

GARR NEWS

le notizie
sulla rete dell'Università e della Ricerca

numero **27** inverno 2022

Reti e supercalcolo

Nuove infrastrutture
ad altissime prestazioni
con il PNRR

Competenze hi-tech

Didattica in rete e opportunità
per giovani DevOps
con la GARR Academy

Servizi federati

Le novità di eduroam e
IdP in the Cloud

GARR-T

Inizia l'era della nuova rete
con i primi utenti connessi

Cybersecurity

Nuovi rischi anche per le
comunicazioni satellitari

Open science

Al via il progetto
Skills4EOSC per lo sviluppo
di nuove competenze

Internazionale

Con il nuovo progetto GN-5
l'Europa punta al Terabit

Indice



CAFFÈ SCIENTIFICO

4
Il futuro è a alte prestazioni
di Maddalena Vario e Federica Tanlongo

8
GARR-T, TerABIT e ICSC.
Tre progetti per una rete nazionale unitaria
di Maddalena Vario e Federica Tanlongo

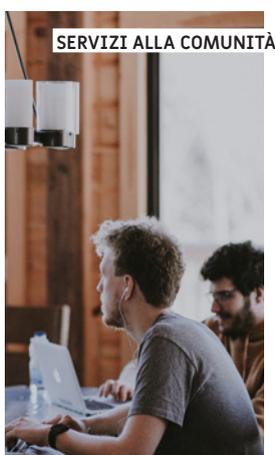
10
Calcolo scientifico:
condividere e fare community
di Paola Inverardi

11
Un anno di cambiamenti
di Federica Tanlongo

12
IdP in the Cloud per un accesso a migliaia
di contenuti web in tutta sicurezza
di Marta Mieli

13
Competenze hi-tech:
una ricetta per attrarre giovani talenti
di Carlo Volpe

16
eduroam e le nostre password.
Forse è tempo di eliminarle
di Daniele Albrizio



SERVIZI ALLA COMUNITÀ

VOCE DELLA COMUNITÀ



17
IL TOLC ricomincia da tre:
upgrade, resilienza, ridondanza
di Maddalena Vario

19
Didattica in rete: oltre l'emergenza
di Guglielmo Trentin

LE RUBRICHE

42 La ricerca comunica

43 Gli utenti della rete



OSSERVATORIO DELLA RETE

21
Cloud pubbliche:
sai (davvero) cosa compri?
di Claudia Battista

23
Inizia l'era di GARR-T
di Carlo Volpe

25
Come e perchè progettare reti Wi-Fi
per l'università e la ricerca
di Maddalena Vario



CYBERSECURITY

27
Don't look up!
di Simona Venuti

30
Da Cyberzéros a Cyberheroes
di Luigi Rebuffi



LA NUVOLA

32
H2IOSC, la cultura italiana è nel cloud
di Sara Di Giorgio



INTERNAZIONALE

34
Skills4EOSC: scienza aperta
per i ricercatori di domani
di Sara Di Giorgio

36
Next generation GÉANT
di Elis Bertazzon

38
Horizon Europe: già si parla
di prime valutazioni
di Marco Falzetti



IERI, OGGI, DOMANI

40
20 anni del Consortium GARR
di Enzo Valente

GARR NEWS - Numero 27

Inverno 2022 - Semestrale
Registrazione al Tribunale di Roma n. 243/2009
del 21 luglio 2009

Direttore editoriale: Claudia Battista

Direttore responsabile: Gabriella Paolini

Caporedattore: Maddalena Vario

Redazione: Elis Bertazzon, Marta Mieli,
Federica Tanlongo, Carlo Volpe

Consulenti alla redazione: Claudio Allocchio,
Mauro Campanella, Massimo Carboni, Fulvio
Galeazzi, Marco Marletta, Sabrina Tomassini

Hanno collaborato a questo numero: Daniele Albrizio, Edoardo Angelucci, Chiara Badia, Claudio Barchesi, Sanzio Bassini, Mirko Cestari, Marco Cirilli, Patrizia Coluccia, Gianluca Cometa, Eleonora Cossi, Francesca Cuicchio, Emiliano Degl'Innocenti, Valeria De Paola, Sara Di Giorgio, Mario Di Lorenzo, Marco Falzetti, Fabio Farina, Francesca Gorini, Claudio Grandi, Emanuele Guerrini, Paola Inverardi, Alessandro Inzerilli, Patrizia Landi, Emma Lazzeri, Marco Malavolti, Pascuale Mandato, Laura Moretti, Claudio Pisa, Lorenzo Puccio, Luigi Rebuffi, Jan Reister, Gianluigi Spinaci, Guglielmo Trentin, Davide Vaggetti, Enzo Valente, Antonella Varaschin, Simona Venuti, Giancarlo Viola, Sara Weeks

Progetto grafico: Carlo Volpe Impaginazione: Carlo Volpe, Marta Mieli, Federica Tanlongo

Editore: Consortium GARR, Via dei Tizii, 6 - 00185 Roma

tel 06 49622000 info@garr.it www.garr.it f t y o in ReteGARR

Stampa: Tipografia Graffietti Stampati snc, S.S. Umbro Casentinense Km 4.500, 00127 Montefiascone (VT)

Tiratura: 8.000 copie

Chiuso in redazione: 22 dicembre 2022

Il filo



Cari lettori,

eccoci a tirare le somme di un anno così pieno di cambiamenti. Uno di questi è che per la prima volta sono io a scrivere l'editoriale di GARR NEWS, dopo il passaggio di consegne con il mio predecessore, Federico Ruggeri.

Poco dopo il mio insediamento, è stato firmato il nuovo statuto dell'associazione Consortium GARR, che proprio quest'anno celebra i suoi vent'anni di attività. Lo statuto è stato modificato per estendere in maniera illimitata la durata della vita di questa associazione, con l'obiettivo di dare continuità a tutte le grandi e importanti azioni che stiamo andando a mettere in campo con la realizzazione della nuova rete GARR-T.

