

# Le sette meraviglie del mondo dell'HPC

—

In che modo l'High Performance Computing (HPC) rende più grandi le grandi idee, facendone emergere il potenziale illimitato e promuovendo l'innovazione.

# L'HPC rimodella il futuro

## dando impulso alle scoperte eccezionali del presente

Molti dei progressi odierni sono trainati dalla tecnologia HPC di Dell Technologies e AMD. Le scoperte che ne derivano, basate sulla ricerca, sono importanti e si avvalgono dell'accelerazione dell'HPC contribuendo a rimodellare un futuro migliore.

Le scoperte rivoluzionarie di oggi sono fondamentali per il nostro futuro. Migliorare la salute, la sostenibilità ambientale e il progresso dell'umanità, tutto si basa sulla capacità di innovare

continuamente nell'ambito dell'ingegneria e della scienza. Ognuno di noi, non solo ingegneri e scienziati, può accogliere con gioia lo sviluppo di queste aree.

Qui arrivano i dati e la tecnologia, in particolare la categoria di supercomputing dell'High Performance Computing (HPC). L'HPC offre possibilità che in passato erano solo immaginate, dando vita a rivoluzionarie innovazioni in grado di creare un futuro

## Sommario

- 1 **L'HPC rimodella il futuro** *pagina 1*
- 2 **La potenza del supercomputing HPC.** *pagina 2*
- 3 **Svelare i misteri dell'universo** *pagina 3*
- 4 **Scoprire una cura alle malattie** *pagina 4*
- 5 **Creare modelli sul comportamento degli incendi boschivi** *pagina 5*
- 6 **Comprendere come il nostro cervello memorizza le informazioni** *pagina 6*
- 7 **Studiare la scienza dei materiali** *pagina 7*
- 8 **Studiare la biologia computazionale** *pagina 8*
- 9 **Debellare le malattie cardiovascolari** *pagina 9*



# La potenza del supercomputing HPC.

## Che cos'è l'HPC?

L'High Performance Computing (HPC) elabora enormi quantità di dati, eseguendo calcoli complessi a velocità elevata su più server in parallelo. Un supercomputer è una classe speciale di HPC ed equivale a migliaia di PC simultaneamente in funzione per generare maggiore potenza di elaborazione e completare attività complesse in un lampo.

Ad esempio, un PC con un processore da 4,2 GHz può eseguire 4,2 miliardi di calcoli al secondo. L'HPC, dopo aver raggiunto l'escalata nel 2022, può ora eseguire almeno 1.000.000.000.000.000 o un quintilione di calcoli al secondo.

## Soluzioni HPC

I tre componenti interdipendenti delle soluzioni HPC includono elaborazione, rete e storage. L'architettura HPC crea cluster costituiti da centinaia o migliaia di server, denominati nodi, collegati in rete. I nodi operano in parallelo per offrire le velocità di elaborazione incredibili che contraddistinguono l'High Performance Computing.

Le soluzioni HPC Dell possono essere implementate on-premise, nell'edge o nel cloud. In breve, le tecnologie HPC utilizzano componentistica all'avanguardia, come CPU e GPU, che offrono funzionalità di elaborazione di nuova generazione insieme a componenti di storage e rete.

## Applicazioni e settori HPC

Con prestazioni da record, l'HPC viene utilizzato per risolvere i problemi più complessi al mondo, trasformando i dati in informazioni approfondite più velocemente con AMD. Si applica a vari settori e impieghi, come ricerca, energia, ingegneria, servizi finanziari per il settore sanitario, settore automobilistico e aerospaziale.

Per avere un'idea più precisa, vediamo sette esempi interessanti di HPC in azione nel mondo reale e il loro profondo impatto sull'umanità.

# Svelare i misteri dell'universo

Ci aiuta a capire da dove arriviamo e dove andiamo.

Usando il telescopio James Webb Space Telescope (JWST) con le simulazioni HPC, è stata recentemente fatta una scoperta importante e inattesa sulla formazione delle galassie. È in corso il processo per verificarne la validità. Guardando indietro a 13,5 miliardi di anni fa, quasi agli albori dell'universo, JWST ha trovato sei nuove galassie, tutte più mature e più grandi di quanto ci si aspettasse.

Questa scoperta sorprendente non sarebbe stata possibile senza l'HPC. Questo perché affrontare domande mastodontiche sulle origini dell'universo richiede un'enorme potenza di elaborazione.

