



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación

RESUM 2021



Qui som



El Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC) és el líder de la supercomputació a Espanya i un centre de referència internacional en aquest camp.

Som un centre d'investigació multidisciplinària de referència i alberguem infraestructures de computació d'altres prestacions que estan al servei de tota la comunitat científica.

Som membres de primer nivell de la infraestructura de recerca europea Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE), gestionem la Red Española de Supercomputación, una Infraestructura Científico-Técnica Singular, i coordinem les infraestructures de suport a la comunitat biomèdica internacional Elixir i INB-ISCIII.

Vam ser creats el 2005 a partir de l'experiència de col·laboracions fructíferes entre administracions públiques i empreses privades, com el CEPBA i el CIRI. Hem passat d'una plantilla de 60 persones a ser un equip de gairebé 800, gràcies al continu compromís dels nostres patrons i a la nostra capacitat per atreure fons competitiu procedents d'empreses i institucions.

Hem instal·lat quatre versions consecutives del superordinador MareNostrum i estem preparant-ne la cinquena.

Missions del BSC



Serveis de supercomputació per a investigadors espanyols i europeus



R+D en Ciències de la Computació, de la Vida, de la Terra i Enginyeria



Transferència de coneixement (educació, tech transfer i comunicació)

El BSC és un consorci públic format per:



BSC en xifres

RECERCA

57

Grups de
recerca



erc

6

Projectes ERC
en marxa

ICREA

8

Investigadors
ICREA



67

Investigadors amb
beques personals



HORIZON
2020

124 M€



Tercera entitat espanyola a rebre
fons del programa H2020

138

Projectes H2020 en marxa

32

Projectes H2020 iniciats el 2021

19

Projectes H2020 coordinats pel BSC



Presència als 15 centres d'excel·lència
europeus d'aplicacions de HPC

Participem a

12

Liderem

4

304

Articles en revistes
científiques

232 En Q1



68

Articles en
congressos

30

A conferències
A i A*



3

Capítols de
llibres publicats



13

Tesis
doctorals



175

Publicacions
d'accés obert

TRANSFERÈNCIA DE TECNOLOGIA



Tecnologies transferides
o llicenciades

5 Patents

3 Metodologies

20 Softwares



11 Spin-offs creades



Col·laboracions bilaterals
amb empreses

21 En marxa

20 Iniciades el 2021



26

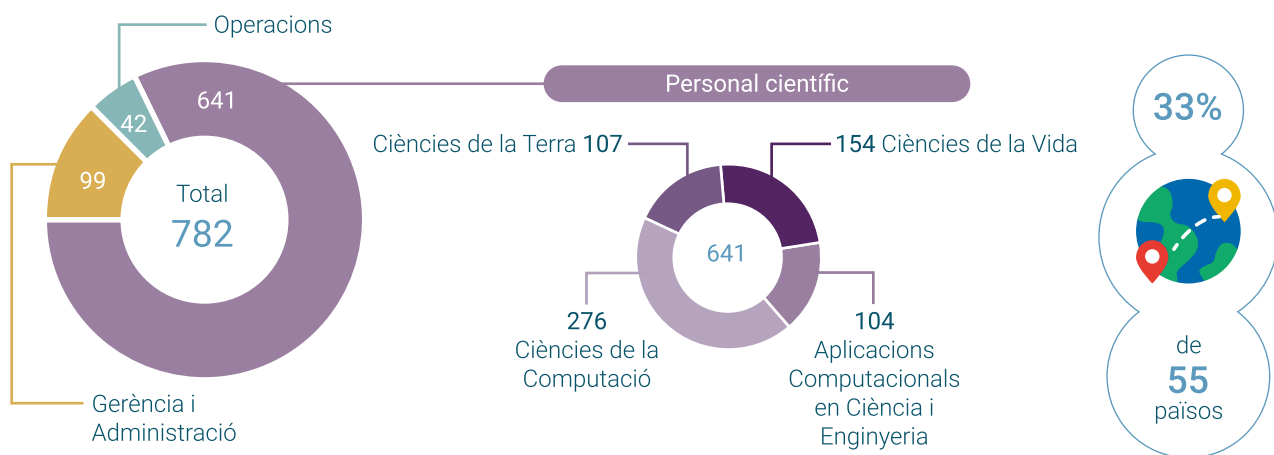
Patents aprovades o pendents
d'aprovació

SUPERCOMPUTACIÓ



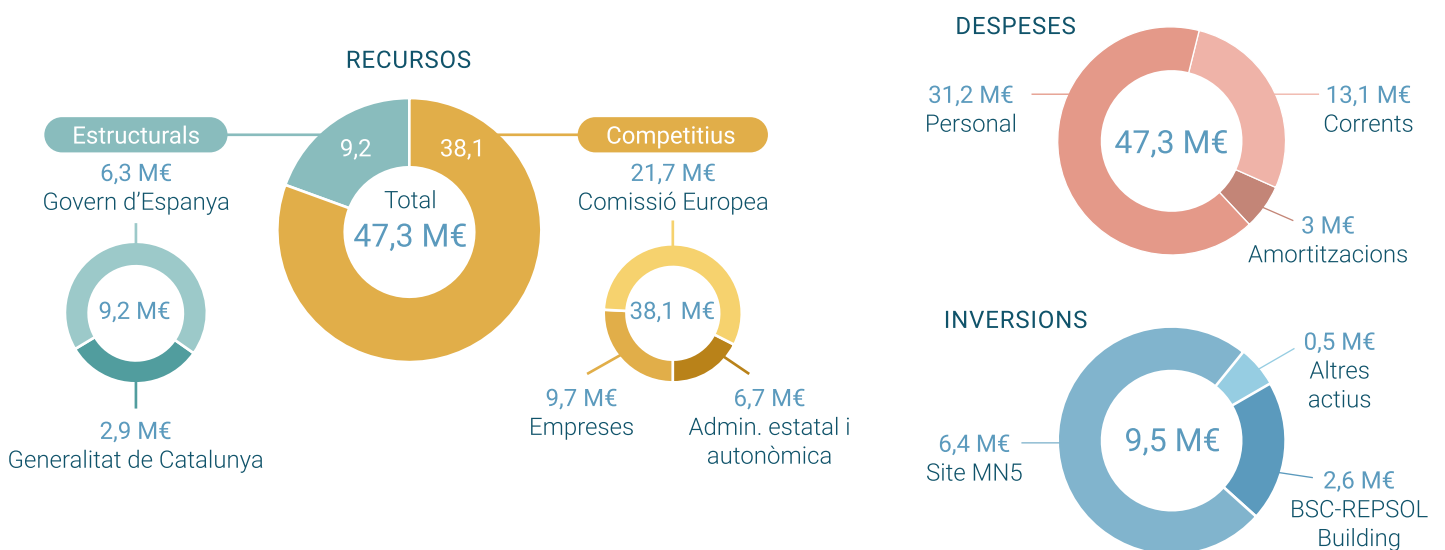
PERSONES

A 31 de diciembre de 2021



RECURSOS

Pressupost 2021 executat



La UPC aporta, en personal adscrit i espais, l'equivalent al 10% dels ingressos estructurals.

Els ingressos i les despeses es mostren d'acord a criteris financers. Les inversions segueixen un criteri pressupostari.

On som, cap a on anem?



