

Maria Grazia Giuffreda

Simbolo di innovazione ingegneristica e di supercalcolo

Il Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS)

Agli inizi degli anni 2000 la Confederazione Svizzera ha deciso di approvare la strategia High Performance Computing and Networking, finanziando la costruzione del nuovo centro di calcolo a Lugano e l'installazione del primo supercomputer di classe petaflop in Svizzera. Il CSCS ha affrontato la sfida di costruire un centro dati (data center) in grado di ospitare dei supercalcolatori ad alta potenza, così come un'infrastruttura che permettesse di memorizzare enormi quantità di dati. Tutto questo prestando attenzione all'impatto ambientale, alla sostenibilità ecologica e all'aspetto architettonico del nuovo edificio.

Costruito ai piedi di una boscosa e lussureggiante collina che separa Porza da Lugano, il Centro Svizzero di Calcolo Scientifico ricopre un'area di circa 9200 metri quadrati, messa a disposizione dai due comuni. È affiancato, da un lato, dalla centrale di distribuzione di corrente elettrica delle Aziende Industriali di Lugano (AIL) e, dall'altro, dal quartiere generale dei pompieri di Lugano. Nel gennaio 2010 si è dato inizio ai lavori per la costruzione del centro e, come ricorda l'incisione sulla parete della sala d'ingresso, il 18 ottobre 2010 si è celebrata la posa della prima pietra. Poco meno di 18 mesi dopo, nel marzo del 2012, il nuovo centro di calcolo ha aperto ufficialmente le sue porte.

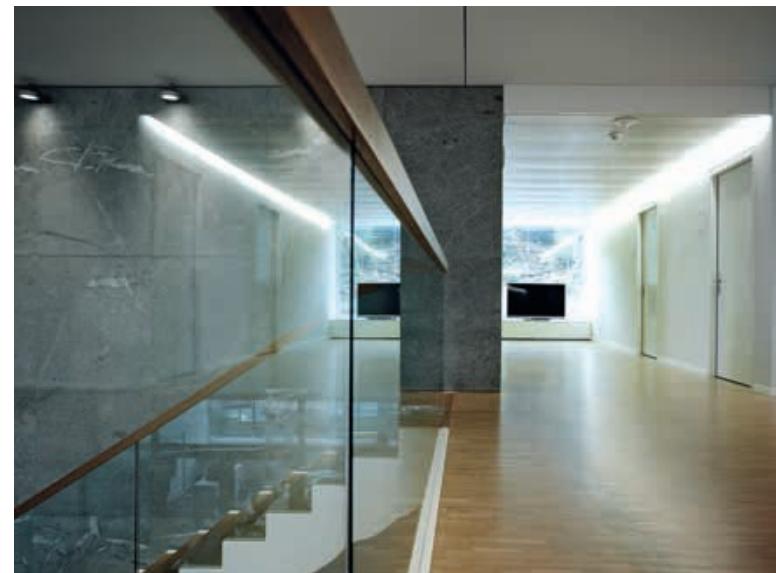
Flessibilità, modularità e sostenibilità ambientale sono i tre requisiti fondamentali che hanno ispirato il team del CSCS e lo studio

Itten + Brechbühl SA nella fase di progettazione del centro. Flessibilità e modularità per permettere di costruire un'infrastruttura d'avanguardia che possa funzionare in modo efficiente per i prossimi quarant'anni. Sostenibilità perché, per evitare sprechi ed eccesso di consumi, è stato necessario prestare la massima attenzione all'impatto ambientale e all'efficienza energetica. L'elemento chiave che identifica l'efficienza energetica di un centro di calcolo come il CSCS è il Power Usage Effectiveness (PUE), ovvero la quantità di energia elettrica che l'infrastruttura computazionale consuma per il raffreddamento e gli altri servizi ausiliari necessari per il funzionamento. Al momento della costruzione del nuovo centro, il valore PUE prefissato era inferiore a 1.25: un obiettivo estremamente ambizioso per un centro di calcolo

Centro Svizzero di Calcolo Scientifico veduta frontale.
Foto CSCS, Lugano

Veduta di spalle del data center. Foto CSCS, Lugano





ad alta potenza che non solo è stato ampiamente raggiunto, ma lo ha reso uno dei centri energeticamente più efficienti ed ecologicamente sostenibili al mondo.

