



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación

RESUMEN 2021



Quiénes somos



El Barcelona Supercomputing Center – Centro Nacional de Supercomputación (BSC) es el líder de la supercomputación en España y un centro de referencia internacional en este campo.

Somos un centro de investigación multidisciplinar de referencia y albergamos infraestructuras de computación de altas prestaciones que están al servicio de toda la comunidad científica.

Somos miembros de primer nivel de la infraestructura de investigación europea Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE), gestionamos la Red Española de Supercomputación (RES), una Infraestructura Científico-Técnica Singular, y coordinamos las infraestructuras de apoyo a la comunidad biomédica internacional Elixir e INB-ISCIII.

Fuimos creados en 2005 a partir de la experiencia de colaboraciones fructíferas entre administraciones públicas y empresas privadas, como el CEPBA y el CIRI. Hemos pasado de una plantilla de 60 personas a ser un equipo de unas 800, gracias al continuo compromiso de nuestros patronos y a nuestra capacidad para atraer fondos competitivos procedentes de empresas e instituciones.

Hemos instalado cuatro versiones consecutivas del superordenador MareNostrum y estamos preparando la quinta versión.

Misiones del BSC



Servicios de supercomputación para investigadores españoles y europeos



I+D en Ciencias de la Computación, de la Vida, de la Tierra e Ingeniería



Transferencia de conocimiento (educación, tech transfer y comunicación)

El BSC es un consorcio público formado por:



BSC en cifras

INVESTIGACIÓN

57

Grupos de investigación



erc

6

Proyectos ERC en marcha

ICREA

8

Investigadores ICREA



67

Investigadores con becas personales



HORIZON 2020

124 M€

Tercera entidad española en recibir fondos del programa H2020

138 Proyectos H2020 en marcha

32 Proyectos H2020 iniciados en 2021

19 Proyectos H2020 coordinados por el BSC



Presencia en los 15 centros de excelencia europeos de aplicaciones de HPC

Participamos en 12

Lideramos 4

304 Artículos en revistas científicas

232 En Q1



3 Capítulos de libros publicados



13 Tesis doctorales

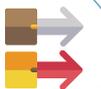
68 Artículos en actas de congresos

30 En conferencias A y A*



175 Publicaciones de acceso abierto

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA



Tecnologías transferidas o licenciadas

5 Patentes

3 Metodologías

20 Softwares



11 Spin-offs creadas



Colaboraciones bilaterales con empresas

21 En marcha

20 Iniciadas en 2021



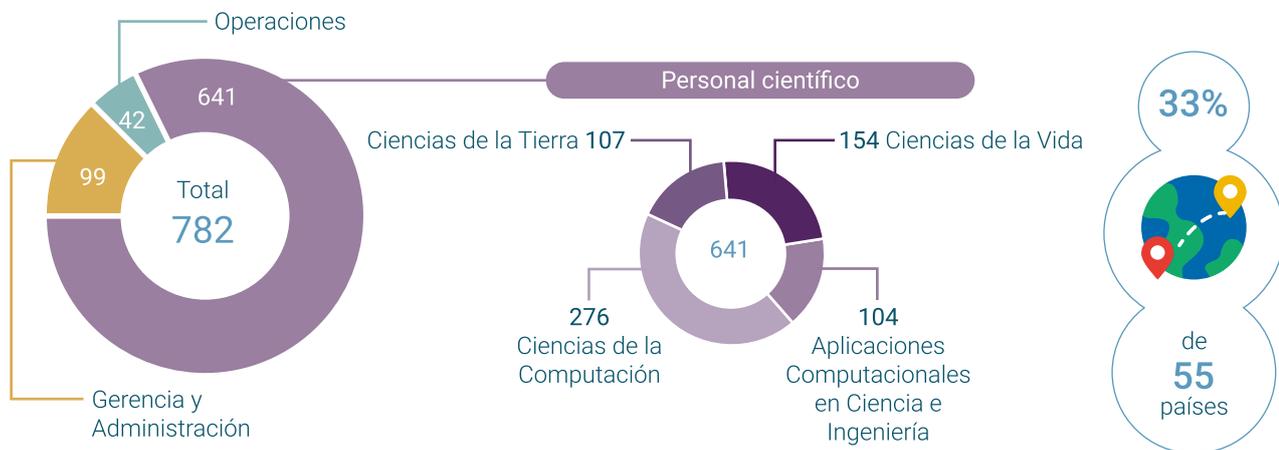
26 Patentes aprobadas o pendientes de aprobación

SUPERCOMPUTACIÓN



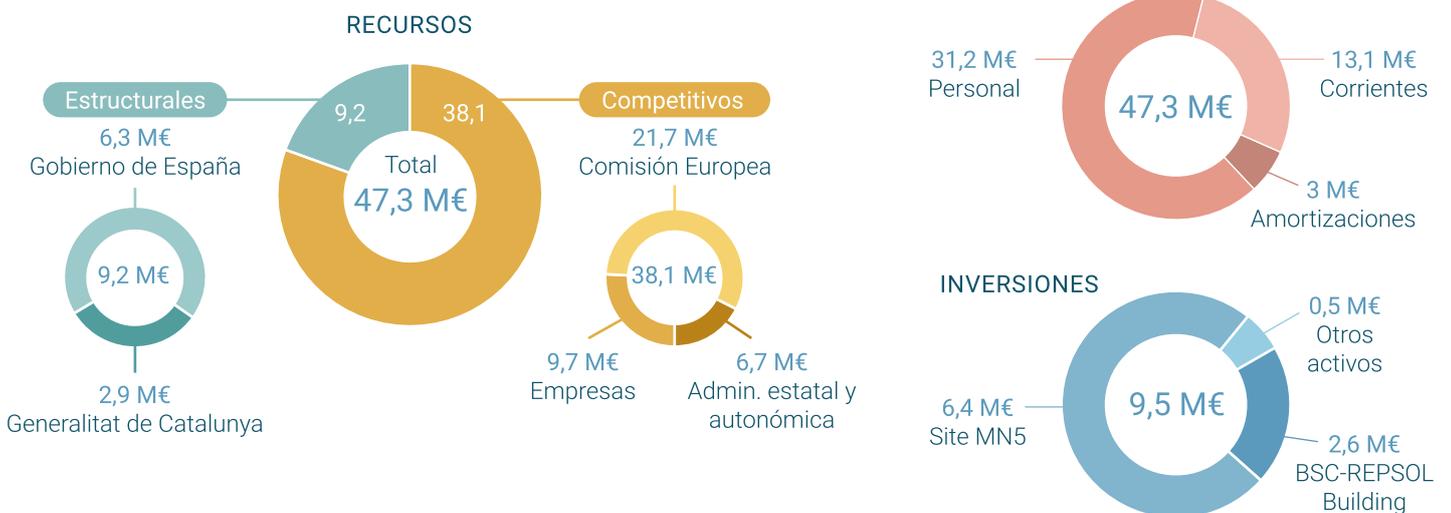
PERSONAS

Datos a 31 de diciembre de 2021



RECURSOS

Presupuesto 2021 ejecutado



La UPC aporta, en personal adscrito y espacios, el equivalente al 10% de los ingresos estructurales.

Los ingresos y los gastos se muestran de acuerdo con criterios financieros.