La Durham University, in collaborazione con Dell Technologies e AMD, ha creato una macchina cosmologia (COSMA) per iniziare a rispondere a queste domande. COSMA fa parte della struttura DiRAC (Distributed Research utilizing Advanced Computing), con cinque deployment presso le università di Cambridge, Durham, Edimburgo, Leicester e UCL<sup>1</sup>. COSMA consente agli scienziati di elaborare enormi quantità di dati e di condurre simulazioni approfondite in modo continuativo. Gli approfondimenti rivelati da JWST vengono quindi utilizzati per scoprire grandi informazioni sulle origini e sulla creazione dell'universo.

"Con l'HPC possiamo eseguire simulazioni estremamente più dettagliate, molto più comparabili rispetto alle osservazioni dei telescopi", afferma Alastair Basden, responsabile tecnico per il sistema di High Performance Computing COSMA presso la Durham University. "Ci permetterà di comprendere la natura dell'universo, la materia oscura, l'energia oscura e come si è formato l'universo. Ci aiuterà davvero a raggiungere una conoscenza fondamentale del mondo in cui viviamo".

<sup>1</sup> <https://www.itpro.co.uk/data-insights/big-data/369538/big-data-nasa-james-webb-space-telescope>



## Scoprire una cura alle malattie

a velocità incredibile trasforma l'assistenza ai pazienti e influisce sulla nostra salute e sul nostro benessere.

La ricerca per comprendere il corpo umano non si ferma mai. Molti aspetti delle nostre reti molecolari complesse e dinamiche rimangono avvolti nel mistero. L'HPC sta rivoluzionando tutto ciò promuovendo approcci genomici e analisi sofisticate che contribuiscono a spiegare la complessità del corpo umano. Gli scienziati stanno scoprendo nuove informazioni che concorrono a combattere le malattie e migliorare la qualità della vita.

Al centro della ricerca genomica c'è il sequenziamento del DNA. Per essere efficace, tale processo utilizza enormi volumi di DNA anonimizzati di migliaia di famiglie in tutto il mondo. L'obiettivo è analizzare i dati e individuare correlazioni tra DNA e malattie da utilizzare per prevenirle e curarle meglio. L'analisi dei dati di questa portata e velocità è possibile solo con un'enorme potenza di elaborazione, ossia con l'HPC. Ad esempio, il sequenziamento del DNA basato su HPC che richiedeva 10 anni può ora essere condotto in 4-6 settimane.

Utilizzando l'HPC insieme al sequenziamento del DNA, una ricerca del [Flatiron Institute](#), una divisione interna della Simons Foundation, ha recentemente scoperto una correlazione sorprendente. Gli scienziati che studiano le cellule dei reni dei pazienti con COVID-19 e dei pazienti con patologie renali diabetiche, hanno scoperto che entrambi i tipi di pazienti hanno riscontrato una serie simile di processi molecolari<sup>2</sup>. Questo risultato suggerisce che i pazienti diabetici sono particolarmente vulnerabili al COVID-19 e ipotizza il motivo per cui le due malattie insieme sono potenzialmente letali. Inoltre, lo studio ha sfatato il mito secondo il quale i farmaci utilizzati per l'ipertensione e il diabete non aumentano il rischio di infezione da COVID-19.

Questo è solo l'inizio. Il processo di decodifica del genoma umano è appena cominciato. Un dato certo è che l'HPC, in combinazione con la ricerca genomica, sta rendendo possibile ciò che in passato non lo era. Il nostro futuro ne trarrà sicuramente vantaggio.

"Con l'HPC, possiamo trovare correlazioni, rapide e accurate, che non sarebbero possibili altrimenti. Ad esempio, la nostra ricerca sul DNA ora è in grado di osservare l'intera sequenza genomica, aumentando la precisione, espandendo la conoscenza e, in ultima analisi, influenzando la vita delle persone".

Ian Fisk, Ph.D., Scientific Computing Core  
condirettore del Flatiron Institute.

<sup>2</sup> <https://www.simonsfoundation.org/2020/10/23/molecular-processes-in-kidney-cells-may-prime-diabetics-for-covid-19-infection/>

# Creare modelli sul comportamento degli incendi boschivi

Contribuisce a capire come mitigarne l'impatto, migliorare la sicurezza delle persone e sostenere meglio il nostro ambiente.