A contribuire alla sostenibilità ed efficienza del centro anche la decisione di creare un'alimentazione elettrica d'emergenza a batteria (Uninterruptible Power Supply, UPS) limitata al minimo indispensabile, sufficiente a servire solo quella infrastruttura del centro di calcolo che non ammette nessun tipo di interruzione della corrente, come lo stoccaggio dei dati, le reti di telecomunicazione e i calcolatori al servizio di MeteoSvizzera.

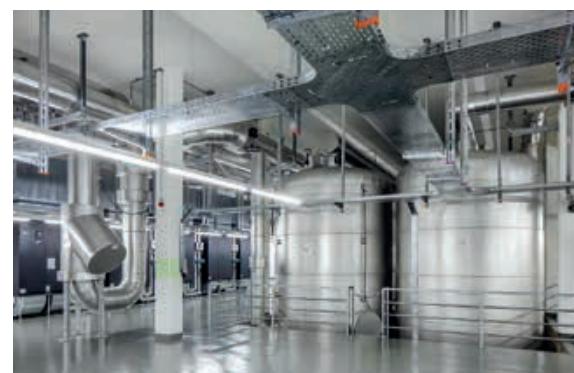
Luminosità per creare soluzioni tecniche d'avanguardia

I settori amministrativo e di calcolo scientifico occupano due distinti edifici, collegati da un passaggio sotterraneo e da una galleria al primo piano, il cui tetto funge anche da terrazza ad uso dei collaboratori del centro. L'edificio amministrativo, di cinque piani, si estende su una superficie totale di 2600 metri quadrati ed è stato costruito in conformità con lo standard Minergie-Eco. In fase di costruzione si è data particolare importanza all'impiego di materiali poco inquinanti. Le ampie vetrate che costituiscono le pareti dell'edificio offrono visibilità su alcune delle vedute iconiche della città di Lugano, come il Monte San Salvatore e i Monti Brè e Boglia. I corridoi, spaziosi, che alternano pareti bianche e colorate, danno luminosità agli uffici e agli spazi comuni: in un ambiente in cui la tecnologia evolve a velocità vertiginose la comunicazione e lo scambio di idee sono assolutamente necessari per i collaboratori. Gli uffici, rigorosamente bianchi, presentano un ambiente di lavoro luminoso e accogliente. Insegna

Le Corbusier: «L'architettura è il gioco sapiente, corretto e magnifico dei volumi raggruppati sotto la luce.»

Nel cuore del data center e del calcolo scientifico

Il data center – l'edificio in calcestruzzo che ospita i supercalcolatori, le librerie di archiviazione dati e l'infrastruttura ausiliaria necessaria – si erge su tre piani alle spalle della palazzina amministrativa ed è una costruzione sobria e senza finestre, progettata nei minimi dettagli, sia dal punto di vista tecnico, sia logistico, per offrire flessibilità e modularità.



Veduta laterale del CSCS coronato dal Monte Boglia.
Foto CSCS, Lugano

Scorcio del primo piano dell'edificio amministrativo.
Foto CSCS, Lugano

Alimentazione elettrica di emergenza (UPS).
Foto CSCS, Lugano

Serbatoi dell'acqua di riserva nel piano risorse.
Foto CSCS, Lugano



**Piano distribuzione:
dettaglio del circuito
di raffreddamento
di Piz Daint.**
Foto CSCS, Lugano

**Panoramica del piano
distribuzione con al
centro barre di rame per
l'erogazione di corrente.**
Foto CSCS, Lugano

**Panoramica della
sala macchine.**
Foto CSCS, Lugano



Partendo dal basso, nel seminterrato dell'edificio, si entra attraverso un sottopassaggio nel «piano risorse», base dell'infrastruttura per l'erogazione della corrente elettrica, dell'acqua e delle 960 batterie per l'alimentazione elettrica di emergenza. È qui che arriva la corrente elettrica a una tensione di 16 000 Volt, per poi essere distribuita mediante spessi cavi di rame su 13 trasformatori, convertita in 400 Volt e quindi distribuita con barre di alimentazione in rame al piano sovrastante.