Dónde estamos, hacia dónde vamos



Mateo Valero y Josep M. Martorell
Director y director asociado del BSC

El 2021 ha sido un año marcado por la continuidad de la pandemia de COVID-19, con meses de práctica normalidad y etapas durante las que trabajar desde casa ha sido la norma general. A pesar de las dificultades, profesionales pero también personales, el balance global del año no podía ser más positivo.

Es por este motivo que la primera palabra que nos viene a la cabeza pensando en este año es “gracias”. Gracias en primer lugar a todos los trabajadores del BSC, porque su esfuerzo continuado ha hecho posible un año de récords en casi todas las dimensiones posibles. Y gracias a nuestros patronos (que siguen confiando en nosotros como el primer día) y a las distintas agencias financiadoras y empresas que siguen apoyando nuestra investigación.

Cerramos el 2021 con casi 800 personas trabajando en el BSC, con un presupuesto ejecutado que por primera vez supera los 45M€, de los cuales el 80% proviene de fondos competitivos. Gestionamos un portfolio de más de 250 proyectos, de entre los que destacan 30 proyectos europeos coordinados. Unas cifras que consolidan nuestro crecimiento y que nos sitúan, una vez más, como uno de los mejores centros de supercomputación de Europa.

Este ha sido también el año de la inauguración de nuestra nueva sede corporativa, gracias al apoyo de nuestros patronos y de la Fundación Repsol. Este precioso edificio, esperado desde hace muchos años, nos permite concentrar dos terceras partes de nuestro equipo bajo un mismo techo y será la sede de nuestras futuras infraestructuras de supercomputación. Es aquí donde instalaremos el futuro MareNostrum 5, que esperamos llegue durante el año 2022 y que consolidará nuestro papel de liderazgo en el mapa de la supercomputación europea.

Al cierre del ejercicio, lideramos buena parte de los proyectos de desarrollo de la futura tecnología de computación europea y somos una de las instituciones más activas en los centros de excelencia europeos de aplicaciones de la supercomputación. Nuestro liderazgo continental en distintas áreas de investigación se ha visto consolidado con ejemplos que podréis consultar en estas páginas, como el nuevo centro de computación avanzada para EUROfusion, la coordinación de la estrategia europea de datos sanitarios o nuestra activa participación en la cumbre del clima 2021.

Este ha sido también el año de la puesta en marcha del “Programa europeo de Resiliencia y Recuperación”, más conocido como Next Generation. Durante los próximos años nuestro país recibirá una cantidad muy importante de fondos para financiar actividades relacionadas con la I+D, lo cual puede ser una gran oportunidad para el conjunto del sistema de I+D y para el BSC en particular. En su primer año, estos fondos ya han servido para financiar la participación del BSC en los programas de investigación promovidos por la EuroHPC Joint Undertaking y para poner en marcha Quantum Spain, un ambicioso proyecto que reforzará el ecosistema de computación cuántica en nuestro país y que hará posible la instalación de nuestro primer computador cuántico.

Como decíamos al principio, a pesar de la incertidumbre continua provocada por la evolución de la pandemia, nuestra actividad ha continuado con total normalidad, desarrollando investigación, sirviendo a la comunidad española y europea de HPC con nuestras infraestructuras de computación y datos y transfiriendo nuestro conocimiento a la sociedad. En este último aspecto, el año ha sido particularmente productivo en acciones de divulgación, como se puede apreciar al final de este resumen.

Finalmente, queremos reconocer y agradecer el buen trabajo de nuestro Comité Científico, que nos visitó en otoño, como hace cada tres años. La visita fue muy fructífera y nos permitió, una vez más, exponer nuestra estrategia ante un panel de reconocidos científicos internacionales que trabajan en los distintos campos de la supercomputación. Acabamos este escrito reproduciendo unas palabras de su informe final: *"There has been a substantial improvement in the Centre's activities since 2018 despite the impact of the Covid pandemic"*. Sus recomendaciones son tremendamente útiles para encarar mejor nuestro futuro y sus reconocimientos, un estímulo para continuar todavía más allá. Deseamos que lo sean también para todo el equipo del BSC, sus patronos y todas aquellas instituciones y empresas que siempre han estado de nuestro lado.

Las instituciones renuevan su representación en el Consejo Rector del BSC



Raquel Yotti
Presidenta

Secretaria General de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación



Esther Morales
Vicepresidenta

Secretaria General de Investigación y Universidades



Gonzalo Arévalo Nieto

Director General de Planificación de la Investigación



José Ignacio Doncel

Subdirector General de Grandes Instalaciones Científico-Técnicas



Joan Gómez Pallarès

Director General de Investigación



Dani Marco

Director General de Innovación y Economía Digital



Daniel Crespo

Rector



Jordi Llorca

Vicerrector de Investigación

Inaugurada la nueva sede corporativa del BSC



BSC-REPSOL Building



12.000 m²



1 auditorio



2 salas de formación



35 salas de reuniones



113 espacios diáfanos



530 personas compartiendo el mismo espacio

Con la colaboración de:



La nueva sede corporativa del BSC-CNS, el BSC-REPSOL Building, ya es una realidad. Se trata de un edificio de 12.000 m², que cuenta con cuatro plantas de oficinas, 530 puestos de trabajo, 35 salas de reuniones, dos aulas de formación, un auditorio y diversos puntos de encuentro para fomentar el intercambio de conocimiento entre los equipos de investigación. Dos tercios de la plantilla del BSC tienen su puesto de trabajo en esta sede y el resto está instalado en edificios próximos que, como el BSC-REPSOL Building, están situados en el entorno de los jardines de Torre Girona.

El BSC-REPSOL Building ha tenido un coste de 19,6 millones de euros y ha sido financiado gracias a las aportaciones de los patronos del centro (Ministerio de Ciencia e Innovación, Departament de Recerca i Universitats de la

Generalitat de Catalunya y Universitat Politècnica de Catalunya), la colaboración de la Fundación Repsol y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

El nuevo edificio del BSC-CNS está conectado, a través de una pasarela, al que hasta ahora ha sido el edificio más emblemático del centro, la capilla Torre Girona, que actualmente alberga el superordenador MareNostrum 4.

En sus sótanos se está construyendo una nueva sala para superordenadores, que permitirá ampliar la instalación de infraestructuras de supercomputación de más volumen y capacidad, como el futuro MareNostrum 5. Cuando esto suceda, la capilla de Torre Girona se mantendrá como espacio icónico y visitable y albergará infraestructuras de supercomputación y datos de primer nivel.



