars a l'univers primerenc

El telescopi espacial James Webb va revelar la llum estel·lar de dues galàxies massives que allotgen forats negres en creixement actiu (quàsars) vistos menys de mil milions d'anys després del Big Bang. Un nou estudi a la revista *Nature* va trobar que els forats negres tenen masses properes a mil milions de vegades la del Sol, i les masses de les galàxies hostes són gairebé cent vegades més grans, una proporció similar a la que es troba a l'univers més recent. Com van poder arribar a ser tan grans aquests forats negres quan l'univers era tan jove? Kazushi Iwasawa, investigador de l'IEEC a l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) és un dels membres principals de l'equip que va descobrir els quàsars de l'univers primerenc.



## Estudien els orígens de les fusions de forats negres en galàxies com la nostra

POSYDON és el programari de codi obert recentment llançat que s'utilitza per generar simulacions detallades d'estrelles individuals i binàries per predir l'evolució de sistemes binaris aïllats. Es va utilitzar per primera vegada per investigar la fusió de forats negres binaris, el que va proporcionar nous coneixements sobre els mecanismes de formació de les fusions de forats negres en galàxies com la Via Làctia. Konstantinos Kovelakos, investigador de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), ha participat en l'estudi, publicat a la revista *Nature Astronomy*.

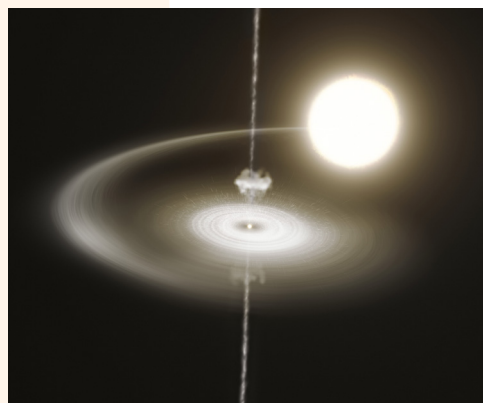


## Descobert un nou tipus d'objecte estel·lar ocult a plena vista

Un equip internacional on participen investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) va descobrir un nou tipus d'objecte estel·lar. Ocult a simple vista, ja que es tenia registre de la seva existència des de 1988, aquest nou objecte planteja nous escenaris a la física de les estrelles de neutrons i els nans blancs: les ones de ràdio que emet són les més llargues mai detectades, i apunten que podria ser un magnetar o un estel nan blanc. La troballa es publicà a la revista *Nature*.

## Descoberta la clau de l'estrany comportament d'un púlsar

Un equip internacional d'astrònoms va descobrir l'origen de l'estrany comportament d'un púlsar —un estel mort que gira a molt alta velocitat— que canvia entre dos modes de brillantor gairebé constantment. Gràcies a una campanya d'observació amb 12 telescopis (terrestres i espacials), incloses tres instal·lacions de l'Observatori Europeu Austral (ESO), l'equip detectà que aquests canvis es deuen a unes ejeccions sobtades de matèria per part del púlsar durant períodes molt curts. La recerca, publicada a *Astronomy & Astrophysics*, va comptar amb la contribució d'investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC).

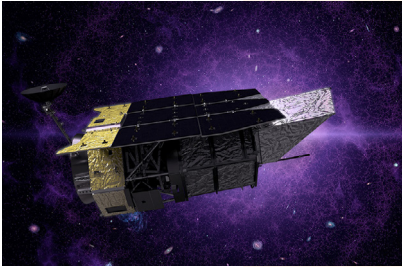


## Els forats negres més propers a la Terra podrien trobar-se al cúmul estel·lar de les Híades

Un grup de científics va publicar nous resultats que insinuen l'existència de diversos forats negres al cúmul de les Híades, situat a uns 150 anys llum, cosa que els converteix en els forats negres més propers a la Terra mai detectats (deu cops més a prop que el forat negre conegut més pròxim). Les simulacions s'han comparat amb dades reals obtingudes amb la missió Gaia de l'Agència Espacial Europea (ESA). La recerca va comptar amb la col·laboració d'investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències del Cosmos (ICCUB).







## El telescopi Roman es llançarà el 2027 per descobrir la naturalesa de l'energia fosca

El telescopi espacial Nancy Grace Roman de la NASA, el llançament del qual està previst el 2027, és un observatori dissenyat per resoldre qüestions essencials sobre l'energia fosca, exoplanetes i astrofísica infraroja. Lluís Galbany, investigador de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), participa en el grup de recerca que ha rebut 11 milions de dòlars per desenvolupar les eines necessàries que permetin utilitzar com a sondes cosmològiques les milers de supernoves que Roman descobrirà.

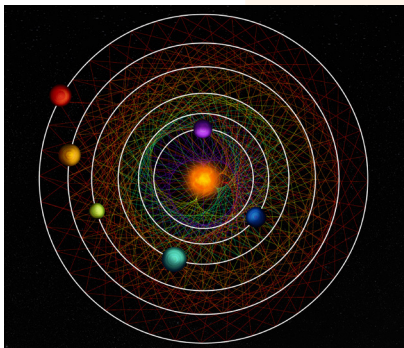
## La missió PRETTY de l'ESA ja està en òrbita

El passat 9 d'octubre del 2023 es va llançar a l'espai la missió PRETTY de l'Agència Espacial Europea (ESA). PRETTY desenvoluparà tècniques d'altimetria que permetran mesurar amb precisió la topografia del mar i el gel des de l'espai. Investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) treballaran amb els primers resultats de la missió. L'estudi de la superfície marina possibilitarà avançar en la investigació científica i social d'àmbits com el clima, la gestió pesquera o la predicció de ciclons.



