

MARENOSTRUM

POR RAQUEL LÁNDER
FOTOGRAFÍAS JORDI PARRA

ROWAN REINAISSANCE ES UN BARCO inmenso, de ocho pisos de altura y con capacidad para cargar tres piscinas olímpicas de *fuel*, que está perforando aguas españolas, a 61 kilómetros de la costa de Lanzarote, por encargo de Repsol. Hace su trabajo ajeno a las protestas de los ecologistas y de parte de la población canaria, que teme daños a la riqueza medioambiental del archipiélago.

Desde los años 80, hallar crudo se ha convertido en una tarea extremadamente dificultosa y cara. "Las empresas tienen que buscarlo en fondos oceánicos, a 3.000 o 4.000 metros de profundidad, y para encontrarlo se necesita supercomputación", explica José María Cela, director de Aplicaciones del Centro Nacional de Supercomputación. Allí habita MareNostrum, el undécimo ordenador más potente de Europa.

Antes de contratar los servicios de este barco, que cuesta un millón de euros al día, Repsol recurrió a MareNostrum para tratar de adivinar cómo era el subsuelo de esas aguas, una información vital para saber si el área es susceptible de esconder petróleo.

El poco crudo que queda en el mundo es subsalino y se es-



MareNostrum es el undécimo computador más potente de Europa y el número 34 del mundo

Costó 22,7 millones de euros

Realiza 1.100 billones de operaciones por segundo

Está conectado a infraestructuras de big data y con los principales centros de investigación de Europa mediante fibra óptica

MLO PETA

TIENE 1,1 PETAFLOPS Y PUEDE REALIZAR EL TRABAJO DE 50.000 ORDENADORES A LA VEZ. NINGUNA EMPRESA ESPAÑOLA TIENE UN COMPUTADOR TAN POTENTE

Realiza simulaciones a partir de ecuaciones matemáticas y reduce enormemente los tiempos de cálculo

El BSC-CNS está promovido por el Estado (51%), la Generalitat (37%) y la Universidad Politécnica de Cataluña (12%).

Está fabricado por IBM y funciona con el sistema operativo Linux

Desde 2005 ha sido utilizado para 3.000 proyectos de investigación externos

El supercomputador se compone de varios pasillos de CPUs protegidos por un cristal. Está escondido en una antigua capilla.

MARENOSTRUM LO PETA

conde en la costa sudamericana y africana. Hace millones de años, estos dos continentes estaban mucho más cerca y había zonas de mar poco profundo donde vivían microorganismos. Sus restos fueron cayendo al fondo y la tectónica de placas provocó que se mezclaran con los sedimentos. Los cadáveres de esos microorganismos se transformaron en hidrocarburos. Una parte migró por los poros de las rocas, emergieron a la superficie y se volatilizaron, pero algunos quedaron atrapados en una capa impermeable, los domos salinos, que son como trampas geológicas.

MareNostrum ha sido capaz de obtener imágenes del fondo marino de Canarias, a través de un *software* de simulación, que han confirmado la existencia de esa trampa geológica y ha determinado el punto exacto donde habría que hacer el agujero para extraer el hidrocarburo. "La tasa de acierto de Repsol gracias a este *software* llegó a subir a 6 de cada 10, cuando antes era del 1%", explica José María Cela. "Lo que está haciendo Repsol ahora es perforar para estimar la cantidad de petróleo que contiene dicha trampa geológica y valorar si es rentable extraerlo", añade. La petrolera calcula que las posibilidades de éxito son del 18%, un porcentaje que se considera alto en el sector.

Repsol fue la primera compañía del mundo que logró ver esas formaciones del subsuelo con una imagen generada por supercomputación mediante ondas sísmicas (como las generadas por una ecografía) y electromagnéticas a la vez. Se programó un algoritmo, el RTM, sobre el mismo procesador que utiliza la videoconsola PlayStation 3. Con las últimas mejoras introducidas, el tiempo de ejecución del *software* para obtener esas imágenes se ha rebajado de meses a un día.

Esta tecnología ha sido crucial en los yacimientos encontrados en los últimos ocho años en el golfo de México, en la cuenca de Santos en Brasil, en Angola, Bolivia, etc. "Cuando eres una compañía pequeña dentro de un sector y tienes que gastar 150 millones de dólares por cada pinchazo [perforación], tienes que ser muy cuidadoso", señaló el presidente Antonio Brufau sobre esta potente he-

rramienta tecnológica, por la que desembolsan un millón anual.

En 1999, BP fue la primera petrolera que usó supercomputación. Actualmente, la utilizan prácticamente todas, hasta el punto de que Exxon tiene un centro que trabaja exclusivamente para ella. Hace unos meses, Total anunció la compra de un superordenador de dos petaflops, el doble de la capacidad que tiene MareNostrum. La francesa Shell también dispone de una máquina de la misma potencia. Hasta la fecha, ninguna empresa española ha podido aspirar a tener su propio computador.

Además del proyecto Caleidoscopio, MareNostrum ha construido un simulador pensado para reactores químicos, que calcula su punto óptimo de trabajo teniendo en cuenta parámetros como el flujo de líquidos y temperatura, entre muchos otros. "Antes se necesitaban doce días y medio para obtener esa información. Nuestro *software* lo ha rebajado 10 veces", señala José María Cela.