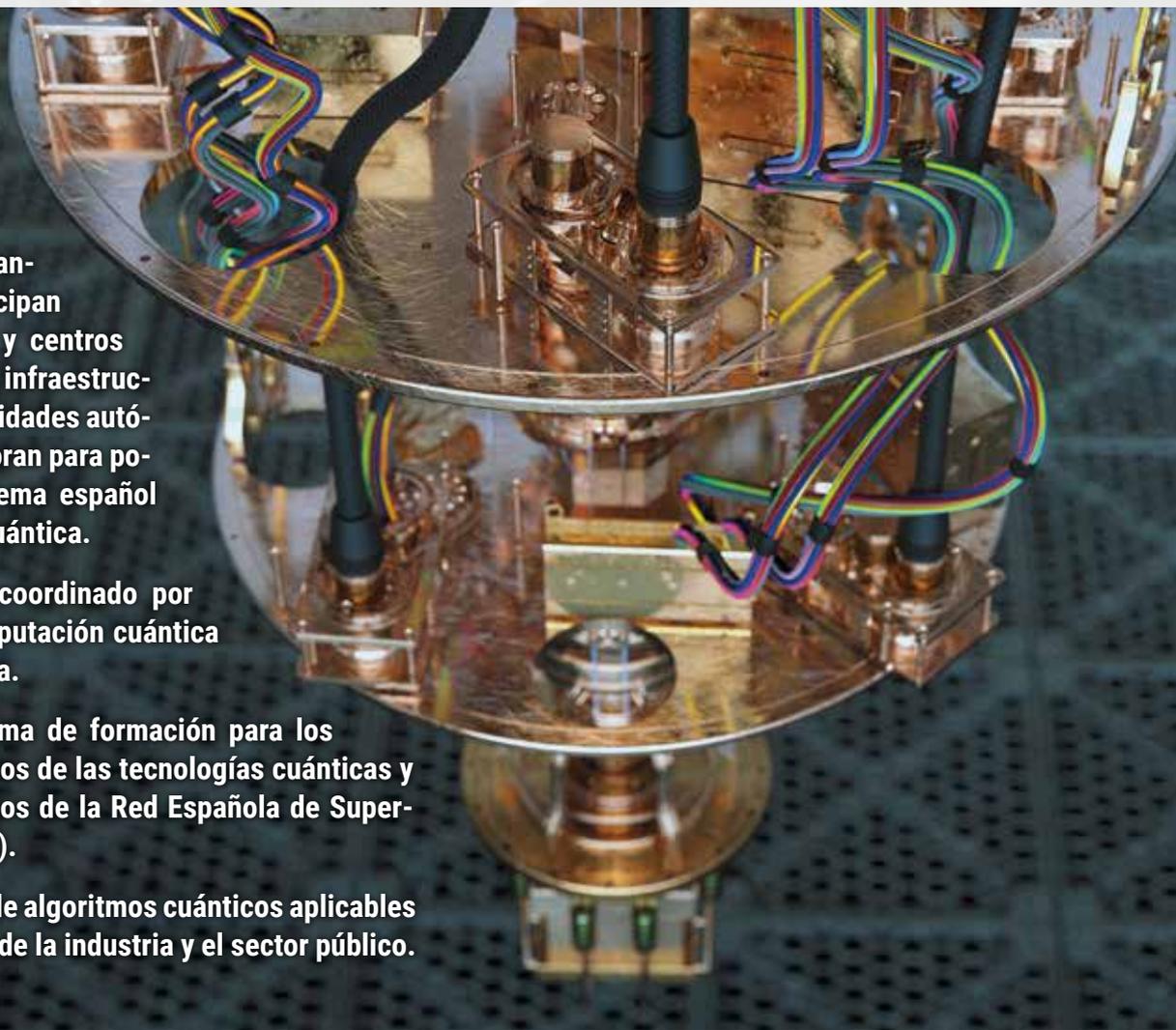
Arranca el proyecto Quantum Spain

En el programa Quantum Spain participan 25 universidades y centros de investigación e infraestructuras de 14 comunidades autónomas, que colaboran para potenciar el ecosistema español de computación cuántica.

El proyecto está coordinado por la doctora en computación cuántica Alba Cervera Lierta.

Incluye un programa de formación para los potenciales usuarios de las tecnologías cuánticas y los diferentes nodos de la Red Española de Supercomputación (RES).

Prevé la creación de algoritmos cuánticos aplicables a las necesidades de la industria y el sector público.



El BSC coordina el proyecto Quantum Spain, que prevé la construcción y la instalación del primer computador cuántico basado en tecnología europea. El objetivo de Quantum Spain, financiado por la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, es crear un ecosistema de computación cuántica sólido en España.

El proyecto prevé la construcción de un computador cuántico que se instalará en la sede del BSC-CNS y que, progresivamente, se irá equipando con chips de diferentes generaciones y número de cúbits. Se utilizarán cúbits basados en la tecnología de circuitos superconductores y la construcción del hardware se realizará en colaboración con empresas especializadas en este sector emergente.

La previsión es que el ordenador disponga de un primer chip de dos cúbits operativos a finales de 2022 y, progresivamente, irá incorporando nuevas versiones de chips, hasta llegar a los 20 cúbits en 2025.

Quantum Spain también prevé el desarrollo de algoritmos cuánticos aplicables a problemas de empresas y entidades públicas, la creación de un sistema de acceso remoto para experimentar con los nuevos algoritmos y un programa de formación para incrementar las capacidades de los potenciales usuarios y de los nodos de la Red Española de Supercomputación (RES).



Al servicio de la ciencia



De los telescopios artesanales de Galileo al acelerador de partículas de Ginebra, los instrumentos científicos han experimentado una gran evolución tecnológica.

Con ellos también ha cambiado el tipo de preguntas a las que la ciencia quiere dar respuesta. Queremos responder cuestiones sobre fenómenos que ya no pueden observarse a simple vista ni con ayuda de instrumentos ópticos.



¿Qué es la supercomputación?

La supercomputación permite realizar experimentos científicos simulando *in silico* el comportamiento del objeto de estudio. Reunir todo el saber sobre este objeto en una simulación informática y experimentar con ella permite reducir costes, evitar sufrimiento y hacer experimentos que no se podrían hacer en el mundo real, porque serían demasiado caros, demasiado peligrosos o, simplemente, imposibles.

Los supercomputadores son necesarios también para analizar grandes cantidades de datos, como los que proporcionan los grandes instrumentos científicos modernos (aceleradores de partículas, grandes telescopios, interferómetros, las plataformas de secuenciación de genomas, etc.) o la cada vez mayor cantidad de dispositivos que conforman la Internet de las Cosas.

Desde hace algunos años se ha demostrado que la supercomputación es también la gran aliada de la inteligencia artificial, ya que su gran capacidad de cálculo facilita el entrenamiento de algoritmos y la extracción de conclusiones a partir de grandes cantidades de datos.

La computación de altas prestaciones es un gran acelerador de la ciencia y la ingeniería. La mayoría de disciplinas científicas la utilizan para ampliar sus fronteras de conocimiento.



Investigación en MareNostrum 4

MareNostrum 4 ha proporcionado 1.219 millones de horas de procesador durante 2021. El 80% las han utilizado investigadores que han conseguido acceso al superordenador a través de la red de infraestructuras 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
CATÓLICA 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.

Investigación en MareNostrum 4



Dr. Jorge Vieira
*Acceleration control and superradiance
in laser-plasma accelerators*



Prof. Roberto Verzicco
*TORNADO - Rotating double diffusive
and Rayleigh-Bénard convection*



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



José Hernández
MC Simulation for the CMS Experiment at the CERN LHC

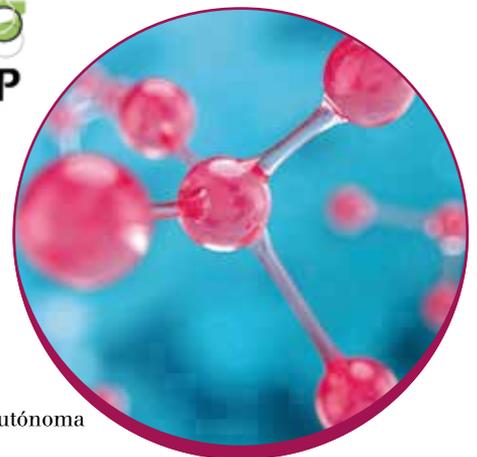
Maria Veronica Ganduglia-Pirovano
*Study of Methane Steam Reforming on
Ceria-based Bimetallic Ni/Cu Catalysts*



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*



Servicio a investigadores de toda Europa

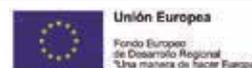
El superordenador MareNostrum 4 está a disposición de los investigadores de toda Europa. La Red Española de Supercomputación (RES) y la red europea PRACE distribuyen el 80% de su capacidad de cálculo. La asignación se realiza mediante convocatorias abiertas, a las que los investigadores presentan sus propuestas, que después son evaluadas por comités científicos expertos en las diferentes disciplinas. El 20% restante de la capacidad del superordenador está asignado al BSC.