## Un cadàver estel·lar dona senyals de vida amb unes fulguracions mai observades

Un cadàver estel·lar actiu, causat per l'explosió d'una estrella llunyana, és la font probable de repetides fulguracions energètiques observades durant diversos mesos. Les explosions són molt més brillants que les que experimenten habitualment les estrelles massives al final de la vida, però triguen dies a esvaïr-se en comptes de setmanes. Investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) van participar en aquesta nova recerca publicada a la revista *Nature*.

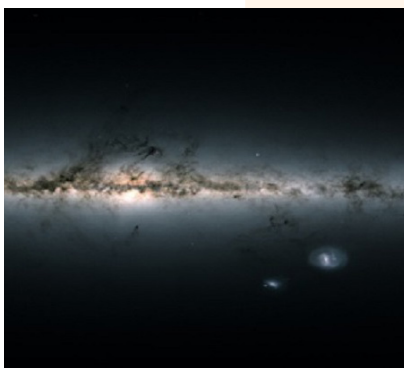
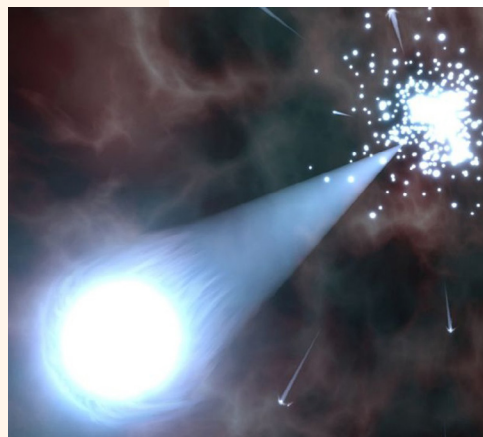


## Descoberts sis planetes gràcies a les seves òrbites sincronitzades

Els planetes orbiten sincronitzats entorn de la seva estrella central, seguint un ritme previsible que els astrònoms anomenen 'ressonància'. Aquesta configuració demostra que el sistema planetari no ha patit grans canvis des de la seva formació fa més de mil milions d'anys. Investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) van participar en aquest descobriment, publicat a la revista *Nature*, que fa servir observacions de l'instrument CARMENES de Calar Alto i dades de la missió CHEOPS de l'ESA.

## Un estudi pioner identifica moltes estrelles massives fugitives a la Via Làctia

Una important població d'estrelles de la Via Làctia està fugint de les seves veïnes. Un estudi pioner dut a terme per investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) va identificar un nombre considerable d'aquestes 'estrelles fugitives', com les anomenen els astrònoms, a la nostra galàxia. Els resultats estan publicats a *Astronomy & Astrophysics*.



## El projecte europeu SPACIOUS, finançat amb 1,9 milions per gestionar dades massives en ciència espacial

SPACIOUS establirà un nou escenari tecnològic per facilitar una explotació més eficient de conjunts de dades massives amb metodologies d'anàlisi que superen les expectatives actuals. El projecte serà decisiu en les missions espacials Gaia i Euclid, ambdues de l'Agència Espacial Europea i amb participació destacada d'investigadors de l'IEEC. SPACIOUS està liderat per Xavier Luri, director de l'Institut de Ciències del Cosmos i membre de l'IEEC.



# Notícies institucionals i esdeveniments destacats



## NOTÍCIES INSTITUCIONALS I ESDEVENIMENTS DESTACATS

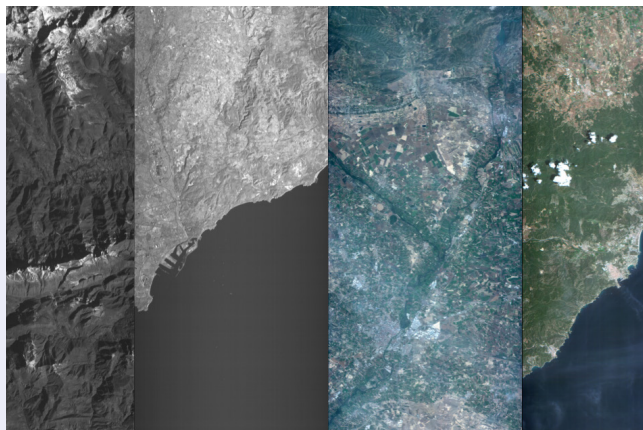


### El 'Menut' ja opera des de l'espai per contribuir a millorar la gestió del territori i combatre els efectes de la crisi climàtica

El 'Menut' és la segona missió satel·litària, i la primera d'Observació de la Terra, de l'Estratègia NewSpace de Catalunya impulsada pel Govern de la Generalitat. El 3 de gener, el 'Menut' es va enlairar amb èxit des de la base espacial de Cap Canaveral, a Florida (EUA). El llançament va tenir lloc a les 15:56 h (CET) a bord d'un coet llançador Falcon 9 de la companyia SpaceX. 62 minuts més tard, el coet llançador va ejectar el nanosatèl·lit català a la seva òrbita de destí, a 538 km de la Terra. El director de l'IEEC, Ignasi Ribas, va seguir en directe l'enlairament des de la seu d'Open Cosmos a Barcelona, juntament amb representants del Govern de la Generalitat i de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, entre d'altres.

### Només un mes després del llançament, el 'Menut' ens va proporcionar les seves primeres imatges de la Terra obtingudes des de l'espai

El 'Menut' va tancar amb èxit les fases de posada en marxa, destinades a validar la funcionalitat dels diferents elements i sistemes del nanosatèl·lit, i ja rebem periòdicament imatges processades de Catalunya. Els equips tècnics de l'IEEC, l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i Open Cosmos continuen treballant conjuntament per afinar la qualitat de les dades i poder-les aplicar a diversos casos d'ús.