Si tratta di un passo importante nella direzione della sostenibilità di lungo periodo di un'infrastruttura digitale già riconosciuta come unica e abilitante per tutto l'ecosistema della ricerca e che arriva in un momento di svolta per la comunità scientifica e accademica, grazie all'avvio delle iniziative finanziate nell'ambito del PNRR. Alcune di queste iniziative, in particolare quella del Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing (ICSC) e TeRABIT, vedono GARR tra i protagonisti, ma allo stesso tempo tutte avranno bisogno di una rete performante e all'avanguardia e noi saremo pronti a rispondere alle loro esigenze. Grazie ai nuovi progetti in corso e con la realizzazione della rete GARR-T a capacità di multipli di Terabit, l'Italia avrà dunque un'infrastruttura tra le più avanzate in Europa e diventerà un punto di riferimento internazionale.

Per me questo è un momento ancora più speciale dato che lo affronto come neodirettrice di GARR e quindi sarò impegnata in prima persona, da qui in avanti, non solo nella realizzazione e evoluzione di GARR-T e delle sue estensioni attraverso i progetti PNRR, ma anche nella compagine associativa. Con il nuovo statuto, infatti, avranno la possibilità di aggiungersi ai soci GARR nuove realtà, in particolare gli istituti di ricerca clinica e biomedica, in considerazione delle loro aumentate necessità nella gestione, condivisione e analisi di grandi dataset e archivi di dati. La ricerca, infatti, sta diventando sempre più interconnessa e interdisciplinare e necessita di utilizzare risorse comuni, condividendo le stesse infrastrutture e servizi digitali.

Il fatto che ciò sia avvenuto in concomitanza con le celebrazioni del ventesimo anno di attività è per me motivo di orgoglio, perché è una testimonianza che la visione dei pionieri che costituirono GARR tanti anni fa, agli albori di Internet, è ancora oggi valida e largamente condivisa.

Vi invito a leggere tutto d'un fiato questo numero ricco di novità e auguro a tutti un felice e prospero 2023!

La direttrice GARR

Claudia Battista

**Claudia
Battista**
Direttrice
Consortium GARR

Il futuro è a alte prestazioni

Big Data: la ricerca italiana verso l'exascale con la partenza dei grandi progetti infrastrutturali del PNRR

di Maddalena Vario e Federica Tanlongo

Il PNRR ha sbloccato straordinarie opportunità per dotare il nostro paese di infrastrutture di ricerca di prossima generazione. Un posto speciale tra queste è occupato dalle infrastrutture di calcolo per la ricerca, come substrato trasversale ed abilitante per tutti gli ambiti disciplinari.

Il calcolo ad alte prestazioni (HPC, High Performance Computing) e l'analisi e la gestione dei Big Data sono temi strategici per comprendere ed affrontare le grandi sfide del futuro. Per riuscire in questi obiettivi, HPC e Big Data devono essere collegati alle future tecnologie per il supercalcolo exascale e post-exascale, incluso il calcolo quantistico.

È per questo che nasce il Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing (ICSC). Ne abbiamo parlato con **Claudio Grandi**, già presidente della Commissione Calcolo e Reti dell'INFN, per conto del quale attualmente segue l'iniziativa e con due esperti del Cineca: **Sanzio Bassini**, direttore High Performance Computing e **Mirko Cestari**, HPC and Cloud technology coordinator.





Piani ambiziosi per il Centro Nazionale per il supercalcolo

Colloquio con Claudio Grandi, INFN

Quali sono le risorse messe in campo da ICSC?

Il Centro Nazionale è finanziato con un totale di 320 milioni, a cui vanno ad aggiungersi altri 41 milioni che arrivano dal progetto TeRABIT. 139 milioni sono per l'infrastruttura cloud intesa in senso lato, 32 milioni sono dedicati a open call per coinvolgere soggetti esterni al centro nazionale e altrettanti per innovazione e trasferimento tecnologico. Il 42% degli investimenti sarà dedicato alle regioni del Sud.

Per quanto riguarda la Fondazione, il Centro vede la partecipazione di 37 università e istituti di ricerca e 15 compagnie private: un numero significativo ma che, visto il grande interesse dimostrato da enti pubblici e privati per l'iniziativa, sarebbe potuto essere molto più elevato, se non fosse stato limitato dalle esigenze del bando. ICSC mobilerà più di 1.500 ricercatori, oltre ai nuovi previsti: 250 nuove assunzioni e 250 dottorandi, con una partecipazione femminile che, secondo le priorità trasversali del PNRR, dovrebbe arrivare almeno al 40%, obiettivo che auspichiamo venga raggiunto.

L'obiettivo primario dal punto di vista infrastrutturale è quello di **creare un sistema digitale nazionale che possa servire le diverse esigenze di calcolo per la ricerca nell'ambito HPC e Big Data ed evolvere verso un modello di tipo "data lake"**, con la possibilità di condividere risorse e dati. L'ambizione è dar vita ad un ecosistema che possa essere attraente non solo per la ricerca pura, ma soprattutto per le partnership pubblico-private.

Come sarà organizzato ICSC?

Le notevoli risorse messe in campo e la complessità del progetto si riflettono nella sua organizzazione: ICSC è organizzato in una struttura a raggiera con un hub centrale e diversi spoke (raggi), per coprire le varie aree tematiche. In particolare ci sono 11 spoke, due dei quali, lo **spoke 1** e lo **spoke 10**, sono dedicati a ricerca tecnologica, rispettivamente nei campi dell'HPC e Big Data analysis e del quantum computing; **gli spoke dal 2 al 9** sono invece dedicati alle diverse aree applicative. In questi 8 spoke tematici si farà sviluppo di applicazioni in grado di sfruttare l'infrastruttura di calcolo del Centro nazionale per fare scienza nei diversi settori.