Gli incendi boschivi stanno aumentando. Attualmente, secondo uno studio del World Resources Institute, bruciano il doppio degli alberi rispetto a 20 anni fa.<sup>3</sup>

Gli incendi boschivi, alimentati dal riscaldamento globale e dal cambiamento climatico, continueranno ad aumentare in termini di estensione e gravità. In base al ciclo di feedback sul clima, un numero maggiore di incendi boschivi aggrava le condizioni per un numero sempre maggiore di incendi.

Con l'obiettivo di proteggere le nostre vite, le proprietà e i nostri animali, il San Diego Supercomputer Center dell'Università della California sta utilizzando l'HPC con tecnologia Dell Technologies e AMD nel loro centro Expanse per creare modelli sul comportamento degli incendi boschivi. La modellazione HPC tenta di capire in che modo gli incendi si diffondono affinché previsioni più rapide rispetto al tempo reale contribuiscano a mitigarne l'impatto.

Poiché gli incendi boschivi sono eventi complessi, altamente dinamici e non pianificati, decodificarne il comportamento è ideale per la modellazione HPC. I dati atmosferici relativi alla velocità e alla direzione del vento, nonché all'umidità (inclusa l'umidità contenuta nel carburante) si combinano con altri input come la topografia, i dati satellitari e i dati sul cambiamento del paesaggio per modellare il comportamento degli incendi boschivi tramite le funzionalità di simulazione e modellazione vaste e sofisticate dell'HPC<sup>4</sup>.

"Si tratta di un lavoro importante perché la mitigazione dell'impatto degli incendi boschivi è essenziale per garantire un futuro di sicurezza alle comunità di tutto il mondo. L'HPC è il mezzo che contribuisce a prevedere la diffusione degli incendi boschivi prima che si verifichino e il tempo richiesto per estinguerli efficacemente. Si tratta di una potente combinazione", afferma Onlyn Strande, vicedirettore del San Diego Supercomputer Center presso l'Università della California, San Diego.

La modellazione degli incendi boschivi è il modo con cui l'HPC ci aiuta a creare un pianeta più sano.

<sup>3</sup> <https://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires>

<sup>4</sup> [https://ral.ucar.edu/sites/default/files/public/file\\_attach/features/KosovicHPCUserForum2022-compressed.pdf](https://ral.ucar.edu/sites/default/files/public/file_attach/features/KosovicHPCUserForum2022-compressed.pdf)





## Comprendere come il nostro cervello memorizza le informazioni

Contribuisce a rispondere a domande fondamentali sull'apprendimento e anche a migliorare l'intelligenza artificiale.

Alcuni ricordi sono indimenticabili. Gli scienziati sono a un punto di svolta nella comprensione di come il nostro cervello li conserva. In passato, essi erano convinti che i ricordi fossero legati a specifici neuroni e alle relative sinapsi connettive. Presso il Center for Computational Neuroscience del Flatiron Institute, l'HPC e uno studio recente hanno dimostrato diversamente, indicando un nuovo concetto definito "representational drift".<sup>5</sup>

Quando percorriamo le strade del nostro quartiere alla guida del nostro veicolo, i neuroni specifici della memoria non sono fissi, come si riteneva in passato, ma in un flusso costante. Un gruppo di neuroni permette di percorrere quelle stesse strade il lunedì e un altro gruppo il martedì. Si tratta di una deviazione rappresentativa, un concetto legato alla relazione in continua evoluzione tra le cellule, non alle cellule specifiche stesse. Nonostante questo fenomeno dinamico, i nostri ricordi e i comportamenti appresi rimangono fissi nella nostra memoria. Per gli scienziati, si tratta di un paradosso sconcertante.

Dell Technologies e AMD offrono agli scienziati del Flatiron Institute la possibilità di comprendere questo fenomeno tramite la creazione di modelli sulla deviazione rappresentativa. I risultati iniziali hanno fornito informazioni su come operano le rappresentazioni fluttuanti. In breve, quando una sinapsi non riesce a trasmettere, le rappresentazioni neurali deviano in percorsi diversi ma mantengono i modelli, consentendoci di conservare i nostri ricordi.