Mateo Valero i Josep M. Martorell
Director i director associat del BSC

El 2021 ha estat un any marcat per la continuïtat de la pandèmia de COVID-19, amb mesos de pràctica normalitat i etapes durant les quals treballar des de casa ha estat la norma general. Tot i les dificultats, professionals però també personals, el balanç global de l'any no podia ser més positiu.

És per aquest motiu que la primera paraula que ens ve al cap pensant en aquest any és "gràcies". Gràcies, en primer lloc, a tots els treballadors del BSC, perquè el seu esforç continuat ha fet possible un any de rècords en gairebé totes les dimensions. També gràcies als nostres patrons (que segueixen confiant en nosaltres com el primer dia) i a les diferents agències financeres i empreses que segueixen donant suport a la nostra investigació.

Tanquem el 2021 amb gairebé 800 persones treballant al BSC, amb un pressupost executat que, per primera vegada, supera els 45 milions d'euros, dels quals el 80% prové de fons competitius. Gestionem un portfoli de més de 250 projectes, entre els quals destaquen 30 projectes europeus coordinats. Unes xifres que consoliden el nostre creixement i que ens situen una vegada més com un dels millors centres de supercomputació d'Europa.

Aquest ha estat l'any de la inauguració de la nostra nova seu corporativa, que ha estat possible gràcies al suport dels nostres patrons i de la Fundació Repsol. Aquest preciós edifici, esperat des de fa molts anys, ens permet concentrar dues terceres parts del nostre equip sota un mateix sostre i serà la seu de les nostres futures infraestructures de supercomputació. És aquí on instal·larem el futur MareNostrum 5, que esperem arribi durant l'any 2022 i que consolidarà el nostre paper de lideratge al mapa de la supercomputació europea.

Al tancar l'exercici, liderem bona part dels projectes de desenvolupament de la futura tecnologia de computació europea i som una de les institucions més actives als centres d'excel·lència europeus d'aplicacions de la supercomputació. El nostre lideratge continental en diferents àrees de recerca s'ha vist consolidat amb exemples que podreu consultar en aquestes pàgines, com el nou centre de computació avançada per a EUROfusion, la coordinació de l'estratègia europea de dades sanitàries o la nostra activa participació a la cimera del clima 2021.

Aquest ha estat també l'any de la posada en marxa del "Programa europeu de Resiliència i Recuperació", més conegut com a Next Generation. Durant els propers anys el nostre país rebrà una quantitat molt important de fons per finançar activitats relacionades amb la R+D, cosa que pot ser una gran oportunitat per al conjunt del sistema de R+D i per al BSC en particular. En el seu primer any, aquests fons ja han servit per finançar la participació del BSC als programes de recerca promoguts per la EuroHPC Joint Undertaking i per posar en marxa Quantum Spain, un ambiciós projecte que reforçarà l'ecosistema de computació quàntica al nostre país i que farà possible la instal·lació del nostre primer computador quàntic.

Com dèiem al principi, malgrat la incertesa continuada provocada per l'evolució de la pandèmia, la nostra activitat ha seguit amb total normalitat, desenvolupant recerca, servint la comunitat espanyola i europea de HPC amb les nostres infraestructures de computació i dades i transferint el nostre coneixement a la societat. En aquest darrer aspecte, l'any ha estat particularment productiu en accions de divulgació, com es pot apreciar al final d'aquest resum.

Finalment, volem reconèixer i agrair la bona feina del nostre Comitè Científic, que ens va visitar a la tardor, com fa cada tres anys. La visita va ser molt fructífera i ens va permetre, una vegada més, exposar la nostra estratègia davant d'un panell de reconeguts científics internacionals, que treballen als diferents camps de la supercomputació. Acabem aquest escrit reproduint unes paraules del seu informe final: *"There has been a substantial improvement in the Centre's activities since 2018 despite the impact of the Covid pandemic"*. Les seves recomanacions són molt útils per encarar millor el nostre futur i els seus reconeixements són un estímul per continuar encara més enllà. Desitgem que ho siguin també per a tot l'equip del BSC, els nostres patrons i totes aquelles institucions i empreses que sempre han estat del nostre costat.

Les institucions renoven la seva representació al Consell Rector del BSC



Raquel Yotti
Presidenta

Secretària General de
Recerca del Ministeri de
Ciència i Innovació



Esther Morales
Vicepresidenta

Secretària General de
Recerca i Universitats



**Gonzalo Arévalo
Nieto**

Director General de
Planificació de la Recerca



José Ignacio Doncel

Sotsdirector General
de Grans Instal·lacions
Científicotècniques



Joan Gómez Pallarès

Director General de Recerca



Dani Marco

Director General d'Innovació
i Economia Digital



Daniel Crespo

Rector



Jordi Llorca

Vicerektor de Recerca



Generalitat de Catalunya
**Departament de Recerca
i Universitats**



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Inaugurada la nova seu corporativa del BSC



BSC-REPSOL Building



12.000 m²



1 auditori



2 sales de formació



35 sales de reunions



113 espais diàfans



530 persones compartint el mateix espai

Amb la col·laboració de:



La nova seu corporativa del BSC-CNS, el BSC-REPSOL Building, ja és una realitat. Es tracta d'un edifici de 12.000 m², que compta amb quatre plantes d'oficines, 530 llocs de treball, 35 sales de reunions, dues aules de formació, un auditori i diversos punts de trobada per fomentar l'intercanvi de coneixement entre els equips de recerca. Dos terços de la plantilla del BSC tenen el seu lloc de treball en aquesta seu i la resta està instal·lada en edificis propers que, com el BSC-REPSOL Building, estan situats a l'entorn dels jardins de Torre Girona.

El BSC-REPSOL Building ha tingut un cost de 19,6 milions d'euros i ha estat finançat gràcies a les aportacions dels patrons del centre (Ministeri de Ciència i Innovació, Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya i Universitat Politècnica de Catalunya), la col·la-

boració de la Fundació Repsol i el Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER).

El nou edifici del BSC-CNS està connectat, a través d'una passarel·la, al que fins ara ha estat l'edifici més emblemàtic del centre, la capella Torre Girona, que actualment acull el superordinador MareNostrum 4.

Als seus soterranis s'està construint una nova sala per a superordinadors, que permetrà la instal·lació d'infraestructures de supercomputació de més volum i capacitat, com el futur MareNostrum 5. Quan això succeeixi, la capella de Torre Girona es mantindrà com a espai icònic i visitable i també albergarà infraestructures de supercomputació i dades de primer nivell.



Generalitat de Catalunya
Departament de Recerca
i Universitats



UNIÓ EUROPEA
Fons Europeu de Desenvolupament Regional

Comença el projecte Quantum Spain

Al programa Quantum Spain hi participen 25 universitats i centres de recerca i infraestructures de 14 comunitats autònomes, que col·laboren per potenciar l'ecosistema espanyol de computació quàntica.

El projecte està coordinat per la doctora en computació quàntica Alba Cervera Lierta.

Inclou un programa de formació per als usuaris potencials de les tecnologies quàntiques i els diferents nodes de la Red Española de Supercomputación (RES).

Preveu la creació d'algorismes quàntics aplicables a les necessitats de la indústria i el sector públic.

El BSC coordina el projecte Quantum Spain, que preveu la construcció i la instal·lació del primer ordinador quàntic basat en tecnologia europea. L'objectiu de Quantum Spain, finançat per la Secretaria d'Estat de Digitalització i Intel·ligència Artificial, és crear un ecosistema de computació quàntica sòlid a Espanya.