L'undicesimo è infine lo **spoke 0**, responsabile per la realizzazione della interconnessione dell'infrastruttura di calcolo e che include i maggiori centri di calcolo nazionali, come Cineca e INFN, e GARR come gestore della rete.

In che modo le risorse disponibili sull'infrastruttura saranno rese disponibili alla comunità?

Il nostro modello prevede che l'acquisto e l'operatività delle risorse ICT

Al Centro Nazionale partecipano 37 università e enti di ricerca e 15 aziende private. I ricercatori coinvolti saranno oltre 1.500

ICSC - Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing

Istituito nell'ambito del PNRR e finanziato su fondi Next Generation EU per 319.938.979,26 euro, ICSC è un progetto unico in Europa basato su un concept altrettanto unico che mira a creare un ecosistema dedicato a tutte le esigenze di calcolo per la ricerca e le applicazioni industriali.

ICSC ha l'ambizione non solo di rispondere a tutte le necessità di calcolo della comunità nazionale della ricerca pubblica e privata, ma di proporsi come una infrastruttura digitale attrattiva a livello internazionale, rafforzando la competitività italiana e contribuendo alla leadership dell'Europa nel settore.

Il centro ha il triplice scopo di costruire un'infrastruttura di supercalcolo italiana, di aggregare le risorse di ricerca e di innovazione nei settori maggiormente strategici per il Paese, e di posizionarsi come la piattaforma nazionale a supporto di iniziative scientifiche e industriali.

Per raggiungere questi obiettivi sono state individuate 10 aree tematiche cruciali per la scienza e le tecnologie del supercomputing in cui si articola il centro. Trasversalmente a queste aree si pone l'infrastruttura cloud di supercalcolo, che sarà potenziata e gestita in modo coordinato per fornire una infrastruttura federata HPC e Big Data secondo il modello del Cloud data lake.



Claudio Grandi, in occasione dell'inaugurazione del supercomputer Leonardo nel novembre 2022

siano co-finanziati dal Centro nazionale e dai partner che le ospitano. Una parte delle risorse sarà riservata all'Istituto ospitante, ma la maggior parte sarà a disposizione di quanti ne faranno domanda. Le richieste saranno gestite da un apposito Access Committee che si occuperà della valutazione delle richieste e dell'allocazione delle risorse in accordo con le regole di accesso stabilite e in modo analogo a quanto avviene nelle grandi collaborazioni europee (Prace, IS CRA per CINECA).

Come si modificherà l'infrastruttura di calcolo INFN?

Grazie agli interventi di ICSC, l'infrastruttura di calcolo INFN, che è una infrastruttura di cloud federata distribuita su vari punti di presenza in tutto il territorio nazionale, beneficerà di un adeguamento con particolare attenzione agli aspetti di efficienza energetica e vedrà l'avvio di nuove iniziative nell'ambito di due spoke, una dedicata alla mitigazione dei disastri naturali e antropici e l'altra dedicata alla space economy, che avranno il loro fulcro rispettivamente presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso e di Frascati. È previsto anche un adeguamento dell'infrastruttura di rete per beneficiare dell'evoluzione di GARR-T e un potenziamento delle risorse di calcolo.

→ www.supercomputing-icsc.it

Leonardo e gli altri: HPC per tutte le taglie

Colloquio con

Mirko Cestari e Sanzio Bassini, Cineca

Quale sarà il ruolo di Cineca in ICSC?

Cestari: Il ruolo del Cineca nel neonato Centro Nazionale di supercalcolo sarà trasversale a tutti gli spoke tematici di ricerca. Contribuiremo infatti alla fornitura ed evoluzione dell'infrastruttura di supercalcolo e di storage che dovrà rispondere alle necessità di elaborazione e archiviazione dei dati che provengono dalle attività di ricerca tematiche. Cineca sta realizzando il primo grande passo dell'infrastruttura di High Performance Computing (HPC), con l'installazione di Leonardo, il supercomputer di classe pre-exascale, che oggi è al quarto posto al mondo per capacità di processamento.

Leonardo vedrà fra due anni un duplice aggiornamento dell'infrastruttura, con l'integrazione di un acceleratore Quantum Computing (QC) e di tecnologie hardware di prossima generazione in 2 nuove partizioni computazionali, che permetteranno a Leonardo di raggiungere una potenza di calcolo complessiva di 350 P-FLOPS (Floating point Operations Per Second). Il Centro Nazionale beneficerà inoltre degli aggiornamenti previsti per il sistema HPC Tier-1 attualmente



ICSC è stato inaugurato con il kick-off meeting del 25 e 26 novembre a Bologna, presso il Tecnopolo, alla presenza del Ministro dell'Università e della Ricerca, Anna Maria Bernini

Guarda la presentazione di Claudio Grandi e Sanzio Bassini in occasione del Workshop GARR 2022



operativo in Cineca, che fornisce i servizi Interactive Computing e Cloud, oltre a ospitare progetti di supercalcolo che necessitano di piccola-media scalabilità. L'aggiornamento vedrà una forte crescita dei servizi e risorse cloud, che diventeranno parte fondamentale di tutti i progetti di ricerca computazionali. Inoltre, ulteriori sistemi Tier-1 verranno realizzati per rispondere ai bisogni specifici delle diverse comunità.

I sistemi cloud e HPC (Tier-0, Tier-1 e Tier-2), realizzati o aggiornati attraverso i fondi del Centro Nazionale, saranno caratterizzati da un livello di integrazione che permetterà di scalare facilmente



le risorse con l'aumentare delle esigenze computazionali dei progetti.