Les primeres imatges del 'Menut' sobre Catalunya, adquirides el 18 de febrer, mostren el Pedraforca (La Cerdanya) i Tarragona en infraroig. Lleida, Palafrugell i altres llocs van ser capturats en altres adquisicions. El seguiment de les mateixes zones servirà per avaluar l'evolució del territori pel que fa a, per exemple, l'impacte de la sequera en els conreus —i contribuir a millorar la gestió de l'aigua— o la delimitació dels efectes causats per fenòmens meteorològics extrems com inundacions i plomes de sediments fluvials en aigües costaneres.





## PERTE Aeroespacial per promoure la indústria del sector

El 19 de gener, va tenir lloc l'acte de presentació del PERTE Aeroespacial (*Proyecto Estratégico para la Recuperación y la Transformación Económica*) a Barcelona. El projecte pretén impulsar la indústria aeroespacial espanyola, amb l'objectiu de convertir-la en un actor clau del sector. La Generalitat de Catalunya i l'IEEC, en col·laboració amb la DCA-NewSpace, van organitzar l'acte. Ignasi Ribas, director de l'IEEC, va presentar-hi el sector espacial de Catalunya.

## L'IEEC rep finançament del Pla complementari d'Astrofísica i Física d'Altes Energies per desenvolupar el satèl·lit PhotSat

El dia 9 de febrer va tenir lloc l'acte de presentació del 'Pla complementari' d'Astrofísica i Física d'Altes Energies a la sala d'actes de la Facultat de Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Aquest programa té un pressupost de 39 milions d'euros entre 2023 i 2026. L'IEEC rebrà 3,6 milions d'euros per finançar el projecte PhotSat. Aquest es basa en el desenvolupament i la construcció d'un satèl·lit per fer seguiment dels 10 milions d'estrelles més brillants del cel durant almenys dos anys.



## Èxit de participació en la Jornada 'AI4EO Catalonia'

La Jornada AI4EO Catalonia, sobre Intel·ligència Artificial aplicada a l'Observació de la Terra i la Teledetecció a Catalunya, va tenir lloc el 21 de febrer. La van organitzar l'IEEC i la Generalitat de Catalunya, en el marc de l'Estratègia NewSpace de Catalunya, amb la col·laboració de l'*Artificial Intelligence Research Alliance* (AIRA) i la *Digital Catalonia Alliance* (DCA). Més de 70 assistents, 25 empreses, 15 centres de recerca i 2 entitats públiques van participar en l'esdeveniment, celebrat a la Residència d'investigadors del CSIC a Barcelona.

## L'ecosistema aeroespacial català, presentat a Brussel·les davant els actors líders del sector

L'esdeveniment 'Regions as Key Players in European Space Policy' es va celebrar el 20 de març a l'Espai Catalunya Europa de la Delegació del Govern de Catalunya davant la Unió Europea, a Brussel·les. L'acte va ser organitzat conjuntament per aquesta Delegació, NEREUS (*Network of European Regions Using Space Technologies*) i l'IEEC. S'hi va destacar el potencial del teixit aeroespacial català, alhora que es va donar visibilitat a l'aportació d'aquest sector en l'àmbit europeu.



## Beques 'NewSpace Catalonia' per a l'Executive Space Course de la ISU

En el marc dels objectius del programa Talent i Societat de l'Estratègia NewSpace de Catalunya, el passat 1 de març, la Generalitat de Catalunya i l'IEEC van llançar una convocatòria de 3 ajuts per participar al curs intensiu Executive Space Course (ESC). Aquest programa promou activitats dirigides a la captació, generació i retenció de tot aquell talent amb capacitats per a desenvolupar solucions en l'àmbit NewSpace a Catalunya.



## Josep Colomé, nomenat membre de la Junta Directiva de NEREUS

El director de l'Àrea de Promoció del Sector Espacial de Catalunya (APEC) de l'IEEC, Josep Colomé, ha estat nomenat membre de la Junta Directiva de NEREUS (*Network of European Regions Using Space Technologies*), la xarxa de regions europees per explorar els beneficis de les tecnologies espacials per a la ciutadania, així com per promoure l'ús de l'espai i les seves aplicacions.



## I Jornada Anual de la Comunitat DCA-NewSpace

La comunitat de NewSpace de la Digital Catalonia Alliance (DCA-NewSpace) va convidar els seus membres i organitzacions col·laboradores a la seva primera jornada anual, que es va celebrar el 8 de juny, de les 11:00 a les 14:00 h, al Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB). L'esdeveniment va ser organitzat per la DCA i compta amb la col·laboració de l'IEEC i ACCIÓ – Agència per la Competitivitat de l'Empresa.



## El 5è Fòrum de l'IEEC reuneix més de 120 assistents al Cosmocaixa

El 21 de juny, el 5è Fòrum de l'IEEC va reunir més de 120 membres de la comunitat IEEC, així com destacats ponents d'altres institucions, al Museu de

la Ciència Cosmocaixa (Barcelona). El Fòrum va comptar amb tota mena de presentacions d'astrofísica, cosmologia, observació de la Terra i tecnologia espacial, com un panell excel·lent sobre ones gravitacionals. Els participants disposaven d'una varietat de formats, des de xerrades més llargues fins a presentacions llampec.



## El conseller Nadal visita l'Observatori del Montsec

El 27 de juliol, el patronat de l'IEEC va visitar l'Observatori de l'IEEC. Joaquim Nadal, conseller de Recerca i Universitats del Govern de la Generalitat, va assistir-hi com a president del patronat, acompanyat de Georgina Tost, secretària de Polítiques Digitals del Departament d'Empresa i Treball.