El projecte preveu la construcció d'un ordinador quàntic que s'instal·larà a la seu del BSC-CNS i que, progressivament, s'anirà equipant amb xips de diferents generacions i nombre de cúbits. Es faran servir cúbits basats en la tecnologia de circuits superconductors i la construcció del hardware es realitzarà en col·laboració amb empreses especialitzades en aquest sector emergent.

La previsió és que l'ordinador tingui un primer xip de dos cúbits a finals del 2022 i que, progressivament, vagi incorporant noves versions de xips, fins arribar als 20 cúbits en 2025.

Quantum Spain també preveu el desenvolupament d'algorismes quàntics aplicables a problemes d'empreses i entitats públiques, la creació d'un sistema d'accés remot per experimentar amb els nous algorismes i un programa de formació per incrementar les capacitats dels potencials usuaris i dels nodes de la Red Española de Supercomputación.



Al servei de la ciència



Des dels telescopis artesanals de Galileu a l'accelerador de partícules de Ginebra, els instruments científics han experimentat una gran evolució tecnològica.



Amb ells també ha canviat el tipus de preguntes a les quals la ciència vol donar resposta. Volem respondre qüestions sobre fenòmens que ja no poden observar-se a simple vista ni amb ajuda d'instruments òptics.



Què es la supercomputació?

La supercomputació permet realitzar experiments científics simulant *in silico* el comportament de l'objecte d'estudi. Reunir tot el saber sobre aquest objecte en una simulació informàtica i experimentar amb ella permet reduir costos, evitar patiment i fer experiments que no es podrien fer en el món real, perquè serien massa cars, massa perillosos o, simplement, impossibles.

Els supercomputadors són necessaris també per analitzar grans quantitats de dades, com les que proporcionen els grans instruments científics moderns (acceleradors de partícules, grans telescopis, interferòmetres, plataformes de seqüenciació de genomes, etc.) o la cada vegada més gran quantitat de dispositius que conformen la Internet de les Coses.

Des de fa alguns anys s'ha demostrat que la supercomputació és també la gran aliada de la intel·ligència artificial, ja que la seva gran capacitat de càlcul facilita l'entrenament d'algoritmes i l'extracció de conclusions a partir de grans quantitats de dades.

La computació d'altres prestacions és un gran accelerador de la ciència i l'enginyeria. La majoria de disciplines científiques la fan servir per ampliar les fronteres del seu coneixement.



Recerca a MareNostrum 4

MareNostrum 4 ha proporcionat 1.219 milions d'hores de processador durant el 2021. El 80% les han utilitzat investigadors que han aconseguit accés al superordinador a través de la xarxa d'infraestructures europea Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) o de la Red Española de Supercomputación (RES).



Daniel Nóbrega Siverio
Coronal Bright Points on the Sun: a study from the photosphere to the corona.



Universitat
de les Illes Balears

Sascha Husa
Compact binary coalescence modelling toward LIGO/Virgo design sensitivity and next generation detectors



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Xavier Luri Carrascoso
Gaia: Image parameters determination and cross match of observations for the fourth Data Reduction Cycle (DRC-04)

Horacio Pérez-Sánchez
Discovery of SARS-CoV-2 inhibitors through large-scale Virtual Screening methods



UCAM
UNIVERSIDAD
CATOLICA DE MURCIA

Emilio Artacho
Radiation damage on realistic DNA models via first-principles methods



Jazmin Aguado Sierra
Validation of an in-silico clinical trial in a cardiac population for the assessment of pro-arrhythmic risk of repurposed drugs



Barcelona
Supercomputing
Center
Centro Nacional de Supercomputación



Vicent Moliner
Computer Design of Double Acting Inhibitors of SARS-CoV-2 Mpro by QM/MM Simulations: Towards the Design of COVID-19 Antiviral Drugs



UNIVERSITAT
JAUME I



Mr. Clément Bricaud
SWOP: the Submesoscale-permitting World Ocean Project



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Mireia Peral Millán
Geodynamic modeling of subduction zones. Case studies: Western and Central Mediterranean and Andes Cordillera.

Recerca a MareNostrum 4



TÉCNICO
LISBOA

Dr. Jorge Vieira

*Acceleration control and superradiance
in laser-plasma accelerators*



TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

Prof. Roberto Verzicco

*TORNADO - Rotating double diffusive
and Rayleigh-Bénard convection*



EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA

Andres Pacheco Pages

*Monte Carlo Simulation for the ATLAS Experiment at
the CERN LHC at the MareNostrum by IFAE/PIC Tier-1*

Ciemat

Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

José Hernández

MC Simulation for the CMS Experiment at the CERN LHC

Maria Veronica Ganduglia-Pirovano
*Study of Methane Steam Reforming on
Ceria-based Bimetallic Ni/Cu Catalysts*



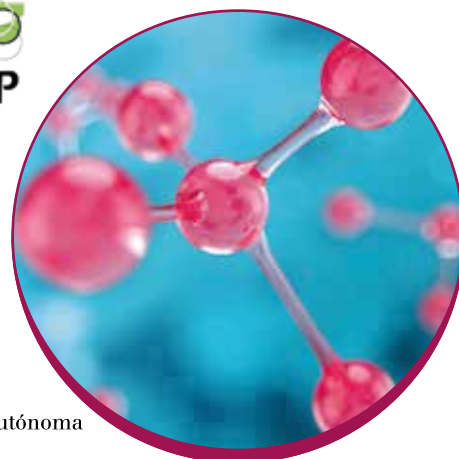
Nuria Lopez
*Dynamic behavior of Earth-abundant
heterogeneous (electro)-catalysts*



Inés Corral Pérez
*Photophysical and photochemical validation
of alien genetic building blocks and
N-nucleobases ancestors*



Universidad Autónoma
de Madrid



Servei a investigadors de tot Europa

El superordinador MareNostrum 4 està a disposició dels investigadors de tot Europa. La Red Española de Supercomputación i la xarxa europea PRACE distribueixen el 80% de la capacitat de càlcul. L'assignació es realitza mitjançant convocatòries obertes, a les quals els investigadors presenten les seves propostes, que després són avaluades per comitès científics experts en les diferents disciplines. El 20% restant de la capacitat del superordinador està assignat al BSC.



MareNostrum 4 té una potència màxima de 13,9 petaflops o, el que és el mateix, 13.900 bilions d'operacions per segon.



*MareNostrum 4 està cofinançat pel Programa Operatiu Intel·ligent 2014-2020
del Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER)*



Unión Europea
Fondo Europeo
de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"



GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

Reconeixements a la recerca



Rosa M. Badia rep el HPDC Achievement Award 2021

Rosa M. Badia, líder del grup Workflows and Distributed Computing, ha rebut el HPDC Achievement Award 2021 per les seves innovacions en models de programació paral·lela basats en tasques, aplicacions i sistemes de flux de treball i pel seu lideratge en la comunitat de recerca en computació d'alt rendiment. Badia també ha estat nomenada membre distingida de l'Association for Computing Machine (ACM), per les seves destacades contribucions científiques a l'àrea de la computació, i consellera d'ACM-Europa.

Markus Donat, nomenat professor ICREA i Premi AXA de la Ciència del Clima

Markus Donat, col·líder del grup de Predicció climàtica, ha estat nomenat professor ICREA i ha rebut el Premi AXA de la Ciència del Clima, que té com a objectiu reconèixer i premiar els investigadors per la seva destacada contribució en la comprensió científica i l'adaptació al canvi climàtic.