Oltre che negli aspetti di potenziamento dell'infrastruttura, Cineca è profondamente coinvolto nelle attività di ricerca di spoke 1, con l'obiettivo di sfruttare l'esperienza e le competenze acquisite da Cineca nell'operare e utilizzare al meglio alcuni tra i sistemi di calcolo ad alte prestazioni più potenti al mondo nell'esplorare le tendenze future dell'HPC, promuovere l'adozione delle più promettenti tecnologie di supercalcolo e affrontare sfide crescenti come la sicurezza informatica.

Il nostro contributo nello spoke 1 mira ad aumentare la competitività dei servizi computazionali e di storage forniti agli utenti attraverso due linee di azione: l'incremento della capacità di calcolo nell'ordine del pre-exascale, sfruttando tecnologie hardware emergenti realizzate e testate nei progetti europei e su sistemi pilota (ad es. EuroHPC, EPI, EuPEX) e il miglioramento dei servizi HPC (Fenix-RI, EOSC DICE) per affrontare la complessità delle simulazioni odierne, con flussi di lavoro che richiedono ambienti flessibili, interattivi e con una gestione specifica di grandi moli di dati.

Quale sarà il ruolo di Leonardo?

Bassini: Oltre alle discipline scientifiche tradizionali, come fisica, astrofisica, chimica e fluidodinamica, Leonardo avrà il compito di affrontare progetti di frontiera, come la medicina personalizzata, il cambiamento climatico, la ricerca di nuove fonti di energia, lo sviluppo di nuovi materiali e la bioingegneria. Una parte delle risorse sarà anche destinata allo sviluppo di progetti industriali basati su intelligenza artificiale, digital twin e simulazione di impianti e processi in logica predittiva. Leonardo è il nodo più importante del network HPC che andrà a costituirsi a livello nazionale. Sarà una rete HPC federata con una piattaforma digitale condivisa per affrontare situazioni estreme come terremoti, tsunami e pandemie. Il network potrà compensare picchi di produzione quotidiana e migliorare l'efficacia della risposta dei singoli nodi di rete, sarà infatti un vero cloud di supercomputing a livello nazionale.

Cestari: Un esempio di progetto flagship europeo che verrà supportato dall'infrastruttura di supercalcolo e cloud, realizzata anche grazie al Centro Nazionale, è il progetto Destination Earth, che ha l'ambizione di creare un gemello digitale della terra nel tentativo di prevedere e mitigare i cambiamenti climatici che si stanno verificando. Il progetto si estende in un arco temporale di 10 anni, con il coinvolgimento fra gli altri di ECMWF, ESA e EUMETSAT.

Analogamente sarà possibile sostenere progetti nazionali caratterizzati da una estensione temporale ampia, sia di implementazione che di produzione (7-10 anni), durante la quale la raccolta e la gestione dei dati, oltre che la loro elaborazione, sarà centrale per il successo del progetto. Due esempi da ambiti disciplinari molto diversi sono la raccolta dei genomi e degli esomi della popolazione nazionale ai fini della ricerca per nuove cure, o la creazione di una collezione di beni culturali in

forma digitale per creare una libreria con accesso online, che possa promuovere la cultura italiana a livello internazionale.

Infine, il 20% delle risorse di Leonardo è destinato alle industrie con l'obiettivo di favorire il trasferimento tecnologico dal mondo della ricerca ai soggetti privati.

Che modello di accesso e integrazione delle risorse verrà adottato per Leonardo?

Cestari: Per il supercomputer Leonardo è già prevista una fase di early access program chiamata LEAP che consentirà a progetti selezionati per merito scientifico di realizzare vere e proprie pietre miliari computazionali nei rispettivi campi scientifici. Leonardo entrerà in produzione ad aprile 2023, con accesso "peer-reviewed". Il 50% delle risorse sarà assegnato con call europee o progetti flagship europei e il 50% sarà allocato con canali di assegnazione delle risorse gestiti a livello italiano.

Il modello di accesso della parte italiana sarà in relazione diretta con il Centro Nazionale. Gli spoke tematici avranno la necessaria autonomia per amministrare la

Oltre alle discipline scientifiche tradizionali, Leonardo supporterà progetti di frontiera come la medicina personalizzata o la ricerca di nuove fonti di energia

distribuzione delle risorse di calcolo, potendo privilegiare progetti di punta nella rispettiva disciplina scientifica. Il continuo interscambio tra spoke e hub permetterà inoltre di promuovere linee di ricerca prioritarie con la possibilità di dedicare loro risorse specifiche. Inoltre, con la progressiva evoluzione e integrazione dell'infrastruttura, un maggior numero di risorse per le diverse esigenze di supercalcolo, storage, quantum computing e cloud verrà messo a disposizione della ricerca tematica, con l'ambizione di poter sostenere tutte le ricerche italiane di carattere computazionale e promuovere le competenze e i risultati via via acquisiti.

Quali figure sono previste a supporto?

Bassini: Per sostenere quest'impresa sarà fondamentale la presenza di personale altamente formato per l'adattamento delle applicazioni all'ambiente HPC e di un servizio di supporto per l'utilizzo dell'infrastruttura distribuita. Sarà inoltre cruciale il ruolo del comitato che si occuperà di valutare le richieste di accesso alle infrastrutture connesse agli Open Call e destinare le risorse informatiche secondo la Access Policy del Centro Nazionale.

→ leonardo-supercomputer.cineca.eu



Mirko Cestari (a sinistra) e Sanzio Bassini (a destra) sono figure chiave nello sviluppo di progetti HPC in Cineca

GARR-T, TeRABIT e ICSC Tre progetti per una rete nazionale unitaria

Utenti di HPC supportati al top grazie a GARR-T e alla sua connettività su scala Terabit

di Maddalena Vario e Federica Tanlongo

ICSC è organizzato in una struttura a raggiera con un hub centrale e diversi spoke (raggi), per coprire le varie aree tematiche. GARR è tra i partner dell'iniziativa ed è coinvolto nello spoke "Infrastruttura cloud di supercalcolo", che ha il compito di gestire e coordinare l'infrastruttura dei sistemi HPC e Big Data a livello nazionale ed è trasversale a tutte le altre aree tematiche.