## L'IEEC participa en el programa d'estiu SSP 2023 de la International Space University

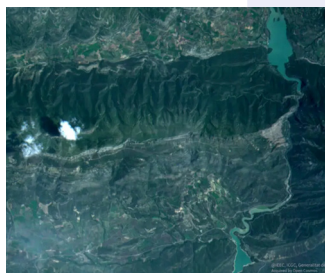
El 'Programa d'Estudis Espacials' (Space Studies Program, SSP) és un curs intensiu de 9 setmanes organitzat per la International Space University (ISU) durant els mesos d'estiu. La seva 35a edició se celebrà a São José dos Campos (Brasil). L'SSP ofereix formació en una àmplia gamma de disciplines espacials, a través de cursos teòrics, tallers i visites professionals. Ana Montaner, responsable de l'Oficina de Comunicació de l'IEEC, va dirigir diversos tallers sobre comunicació de crisis i entrevistes amb periodistes.



## Noves pàgines web: IEEC i Observatori del Montsec

Us animem a visitar i gaudir del nou lloc web de l'IEEC, i entre d'altres, de les noves seccions. Entre les que més s'han ampliat, hi trobareu la d'Innovació, amb un portfoli de tecnologies; la secció de Formació, on actualitzarem els premis i incentius; i tota la informació sobre la nostra organització i la seva estructura administrativa, que podeu trobar a la secció de Transparència. Com sempre, continuarem publicant les notícies científiques més rellevants amb la participació d'investigadors de l'IEEC, anuncis d'activitats i iniciatives en el sector espacial, i molt més.

A més, l'IEEC també va publicar un nou web dedicat exclusivament, i per primera vegada, a l'Observatori del Montsec. Us convidem a navegar per les seves seccions per conèixer-ne més. Feu un cop d'ull a les espectaculars imatges astronòmiques de la galeria d'imatges i les càmeres en directe de les instal·lacions. Tingueu en compte que també podeu trobar un apartat específic destinat a professionals que vulguin enviar i gestionar propostes científiques per observar amb el Telescopi Joan Oró (TJO) i el Telescopi Fabra – ROA Montsec (TFRM).



## L'IEEC publica la licitació per a la nova missió d'Observació de la Terra de l'Estratègia NewSpace de Catalunya

L'IEEC va fer pública la licitació de serveis de provisió de dades de satèl·lits relatives a l'Observació de la Terra per a la nova missió de l'Estratègia NewSpace de Catalunya. Aquesta missió inclourà la integració i operació d'un demostrador tecnològic en òrbita (IOD). La prestació dels serveis inclourà la concepció, integració i gestió de tot el cicle de vida d'una missió de satèl·lit.



## El centre de proves de motors de coet de l'Estratègia NewSpace a l'aeroport de Lleida-Alguaire comença a caminar

El conseller d'Empresa i Treball, Roger Torrent i Ramió, i la consellera de Territori, Ester Capella i Farré, van presidir l'acte de presentació del primer pas per a l'establiment del centre de proves de motors de coet de l'aeroport de Lleida-Alguaire, una infraestructura emmarcada en l'Estratègia NewSpace de Catalunya impulsada pel Govern per promoure la nova economia de l'espai.



## L'IEEC participa en la segona edició del Simposi Regional Europeu de NEREUS a Itàlia



L'IEEC i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) han participat en la segona edició del Simposi Europeu de Regions NEREUS (Network of European Regions Using Space Technologies), que va tenir lloc entre els dies 28 i 29 de setembre a Matera (Itàlia). Organitzada conjuntament per NEREUS i la regió de Basilicata —que va acollir l'esdeveniment— l'edició d'enguany s'ha centrat en l'ús de dades de l'espai en els sectors del turisme i l'agricultura.

## Convocatòria del primer Concurs d'Idees de Casos d'Ús d'Observació de la Terra per al Sector Privat

L'IEEC i la Generalitat de Catalunya van obrir una convocatòria per participar en el primer Concurs d'Idees de Casos d'Ús d'Observació de la Terra per al Sector Privat. La iniciativa, emmarcada en l'Estratègia NewSpace de Catalunya, busca obtenir propostes innovadores de casos d'ús d'Observació de la Terra que l'ecosistema NewSpace pugui oferir al teixit empresarial privat català com a solucions basades en dades de satèl·lit. Les empreses seleccionades van ser isardSAT (projecte: MARE -Monitoratge de la sequera amb Alta Resolució Espacial-) i SPASCAT (projecte: Espiadimonis).



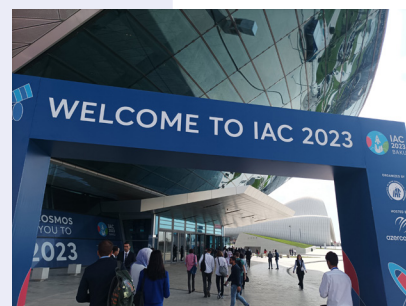


## Celebració del NASA International Space Apps Challenge 2023 a Barcelona

El NASA International Space Apps Challenge, una de les més grans hackatons —marató de hackers— del món, va tornar els dies 6, 7 i 8 d'octubre de 2023 a Barcelona. En el marc del programa Talent i Societat de l'Estratègia NewSpace de Catalunya, l'IEEC hi va col·laborar com a patrocinador, i hi aportà mentors i participants per unir-se a equips i competir per desenvolupar la millor solució a algun dels reptes de l'edició d'enguany.

## L'IEEC participa per tercer any consecutiu en l'International Astronautical Congress

L'IEEC va participar per tercera vegada consecutiva en l'esdeveniment mundial més important del sector espacial: l'International Astronautical Congress 2023 (IAC), organitzat per l'International Astronautical Federation i celebrat a la ciutat de Bakú (Azerbaidjan) entre els dies 2 i 6 d'octubre.



## Catalunya presenta un cas d'èxit d'ús de dades de satèl·lit al Parlament Europeu

El debat 'Copernicus4regions', centrat en el programa d'observació de la Terra de la Unió Europea Copernicus, es va celebrar al Parlament Europeu (Brussel·les). Organitzat per NEREUS (la xarxa de regions europees que promou l'ús de tecnologies espacials), la Comissió Europea i l'Agència Espacial Europea (ESA), l'objectiu de la sessió va ser posar de manifest el valor del programa Copernicus per a les polítiques verdes relacionades amb l'adaptació al canvi climàtic.