Toni Gabaldón, nou membre d'EMBO

Toni Gabaldón, professor ICREA i líder del grup IRB Barcelona/BSC-CNS, ha estat nomenat membre d'EMBO (Organització Europea de Biologia Molecular). EMBO és una comunitat formada per més de 1.800 prestigiosos investigadors, que promou l'excel·lència en les ciències de la vida.

Josep Lluís Gelpí, nou catedràtic de Bioquímica i Biologia Molecular de la UB

Josep Lluís Gelpí ha estat nomenat nou catedràtic de Bioquímica i Biologia Molecular de la Universitat de Barcelona (UB). Gelpí és director del Node de Bioinformàtica Computacional i líder de l'equip computacional de l'Institut Nacional de Bioinformàtica (INB)/ELIXIR-ES.



Mateo Valero rep el premi d'Honor del Col·legi d'Enginyeria Informàtica de Galícia

El director del BSC, Mateo Valero, ha rebut el premi d'Honor del Colexio Profesional de Enxeñaría en Informática de Galicia (CPEIG) pel seu paper impulsor de la supercomputació a Espanya i Europa i per ser un dels investigadors mundialment més premiats en el seu camp.

Asun Lera St.Clair, al Grup d'Experts de l'Assemblea Ciutadana per al Clima

Asun Lera St.Clair, assessora sènior al Departament de Ciències de la Terra, ha estat nomenada membre del Grup d'Experts independent de l'Assemblea Ciutadana per al Clima, la composició de la qual va ser anunciada pel Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic.



Salvador Capella assumeix la vicepresidència de la Societat Espanyola de Bioinformàtica

Salvador Capella, líder del grup de l'Institut Nacional de Bioinformàtica al BSC, ha estat nomenat vicepresident de la Societat Espanyola de Bioinformàtica i Biologia Computacional (SEBiBC), el president honorífic de la qual és el director de Ciències de la Vida del BSC, Alfonso Valencia.

Luis Gascó rep el premi extraordinari de tesi doctoral de la UPM

Luis Gascó, investigador de la unitat de Text Mining del BSC, ha rebut el premi extraordinari de tesi doctoral per la Universitat Politècnica de Madrid, corresponent a l'any acadèmic 2019/20, per la seva recerca titulada "Explotació de les TICs en la gestió del soroll i la seva influència sobre la percepció ciutadana del soroll".



Cap a un ecosistema Open HPC

El BSC porta a la pràctica la seva visió de computació d'alt rendiment (HPC), creant un ecosistema de HPC basat en hardware i software de codi obert.

Si bé el software de codi obert no és nou, el hardware de codi obert sí que ho és i està adquirint un impuls enorme sobre la base que el BSC i els nostres socis estem construint.

En el nou context tecnològic, algunes de les regles han canviat. S'ha passat d'utilitzar molts transistors a fer-ne un ús més eficient. Això implica que, per complir els requisits de potència i rendiment, hem d'especialitzar el hardware.

Alhora, les tendències tecnològiques actuals estan canviant la manera com desenvolupem les aplicacions i on les executem. La pila de software evoluciona i es torna més abstracta, cosa que permet una major productivitat del programador, en detriment de l'eficiència del hardware.

Els llenguatges de programació i fluxos de treball d'alt nivell permeten a experts i científics construir les seves pròpies aplicacions. I han de dissenyar la pila completa, totes les capes de hardware i software, per complir els seus objectius de rendiment i potència (FLOP/W) per a l'exascale, la zetascale i rendiments superiors.

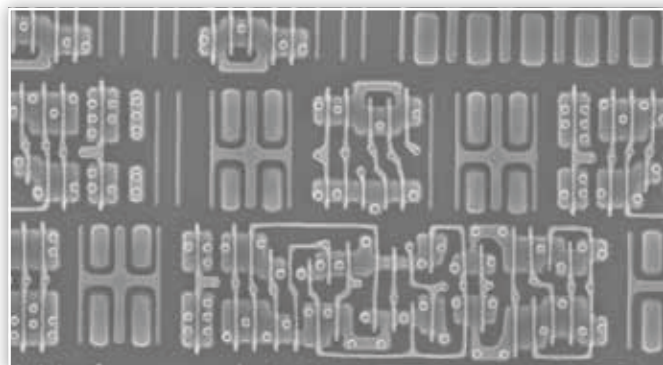
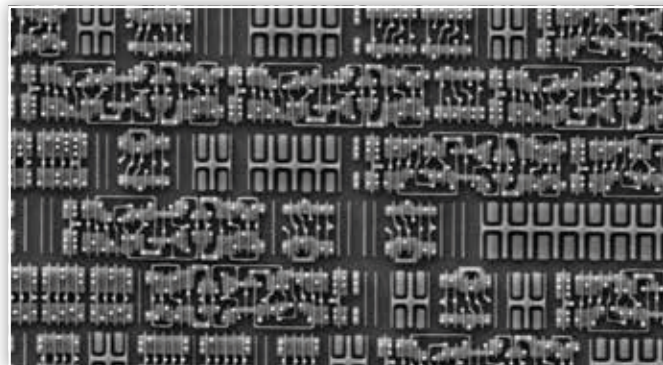
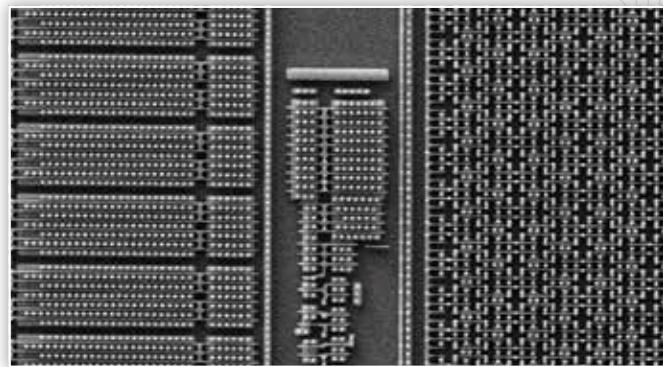
Aquest nivell d'integració no és possible en un ecosistema tancat o semiobert. Per fer possible aquesta fusió, la plataforma ha d'estar oberta.

Molts components de la pila de software ja formen part de l'ecosistema de codi obert i es poden modificar. No obstant això, fins ara, el hardware ha estat un ecosistema tancat que impedeix dur a terme un veritable codisseny de hardware i software.

El Laboratori per a l'Arquitectura de Computadors Oberta

El Laboratori per a l'Arquitectura de Computadors Oberta (Laboratory for Open Computer Architecture, LOCA) és una iniciativa per facilitar el desenvolupament d'un ecosistema HPC basat en software de codi obert i nou hardware obert. És un mecanisme per impulsar la col·laboració acadèmica i industrial global, la formació i l'educació que permetran aquesta revolució.

El BSC disposa d'una combinació única d'expertesa en aplicacions per a diferents àmbits, experiència en disseny i co-disseny de hardware i software i instal·lacions, com MareNostrum, per al desenvolupament de sistemes de HPC. Tenim tots els ingredients per crear aquest futur i gran part del treball ja està en marxa, amb cada cop més impuls i reconeixement global.