Marenostrum 4 tiene una potencia máxima de 13,9 petaflops o, lo que es lo mismo, 13.900 billones de operaciones por segundo.



MareNostrum 4 está cofinanciado por el Programa Operativo Crecimiento Inteligente 2014-2020 del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)



Reconocimientos a la investigación



Rosa M. Badia recibe el HPDC Achievement Award 2021

Rosa M. Badia, líder del grupo Workflows and Distributed Computing, ha recibido el HPDC Achievement Award 2021 por sus innovaciones en modelos de programación paralela basados en tareas, aplicaciones y sistemas de flujo de trabajo y por su liderazgo en la comunidad de investigación en computación de alto rendimiento. Badia también ha sido nombrada miembro distinguida de la Association for Computing Machine (ACM), por sus destacadas contribuciones científicas en el área de la computación, y consejera de ACM-Europa.

Markus Donat, nombrado profesor ICREA y Premio AXA de la Ciencia del Clima

Markus Donat, colíder del grupo de Predicción climática, ha sido nombrado profesor ICREA y ha recibido el Premio AXA de la Ciencia del Clima, que tiene como objetivo reconocer y premiar a los investigadores con contribuciones destacadas a la comprensión científica y la adaptación al cambio climático.



Toni Gabaldón, nuevo miembro de EMBO

Toni Gabaldón, profesor ICREA y líder del grupo IRB Barcelona/BSC-CNS, ha sido nombrado miembro de EMBO (Organización Europea de Biología Molecular). EMBO es una comunidad formada por más de 1.800 reputados investigadores, que promueve la excelencia en las ciencias de la vida.

Josep Lluís Gelpí, nuevo catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la UB

Josep Lluís Gelpí ha sido nombrado nuevo catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Universitat de Barcelona (UB). Gelpí es director del Nodo de Bioinformática Computacional y líder del equipo computacional del Instituto Nacional de Bioinformática (INB) / ELIXIR-ES.



Mateo Valero recibe el premio de Honor del Colegio de Ingeniería Informática de Galicia

El director del BSC, Mateo Valero, ha recibido el premio de Honor del Colexio Profesional de Enxeñaría en Informática de Galicia (CPEIG) por su papel impulsor de la supercomputación en España y Europa y por ser uno de los investigadores mundialmente más premiados en su campo.

Asun Lera St.Clair, en el Grupo de Expertos de la Asamblea Ciudadana para el Clima

Asun Lera St.Clair, asesora sénior en el Departamento de Ciencias de la Tierra, ha sido nombrada miembro del Grupo de Expertos independiente de la Asamblea Ciudadana para el Clima, cuya composición fue anunciada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



Salvador Capella asume la vicepresidencia de la Sociedad Española de Bioinformática

Salvador Capella, líder del grupo del Instituto Nacional de Bioinformática en el BSC, ha sido nombrado vicepresidente de la Sociedad Española de Bioinformática y Biología Computacional (SE-BiBC), cuyo presidente honorífico es el director de Ciencias de la Vida del BSC, Alfonso Valencia.

Luis Gascó recibe el Premio extraordinario de tesis doctoral de la UPM

Luis Gascó, investigador de la unidad de Text Mining del BSC, ha recibido el Premio extraordinario de tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid del año académico 2019/20 por su investigación titulada "Explotación de las TICs en la gestión del ruido y su influencia sobre la percepción ciudadana del ruido".



Hacia un ecosistema Open HPC

El BSC lleva a la práctica su visión de computación de alto rendimiento (HPC), creando un ecosistema de HPC basado en software y hardware de código abierto.

Si bien el software de código abierto no es nuevo, el hardware de código abierto sí lo es y está adquiriendo un impulso enorme sobre la base que el BSC y nuestros socios estamos construyendo.

En el nuevo contexto tecnológico, algunas de las reglas han cambiado. Se ha pasado de utilizar muchos transistores a un uso más eficiente de éstos. Esto implica que, para cumplir con los requisitos de potencia y rendimiento, debemos especializar el hardware.

Al mismo tiempo, las tendencias tecnológicas actuales están cambiando la forma en que desarrollamos aplicaciones y dónde las ejecutamos. La pila de software evoluciona y se vuelve más abstracta, lo que permite una mayor productividad del programador, en detrimento de la eficiencia del hardware.

Los lenguajes de programación y flujos de trabajo de alto nivel permiten a los expertos y a los científicos construir sus propias aplicaciones de HPC. Y deberán diseñar la pila completa, todas las capas de hardware y software, para cumplir con sus objetivos de rendimiento y potencia (FLOP/W) para la exascale, la zetascale y rendimientos superiores.

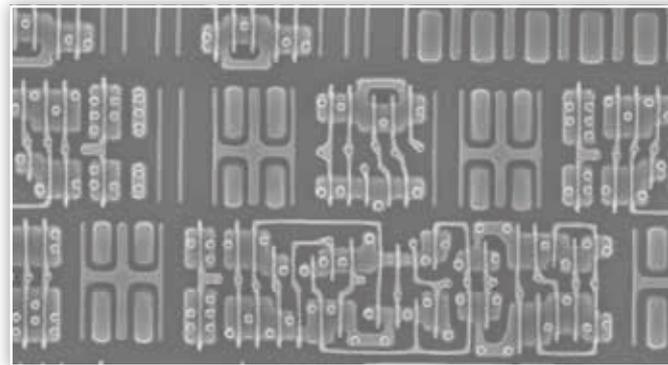
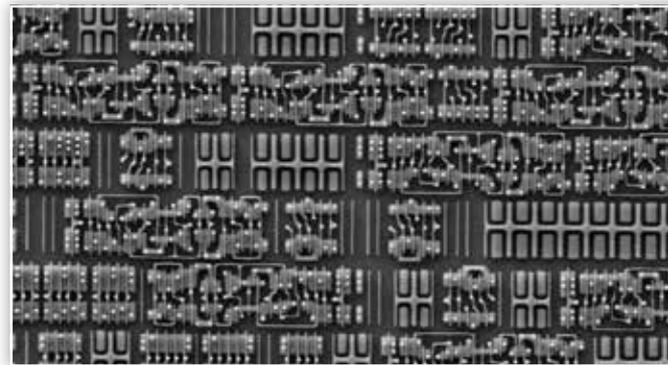
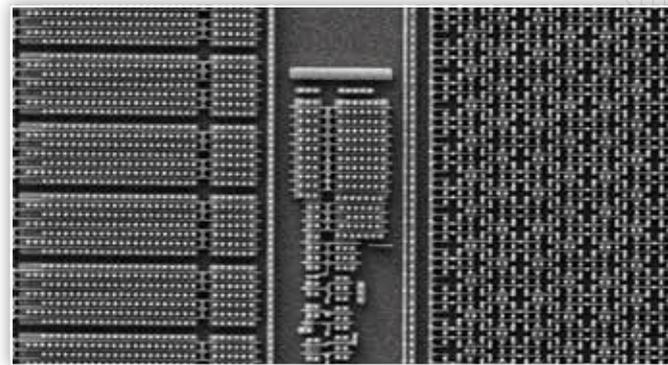
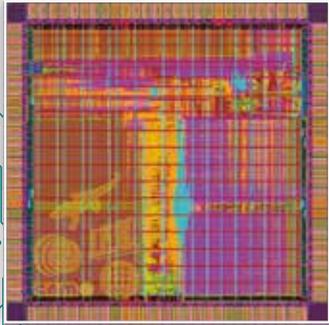
Este nivel de integración no es posible en un ecosistema cerrado o semiabierto. Para hacer posible esta fusión, la plataforma debe estar abierta.