## Taller STARS: projectes de planificació i programació de missions espacials i observatoris terrestres

L'IEEC va organitzar, juntament amb l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) i l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB), un taller centrat en el paquet de programari STARS (*Scheduling Telescopes as Autonomous Robotic Systems*). Basat en algorismes d'IA i ja aplicat amb èxit en diversos observatoris terrestres i espacials, el programari STARS busca optimitzar la programació multiobservatori coordinada i reduir-ne els costos operacionals.



## La 6a hackatò Cassini impulsa 6 projectes per millorar el desenvolupament internacional i l'ajuda humanitària mitjançant la tecnologia espacial

La 6a hackatò Cassini es va celebrar de manera simultània del 3 al 5 de novembre a una desena de països europeus. L'edició catalana de la hackatò va ser organitzada per la Fundació Privada Knowledge Innovation Market, l'IEEC, l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i la Cambra de Comerç de Barcelona. Va tenir lloc a l'Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial (EETAC) de la Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTech (UPC).



## L'Estratègia NewSpace de Catalunya, present a la fira més rellevant d'Europa sobre tecnologia i serveis espacials

Els 14-16 de novembre, la Generalitat de Catalunya, amb el suport de l'IEEC, va presentar l'estand 'NewSpace Catalonia' a l'Space Tech Expo Europe 2023, la fira més rellevant d'Europa sobre tecnologia i serveis espacials. La fira se celebra anualment a



Bremen (Alemanya) i en la seva sisena edició va comptar amb més de 650 expositors procedents de més de 40 països. Cinc entitats de l'ecosistema espacial català —ASE Optics Europe, ICFO, isardSAT, Kreios Space i Osmium— van disposar d'un espai propi personalitzat des del qual van poder promocionar els seus serveis entre els assistents al congrés.



## El New Space Economy Congress 2023 consolida Catalunya com un dels pols europeus de coneixement sobre l'espai

El New Space Economy Congress 2023, organitzat per la Cambra de Comerç de Barcelona i la Generalitat de Catalunya, amb l'IEEC i altres organitzadors associats, es va celebrar a la Llotja de Mar de Barcelona. L'enorme èxit de convocatòria certifica el gran potencial de l'ecosistema NewSpace a Catalunya. El congrés va comptar amb ponents de primer nivell que van oferir una visió molt acurada de les darreres tendències i oportunitats del sector.

## Finançament d'estudiants de pràctiques en empreses i centres de recerca en projectes NewSpace

L'IEEC i la Generalitat de Catalunya van obrir una convocatòria de 8 ajuts a empreses (PIME), *start-ups* i centres de recerca de Catalunya per a la contractació d'un estudiant en pràctiques en l'àmbit NewSpace. Aquesta convocatòria s'emmarcava en les accions del programa Talent i Societat de l'Estratègia NewSpace de Catalunya, amb la finalitat de promoure l'ecosistema espacial del territori i que les petites empreses, *start-ups* i centres de recerca puguin finançar pràctiques d'estudiants universitaris en aquest àmbit.





## Un consorci europeu amb participació de l'IEEC, Pangea, i Aeroports de Catalunya obté 4,9 milions per al projecte Eu-BEST

El projecte desenvoluparà un banc de proves de motors de coet —obert a la indústria, flexible i modular— amb capacitat per a propel·lents criogènics i sostenibles, a l'aeroport de Lleida-Alguaire de Catalunya. Eu-BEST ha estat concebut i desenvolupat per un consorci d'empreses i institucions europees líders en el sector —que també inclou entitats franceses, alemanyes i irlandeses— sota el lideratge de l'empresa Eiffage Energie Systèmes - Clemessy.

## 'Net de Networks', la trobada de professionals catalans del sector NewSpace

La comunitat de NewSpace de la Digital Catalonia Alliance (DCA) va organitzar, amb la col·laboració de Women in Aerospace Europe (WIA-E), l'esdeveniment 'Net de Networks'. La trobada, que va tenir lloc el 22 de desembre a les oficines de la Fundació i2CAT (Barcelona), s'adreçava tant als membres de la comunitat DCA-Newspace com a tots aquells professionals catalans del sector que treballen a l'estranger. La jornada posà el focus en la importància de formar part d'una xarxa local, global i sectorial i va proporcionar un espai de conversa entre ponents i assistents per intercanviar impressions i experiències.



# Premis i distincions

---

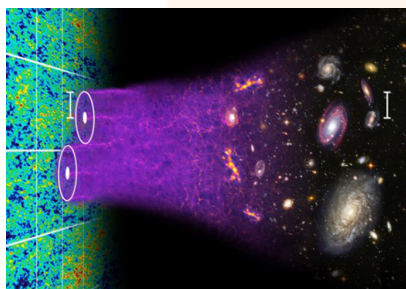




## PREMIS I DISTINCIONS

### Premis al Millor Treball Final de Màster (2021/22) i a la Millor Tesi Doctoral (2020/21 o 2021/22)

L'IEEC va publicar la resolució dels premis al millor Treball Final de Màster (TFM) defensat durant el curs acadèmic 2021/22 i a la millor Tesi Doctoral (TD) defensada durant els cursos acadèmics 2020/21 o 2021/22. Els treballs avaluats es podien defensar en qualsevol de les institucions que formen l'IEEC i eren de temàtiques pròpies de les línies de recerca de l'Institut. El Millor Treball Final de Màster va ser 'The multiplicity fraction in 324 open clusters from Gaia', de Judit Donada Oliu (Directors: Friedrich Anders i Carme Jordi Nebot). El premi a la Millor Tesi Doctoral es va atorgar ex aequo als treballs 'Analysis of high-precision spectroscopic and photometric data for planet and stellar characterization', de David Baroch López (Director: Juan Carlos Morales Peralta) i 'Development of novel instruments and techniques for passive microwave remote sensing', de Joan Francesc Muñoz Martín (Director: Adriano Camps Carmona).