Un supercomputador es capaz de hacer simulaciones muy aproximadas y de reducir sensiblemente los tiempos de cálculo. MareNostrum está ubicado en Barcelona, porque sus precursores, los creadores del Centro Europeo de Paralelismo, trabajaban en la Universidad Politécnica de Catalunya. En 2004, el Estado y la Generalitat decidieron ampliarlo y albergar allí un Centro Nacional de Supercomputación. Vive, por tanto, de fondos públicos. Sin embargo, su alta capacidad para ganar mandatos de empresas privadas y de proyectos europeos hace que por cada euro que les da el Estado (seis millones el último año) genere dos. Eso le convierte en el centro español que más proyectos europeos consigue per cápita, por delante del CSIC. La tercera versión del MareNostrum costó 22,7 millones.

MODELO. La otra empresa española que ha comprado más horas de supercomputación de MareNostrum es Iberdrola. La máquina le ha ayudado a reducir un 5% el margen de error a la hora de elegir las mejores localizaciones para colocar los aerogeneradores



de un parque eólico. Un 5% puede parecer poco, pero hablamos de ahorros de millones de euros de inversión.

El modelo que han creado viene a ser una evolución de la predicción meteorológica. Permite pronosticar la velocidad del viento con una precisión de metros y con 24 horas de antelación. De esta forma, puede comunicar al operador la cantidad de energía que va a suministrar a la red y así casar oferta y demanda. Iberdrola ha utilizado este *software* en el parque eólico de Puebla (Mé-



400 INVESTIGADORES DE 27 PAÍSES

Dentro de la urna que contiene el MareNostrum hay un ruido ensordecedor, pero proporciona información científica muy útil para empresas, proyectos para ciudades inteligentes y casi cualquier cosa. En el Barcelona Supercomputing Center trabajan cerca de 400 investigadores, el 40% extranjeros, en su mayoría ingenieros, físicos y matemáticos. Sus trabajos ayudan a predecir el movimiento de las nubes volcánicas (imagen abajo izqda.) y a colocar los molinos de viento allí donde sopla con más fuerza (abajo a la derecha).

cuánta ceniza va a interceptar un avión en su plan de vuelo y saber si eso es peligroso o no. Es decir, permite hacer un cierre selectivo de pasillos aéreos, en lugar de cerrar el espacio aéreo de 21 países, como sucedió hace cuatro años con las cenizas del volcán islandés Eyjafjalla.

Actualmente, el supercomputador español trabaja con Rolls Royce, que dispone de una filial que fabrica turbinas, en un proyecto europeo para reducir el consumo de los motores de combustión de helicópteros y, en un futuro en aviones, y la emisión de gases contaminantes.

Actualmente, el supercomputador español trabaja con Rolls Royce, que dispone de una filial que fabrica turbinas, en un proyecto europeo para reducir el consumo de los motores de combustión de helicópteros y, en un futuro en aviones, y la emisión de gases contaminantes.

NUBE TÓXICA. MareNostrum es pionero a nivel mundial en predicciones de calidad del aire atmosférico. Es capaz de adivinar el movimiento de la nube tóxica provocada por el incendio en puerto de un barco con una carga química. Puede bajar a tal nivel de detalle que podría calcular la concentración de

toxicidad en el número 1 y en el 15 de una misma calle media hora antes.

SIMULACIÓN. La biomedicina es la otra gran área de especialización. MareNostrum es el primero que ha realizado una simulación tan compleja en una máquina del corazón humano y ha sido premiado por HPC Wire, la revista de referencia del sector. Este desarrollo sirve para ensayar técnicas de quirófano en el simulador. "Nos ayuda a entender patologías y a realizar tratamientos más personalizados, de forma que podemos reducir las dosis de fármacos a los pacientes y sus efectos secundarios", explica Jazmín Aguado, ingeniera biomédica del BSC-CNS. Aunque habrá que esperar una década para verlo en los hospitales, en dos o tres años sí puede estar utilizándose en fase de ensayo. De momento, ya se utiliza en el centro en el que trabaja el cardiólogo Valentín Fuster.

Los investigadores del Barcelona Supercomputing Center han creado también un clon inteligente del sistema respiratorio, que promete cambiar la vida de los fabricantes de inhaladores. El simulador averigua la cantidad de gotitas que el sistema respiratorio es capaz de absorber para ser efectivo, incluso en un paciente concreto. El centro está en negociaciones con una farmacéutica extranjera para venderse.

Todavía resulta más asombroso el avance logrado en medicina personalizada a nivel genético, que ha merecido un espacio en la revista Nature Biotechnology. Se ha desarrollado un método computacional capaz de detectar en pocas horas, en lugar de en una semana, de forma muy precisa las alteraciones genéticas responsables de la aparición y progresión de tumores. Su gran ventaja es que permite elegir para cada paciente el tratamiento más eficaz y menos agresivo. Según los investigadores, el coste de secuenciar el genoma bajará de los 2.000 y 3.000 euros a unos 700.

Son solo unos ejemplos de una larga lista de aplicaciones inimaginables desarrolladas para las empresas y las ciudades por nuestros científicos en Barcelona en un centro joven que multiplicará sus hallazgos en los próximos años. 

xico), que tiene 66 megavatios de potencia, y en sendas instalaciones en Lalín (Galicia) y en Navarra.

Esta misma tecnología también es útil para reducir las pérdidas multimillonarias provocadas por las nubes de cenizas. "Se trata de un fenómeno bastante habitual en Sudamérica, donde un volcán chileno llegó a suspender en 2011 muchos vuelos a Australia y Nueva Zelanda", explica el investigador Arnau Folch. Este modelo computacional calcula con una precisión de un kilómetro