L'attuale alimentazione elettrica, disponibile presso il centro, consente di installare e fare funzionare un'infrastruttura computazionale di potenza fino a circa 11 Megawatt che, se necessario, può essere ampliata ulteriormente fino a raggiungere la potenza massima di 25 Megawatt. Una piccola pompa termica è responsabile del raffreddamento degli uffici, nei mesi estivi, e del riscaldamento, nei mesi più freddi. Il piano è occupato anche da serbatoi d'acqua di riserva, della capacità di 320 000 litri, che offrono un'autonomia di circa 20 minuti in caso di mancato funzionamento dell'erogazione dell'acqua. Tempo sufficiente solo a far partire, in modo programmato e controllato, le procedure di spegnimento dell'infrastruttura computazionale e delle librerie di dati.

Attraverso un montacarichi oppure imboccando una scala, si passa al piano intermedio, o «piano distribuzione», dove è installata l'infrastruttura di raffreddamento e di alimentazione elettrica specifica per ogni supercomputer e hardware supplementare. Nei centri di calcolo tradizionali questo è solo un piano tecnico, di non più di 80 centimetri, la cui funzione è preposta alla semplice installazione e distribuzione dei cavi. La lungimiranza della progettazione e l'esperienza accumulata nel corso degli anni al CSCS hanno fatto sì che, nel nuovo centro, si costruisse un vero e proprio piano di 5 metri, in grado di ospitare tutta l'infrastruttura tecnica ausiliaria, comprendente anche 5 chilometri di canali elettrici. Tutto si adagia su griglie percorribili, posizionate a 90 centimetri dal suolo, per proteggere l'infrastruttura da eventuali perdite d'acqua.

Infine, salendo ancora di un piano, si raggiunge il cuore del calcolo scientifico: la sala macchine. 2000 metri quadrati di un volume privo di ogni ostacolo, al fine di garantire quella flessibilità necessaria per adeguare il data center all'evoluzione delle tecnologie del futuro. Le peculiarità della sala macchine del CSCS sono la totale mancanza di pilastri a sostegno del soffitto, realizzato con





Dettaglio della stazione di pompaggio presso il Parco Ciani.
Foto CSCS, Lugano

Pianta della condotta per il trasporto dell'acqua.
CSCS, Lugano

speciali travi anch'esse in calcestruzzo di 50 tonnellate e lunghe 35 metri, che scaricano il loro peso sui soli muri portanti laterali, e la mancanza di un sistema tradizionale antincendio, sostituito da tubi flessibili che pendono dall'alto con l'unica funzione di rilevare eventuali presenze di fumo, aspirando aria dai calcolatori e dalle isole di hardware. L'ampiezza della sala a campata unica, arredata unicamente dai supercomputer e dalle isole di hardware, suscita sempre una sensazione di ammirato stupore nei visitatori del data center.

Le acque del Ceresio per raffreddare il data center

Un ulteriore elemento di innovazione e sostenibilità è l'introduzione di un sistema di raffreddamento che sfrutta una fonte naturale, vale a dire un sistema che utilizzi le acque del lago di

Lugano anziché un sistema di raffreddamento artificiale come nella sede precedente di Manno. Lo sfruttamento dell'acqua del lago, prelevata a una profondità di 45 metri e a una temperatura annuale costante di 6 gradi centigradi per il raffreddamento dei calcolatori, ha consentito di evitare l'installazione e l'utilizzazione di impianti di raffreddamento di tipo tradizionale, il cui consumo massimo di elettricità sarebbe quantificabile a circa un terzo in più del totale.