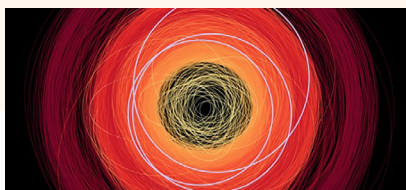


### Atorgat el Premi Giuseppe i Vanna Cocconi 2023 de cosmologia a les col·laboracions SDSS/BOSS/eBOSS

Les col·laboracions SDSS/BOSS/eBOSS van ser guardonades amb el Premi Giuseppe i Vanna Cocconi 2023 en cosmologia, lliurat per la Divisió de Física de Partícules i Altes Energies de la Societat Europea de Física. Aquestes col·laboracions van crear el mapa tridimensional més detallat del nostre Univers, i van utilitzar les propietats estadístiques d'aquests mapes per inferir la geometria i el creixement de l'estructura de l'univers des de mil milions d'anys després del Big Bang fins avui. Diversos investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) han participat en aquestes col·laboracions.

## La Unió Astronòmica Internacional bateja l'asteroide 2001 QH220 amb el nom de l'investigador Jordi Portell

La Unió Astronòmica Internacional (IAU, per les sigles en anglès) va batejar l'asteroide 2001 QH220 amb el nom de Jordi Portell, investigador de l'IEEC a la Unitat Tecnològica de l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB). La designació és un reconeixement a la destacada tasca de l'investigador en el processament de dades d'asteroides en la missió Gaia de l'Agència Espacial Europea (ESA), on coordina diversos aspectes de les operacions diàries de Gaia, inclosa la detecció d'asteroides.



## Héctor Gil-Marín guanya una Beca Leonardo 2023 en Física

Héctor Gil-Marín, investigador de l'IEEC a l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) va guanyar una de les set Beques Leonardo 2023 en Física que concedeix la Fundació BBVA. El comitè avaluador va decidir oferir una de les beques al físic de l'ICCUB-IEEC per donar suport a la seva recerca sobre l'energia fosca utilitzant les dades de DESI (*Dark Energy Survey Instrument*) amb les més avançades tècniques d'anàlisi per maximitzar el retorn d'informació i caracteritzar algunes de les propietats de l'energia fosca.



## Premi IEEC al millor Treball Final de Màster (2022/23)

L'IEEC va anunciar la resolució de la convocatòria 'Premi al millor Treball Final de Màster (TFM) 2022/2023' per a treballs defensats de l'1 d'octubre de 2022 al 30 de setembre de 2023 a qualsevol de les institucions acadèmiques que conformen l'IEEC i amb temàtiques alineades amb les seves línies de recerca: Astrofísica, Cosmologia, Observació de la Terra, Navegació, i Tecnologia Espacial. Aquest any, el treball guanyador és '*Development of a miniaturized low-noise magnetometer for space missions*', de Xavier Manyosa i Vilardell, i dirigit per Manuel M. Domínguez Pumar.

## Josep M. Trigo rep el premi Joan Lluís Vives pel seu llibre 'La Terra en perill'

Josep M. Trigo-Rodríguez, investigador de l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) i membre de l'IEEC, va guanyar el premi Joan Lluís Vives a l'edició universitària al millor llibre de ciència i tecnologia per '*La Terra en perill. L'impacte d'asteroides i cometes*'.





# Activitats de talent i divulgació



## ACTIVITATS DE TALENT I DIVULGACIÓ

# Divulgació i activitats educatives a l'Observatori del Montsec

**Enguany, en commemoració del centenari del naixement de Joan Oró, s'han organitzat diferents actes a l'OdM en coordinació amb la Fundació Joan Oró i altres entitats.**

L'activitat 'Del Montsec a l'Univers' va ser organitzada per l'associació Women in Aerospace Europe (WiA-E) Barcelona i es va celebrar a l'OdM el dia 6 de maig, amb més de 100 participants (Imatge 17).

Durant el 2023, les habituals visites mensuals a l'OdM es van celebrar durant la temporada d'estiu, amb un gran èxit gràcies a la coorganització amb entitats que també van participar en els esdeveniments de l'Any Joan Oró. En aquestes sessions s'ofereix l'oportunitat de fer un recorregut per visitar la infraestructura i els seus equips, com els telescopis astronòmics, infraestructures per realitzar comunicacions per satèl·lit, sistemes de calibració de satèl·lits d'observació de la Terra i serveis de mesura atmosfèrica. Més de 200 persones van assistir a les sessions de portes obertes que es van celebrar a l'Observatori entre maig i agost.



Imatge 18



Imatge 17

A més, Kike Herrero, director de l'OdM, va donar una xerrada sobre les notícies científiques més destacades de l'OdM a Dinosfera, a Coll de Nargó (Lleida). Aquesta activitat, celebrada en col·laboració amb el Geoparc Orígens el 17 de novembre, s'emmarcava en la 28a Setmana de la Ciència, organitzada per la Generalitat de Catalunya i la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació.

En l'àmbit educatiu, el 18 de maig es va organitzar una visita a l'OdM per a un grup d'alumnes de la Universitat de l'Experiència (UB), el 29 de maig per als alumnes del Col·legi Claver (Lleida), i el 15 de desembre per a un grup del Programa Sènior de la Universitat de Lleida. Més de 100 alumnes van participar en les activitats educatives de l'OdM el 2023.