Muchos componentes de la pila de software ya forman parte del ecosistema de código abierto y se pueden modificar. Sin embargo, hasta ahora, el hardware ha sido un ecosistema cerrado que inhibe el verdadero codiseño de hardware y software.

El Laboratorio para Arquitectura de Computadores Abierta

El Laboratorio para Arquitectura de Computadores Abierta (Laboratory for Open Computer Architecture, LOCA) es una iniciativa para facilitar el desarrollo de un ecosistema HPC basado en software de código abierto y nuevo hardware abierto. Es un mecanismo para impulsar la colaboración académica e industrial global, la formación y la educación que permitirán esta revolución.

El BSC dispone de una combinación única de expertise en aplicaciones para diferentes ámbitos, experiencia en diseño y co-diseño de hardware y software e instalaciones, como MareNostrum para el desarrollo de sistemas de HPC. Tenemos todos los ingredientes para crear este futuro y gran parte del trabajo ya está en marcha, con cada vez más impulso y reconocimiento global.



La ruta de hardware de código abierto del BSC



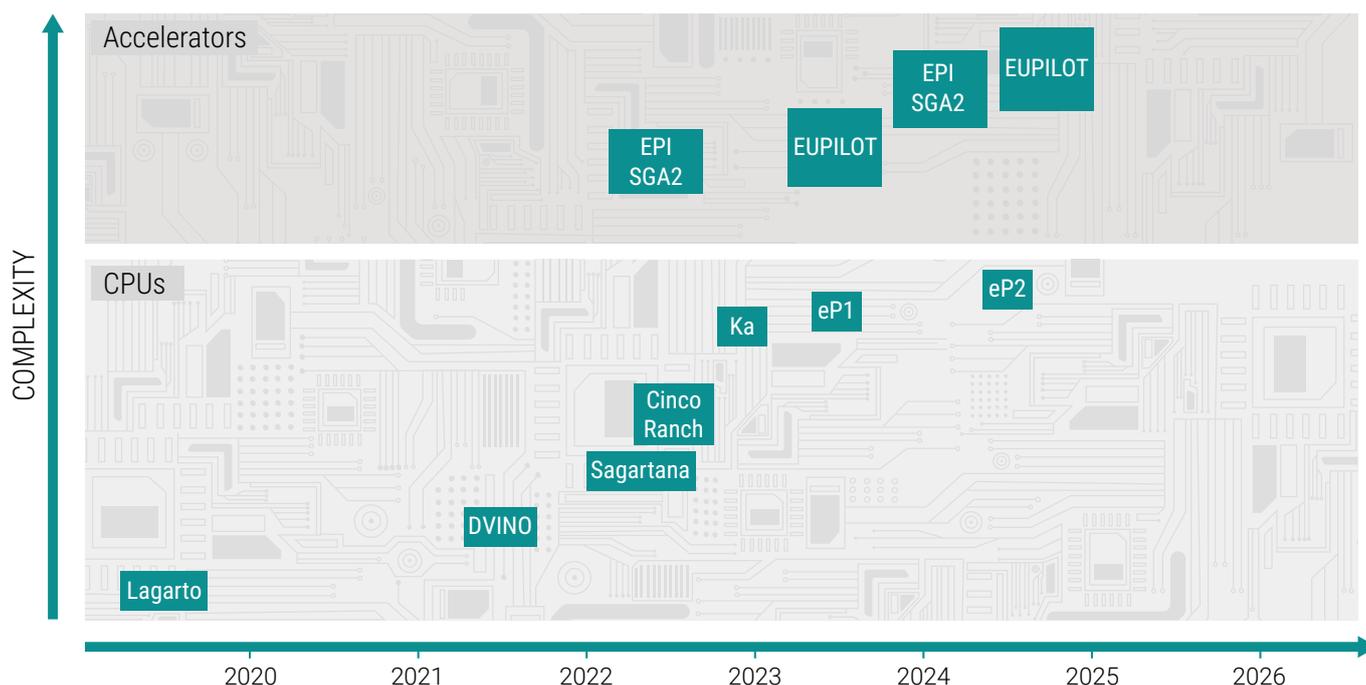
Desde hace poco está disponible una opción de hardware de código abierto viable basada en el set de instrucciones de arquitectura (ISA) abierto RISC-V que hace posible crear un ecosistema de HPC abierto.

Hay dos ejes principales en el desarrollo de hardware: CPUs (Unidades Centrales de Procesamiento) y aceleradores. Ambos pueden beneficiarse de la investigación basada en un ISA abierto, ya que permite agregarles extensiones y mantener una compatibilidad básica con el software existente.

En investigación, el desarrollo de prototipos proporciona resultados de mayor calidad, más facilidades para la transferencia de tecnología y un conocimiento tecnológico general que es fundamental para resolver los futuros desafíos de la HPC, la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo.

Hemos iniciado la ruta hacia el hardware de código abierto desarrollando diferentes núcleos de CPU y aceleradores. Estamos adoptando un enfoque pragmático, desarrollando núcleos simples y perfeccionando las CPU desde el punto de vista de sus capacidades y en nodos de tecnología de silicio cada vez más pequeños.

Como muestra la figura a continuación, comenzamos la familia de núcleos Lagarto, fabricados en mayo de 2019, con un proceso simple que puede emitir una instrucción por ciclo de reloj en orden de programa. Al mismo tiempo, desarrollamos un procesador vectorial (VPU), que se fabricó en marzo de 2021, con varios socios que participan en la Iniciativa europea de procesadores (EPI SGA1). Posteriormente, combinamos las capacidades de nuestro primer procesador Lagarto con la VPU para crear DVINO, que se construyó en julio de 2021. El procesador de tercera generación se llama Sargartana y se fabricará en 2022. Tenemos muchos más procesadores y aceleradores aún por llegar de proyectos como DRAC, eProcessor, The European PILOT y EPI SGA2.



Publicaciones destacadas

La naturaleza multidisciplinar del BSC se hace evidente en el amplio abanico de áreas sobre las que sus investigadores publican artículos científicos.

Abajo, una selección de las publicaciones más destacadas de 2021.