"Il lavoro sulla memoria del cervello rappresenta la missione del Flatiron Institute di progredire nella ricerca scientifica tramite metodi di elaborazione, tra cui analisi dei dati, teoria, modellazione e simulazione. Sebbene il nostro nuovo modello sia essenziale, la strada da fare per comprendere come funziona il cervello è ancora lunga", commenta Ian Fisk, Ph.D., condirettore dello Scientific Computing Core presso il Flatiron Institute. "Fortunatamente, l'HPC contribuisce all'avanzamento della nostra ricerca a una velocità incredibile".

Il cervello è un organo prodigioso e al contempo misterioso. I modelli HPC sono strumenti veloci e potenti che ci aiutano a comprendere il nostro cervello, i nostri ricordi e il modo in cui impariamo.

<sup>5</sup> <https://www.simonsfoundation.org/2023/03/09/computational-model-uncovers-new-insights-into-how-our-brains-store-information/>

# Studiare la scienza dei materiali

Contribuisce a migliorare la nostra strategia energetica, in modo rapido, responsabile e affidabile, mentre ci adoperiamo collettivamente per migliorare il futuro dell'umanità.

I superconduttori a temperatura ambiente, una volta sviluppati completamente, saranno rivoluzionari per la società. Attualmente, i superconduttori a temperatura ambiente sono il santo Graal della fisica. Creare superconduttori a temperatura ambiente è da decenni l'idea fissa degli scienziati, molti dei quali dedicano una vita intera a tentare di superare questa sfida. Una volta superata, la superconduttività cambierà il mondo radicalmente, specialmente nel campo delle reti elettriche e del trasporto, ad esempio i sistemi dei veicoli elettrici e dei treni a levitazione magnetica, nonché, paradossalmente, nel campo del supercomputing.

Ad oggi, i conduttori che trasportano elettricità sono inefficienti, poiché disperdono circa il 6-10% dell'energia generata dalla rete elettrica durante il passaggio<sup>6</sup>. Tutto ciò costa ai consumatori miliardi di dollari ogni anno in produzione di energia sprecata e ci mantiene dipendenti dai combustibili fossili. Al contrario, i superconduttori favoriscono l'elettricità senza attriti, sprechi o calore eccessivo. In passato, tuttavia, la superconduttività era possibile solo a temperature ultra basse, ad esempio a -450 °F. Scoperte recenti dimostrano la presenza di materiali innovativi in grado di garantire la superconduttività a 59 °F, ossia a temperatura ambiente.