La ruta de hardware de codi obert del BSC

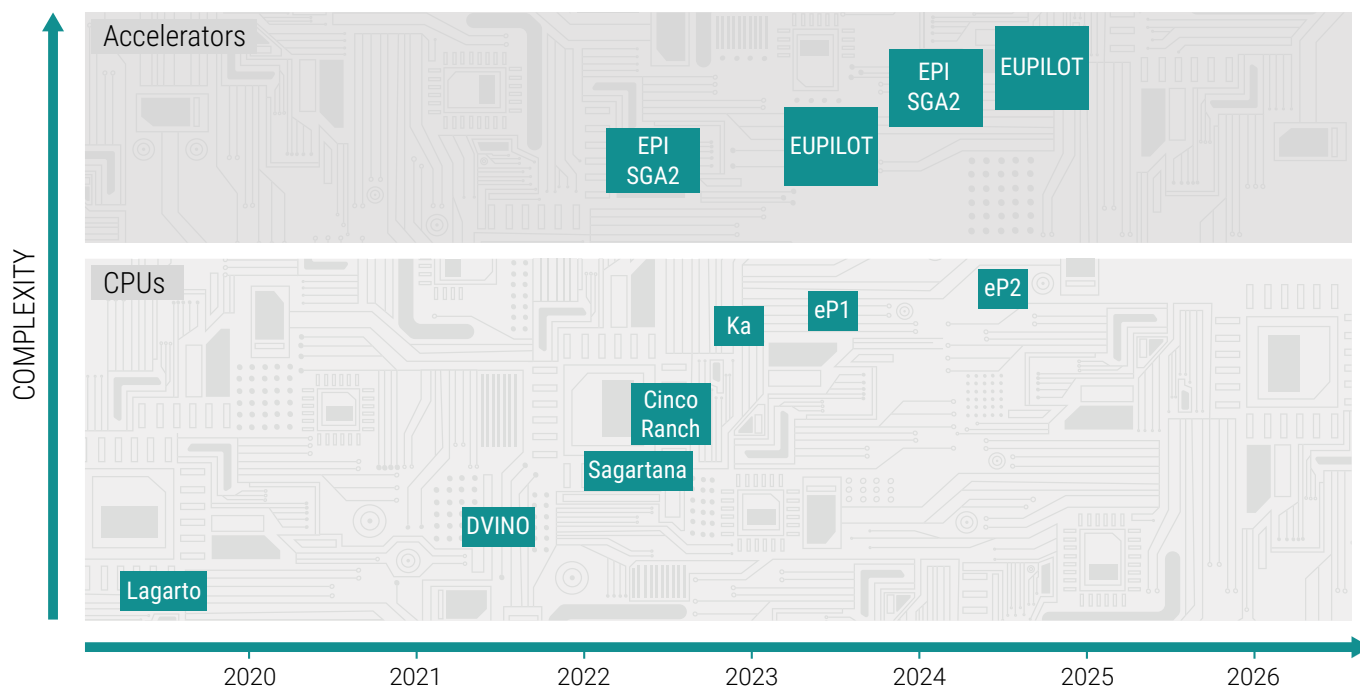
Des de fa poc hi ha una opció de hardware de codi obert viable basada en el set d'instruccions d'arquitectura (ISA) obert RISC-V que fa possible crear un ecosistema de HPC obert.

Hi ha dos eixos principals en el desenvolupament de hardware: CPUs (Unitats Centrals de Processament) i acceleradors. Tots dos poden beneficiar-se de la investigació basada en un ISA obert, ja que permet afegir extensions i mantenir una compatibilitat bàsica amb el software existent.

En recerca, el desenvolupament de prototips proporciona resultats de més qualitat, més facilitats per a la transferència de tecnologia i un coneixement tecnològic general que és fonamental per resoldre els desafiaments futurs del HPC, la intel·ligència artificial, l'aprenentatge automàtic i l'aprenentatge profund.

Hem iniciat la ruta cap al hardware de codi obert desenvolupant diferents nuclis de CPU i acceleradors. Estem adoptant un enfocament pragmàtic, desenvolupant nuclis simples i perfeccionant les CPU des del punt de vista de les seves capacitats i en nodes de tecnologia de silici cada cop més petits.

Com mostra la figura a continuació, vam començar la família de nuclis Lagarto, fabricats al maig de 2019, amb un procés simple que pot emetre una instrucció per cicle de rellotge en ordre de programa. Al mateix temps, vam desenvolupar un processador vectorial (VPU), que es va fabricar el març de 2021, amb diversos socis que participen a la European Processor Initiative (EPI SGA1). Posteriorment, vam combinar les capacitats del nostre primer processador Lagarto amb la VPU per crear DVINO, que es va construir al juliol de 2021. El processador de tercera generació es diu Sargantana i es fabricarà el 2022. Tenim molts més processadors i acceleradors encara per arribar, de projectes com DRAC, eProcessor, the European PILOT i EPI SGA2.



Publicacions destacades

La naturalesa multidisciplinària del BSC es fa evident a l'ampli ventall d'àrees sobre les quals els seus investigadors publiquen articles científics.

A sota, una selecció de les publicacions més destacades del 2021.

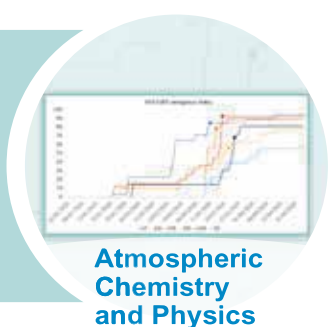
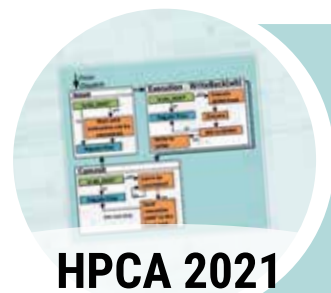


Morrigan: A Composite Instruction TLB Prefetcher

Aquest article és el primer que demostra que les càrregues de treball dels centres de dades i servidors pateixen una severa degradació del seu rendiment a causa del cost de traducció de la direcció d'instrucció. Proposa un nou *prefetcher* de TLB dirigit a adreces d'instrucció, que proporciona una millora del rendiment mitjà del 7,6%. [G. Vavouliotis](#), [L. Alvarez](#), [B. Grot](#), [D. Jiménez](#) i [M. Casas](#). Proceedings of the 54th Annual IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture (MICRO). Association for Computing Machinery, Nueva York, NY, USA, 1138–1153.

VIA: A Smart Scratchpad for Vector Units with Application to Sparse Matrix Computations

Presentació de la nova Arquitectura Vector Indexada (VIA), que accelera les aplicacions amb patrons d'accés a la memòria, com ara càlculs matricials dispersos. L'acceleració s'aconsegueix gràcies a un bloc de notes intel·ligent estretament acoblat a les unitats funcionals vectorials dins del nucli. [J. Pavon](#), [I. Vargas-Valdivieso](#), [A. Barredo](#), [J. Marimon](#), [M. Moretó](#), [F. Moll](#), [O.S. Unsal](#), [M. Valero](#) i [A. Cristal](#). International Symposium on High-Performance Computer Architecture (HPCA), pp. 921-934. Febrer 2021.