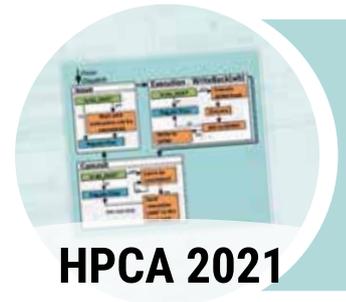
MICRO 2021

Morrigan: A Composite Instruction TLB Prefetcher

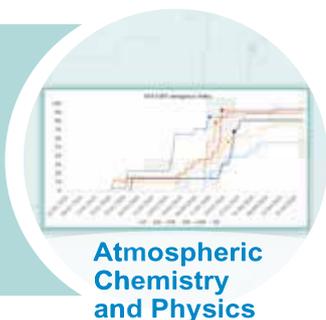
Este artículo es el primero que demuestra que las cargas de trabajo de los centros de datos y servidores sufren una degradación severa de su rendimiento debido al coste de traducción de la dirección de instrucción. Propone un nuevo *prefetcher* de TLB dirigido a direcciones de instrucción, que proporciona una mejora del rendimiento promedio del 7,6%. G. Vavouliotis, L. Alvarez, B. Grot, D. Jiménez y 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

Presentación de la nueva Arquitectura Vector Indexada (VIA), que acelera las aplicaciones con patrones de acceso a la memoria, como cálculos matriciales dispersos. La aceleración se consigue gracias a un bloc de notas inteligente estrechamente acoplado a las unidades funcionales vectoriales dentro del núcleo. J. Pavon, I. Vargas-Valdivieso, A. Barrero, J. Marimon, M. Moretó, F. Moll, O.S. Unsal, M. Valero y A. Cristal. International Symposium on High-Performance Computer Architecture (HPCA), pp. 921-934. Febrero 2021.



HPCA 2021



**Atmospheric
Chemistry
and Physics**

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

El estudio cuantifica las reducciones en las emisiones primarias debido a los confinamientos por la COVID-19 en Europa, considerando factores de reducción de la actividad que varían por fuente, país y día y datos meteorológicos. M. Guevara, O. Jorba, A. Soret, H. Petetin, D. Bowdalo, K. Serradell, C. Tena, H. Denier van der Gon, J. Kuenen, V.-H. Peuch y C. Pérez García-Pando. Atmospheric Chemistry and Physics, 21, 773–797.

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

Este artículo presenta un marco de coproducción transdisciplinario, para ayudar a establecer una interfaz fluida y eficaz entre los científicos y las partes interesadas en los servicios climáticos. D. Bojovic, A.L. St. Clair, I. Christel, M. Terrado, P. Stanzel, P. Gonzalez y E.J. Palin. Global Environmental Change, 64, 10227.



Global Environmental Change



One qubit as a universal approximant

En este trabajo mostramos por primera vez cómo entrenar un solo qubit para realizar operaciones matemáticas arbitrarias. El proceso de entrenamiento se realiza con datos reales en un simulador y se transfiere y verifica en un dispositivo Quantum operativo basado en tecnología superconductor. [A. Pérez-Salinas, D. López-Núñez, A. García-Sáez, P. Forn-Díaz, y J. I. Latorre](#). Physical Review A. Junio 2021.

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

Esta investigación surge de uno de los problemas del Gran Desafío en las aerociencias computacionales identificado por la NASA sobre el uso de Dinámica de Fluidos Computacionales como herramienta clave para el diseño de aeronaves. El artículo comprueba que es viable cumplir los requisitos de precisión y asequibilidad utilizando la simulación de grandes remolinos en arquitecturas informáticas modernas. [Konrad A. Goc, Oriol Lehmkühl, George I. Park, George I. Park, Sanjeeb T. Bose, Parviz Moin](#). Flow 2021.

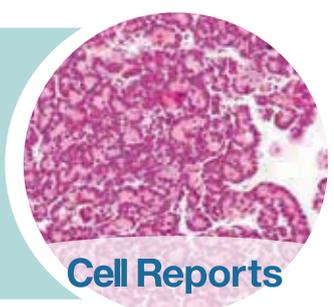


The impact of non-additive genetic associations on age-related complex diseases

El artículo muestra cómo GUIDANCE, una estrategia de análisis del genoma propuesta desde el BSC que incluye múltiples paneles de referencia y el análisis del cromosoma X, aumenta la identificación de variantes genéticas y permite conocer mejor la arquitectura genética de enfermedades complejas. [M. Guindo-Martínez, R. Amela, S. Bonàs-Guarch, M. Puiggròs, C. Salvo, 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

A través de un modelo epidemiológico de COVID-19 SIR ampliado, se muestra en qué grado el rastreo de contactos mediado por aplicaciones móviles puede mitigar la epidemia, en diferentes escenarios de densidad de población, movilidad y fracciones de usuarios. [A. Ferrari, E. Santus, D. Cirillo, M. Ponce-de-Leon, N. Marino, M. T. Ferretti, A. Santuccione Chadha, N. Mavridis, A. Valencia](#). NPJ Digital Medicine. Enero 2021.



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

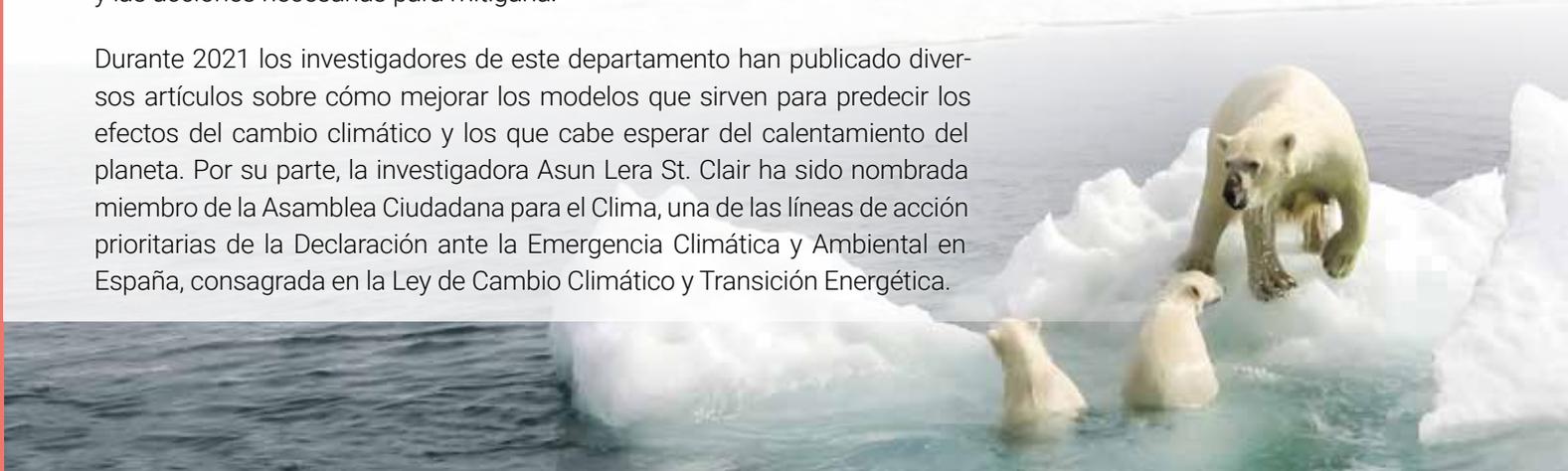
El artículo presenta TIGER, un recurso completo de datos genómicos de islotes pancreáticos, que permite una exploración integradora sobre cómo la variación genética afecta la función de los islotes y propicia avances terapéuticos y medicina de precisión para la diabetes tipo 2. [L. Alonso, A. Piron, 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.