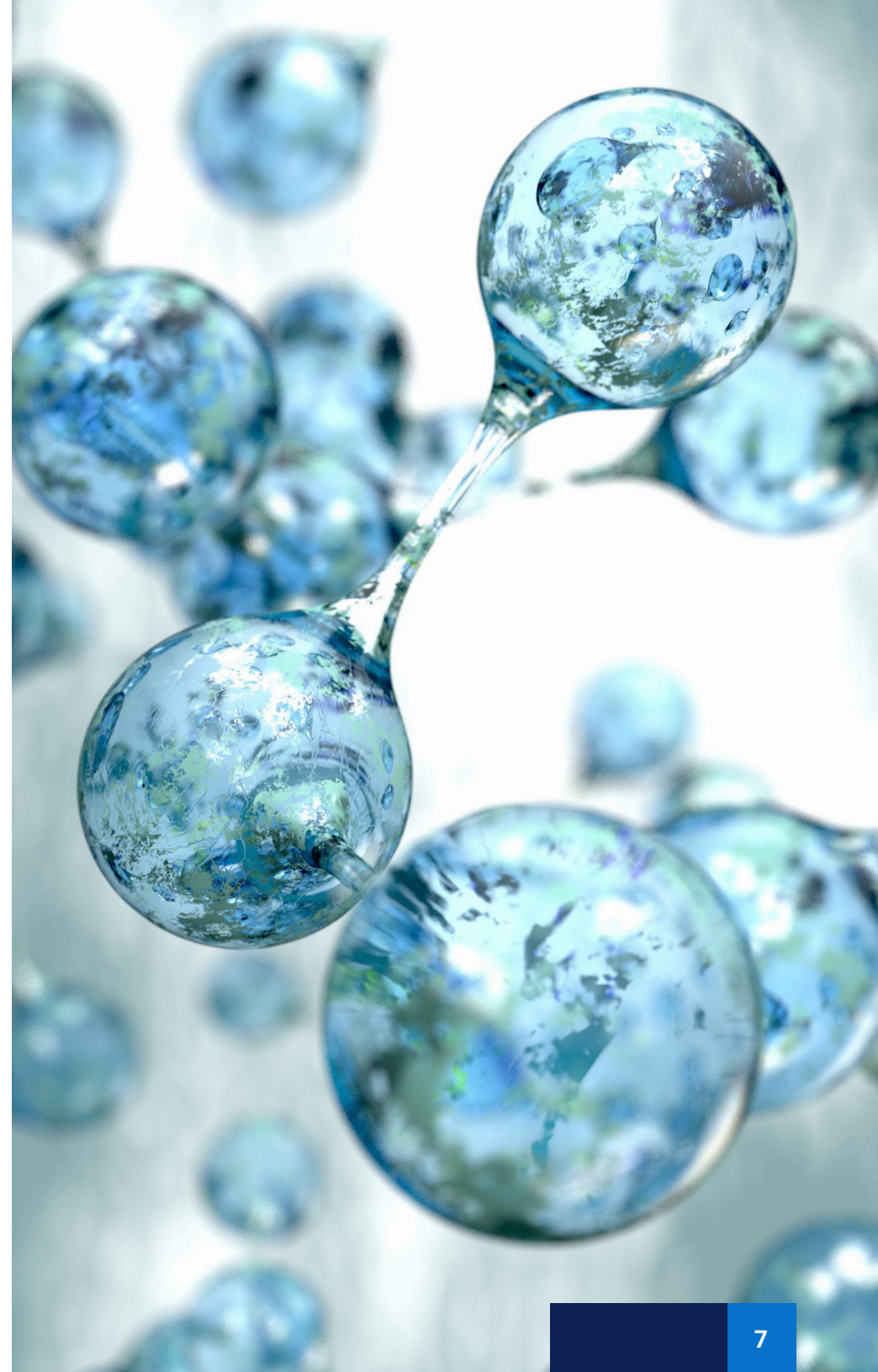
Presso il [Flatiron Institute](#), Dell Technologies e AMD contribuiscono ad accelerare la ricerca sulla scienza dei materiali per sbloccare l'incredibile potenziale della superconduttività. La ricerca è stata affinata grazie a simulazioni che aumentano rapidamente il numero dei potenziali materiali da studiare, eliminando immediatamente quelli non adatti allo scopo e identificando le opzioni ad alta probabilità.

"Il nostro lavoro nella scienza dei materiali è importante perché, in passato, potevamo studiare al massimo 10.000 possibili materiali o componenti nel corso di una carriera. Oggi, la profondità e la produttività della ricerca basata su HPC agevolano lo studio di 10.000 materiali in pochi mesi e con elevati livelli di precisione, nell'ordine di due punti percentuali", afferma Ian Fisk, Ph.D., condirettore dello Scientific Computing Core del Flatiron Institute.

Ciò significa che abbiamo l'opportunità di rivoluzionare l'energia e di delineare un percorso accelerato per abbandonare i combustibili fossili, creando un domani migliore di quanto immaginassimo.

6 <https://www.vice.com/en/article/y3gdgw/ok-what-is-room-temperature-superconducting-and-will-it-change-everything>

7 <https://theconversation.com/a-tenth-of-all-electricity-is-lost-in-the-grid-superconducting-cables-can-help-199001>







# Studiare la biologia computazionale

Ci avvicina a trovare la cura alle malattie.

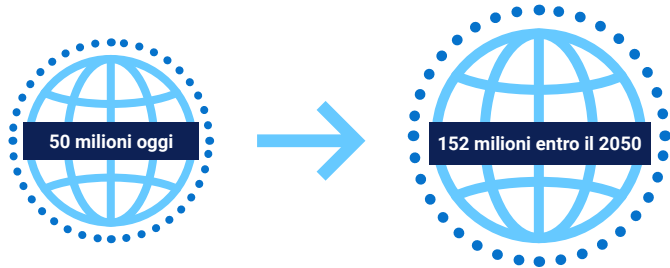
Il morbo di Alzheimer è dilagante e colpisce circa 50 milioni di persone in tutto il mondo. Ecco perché, una nuova scoperta è fondamentale per arginarlo. In mancanza di essa, il morbo di Alzheimer potrebbe colpire oltre 152 milioni di persone entro il 2050.