Per questo sistema è stata costruita una stazione di pompaggio sulla riva del Ceresio, presso il Parco Ciani, nel cuore della città di Lugano. La stazione è collegata, tramite una condotta, alle cuffie di presa d'acqua nel lago del peso di 13 tonnellate e alte 6 metri, collocate a una profondità di circa 45 metri. Attraverso questa condotta 3 pompe convogliano dalla relativa stazione fino a 760 litri di acqua al secondo, di cui 420 litri sono destinati al





CSCS per le operazioni di raffreddamento, e circa 340 litri sono a disposizione delle AIL, le quali hanno predisposto l'infrastruttura per costruire una stazione elettrica di 6 kW termici ad uso del nuovo quartiere di Cornaredo.

Nel suo percorso di 2,8 chilometri per raggiungere il CSCS, l'acqua del lago viene trasportata in una condotta di 80 centimetri di diametro, lungo il fiume Cassarate, attraversandolo al di sotto per ben due volte e risalendo un dislivello di circa 30 metri.

Presso il centro di calcolo, in uno scambiatore di calore, si incontrano l'acqua proveniente dal lago Ceresio e l'acqua del circuito interno di raffreddamento. È qui che l'acqua lacustre «trasferisce» il freddo al circuito interno, con una temperatura fra gli 8 e i 9 gradi centigradi, per il raffreddamento dei supercalcolatori ad alta potenza. Terminato questo primo ciclo di raffreddamento, l'acqua si riscalda di circa 8 gradi, e arriva quindi a 16-17 gradi centigradi. A questo punto l'acqua entra in un nuovo scambiatore di calore, più piccolo, circolando a temperatura media dove è ancora in grado di raffreddare le isole contenenti le unità di calcolo e i dischi rigidi a bassa densità energetica. Il raffreddamento di due circuiti separati con la stessa acqua, proveniente da un unico pompaggio, permette un ulteriore risparmio energetico.

Prima che l'acqua ritorni nel lago, viene convogliata in una vasca di compensazione della capacità di 120 metri cubi, assicurando quindi il rilascio in caduta libera e a pressione costante, senza ulteriore consumo energetico. Anzi, grazie ad una turbina installata nella stazione di pompaggio del parco Ciani, il CSCS sfrutta questa caduta libera per produrre circa un terzo della corrente elettrica necessaria al pompaggio dell'acqua. Inoltre, per ridurre ulteriormente i consumi, lungo questo percorso sono stati predisposti tre ulteriori punti di aggancio per le AIL, allo scopo di poter usufruire dell'impatto termico sia delle acque di andata che di ritorno. Uno di essi è già in uso in una parte della infrastruttura IT del nuovo Campus USI-SUPSI a Lugano-Viganello.

Infine, per non influenzare negativamente l'equilibrio ecologico del lago Ceresio, l'acqua reimessa nel lago non supera mai la temperatura di 25 gradi centigradi e, in caso di necessità, un miscelatore interviene aggiungendo acqua fredda per riportare la temperatura al di sotto del limite stabilito.

L'innovazione scientifica per la tecnologia del futuro

Questo data center è la base su cui il CSCS ha costruito lo User Lab, il laboratorio per ricercatori computazionali, che si prefigge di promuovere la ricerca d'avanguardia, di aiutare gli scienziati a risolvere complessi problemi scientifici partendo dal puro calcolo e arrivare ad analizzare enormi quantità di dati. Per i ricercatori delle più svariate discipline – dalla fisica alla chimica, dalla scienza dei materiali alle scienze ambientali, dalla climatologia alla geofisica, passando per l'astrofisica e la dinamica dei fluidi – questa infrastruttura è essenziale per il progresso scientifico.