Investigación aplicada & Innovación

Participación activa del BSC en los estudios para la cumbre del clima y el debate sobre las medidas a tomar

El BSC ha tenido un papel muy activo en los preparativos de la cumbre mundial sobre el cambio climático y en la divulgación de las medidas a tomar para mitigar la crisis. El director del departamento de Ciencias de la Tierra, Francisco J. Doblas-Reyes, ha coordinado uno de los informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), el organismo de las Naciones Unidas que proporciona a los líderes mundiales los informes científicos sobre los que apoyar su toma de decisiones, y ha tenido un importante papel en la divulgación, en nuestro país, del estado de la emergencia climática y las acciones necesarias para mitigarla.

Durante 2021 los investigadores de este departamento han publicado diversos artículos sobre cómo mejorar los modelos que sirven para predecir los efectos del cambio climático y los que cabe esperar del calentamiento del planeta. Por su parte, la investigadora Asun Lera St. Clair ha sido nombrada miembro de la Asamblea Ciudadana para el Clima, una de las líneas de acción prioritarias de la Declaración ante la Emergencia Climática y Ambiental en España, consagrada en la Ley de Cambio Climático y Transición Energética.



El cambio climático puede provocar un aumento de las precipitaciones en Europa

Las precipitaciones en Europa durante la época invernal podrían aumentar en torno a un 20% en los próximos 30 años si se mantiene el nivel actual de emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta es la conclusión de un estudio realizado por el BSC-CNS en colaboración con el servicio meteorológico del Reino Unido Met Office. La investigación se ha basado en nuevos modelos climáticos de muy alta resolución con un grado de realismo superior a los tradicionales. Los resultados del nuevo estudio tienen importantes implicaciones para la evaluación de los riesgos del cambio climático en muchas actividades socioeconómicas, incluida la gestión del agua, los asentamientos, la navegación, el comercio y la producción de energía eólica.

Las simulaciones demuestran que las restricciones al tráfico en Barcelona son insuficientes para cumplir con la legislación europea de calidad del aire



Un estudio del BSC realizado con diferentes modelos de simulación desarrollados en el centro ha demostrado que las medidas de restricción del tráfico que se aplican en la ciudad de Barcelona son insuficientes para cumplir con los estándares de calidad del aire impuestos por la Unión Europea para preservar la salud de los ciudadanos.

Según el estudio, es necesario reducir la circulación de vehículos privados por lo menos un 25%, ya que el impacto de la Zona de Bajas Emisiones no es suficiente y las medidas de restricción del espacio destinado a los vehículos, como las supermanzanas o el urbanismo táctico, tienen un efecto rebote en la calidad del aire de las zonas colindantes.

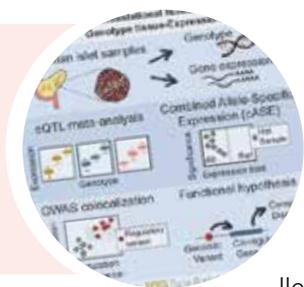
El BSC coordina la definición de la estrategia europea de datos sanitarios

El BSC es uno de los dos coordinadores de HealthyCloud, el proyecto encargado de definir la estrategia de la futura Nube Europea de Investigación e Innovación Sanitaria. Su objetivo es generar directrices, recomendaciones y especificaciones para crear repositorios de datos distribuidos en toda Europa.

La comunidad investigadora considera que estos repositorios son básicos para apoyar tanto la investigación en salud como la asistencia sanitaria en todos los niveles: desde la salud pública a la medicina personalizada.

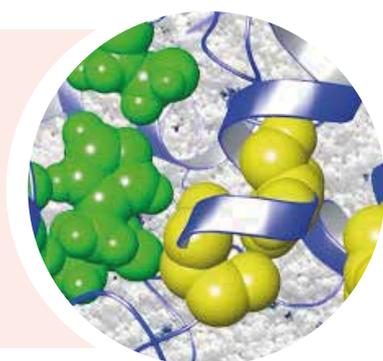


La agenda estratégica deberá tener en cuenta la inclusión de aspectos éticos, legales y sociales y también las soluciones tecnológicas para facilitar el análisis de datos sanitarios distribuidos a nivel europeo. En el proyecto participan 21 organizaciones de 11 países y está abierto a la participación de entidades sanitarias, académicas, administraciones, empresas y organizaciones de pacientes, ciudadanos y profesionales.



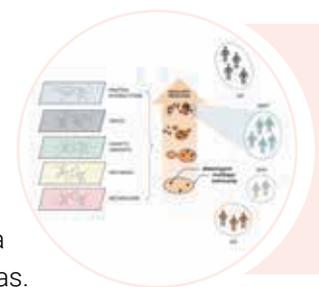
Creación de la mayor base de datos sobre islotes pancreáticos, claves en la diabetes tipo 2

El BSC, el Broad Institute de Boston y la Université Libre de Bruxelles han creado y puesto a disposición de la comunidad científica TIGER, un repositorio de datos genómicos, transcriptómicos y epigenéticos de islotes pancreáticos, unos grupos de células sospechosos de contribuir a la diabetes tipo 2. Para crear este repositorio hubo que armonizar una gran cantidad de datos y desarrollar nuevos métodos estadísticos para analizar las diferencias en la expresión génica entre individuos.



Enzimas para impulsar la fabricación de tejidos, cosméticos y productos de limpieza menos contaminantes

El BSC está desarrollando nuevas herramientas computacionales para fomentar el desarrollo de enzimas que contribuyan a la fabricación de productos cotidianos menos contaminantes. Estas herramientas combinan técnicas de modelización molecular e inteligencia artificial para seleccionar las proteínas más adecuadas para la producción de tejidos, cosméticos y productos de limpieza. Estudios recientes aseguran que el uso de enzimas para la fabricación de estos productos reduciría en 42 millones de toneladas anuales las emisiones de CO₂.



Nuevo método de inteligencia artificial para caracterizar enfermedades raras

Investigadores del BSC han creado una nueva metodología, basada en redes multicapa, para caracterizar enfermedades raras. La mayoría de las enfermedades raras son genéticas pero, al ser poco frecuentes, su estudio es complejo, ya que solo se dispone de muestras pequeñas que impiden conclusiones estadísticamente firmes. Esta nueva tecnología permite interpretar la base molecular de las enfermedades, partiendo de muy pocos casos y abre nuevas puertas a la investigación.

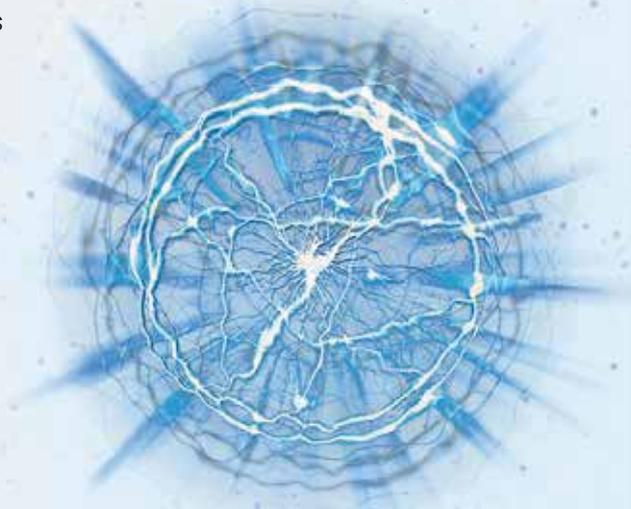
Investigación aplicada & Innovación

EUROfusion confía al BSC la creación de un Centro de Computación Avanzada para acelerar la energía de fusión

EUROfusion, el consorcio formado por 28 países para hacer realidad la energía de fusión, ha confiado al BSC la creación y gestión de uno de los cinco Centros de Computación Avanzada que apoyarán a los científicos experimentales que trabajan en el desarrollo de esta nueva fuente de energía para generar electricidad.