Finalment, cal fer esment de l'enregistrament de l'ocultació de l'estrella Betelgeuse. Una de les estrelles més brillants del cel va desaparèixer durant uns segons la matinada del 12 de desembre, quan un asteroide de 65 km de diàmetre, (319) Leona, va passar davant d'ella. Diversos membres de l'IEEC van viatjar amb equips de l'OdM a prop de la ciutat de Cieza (Múrcia) per gravar l'esdeveniment (Imatge 18).

# Impactes climàtics vistos des de l'espai gràcies al Menut

## El Menut és el primer nanosatèl·lit d'Observació de la Terra de l'Estratègia NewSpace impulsada per la Generalitat de Catalunya.

Desenvolupat per Open Cosmos i amb el suport de l'IEEC i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), el Menut contribueix a monitorar i a sensibilitzar sobre les afectacions causades per l'emergència climàtica.

Les primeres imatges mostren els efectes de la situació de sequera a l'embassament de Darnius-Boadella, situat a la conca del Muga (Alt Empordà), comparant l'estat a l'agost de 2022 respecte el de l'any anterior (Imatge 19).

S'observa clarament la pèrdua de volum d'aigua (dreta), especialment a les dues cues de l'embassament. A més a més, la major intensitat de "color" en aquesta zona indica un augment de nutrients, proliferació d'activitat vegetal i pèrdua d'oxigen de l'aigua.

El Menut també va prendre una imatge el 4 de setembre, 24 hores després del pas de la DANA per les Terres de l'Ebre (Imatge 20). Tot i les condicions meteorològiques adverses, es pot apreciar el fort temporal marítim, el color marronós del riu i l'aportació de sediments al mar.



Imatge 19



Imatge 20



## Jornada d'atracció i retenció del talent al sector NewSpace català

9 de febrer

El 9 de febrer, es va celebrar al Palau Macaya (Barcelona) una jornada amb l'objectiu de dotar d'estratègies i recursos a l'ecosistema del NewSpace per a la generació, atracció i retenció del talent al territori. La jornada va ser organitzada per la Digital Catalonia Alliance (DCA) i compta amb la col·laboració de l'IEEC, l'ESA Business Incubation Centre de Barcelona i la representació a Barcelona de l'organització Women in Aerospace Europe (WiA Europe - BCN), així com de la Fundació "la Caixa".

## L'IEEC va celebrar el Dia de la Dona i la Nena en la Ciència

11 de febrer

La segona 'Jornada de la Nena i la Dona a l'espai' va tenir lloc l'11 de febrer, en el context del Dia de la Dona i la Nena en la ciència. Organitzada per Women in Aerospace Europe (WIA-E) en col·laboració amb l'IEEC, es va celebrar al Centre Cívic de Balàfia (Lleida). L'activitat va comptar amb la participació de membres experts de l'IEEC com Kike Herrero (Observatori del Montsec), Anna Ruiz Ayala (Programa Talent i Societat) i Daniel Sors Raurell (Oficina de Serveis i Promoció Industrial).



## Investigadors de l'IEEC ens conviden a visitar el cosmos amb la sèrie 'Territorio gravedad'

20 de febrer

El passat 20 de febrer es va estrenar a la televisió i a plataformes la sèrie documental 'Territorio Gravedad', coproduïda per l'Institut d'Astrofísica d'Andalusia (IAA-CSIC) amb la participació de diversos investigadors de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC) i a l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB). Es van realitzar dues presentacions del primer episodi amb els cineastes a Barcelona.



## Jornada commemorativa del centenari de la visita d'Albert Einstein

23 de febrer

Organitzada per la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB), el 23 de febrer va tenir lloc la Jornada commemorativa del centenari de la visita d'Albert Einstein. Aquesta iniciativa, consistent en una sèrie de xerrades relacionades amb la gravitació i la relativitat, entre altres temes, va comptar amb la col·laboració de membres de l'IEEC com a part del comitè organitzador i com a ponents. L'esdeveniment es va celebrar en el marc de la 'Biennal Ciutat i Ciència 2023' i va comptar també amb el suport de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI).

## 130 estudiants van llançar els seus petits satèl·lits en la fase de classificació catalana del concurs Cansat

29 d'abril

Els petits satèl·lits construïts pels participants van ser llançats el 29 d'abril des de l'aeroport d'Alguaire (Lleida) en coets dissenyats per l'associació Cosmic Research. Organitzat per l'Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa de la UPC, l'esdeveniment va comptar amb el suport de la Generalitat de Catalunya i l'IEEC en el marc de l'eix Talent i Societat de l'Estratègia NewSpace.

## 'La veu còsmica', un pòdcast que entrellaça ciència i art

8 de juny

Lluís Galbany, investigador de l'IEEC a l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), va sumar forces amb el poeta Esteve Plantada i el músic Joan Garriga per llançar un pòdcast audiovisual que combina ciència i art. Al pòdcast, disponible a YouTube, Spotify i Ivoox, s'entrevisten científics i científiques per apropar al públic general la investigació en astrofísica i cosmologia.



## Una cinquantena de joves conquereixen l'espai amb les Estades Científiques de Fundació La Pedrera

Del 2 al 7 de juliol

La Fundació Catalunya La Pedrera va portar fins a Món Sant Benet a 45 joves d'entre 15 i 17 anys i amb interès per l'enginyeria aeroespacial, de la mà de l'IEEC, GOSTEM i la Generalitat de Catalunya. Les 'Estades Científiques – NewSpace: ens enlairem amb l'enginyeria aeroespacial' van permetre als estudiants dissenyar, construir, testejar, llançar i operar dos petits satèl·lits en missions tecnològiques i científiques.



## Ajuts 'NewSpace Catalunya' per al programa d'estiu SSP 2023 de la International Space University

Del 26 de juny al 25 d'agost

En el marc dels objectius del programa Talent i Societat de l'Estratègia NewSpace de Catalunya, la Generalitat de Catalunya i l'IEEC van llançar una convocatòria de 3 beques (*NewSpace Catalonia Scholarships*) per assistir a l'Space Studies Program - SSP. L'SSP és un curs intensiu de 9 setmanes organitzat per la International Space University (ISU) durant els mesos d'estiu, que ofereix formació en una àmplia gamma de disciplines espacials.