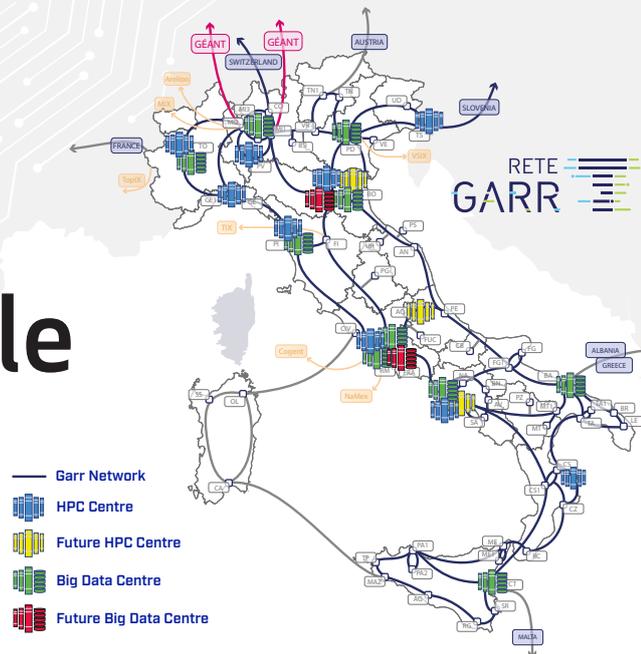
Lo spoke si occuperà dell'evoluzione dei centri di calcolo, con attenzione particolare ad alcune tematiche chiave, come l'efficienza energetica, l'incremento delle risorse HPC e Big Data, l'integrazione e la gestione di middleware open source, la cybersicurezza e l'organizzazione del supporto agli utenti.

L'attività GARR sarà focalizzata sul potenziamento della rete ad altissima capacità GARR-T, che fornirà connettività dedicata per la ricerca e l'istruzione a multipli del Terabit per secondo, garantendo l'interconnessione a bassa latenza dei centri di calcolo tra loro e la loro accessibilità da parte di utenti e applicazioni. Non basta infatti concentrarsi sull'interconnessione ad alta capacità dei centri HPC, anche gli utenti finali devono poter disporre di connessioni ad alta capacità per poter utilizzare al meglio l'infrastruttura di calcolo. Non è un caso che, secondo i dati CINECA, la maggior parte degli utenti HPC provenga da alcune grandi città italiane soprattutto del Nord e Centro Italia, in particolare nell'area di Milano, seguita da Roma, Trieste, Bologna e Torino: questo è legato soprattutto alla facilità di accesso alle infrastrutture HPC, ancora molto disomogeneo a livello nazionale.

La realizzazione di una rete più performante e capillare da un lato e l'integrazione di servizi HPC tradizionali e "bolle HPC" distribuite,

L'obiettivo è realizzare una rete più performante e capillare ed integrare servizi HPC tradizionali con bolle HPC distribuite, ispirate al paradigma edge

ispirate al paradigma edge, permetterà una fruizione più uniforme sul territorio e quindi un allargamento della base di utenza. Questo concetto è al centro del progetto TeRABIT, che integra le tre infrastrutture PRACE, HPC-BD-AI e GARR-T ed è complementare a ICSC. L'integrazione di HPC tradizionale e distribuito e la maggiore capacità della rete non solo amplieranno le possibilità degli utenti e permetteranno di offrire supporto anche a progetti e comunità scientifiche



fino ad oggi esclusi dall'uso dell'HPC ma consentiranno un uso più razionale delle risorse. Sarà infatti possibile archiviare i dataset in locale garantendo un accesso più rapido al dato. Il carico di lavoro di computazione potrà essere bilanciato grazie alla possibilità di eseguire una pre-elaborazione in prossimità dei siti dove sono stati prodotti i dati e trasferirli invece verso siti HPC più potenti allo scopo di eseguire operazioni più complesse.

Dal punto di vista della rete, TeRABIT estende ulteriormente l'infrastruttura di GARR-T già operativa e le sue integrazioni previste in ICSC, in particolare verso l'Italia insulare, completando finalmente l'infrastruttura in fibra ottica di ultima generazione con l'inclusione della Sardegna, regione che ospita tra l'altro alcune infrastrutture di ricerca strategiche coinvolte in altri interventi PNRR. Queste successive estensioni andran-

Il progetto TeRABIT è complementare a ICSC e permetterà di completare l'infrastruttura in fibra ottica raggiungendo anche la Sardegna

no a realizzare in modo trasparente un'unica infrastruttura nazionale di rete, pensata non solo per essere più performante e capillare ma anche per offrire servizi innovativi, in particolare nel dominio ottico.

La maggiore novità nella evoluzione verso GARR-T è rappresentata dall'estensione della service composability a livello di rete, così da permettere agli utenti di creare reti overlay dedicate alle loro risorse (di produzione, archiviazione di dati e di calcolo). Grazie anche all'utilizzo dell'automazione, questo approccio supporterà la riproducibilità dei flussi di lavoro e la riusabilità

complessiva di codice e dati, contribuendo quindi a un approccio FAIR ai prodotti della ricerca.