La energía de fusión, limpia y libre de riesgos, se basa en los procesos que impulsan la producción de energía en las estrellas y es una de las principales apuestas de la comunidad científica para reducir drásticamente las emisiones de CO₂ asociadas a la generación de electricidad.

Más de 150 centros de investigación y empresas están trabajando en las investigaciones de EUROfusion, que combinan experimentos con simulaciones para reproducir en los reactores las reacciones entre isótopos de hidrógeno que tienen lugar en el núcleo del Sol. La complejidad y nivel de detalle que exigen estas simulaciones requieren hardware y software muy sofisticado y han puesto de relieve la necesidad de contar con el apoyo de centros avanzados de computación.



Supercomputación para la industria del transporte, el petróleo, el gas y la energía eólica

Investigadores del BSC han colaborado en el desarrollo de herramientas avanzadas para estudiar el uso de combustibles renovables en los futuros sistemas de transporte sostenible. Para ello, se han combinado las tecnologías de automoción con los requisitos de combustible actuales y futuros, tanto en el marco de simulaciones a exaescala de motores de combustión como en experimentos controlados. Esta investigación se ha llevado a cabo en el proyecto ENERXICO, centrado en el desarrollo de soluciones de software de simulación avanzada para las industrias del petróleo y gas, la energía eólica y la combustión para el transporte.

Pronósticos diarios para ayudar a las autoridades en la gestión de la emergencia provocada por el volcán de La Palma

El BSC ha colaborado con la gestión de la emergencia provocada por la erupción del volcán de La Palma, brindando la capacidad del superordenador MareNostrum 4 para realizar predicciones diarias de los movimientos de las emisiones del volcán.

Estos pronósticos, de periodicidad diaria, se han llevado a cabo a partir de una colaboración entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el BSC. Su objetivo ha sido ayudar a las autoridades en la toma de decisiones destinadas a limitar los daños provocados por la erupción.



Nace MarIA, el primer modelo masivo de inteligencia artificial de la lengua española de acceso abierto

El BSC ha creado MarIA, una familia de modelos de la lengua española de acceso abierto, para que los desarrolladores de aplicaciones, compañías, grupos de investigación y la sociedad en general lo puedan utilizar en infinidad de usos.



MarIA se ha construido a partir del patrimonio documental digital de la Biblioteca Nacional de España, que rastrea y archiva las webs elaboradas en español, y su modelo de mayor volumen y capacidad, el GPT-2 large, ha situado la lengua española en el tercer puesto de los idiomas que disponen de modelos masivos de acceso abierto, después del inglés y el mandarín.

Con MarIA se pueden desarrollar aplicaciones con capacidades muy diversas, como clasificar documentos o crear correctores o herramientas de traducción. También puede ser utilizado para hacer resúmenes automáticos, simplificar redactados complicados a la medida de diferentes perfiles de usuario, generar preguntas y respuestas, mantener diálogos complejos con los usuarios e incluso redactar textos completos (que podrían parecer escritos por humanos) a partir de un titular o de un pequeño número de palabras.

El proyecto MarIA sigue en marcha con el desarrollo de nuevas versiones especializadas en distintas áreas de aplicación, incluyendo biomedicina y legal, y ha sido financiado por la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial.



El BSC elabora una base de datos para la traducción automática del lenguaje de signos gracias a la IA

Amanda Duarte, estudiante de doctorado e investigadora del BSC, ha elaborado How2Sign, una extensa base de datos para la traducción automática del lenguaje de signos con IA. How2Sign contiene más de 80 horas de vídeos con intérpretes del lenguaje de signos americano (ASL) y tres grabadas en un estudio con 510 cámaras para reconstruir la postura 3D de los intérpretes. How2Sign es un recurso abierto para que investigadores tanto del campo del procesado del lenguaje natural como los de visión por computador sigan avanzando en el área del lenguaje de signos.

Investigadores del BSC aplican técnicas de supercomputación para reducir el consumo energético del *blockchain*

El BSC colabora con la fundación Ethereum para poner en marcha, en 2022, un nuevo sistema de *blockchain*, que tiene previsto aumentar hasta mil veces la capacidad de transacciones por segundo y al mismo tiempo reducir hasta 500 veces el consumo energético actual. Para ello, se ha creado Kumo, un rastreador del tipo araña (*crawler*), que recopila información de los más diversos aspectos relacionados con la creación de las cadenas de bloques y se están analizando informaciones para asegurar la disponibilidad, la fiabilidad y la eficiencia de los datos almacenados en la cadena.



Descúbrenos

Festival Barcelona Deep Collage: Jornadas de puertas abiertas y actividades para celebrar el nuevo edificio

El BSC ha querido compartir su alegría por disponer de un nuevo edificio corporativo organizando unas jornadas abiertas con actividades para todos los públicos. Los ciudadanos tuvieron la oportunidad de visitar el BSC-REPSOL Building, recorriendo los espacios que albergarán MareNostrum 5 y la capilla donde se encuentra MareNostrum 4.

La cita incluyó el Festival Barcelona Deep Collage, un encuentro de científicos, artistas y ciudadanos, para expresar sus experiencias durante la pandemia de COVID-19 y las interacciones entre ciencia, tecnología y vida cotidiana que este episodio ha puesto de manifiesto. El festival incluía talleres de collage para niños y adultos, actuaciones musicales y teatrales, charlas sobre ciencia y tecnología y una exposición con collages de artistas y estudiantes de arte y la colaboración especial de ED: un programa de inteligencia artificial desarrollado en el BSC que hizo sus propios collages, inspirado en las obras de los artistas. Unas 700 personas disfrutaron de estas actividades, organizadas en colaboración con la Societat Barcelonina del Collage y con el apoyo del Ayuntamiento de Barcelona, el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Programa Barcelona Cocapital Cultural y Científica.



Primera edición de las BSCTech Hackathons

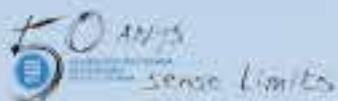
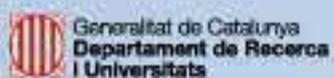
El BSC ha puesto en marcha las BSCTech Hackathons, cuyo objetivo es experimentar con herramientas desarrolladas en el BSC e investigar cómo pueden ser útiles para afrontar los retos informáticos del futuro. En 2021, las BSCTech Hackathons se llevaron a cabo del 25 de octubre al 4 de noviembre y consistieron en tres actividades: la "Hackathon GPU BSC-NVIDIA para HPC e IA", "MNHACK21: 3rd MareNostrum Hackathon" y "Arm-BSC Hackathon". En las tres, los participantes utilizaron el superordenador MareNostrum 4.



Visitas online para institutos de toda España

En 2020, a causa del confinamiento, el BSC empezó a ofrecer visitas en línea para institutos de secundaria. En 2021 estas visitas se han consolidado, ya que son una buena alternativa para que los jóvenes, especialmente los de fuera de Barcelona, puedan conocer el superordenador MareNostrum y la investigación que se hace en el BSC. Institutos de toda España se están interesando por esta actividad y, mes a mes, la demanda crece.

El BSC-CNS es un consorcio público formado por:



BSC-REPSOL Building
Plaza Eusebi Güell, 1-3
08034 Barcelona (España)

info@bsc.es
www.bsc.es