Con Expanse del San Diego Supercomputer Center (SDSC), è in corso uno studio per trovare una cura.\* Utilizzando la biologia computazionale ed Expanse di SDSC, i ricercatori dell'Università del Kansas, che studiano la familiarità o l'ereditarietà genetica del morbo di Alzheimer, hanno fatto una scoperta importante. Simulazioni HPC all'avanguardia hanno fornito per la prima volta informazioni meccanicistiche sulla gamma-secretasi, un'importante enzima proteico presente nei casi di morbo Alzheimer. Comprendere le interazioni e le mutazioni della gamma-secretasi è fondamentale per scoprire il cammino che conduce al controllo del pensiero, del linguaggio e della memoria.

"Combattere il morbo di Alzheimer è una causa nobile ed è possibile esclusivamente grazie al nostro supercomputer HPC Expanse. I primi risultati della ricerca promettono grandi progressi nella ricerca costante di una cura per le persone su larga scala e i nostri scienziati si impegnano con passione a trovarle", afferma Shawn Strande, vicedirettore di SDSC presso l'Università della California, San Diego.

Con l'invecchiamento della popolazione mondiale, la ricerca basata su HPC per trovare cure più efficaci per il morbo di Alzheimer sarà rivoluzionaria per le persone, le famiglie e le nostre comunità.

\* Questa ricerca è stata resa possibile dall'HPC e dalle organizzazioni sponsor. Questo lavoro è stato finanziato dalla National Science Foundation e dagli istituti nazionali di sanità. I tempi del supercomputing su Expanse sono stati finanziati da NSF Extreme Science e da Engineering Discovery Environment.



50 milioni di persone attualmente affette dal morbo di Alzheimer

Oltre 152 milioni di persone potenzialmente affette entro il 2050

# Debellare le malattie cardiovascolari

Sarà la chiave per vivere più sani e più a lungo grazie alla prevenzione.

Ogni anno, circa 56 milioni di persone muoiono.<sup>8</sup> Con un ampio margine, la principale causa di morte sono le malattie cardiovascolari, responsabili di oltre il 33% dei decessi a livello globale.

Una delle malattie cardiovascolari più diffuse è l'aterosclerosi. La causa principale che contribuisce allo sviluppo dell'aterosclerosi è la formazione di cellule schiumose.<sup>9</sup> Inoltre, un fattore importante nella formazione delle cellule schiumose sono i corpi lipidici. I corpi lipidici gestiscono l'accumulo dei lipidi e il relativo equilibrio, nonché le potenziali associazioni di proteine.<sup>10</sup> È interessante notare che lo squilibrio dei lipidi è correlato a una varietà di malattie che si estendono oltre quelle cardiovascolari, ad esempio l'obesità, la steatosi epatica, il diabete di tipo 2, il morbo di Alzheimer e il cancro. È per questo motivo che ottenere informazioni sui corpi lipidici è di fondamentale importanza.

ed è ciò che ha portato i ricercatori dell'Università dello Utah<sup>11</sup> a lavorare per debellare l'aterosclerosi esplorando la formazione delle cellule schiumose e dei corpi lipidici. Utilizzano l'elaborazione AMD EPYC su Expanse presso il San Diego Supercomputer Center per modellare l'effetto del colesteril estere e dell'RNA non codificato nei cambiamenti di fase dei corpi lipidici e nella formazione di cellule schiumose. I progressi scientifici in questo settore potrebbero aiutare milioni di persone in tutto il mondo a mitigare l'impatto di malattie spesso fatali.

"I nostri ricercatori stanno valutando le prestazioni dell'HPC di SDSC, leader all'avanguardia nell'elaborazione a prestazioni elevate e uso intensivo di dati. Contrastare epidemie globali come l'aterosclerosi è una grande dimostrazione di ciò che l'HPC può fare per il nostro mondo", afferma Jackn Strande, vicedirettore di SDSC presso l'Università della California, San Diego.