Con GARR-T e l'uso dell'automazione, sarà possibile supportare la riproducibilità dei flussi di lavoro e la riusabilità di codice e dati

Per soddisfare pienamente i requisiti di rete delle infrastrutture di ricerca multidisciplinari e degli utenti HPC, GARR-T offrirà connettività su scala Terabit a data

centre e infrastrutture e laboratori di ricerca nazionali e realizzerà un'architettura parzialmente disaggregata basata sull'utilizzo di fibre spente illuminate da un Open Line System (OLS). Oltre a molti vantaggi tecnici e all'abilitazione di nuovi servizi sullo strato ottico e pacchetto, il modello disaggregato apre la strada alla sostenibilità a lungo termine dell'infrastruttura, riducendo al minimo i rischi di vendor lock-in per le apparecchiature di rete e garantendone l'utilizzo per l'intero ciclo di vita.

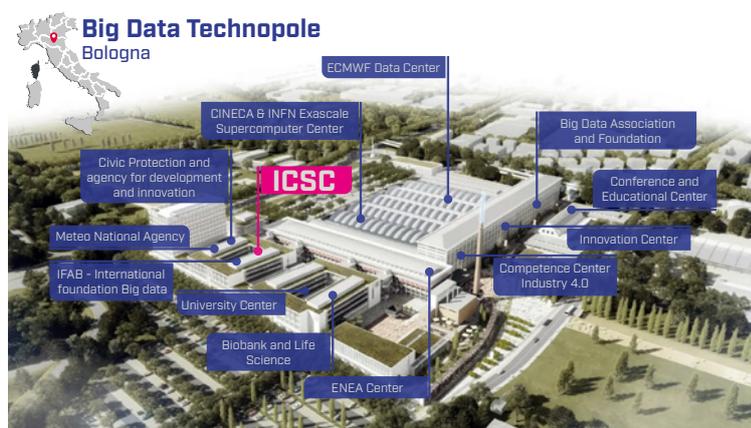


Claudia Battista
direttrice GARR

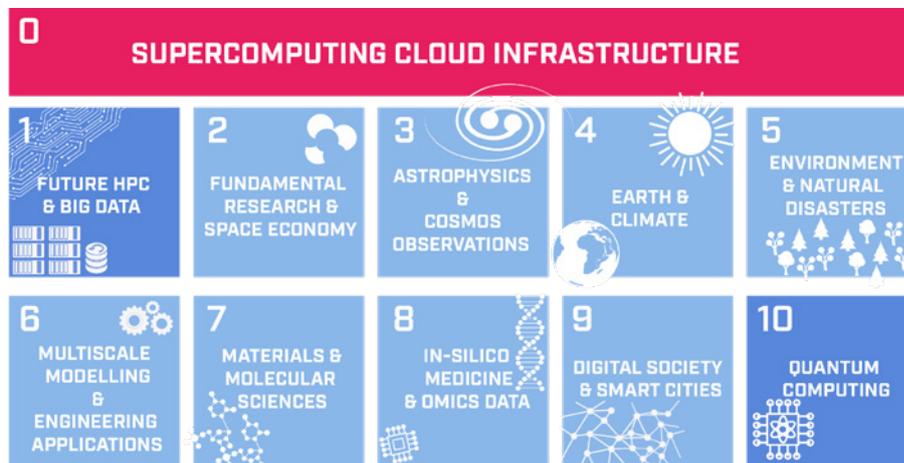
« Far parte di questa iniziativa ci riempie di orgoglio. È una sfida per tutto il comparto della ricerca italiana, che dimostra ancora una volta una grande unità di intenti.

Nei prossimi anni la crescita nella produzione di dati scientifici sarà esponenziale e avremo bisogno di infrastrutture digitali ad altissime prestazioni in grado di crescere e restare al passo con le esigenze dei ricercatori.

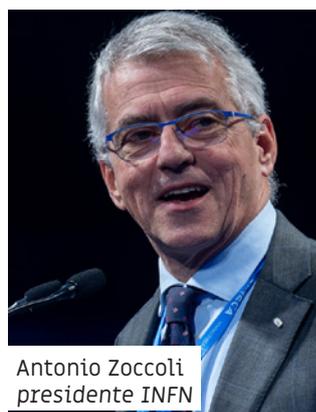
La rete GARR-T, che sarà potenziata con il Centro Nazionale, è progettata proprio per questo: per essere veloce, flessibile e capillare per permettere di fare ricerca indipendentemente dalla posizione geografica. »



Il quartier generale del Centro nazionale sarà collocato presso il Tecnopolo di Bologna, insieme al supercomputer Leonardo e al centro di calcolo principale di INFN che verrà trasferito lì.



Grazie al nuovo acceleratore quantistico saranno possibili per la prima volta in Italia simulazioni di carattere ibrido HPC-Quantum Computing e si potranno promuovere algoritmi che possano realizzare un vero proprio vantaggio quantistico rispetto a quelli tradizionali.



Antonio Zoccoli
presidente INFN

« Con ICSC vogliamo creare una nuova infrastruttura nazionale di supercalcolo, che sia dotata di diversi pilastri: da una parte c'è il super computer Leonardo HPC per il calcolo parallelo, dall'altra c'è tutta l'infrastruttura di calcolo di INFN High-throughput computing e big data ed infine c'è il terzo pilastro che è la rete, dato che tutte queste infrastrutture necessitano di essere connesse ad altissima velocità.

Per questo motivo avere una rete, quale quella GARR, che tra due o tre anni raggiunga la velocità di multipli del Terabit per secondo porrà l'Italia alla frontiera in questo campo, facendola diventare un punto di riferimento a livello europeo e a livello mondiale.

Con una rete così veloce potremo creare un data lake nazionale in cui tutti gli attori avranno la possibilità di accedere alle risorse di calcolo, sia che vengano dalle università e dagli enti della ricerca, sia che siano privati, in modo da cominciare a creare un ponte tra ricerca pubblica e ricerca privata.