## L'IEEC col·labora en el concurs 'Telegrama a un Planeta'

22 de setembre

L'IEEC va col·laborar en l'organització del concurs 'Telegrama a un Planeta', que proposa a estudiants de tota Espanya —d'ESO, Batxillerat i Formació Professional— el repte de compondre un missatge gràfic (o pictograma) per establir un primer contacte amb una possible civilització alienígena en el planeta potencialment habitable Teegarden b, situat a 12,5 anys llum del sistema solar.

## SG[Spain] 2023, la trobada anual de joves estudiants i professionals en l'àmbit de l'espai, celebrada a Castelldefels

17 i 18 de novembre

L'Space Generation Advisory Council (SGAC) en suport del Programa de les Nacions Unides sobre Aplicacions Espacials és una organització i xarxa global no governamental, sense ànim de lucre, que té com a objectiu connectar i representar estudiants universitaris i joves professionals de l'espai a les Nacions Unides, les agències espacials, la indústria i el món acadèmic. Amb el lema 'Nous somnis, nou futur, nou espai', l'esdeveniment regional espanyol SG[Spain] 2023 va tenir lloc a Castelldefels (Barcelona) del 17 al 18 de novembre. L'esdeveniment va ser patrocinat parcialment per l'IEEC, en el marc de l'Estratègia NewSpace de Catalunya.



## Un projecte sobre l'expansió dels humans a Mart guanya la modalitat STEAM del concurs 'Ciencia en Acción'

30 de novembre

El projecte 'ARES III: Missió a Mart', desenvolupat per estudiants de 4t d'ESO del Cor de Maria de Valls (Tarragona), va rebre el 1r premi en la modalitat STEAM en la competició internacional 'Ciencia en Acción'. El projecte es basa en un model de Nüwa, prototip d'una ciutat autosostenible a Mart liderat per investigadors de l'IEEC de l'Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC); la Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTech (UPC); i l'Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB), juntament amb l'Institut de Ciències del Mar (ICM, CSIC).



# Tesis doctorals

---





# TESIS DOCTORALS

**Autor/a** — **Pere Gironella Gironell**

**Departament/Institut** — Universitat de Barcelona. Departament de Física Quàntica i Astrofísica

**Títol** — Testing the Standard Model with radiative beauty and rare strange decays at LHCb

**Data** — 28 de març 2023

**Direcció** — Carla Marín Benito i Eugeni Graugés Pous

---

**Autor/a** — **Xun Duan**

**Departament/Institut** — Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech. Departament de Física

**Títol** — Impulse maneuver design for a solar sail spacecraft in the restricted three-body problem framework

**Data** — 10 de maig de 2023

**Direcció** — Josep Joaquim Masdemont Soler, Gerard Gómez Muntané i Xiaokui Yue

---

**Autor/a** — **Paulo Marcos Araujo Da Silva**

**Departament/Institut** — Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech. Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions

**Títol** — Remote sensing for atmospheric observation and wind energy: over-land boundary layer and off-shore atmospheric stability

**Data** — 29 de juny de 2023

**Direcció** — Francisco Rocadenbosch Burillo

---

**Autor/a** — **Andreu Salcedo Bosch**

**Departament/Institut** — Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech.  
Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions

**Títol** — Artificial intelligence, lidar and co-operative remote sensing for atmospheric observation and off-shore wind energy

**Data** — 30 de juny de 2023

**Direcció** — Francisco Rocadenbosch Burillo

---

**Autor/a** — **Clara Dehman**

**Departament/Institut** — Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Física

**Títol** — Unveiling the Physics of Neutron Stars - A 3D expedition into magneto-thermal evolution in Isolated Neutron Stars with MATINS

**Data** — 8 de novembre de 2023

**Direcció** — Daniele Viganò, Nanda Rea i José A. Pons

---

**Autor/a** — **Diego Cruces Mateo**

**Departament/Institut** — Universitat de Barcelona. Departament de Física Quàntica i Astrofísica

**Títol** — Towards a non-perturbative description of cosmological inflation

**Data** — 13 de desembre de 2023

**Direcció** — Cristiano Germani

---

**Autor/a** — **Marcel Llopis**

**Departament/Institut** — Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech.  
Departament de Ciències de la Computació

**Títol** — Revolutionizing space mission event modeling with the tychonis framework

**Data** — 14 de desembre de 2023

**Direcció** — Javier Franch Gutiérrez i Manel Soria Guerrero

Aquesta imatge del cúmul Westerlund 2 i el seu entorn captada pel telescopi espacial Hubble de la NASA/ESA va ser publicada per celebrar el 25è any del Hubble en òrbita i un quart de segle de nous descobriments, imatges impressionants i ciència excepcional.

La regió dreta de la imatge, que conté el cúmul estel·lar, barreja les dades de llum visible preses per la Càmera avançada per a cartografiats i d'exposicions d'infraroig proper preses per la Càmera de gran camp 3. La regió circumdant està composta d'observacions de llum visible preses per la Càmera avançada per a cartografiats.

**Crèdit:** NASA, ESA, equip Hubble Heritage (STScI/AURA),  
A. Nota (ESA/STScI) i l'equip científic Westerlund 2

 [ieec.cat](http://ieec.cat)

 [x.com/IEEC\\_space](https://x.com/IEEC_space)

 [instagram.com/ieec\\_space](https://www.instagram.com/ieec_space)

 [youtube.com/IEECspace](https://www.youtube.com/IEECspace)



**IEEC<sup>R</sup>**

[ieec.cat](http://ieec.cat)

© IEEC 2024