Time-resolved emission reductions for atmospheric chemistry modelling in Europe during the COVID-19 lockdowns

L'estudi quantifica les reduccions a les emissions primàries a causa dels confinaments per la COVID-19 a Europa, considerant factors de reducció de l'activitat que varien per font, país i dia i dades meteorològiques. [M. Guevara](#), [O. Jorba](#), [A. Soret](#), [H. Petetin](#), [D. Bowdalo](#), [K. Serradell](#), [C. Tena](#), [H. Denier van der Gon](#), [J. Kuenen](#), [V.-H. Peuch](#) i [C. Pérez García-Pando](#). Atmospheric Chemistry and Physics, 21, 773–797.

Engagement, involvement and empowerment: three realms of the coproduction framework for climate services

Aquest article presenta un marc de coproducció transdisciplinari, per ajudar a establir una interfície fluida i eficaç entre els científics i les parts interessades en els serveis climàtics. [D. Bojovic](#), [A.L. St. Clair](#), [I. Christel](#), [M. Terrado](#), [P. Stanzel](#), [P. Gonzalez](#) i [E.J. Palin](#). Global Environmental Change, 64, 10227.





Physical Review A

One qubit as a universal approximant

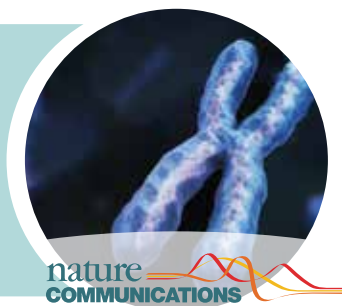
En aquest treball mostrem, per primera vegada, com entrenar un sol cúbit per fer operacions matemàtiques arbitràries. El procés d'entrenament es fa amb dades reals en un simulador i es transfereix i verifica en un dispositiu Quantum operatiu, que està basat en tecnologia superconductora. [A. Pérez-Salinas](#), [D. López-Núñez](#), [A. García-Sáez](#), [P. Forn-Díaz](#), i [J. I. Latorre](#). Physical Review A. Juny 2021.

Large eddy simulation of aircraft at affordable cost: a milestone in CFD Konrad

Aquesta investigació sorgeix d'un dels problemes del Gran Desafiament a les aerociències Computacionals, identificat per la NASA, sobre l'ús de Dinàmica de Fluids Computacionals com a eina clau per al disseny d'aeronaus. L'article comprova que és viable complir els requisits de precisió i assequibilitat utilitzant la simulació de grans remolins en arquitectures informàtiques modernes. [Konrad A. Goc](#), [Oriol Lehmkuhl](#), [George I. Park](#), [George I. Park](#), [Sanjeeb T. Bose](#), [Parviz Moin](#). Flow 2021.



FLOW APPLICATIONS OF FLUID MECHANICS



nature COMMUNICATIONS

The impact of non-additive genetic associations on age-related complex diseases

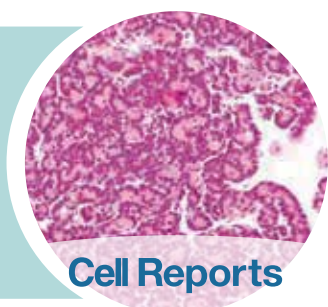
L'article demostra com GUIDANCE, una estratègia d'anàlisi del genoma proposada des del BSC que inclou múltiples panells de referència i l'anàlisi del cromosoma X, augmenta la identificació de variants genètiques i permet conèixer millor l'arquitectura genètica de malalties complexes. [M. Guindo-Martínez](#), [R. Amela](#), [S. Bonàs-Guarch](#), [M. Puiggròs](#), [C. Salvoro](#), [I. Miguel-Escalada](#), [C.E. Carey](#), [J.B. Cole](#), [S. Rüeger](#), [E. Atkinson](#), [A. Leong](#), [F. Sanchez](#), [C. Ramon-Cortes](#), [J. Ejarque](#), [D. S. Palmer](#), [M. Kurki](#); FinnGen Consortium, [K. Aragam](#), [J. C. Florez](#), [R. M. Badia](#), [J. M. Mercader](#), [D. Torrents](#). Nature Communications. Abril 2021.

Simulating SARS-CoV-2 epidemics by region-specific variables and modeling contact tracing app containment

Mitjançant un model epidemiològic de COVID-19 SIR ampliat, es mostra en quin grau el rastreig de contactes per aplicacions mòbils pot mitigar l'epidèmia, a diferents escenaris de densitat de població, mobilitat i fraccions d'usuaris. [A. Ferrari](#), [E. Santus](#), [D. Cirillo](#), [M. Ponce-de-Leon](#), [N. Marino](#), [M. T. Ferretti](#), [A. Santucci](#), [Chadha](#), [N. Mavridis](#), [A. Valencia](#). NPJ Digital Medicine. Gener 2021.



npj | digital medicine



Cell Reports

TIGER: The gene expression regulatory variation landscape of human pancreatic islets

L'article presenta TIGER, un recurs complet de dades genòmiques d'illots pancreàtics, que permet una exploració integradora sobre com la variació genètica afecta la funció dels illots i propicia avenços terapèutics i medicina de precisió per a la diabetis tipus 2. [L. Alonso](#), [A. Piron](#), [I. Morán](#), [M. Guindo-Martínez](#), [S. Bonàs-Guarch](#), [G. Atla](#), [I. Miguel-Escalada](#), [R. Royo](#), [M. Puiggròs](#), [X. Garcia-Hurtado](#), [M. Suleiman](#), [L. Marselli](#), [J. L. S. Esguerra](#), [J. V. Turatsinze](#), [J. M. Torres](#), [V. Nylander](#), [J. Chen](#), [L. Eliasson](#), [M. Defrance](#), [R. Amela](#); MAGIC, [H. Mulder](#), [A. L. Gloyn](#), [L. Groop](#), [P. Marchetti](#), [D. L. Eizirik](#), [J. Ferrer](#), [J. M. Mercader](#), [M. Cnop](#), [D. Torrents](#). Cell Reports. Octubre 2021.

Recerca aplicada & Innovació

Participació activa del BSC en els estudis per a la cimera del clima i el debat sobre les mesures que cal prendre

El BSC ha tingut un paper molt actiu en els preparatius de la cimera mundial sobre el canvi climàtic i la divulgació de mesures a prendre per mitigar la crisi. El director del departament de Ciències de la Terra, Francisco J. Doblas-Reyes, ha coordinat un dels informes del Panell Intergovernamental del Canvi Climàtic (IPCC), l'organisme de les Nacions Unides que proporciona als líders mundials els informes científics per donar suport a la seva presa de decisions, i ha tingut un paper important en la divulgació, al nostre país, de l'estat de l'emergència climàtica i les accions necessàries per mitigar-la.

Durant el 2021 els investigadors d'aquest departament han publicat diversos articles sobre com millorar els models que serveixen per predir els efectes del canvi climàtic i els que cal esperar de l'escalfament del planeta. Per part seva, la investigadora Asun Lera St. Clair ha estat nomenada membre de l'Assemblea Ciutadana per al Clima, una de les línies d'acció prioritàries de la Declaració davant de l'Emergència Climàtica i Ambiental a Espanya, consagrada a la Llei de Canvi Climàtic i Transició Energètica.



El canvi climàtic pot provocar un augment de les precipitacions a Europa

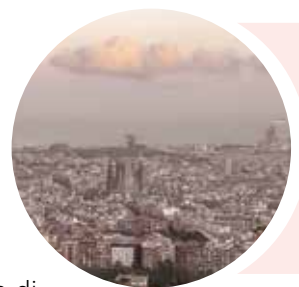
Les precipitacions a Europa durant l'època hivernal podrien augmentar al voltant d'un 20% els propers 30 anys si es manté el nivell actual d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.