Inoltre, la possibilità di avere un data lake con accesso cloud a risorse virtuali permetterà di fare un salto di qualità sia alla ricerca che al sistema produttivo italiano nei prossimi anni. GARR è sicuramente attrezzato per tutte queste sfide e potrà dunque giocare un ruolo fondamentale. »



Calcolo scientifico: condividere e fare community



di Paola Inverardi
Coordinatrice del Board degli spoke ICSC
Rettrice del GSSI Gran Sasso Science Institute

Condividere le best practice e allo stesso tempo capire dove e quando possiamo trasferire esperienza da uno spoke ad un altro credo sia fondamentale per la riuscita di questo progetto. Possiamo scegliere di fare solo coordinamento, come possiamo scegliere di fare qualcosa in più, ovvero costruire una vera e propria comunità. Il primo passo importante è quello di gestire la comunicazione. Per ora abbiamo un problema di comunicazione dall'alto verso il basso e per questo dobbiamo trovare il modo corretto di far passare l'informazione sulle linee di indirizzo che partono dalla governance della Fondazione ICSC e necessitano di arrivare agli affiliati, passando per gli spoke. È cruciale individuare lo strumento più adatto oltre che il modo migliore per passare le informazioni perché, se è vero che è importantissimo che l'informazione passi, è anche cruciale che non crei entropia in un sistema che è già di dimensioni vastissime e molto frastagliato.

È necessario che l'informazione nel passaggio non venga distorta ed è importante che non si creino sovrapposizioni tra le attività degli spoke che spesso portano

La differenza tra il semplice coordinamento e la costruzione di una vera e propria comunità passa attraverso il gioco di squadra, il superamento dei particolarismi e il riconoscimento della ricchezza delle diversità

avanti attività molto simili. Per questo **la comunicazione e la collaborazione, anche a livello più scientifico, diventano essenziali per evitare una duplicazione degli sforzi e nello stesso tempo mettere a sistema le competenze che abbiamo**. Non solo, è essenziale uniformare le politiche, lasciando ovviamente un margine di libertà agli spoke, per creare un modus operandi comune e riconoscibile per affrontare la ricerca. Infine, è necessario coordinarsi per gestire i problemi comuni a tutti gli spoke, interfacciandosi con i laboratori e proponendo soluzioni.

Visione d'insieme

Non solo, non si può prescindere da avere una progettualità, una visione e delle aspettative comuni, per essere in grado di fare rete e poter accedere a dei fondi di innovazione tecnologica e a dei fondi competitivi di ricerca di base, a cui da singoli non potremmo accedere. Inoltre, se davvero vogliamo costruire questa comunità, dobbiamo anche

pensare di **mettere in campo i nostri saperi e investire sulla formazione**. L'altro tema che riguarda sempre il concetto di fare comunità è quello dell'apertura e dell'inclusione, adottando una politica di apertura verso la comunità scientifica e verso le imprese.

Ed infine, una cosa che credo possa fare la differenza tra il coordinare solamente oppure costruire e sentirsi una comunità, è quella di mettere in piedi una capacità di autogoverno, con una prospettiva che vada oltre il 2026. **Siamo dinanzi ad un'opportunità unica**, dato che si tratta di un esperimento nazionale, che coinvolge tutta l'Italia in modo più o meno diretto ed ha il merito di fondarsi su qualcosa di molto concreto, che è appunto questa infrastruttura di calcolo che supera i confini, sia istituzionali che regionali e si offre all'intero paese. Non è un'operazione affatto scontata ed è necessario che si cambi logica, si faccia squadra e non si giochi da singoli, per mettere invece tutto a fattor comune. Siamo eterogenei a livello di discipline e di organizzazione e siamo distribuiti geograficamente, dato che ci sono le università, gli enti pubblici di ricerca, i centri di ricerca pubblici e privati e le aziende. Infine siamo diversi nel modo con il quale interpretiamo il nostro modo di lavorare. Secondo me tutta questa diversità è una grande ricchezza, a patto che siamo in grado mettere tutto a sistema.

Ricordo che, subito dopo l'università di Scienze dell'Informazione a Pisa, ho lavorato per 3 anni presso l'Olivetti, considerata allora un player mondiale nel suo campo. Ero coinvolta nel primo progetto nazionale di informatica e per questo sono stata esposta a una comunità nazionale eterogenea, sia nella formazione che nel modo di lavorare, e ritengo che a quei tre anni io debba molto di quello che sono oggi. Penso che con questo progetto abbiamo la possibilità di creare quel tipo di contesto e fare in modo che si possa crescere in un ambiente eterogeneo e pieno di competenze, che ha obiettivi e sfide importanti. **Abbiamo bisogno di un'infrastruttura virtuale che ci sostenga nella comunicazione, nella condivisione dei documenti e nella progettazione comune**. Abbiamo bisogno di intensificare il rapporto con l'Industrial Board e con il gruppo di ricerca che si occupa dell'impatto sociale ed economico e stiamo cominciando a pensare alla creazione di gruppi di lavoro. È una sfida molto importante quella che ci aspetta e la cosa certa che ad oggi sappiamo è che solo lavorando tutti insieme capiremo come affrontarla al meglio.



Un anno di cambiamenti

di Federica Tanlongo

Il 2022, anno in cui ricorre il ventennale del GARR come entità legale indipendente, è stato un anno di cambiamenti importanti. In luglio è avvenuto il rinnovo del Consiglio di Amministrazione e l'elezione del nuovo presidente per il triennio 2022-2025 nella persona del prof. Maurizio Tira, che succede a Sauro Longhi, in carica dal 2014. Ingegnere civile, il professor Tira è Ordinario di Tecnica e pianificazione urbanistica presso l'ateneo lombardo, di cui è diventato rettore nel 2016.

Poco dopo, il CdA GARR ha nominato la **nuova direttrice Claudia Battista, alla guida dell'Associazione Consortium GARR** a partire dal 1 novembre 2022. L'avvicendamento è stato annunciato durante l'annuale edizione del Workshop GARR "Net Makers", tornato in presenza dopo 2 anni e tenutosi a Roma dal 26 al 28 ottobre.