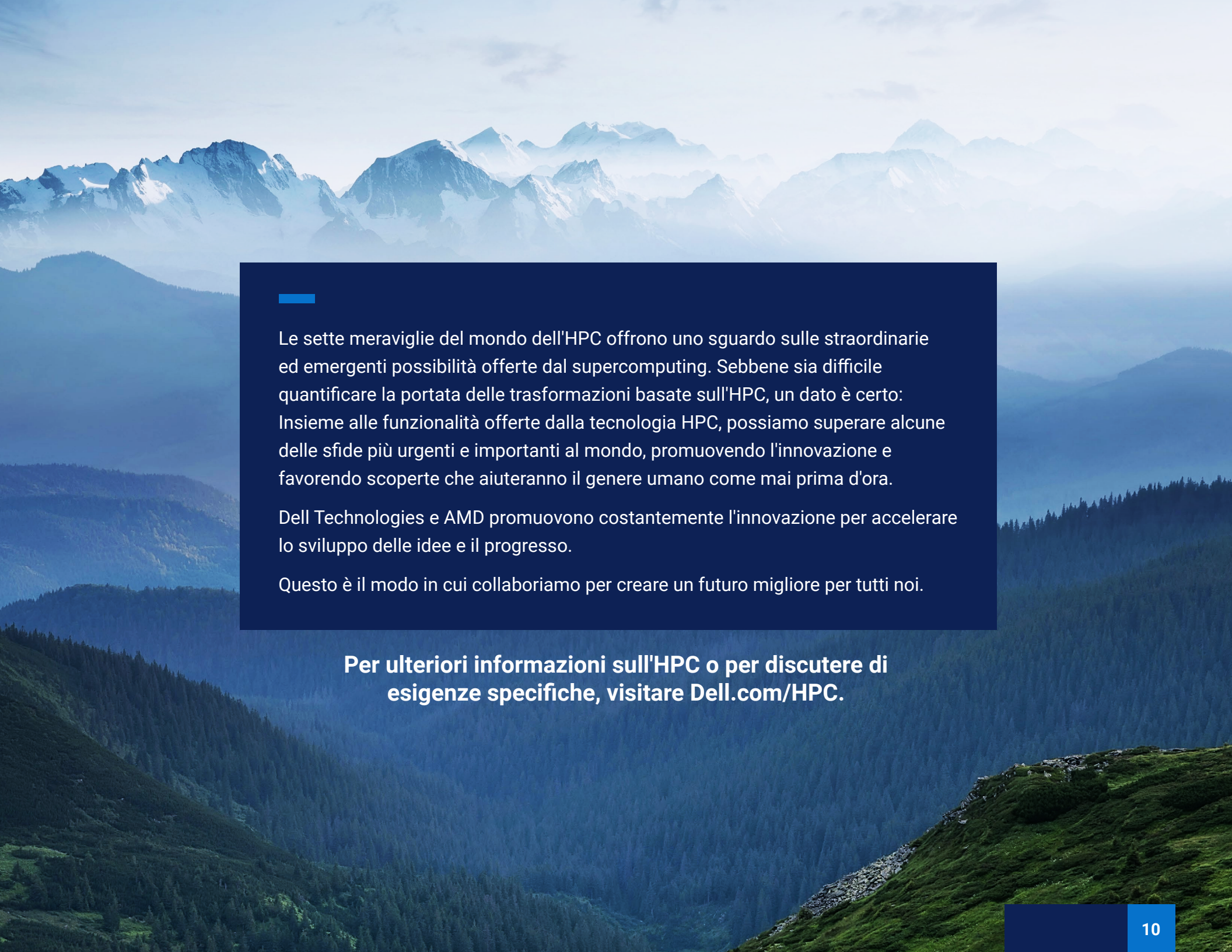
8 <https://ourworldindata.org/causes-of-death>

9 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7961492/>

10 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6770496/>

11 <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.06.05.494869v1>





Le sette meraviglie del mondo dell'HPC offrono uno sguardo sulle straordinarie ed emergenti possibilità offerte dal supercomputing. Sebbene sia difficile quantificare la portata delle trasformazioni basate sull'HPC, un dato è certo: Insieme alle funzionalità offerte dalla tecnologia HPC, possiamo superare alcune delle sfide più urgenti e importanti al mondo, promuovendo l'innovazione e favorendo scoperte che aiuteranno il genere umano come mai prima d'ora.

Dell Technologies e AMD promuovono costantemente l'innovazione per accelerare lo sviluppo delle idee e il progresso.

Questo è il modo in cui collaboriamo per creare un futuro migliore per tutti noi.

**Per ulteriori informazioni sull'HPC o per discutere di esigenze specifiche, visitare [Dell.com/HPC](https://Dell.com/HPC).**