Aquesta és la conclusió d'un nou estudi realitzat pel BSC-CNS en col·laboració amb el servei meteorològic del Regne Unit, Met Office. La investigació s'ha basat en nous models climàtics de resolució molt alta amb un grau de realisme superior als tradicionals. Els resultats del nou estudi tenen implicacions importants per a l'avaluació dels riscos del canvi climàtic en moltes activitats socioeconòmiques, inclosa la gestió de l'aigua, els assentaments, la navegació, el comerç i la producció d'energia eòlica.

Les simulacions demostren que les restriccions del trànsit a Barcelona són insuficients per complir amb la legislació europea de qualitat de l'aire

Un estudi del BSC realitzat amb diferents models de simulació desenvolupats al centre ha demostrat que les mesures de restricció del trànsit que s'apliquen actualment a la ciutat de Barcelona són insuficients per complir els estàndards de qualitat de l'aire imposats per la Unió Europea per preservar la salut dels ciutadans.

Segons l'estudi, cal reduir la circulació de vehicles privats com a mínim un 25%, ja que l'impacte de la Zona de Baixes Emissions no és suficient i les mesures de restricció de l'espai destinat als vehicles, com les superilles o l'urbanisme tàctic, tenen un efecte rebot a la qualitat de l'aire de les zones adjacents.



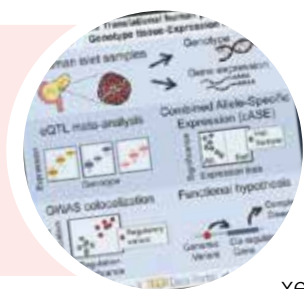
El BSC coordina la definició de l'estratègia europea de dades sanitàries

El BSC és un dels dos coordinadors de HealthyCloud, el projecte encarregat de definir l'estratègia del futur Núvol Europeu de Recerca i Innovació Sanitària. El seu objectiu és generar directrius, recomanacions i especificacions per crear repositoris de dades distribuïdes a tot Europa.

La comunitat investigadora considera que aquests repositoris són bàsics per donar suport tant a la recerca en salut com a l'assistència sanitària a tots els nivells: des de la salut pública a la medicina personalitzada.

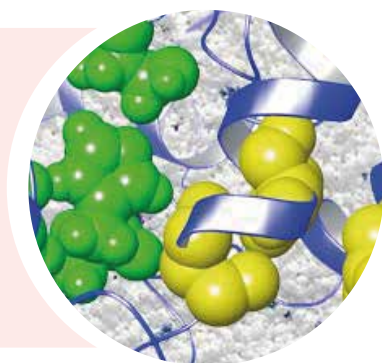


L'agenda estratègica haurà de tenir en compte la inclusió d'aspectes ètics, legals i socials i també les solucions tecnològiques per facilitar l'anàlisi de dades sanitàries distribuïdes a nivell europeu. Al projecte participen 21 organitzacions d'11 països i està obert a la participació d'entitats sanitàries, acadèmiques, administracions, empreses i organitzacions de pacients, ciutadans i professionals.



Creada la base de dades més gran sobre illots pancreàtics, claus a la diabetis tipus 2

El BSC, el Broad Institute de Boston i la Universitat Lliure de Brúxelles han creat i posat a disposició de la comunitat científica TIGER, un repositori de dades genòmiques, transcriptòmiques i epigenètiques d'illots pancreàtics, uns grups de cèl·lules sospitosos de contribuir a la diabetis tipus 2. Per crear aquest repositori es va haver d'harmonitzar una gran quantitat de dades i desenvolupar nous mètodes estadístics per analitzar les diferències en l'expressió gènica entre individus.

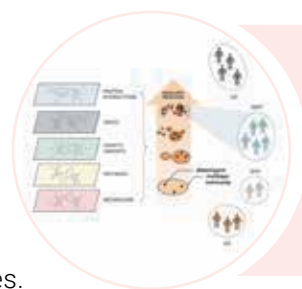


Enzims per impulsar la fabricació de teixits, cosmètics i productes de neteja menys contaminants

El BSC està desenvolupant noves eines computacionals per fomentar el desenvolupament d'enzims que contribueixin a la fabricació de productes quotidians menys contaminants. Aquestes eines combinen tècniques de modelització molecular i intel·ligència artificial per seleccionar les proteïnes més adequades per a la producció de teixits, cosmètics i productes de neteja. Estudis recents asseguren que l'ús d'enzims per a la fabricació d'aquests productes reduiria a 42 milions de tones anuals les emissions de CO₂.

Nou mètode d'intel·ligència artificial per caracteritzar malalties rares

Investigadors del BSC han creat una nova metodologia, basada en xarxes multicapa, per caracteritzar malalties rares. La majoria de les malalties rares són genètiques però, en ser poc freqüents, el seu estudi és complex, ja que només es disposa de mostres petites que impedeixen conclusions estadísticament fermes. Aquesta nova tecnologia permet interpretar la base molecular de les malalties, partint de molts pocs casos i obre noves portes a la investigació.



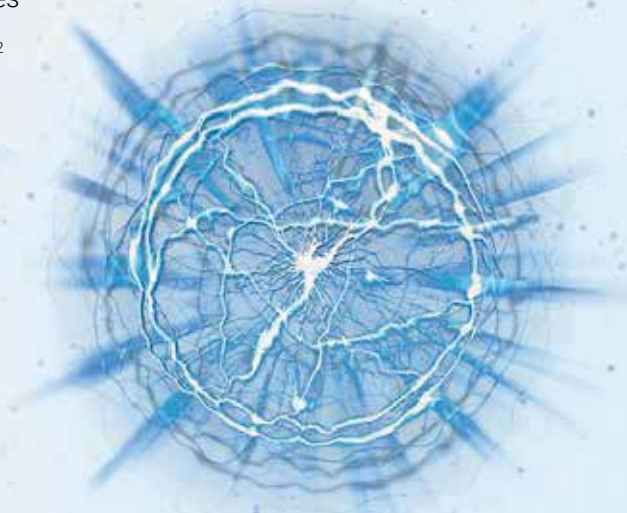
Recerca aplicada & Innovació

EUROfusion confia al BSC la creació d'un Centre de Computació Avançada per accelerar l'energia de fusió

EUROfusion, el consorci format per 28 països per fer realitat l'energia de fusió, ha confiat al BSC la creació i la gestió d'un dels cinc Centres de Computació Avançada que donaran suport als científics experimentals que treballen en el desenvolupament d'aquesta nova font d'energia per generar electricitat.

L'energia de fusió, neta i lliure de riscos, es basa en els processos que impulsen la producció d'energia a les estrelles i és una de les principals apostes de la comunitat científica per reduir dràsticament les emissions de CO₂ associades a la generació d'electricitat.

Més de 150 centres de recerca i empreses estan treballant en les investigacions de EUROfusion, que combinen experiments amb simulacions per reproduir als reactors les reaccions entre isòtops d'hidrogen que tenen lloc al nucli del Sol. La complexitat i nivell de detall que exigeixen aquestes simulacions requereixen hardware i software molt sofisticat i han posat en relleu la necessitat de comptar amb el suport de centres avançats de computació.