Le simulazioni e le analisi di dati complessi giocano un ruolo fondamentale, specialmente laddove gli esperimenti non sono più possibili e i metodi tradizionali non più sufficienti. Le simulazioni aprono nuovi orizzonti alla ricerca scientifica: possono dare informazioni nuove che gli esperimenti non rilevano, possono spiegare risultati sperimentali o addirittura prevederli. Grazie alle simulazioni si è arrivati a descrivere nuovi materiali con proprietà e funzionalità fino ad ora sconosciute, a definire modelli climatici e più semplici previsioni metereologiche che altrimenti non sarebbero possibili, a facilitare analisi di rischi di disastri naturali come terremoti e conseguenti tsunami, e di conseguenza a pianificare eventuali evacuazioni ed interventi. «La scienza di oggi è la tecnologia di domani» affermava Edward Teller, noto fisico teorico ungherese-americano del ventesimo secolo. Il CSCS mette al servizio della scienza questa infrastruttura innovativa e sostenibile per contribuire alla tecnologia del futuro. ●

Bibliografia

CSCS 2015: Fact Sheet: Il Nuovo edificio CSCS a Lugano <https://www.cscs.ch/publications/fact-sheets/innovative-new-bulding-for-cscs-lugano/>

CSCS 2015: Fact Sheet: Supercalcolatori raffreddati con acqua di lago <https://www.cscs.ch/publications/fact-sheets/lake-water-to-cool-supercomputers/>

L'autrice

Maria Grazia Giuffreda. Direttrice associata del Centro Svizzero di Calcolo Scientifico. Conseguiti un Dottorato di ricerca in Chimica Computazionale in Belgio e un Postdoc al Politecnico Federale di Zurigo, ha cominciato la sua carriera al CSCS come analista di applicazione e supporto scientifico per poi diventare responsabile dell'unità di supporto e interazione con gli utenti scientifici. Attualmente è responsabile dello User Program per accedere alle risorse e ai servizi del centro.

Contatto: mariagrazia.giuffreda@cscs.ch

Zusammenfassung

Symbol für technische Innovation und Supercomputing – das Schweizerische Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (CSCS)

Anfang der 2000er Jahre beschloss die Schweizerische Eidgenossenschaft, eine Supercomputing-Infrastruktur am CSCS (Nationales Hochleistungsrechenzentrum) aufzubauen und damit auch die nationale Hochleistungsrechnen- und Vernetzungsstrategie (HPCN-Strategie) des ETH-Rats im Auftrag des Bundes fortlaufend umzusetzen. Dies bedeutete den Bau des neuen Rechenzentrums in Lugano sowie die Installation des ersten Supercomputers der Petaflop-Klasse in der Schweiz.

Das CSCS sah sich mit der Herausforderung konfrontiert, ein Rechenzentrum zu errichten, das in der Lage ist, Hochleistungs-Supercomputer sicher zu beherbergen und eine Infrastruktur zu schaffen, die riesige Datenmengen speichern kann. All dies geschah unter Berücksichtigung von Umweltauswirkungen, von Nachhaltigkeitsfragen und des architektonischen Erscheinungsbildes des neuen Gebäudes. Dabei ist einer der auffälligsten technischen Aspekte die Kühlung der Geräte über ein Kreislaufsystem, in dem Wasser aus dem Lagonersee zirkuliert.

Résumé

Symbol de l'innovation technique et des superordinateurs – le Centre suisse de calcul scientifique (CSCS)

Au début des années 2000, la Confédération helvétique a approuvé la stratégie nationale de calcul à haute performance et de mise en réseau (stratégie HPCN) du Conseil des EPF. Elle a décidé de financer une infrastructure de supercalculateurs à Lugano et d'installer le premier superordinateur de classe pétaflopique en Suisse.

Le CSCS a été confronté au défi de construire un centre de données capable d'accueillir en toute sécurité des superordinateurs à haute performance et de créer une infrastructure permettant de stocker d'énormes quantités de données. Tout cela a été fait en tenant compte des impacts environnementaux, des questions de durabilité et de l'aspect architectural du nouveau bâtiment. Dans ce processus, l'un des aspects techniques les plus marquants est le refroidissement des équipements par un système dans lequel circule l'eau du lac de Lugano.

Keywords

data center, raffreddamento, calcolo scientifico, tecnologia, innovazione

«

Piano distribuzione:
dettaglio di un circuito
di raffreddamento di
un calcolatore.
Foto CSCS, Lugano

Piano risorse: circuito di
raffreddamento dell'acqua
in entrata dal lago.
Foto CSCS, Lugano