Supercomputació per a la indústria del transport, el petroli, el gas i l'energia eòlica

Investigadors del BSC han col·laborat en el desenvolupament d'eines avançades per estudiar l'ús de combustibles renovables en els futurs sistemes de transport sostenible. Per això, s'han combinat les tecnologies d'automoció amb els requisits de combustible actuals i futurs, tant en el marc de simulacions a exaescala de motors de combustió com en experiments controlats. Aquesta investigació s'ha dut a terme al projecte ENERXICO, centrat en el desenvolupament de solucions de software de simulació avançada per a les indústries del petroli i gas, l'energia eòlica i la combustió per al transport.

Pronòstics diaris per ajudar les autoritats en la gestió de l'emergència provocada pel volcà de La Palma

El BSC ha col·laborat en la gestió de l'emergència provocada per l'erupció del volcà de La Palma, posant a disposició de les autoritats la capacitat del superordinador MareNostrum 4 per fer prediccions diàries dels moviments de les emissions del volcà.

Aquests pronòstics, de periodicitat diària, s'han dut a terme a partir d'una col·laboració entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) i el BSC. El seu objectiu ha estat ajudar les autoritats en la presa de decisions destinades a limitar els danys provocats per l'erupció.



Neix MarIA, el primer model massiu d'intel·ligència artificial de la llengua espanyola d'accés obert

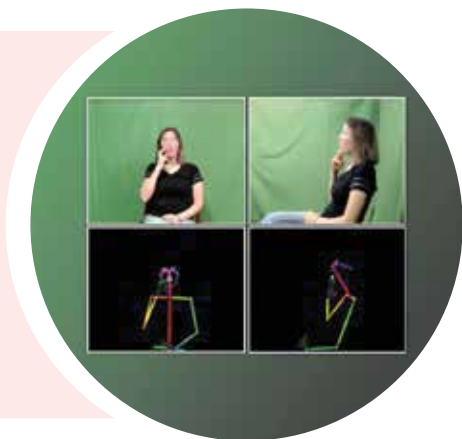
El BSC ha creat MarIA, una família de models de la llengua espanyola d'accés obert, perquè els desenvolupadors d'aplicacions, empreses, grups de recerca i la societat en general el puguin fer servir en infinitat d'usos.



MarIA s'ha construït a partir del patrimoni documental digital de la Biblioteca Nacional d'Espanya, que rastreja i arxiva les webs elaborades en espanyol. El seu model de més volum i capacitat, el GPT-2 large, ha situat la llengua espanyola al tercer lloc dels idiomes que disposen de models massius d'accés obert, després de l'anglès i el mandarí.

Amb MarIA es poden desenvolupar aplicacions amb capacitats molt diverses, com ara classificar documents o crear correctors o eines de traducció. També es pot utilitzar per fer resums automàtics, simplificar redactats complicats a la mida de diferents perfils d'usuari, generar preguntes i respostes, mantenir diàlegs complexos amb els usuaris i, fins i tot, redactar textos complets (que podrien semblar escrits per humans), a partir d'un titular o un petit nombre de paraules.

El projecte MarIA segueix en marxa amb el desenvolupament de noves versions especialitzades en diferents àrees d'aplicació, incloent-hi biomedicina i legal, i ha estat finançat per la Secretaria d'Estat de Digitalització i Intel·ligència Artificial.



El BSC elabora una base de dades per a la traducció automàtica del llenguatge de signes gràcies a la IA

Amanda Duarte, estudiant de doctorat i investigadora del BSC, ha elaborat How2Sign, una extensa base de dades per a la traducció automàtica del llenguatge de signes amb IA. How2Sign conté més de 80 hores de vídeos amb intèrprets del llenguatge de signes americà (ASL) i tres gravades en un estudi amb 510 càmeres per reconstruir la postura 3D dels intèrprets. How2Sign és un recurs obert perquè investigadors tant del camp del processament del llenguatge natural com els de visió per ordinador segueixin avançant a l'àrea del llenguatge de signes.

Investigadors del BSC apliquen tècniques de supercomputació per reduir el consum energètic del blockchain

El BSC col·labora amb la fundació Ethereum per posar en marxa, el 2022, un nou sistema de *blockchain*, que té previst augmentar fins a mil vegades la capacitat de transaccions per segon i alhora reduir fins a 500 vegades el consum energètic actual. Per això, s'ha creat Kumo, un rastrejador del tipus aranya (*crawler*), que recopila informació dels aspectes més diversos relacionats amb la creació de les cadenes de blocs i s'estan analitzant informacions per assegurar la disponibilitat, la fiabilitat i l'eficiència de les dades emmagatzemades a la cadena.



Descubreix-nos

Festival Barcelona Deep Collage: Jornades de portes obertes i activitats per celebrar el nou edifici

El BSC ha volgut compartir la seva alegria de tenir un nou edifici corporatiu organitzant unes jornades obertes amb activitats per a tots els públics. Els ciutadans van tenir l'oportunitat de visitar el BSC-REPSOL Building, recorrent els espais que albergaran MareNostrum 5 i la capella on es troba MareNostrum 4.



La cita va incloure el Festival Barcelona Deep Collage, una trobada de científics, artistes i ciutadans, per expressar les seves experiències durant la pandèmia de COVID-19 i les interaccions entre ciència, tecnologia i vida quotidiana que aquest episodi ha posat de manifest. El festival va reunir tallers de collage per a nens i adults, actuacions musicals i teatrals, xerrades sobre ciència i tecnologia i una exposició amb collages d'artistes i estudiants d'art i la col·laboració especial d'ED: un programa d'intel·ligència artificial desenvolupat al BSC que va fer els seus propis collages, inspirat en les obres dels artistes. Unes 700 persones van gaudir d'aquestes activitats, organitzades en col·laboració amb la Societat Barcelonina del Collage i amb el suport de l'Ajuntament de Barcelona, el Ministeri de Ciència i Innovació i el Programa Barcelona Cocapital Cultural i Científica.



Primera edició de les BSCTech Hackathons

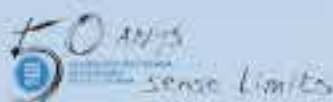
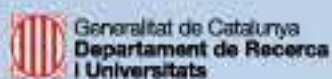
El BSC ha posat en marxa les BSCTech Hackathons, amb l'objectiu d'experimentar amb eines desenvolupades al BSC i investigar com poden ser útils per afrontar els reptes informàtics del futur. Les BSCTech Hackathons es van dur a terme del 25 d'octubre al 4 de novembre i van consistir en tres activitats: la "Hackathon GPU BSC-NVIDIA per a HPC i IA", MNHACK21: 3rd MareNostrum Hackathon i "Arm-BSC Hackathon". A totes tres, els participants van utilitzar el superordinador MareNostrum 4.



Visites online per a instituts de tot Espanya

El 2020, a causa del confinament, el BSC va començar a oferir visites online per a instituts de secundària. El 2021 aquestes visites s'han consolidat, ja que són una bona alternativa perquè els joves, especialment els de fora de Barcelona, puguin conèixer el superordinador MareNostrum i la investigació que es fa al BSC. Instituts de tot Espanya s'interessen per aquesta activitat i, mes a mes, la demanda creix.

El BSC és un consorci públic format per:



BSC-REPSOL Building

Plaça Eusebi Güell, 1-3

08034 Barcelona (Espanya)

info@bsc.es

www.bsc.es