Già vicedirettrice e coordinatrice del Dipartimento Network, Claudia Battista succede a Federico Ruggieri, entrato in carica nel 2015 ed arrivato a fine mandato. Con la sua nomina si rinnovano anche i ruoli di vice direttore e di coordinamento di due dei tre Dipartimenti GARR: **il nuovo vicedirettore è Massimo Carboni**, Chief Technical Officer e già coordinatore del Dipartimento Infrastruttura, mentre **la nuova coordinatrice del Dipartimento Network è Sabrina Tomassini**, ingegnere delle telecomunicazioni e in precedenza a capo del team che si occupa della pianificazione della rete. Claudia Battista, oltre al ruolo di direttrice, assume anche il coordinamento ad interim del terzo dipartimento GARR: Calcolo Storage Distribuito (CSD).

Ma oltre a un nuovo presidente e una nuova direttrice, il 2022 ha anche portato un cambiamento di statuto con alcune importanti novità che proiettano GARR verso il futuro. Tra le principali novità c'è **l'eliminazione dei limiti di durata del Consortium GARR**, precedentemente fissati al 2040. Si tratta di un passo importante nella direzione della sostenibilità di lungo periodo di un'infrastruttura digitale già riconosciuta come unica e abilitante per tutto l'ecosistema della ricerca, in modo particolare

Vertici rinnovati e la firma di un nuovo statuto che guarda al futuro hanno caratterizzato il 2022 del GARR

in un momento di svolta, come quello attuale, con l'avvio delle iniziative finanziate nell'ambito del PNRR che vedono GARR e la sua comunità tra i protagonisti.

Guardando al futuro, inoltre, **il nuovo Statuto apre agli istituti di ricerca biomedica afferenti al Ministero della Salute** la possibilità di aderire al GARR in qualità di soci. Attualmente sono 58 le sedi di Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) e Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IZS) connessi ad alta velocità alla rete nazionale, grazie ad un accordo tra GARR ed il Ministero della Salute, attivo fin dal 2005.

La firma del nuovo statuto arriva in concomitanza con la celebrazione dei vent'anni di attività del Consortium GARR, l'associazione che gestisce la rete italiana dell'istruzione e della ricerca. L'atto costitutivo dell'associazione fu infatti siglato il 13 novembre 2002 dagli enti fondatori CNR, ENEA, INFN e Fondazione CRUI in rappresentanza di tutte le università italiane con Angelo Scribano quale primo Presidente. Nel corso degli anni la compagine associativa si è allargata includendo anche altri importanti enti di ricerca nazionali come INAF e INGV.

→ www.garr.it



CLAUDIA BATTISTA

“ La rete GARR è un obiettivo a cui ho contribuito per tutta la mia vita lavorativa e prenderne la guida oggi, in un momento in cui stiamo migrando alla nuova rete al Terabit GARR-T, rappresenta per me un coronamento dal punto di vista professionale ma anche una grande sfida. Raccoglio l'eredità di Federico Ruggieri e di Enzo Valente, fondatore del GARR, con l'ambizione di poter continuare la crescita di un'infrastruttura e di una organizzazione che, dalla sua nascita, ha sempre supportato chi fa ricerca, formazione e cultura nel nostro paese nella fondamentale attività di comunicare e collaborare. ”

“ Per me è un grande onore iniziare il mandato proprio in quest'anno così speciale in cui GARR celebra i vent'anni dell'associazione. Da rettore di università, poter dare il mio contributo alla rete nazionale della ricerca è una grande responsabilità e il mio impegno costante sarà quello di portare tutta la mia esperienza a servizio di questa rete, perché possa continuare a crescere e a mantenere l'eccellenza che l'ha caratterizzata sino ad oggi e che ci è riconosciuta anche a livello internazionale. ”



MAURIZIO TIRA

IdP in the Cloud

per un accesso a migliaia
di contenuti web in tutta sicurezza

di Marta Mieli

IdP in the Cloud è il servizio di Identity as a Service per le organizzazioni della comunità GARR, conforme alle specifiche della Federazione IDEM e a quelle dell'interfederazione eduGAIN. Un servizio che permette di accedere a migliaia di risorse web federate in sicurezza. Attraverso l'adesione al servizio è possibile ridurre drasticamente i costi dell'accesso federato dovuti all'integrazione del proprio sistema di gestione delle identità digitali in Federazione IDEM ed eduGAIN.

Il servizio è dedicato agli enti che hanno poche risorse a disposizione, poco personale IT, unità di piccole dimensioni o comunità partizionate (ad esempio gli IRCCS, Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico). Ad oggi il servizio è fornito a 41 enti per circa 3.500 utenti e 8.000 autenticazioni l'anno. In termini assoluti, questi potrebbero non sembrare grandi numeri, ma è solo grazie ad Idp in the Cloud che è possibile garantire a questi enti l'accesso ad una serie di servizi GARR (Filesender, GARR Cloud, GARR Meet, SCARR, GINS), servizi di ricerca, servizi di prenotazione di risorse bibliografiche (ad es. Nilde), accesso alle riviste scientifiche, ecc.

Per saperne di più abbiamo rivolto alcune domande a Davide Vaghetti, coordinatore del servizio IDEM GARR AAI e a Marco Malavolti e Mario Di Lorenzo che si occupano dello sviluppo del servizio.

Perché avete sviluppato una nuova versione di IdP in the Cloud e non vi siete limitati ad aggiornare l'attuale?

Vaghetti: I motivi fondamentali per cui abbiamo deciso di sviluppare una nuova versione sono due: la necessità di implementare nuovi requisiti e la volontà di rendere molto più efficiente e resiliente il servizio.

Quante risorse sono attualmente necessarie per garantire un servizio efficiente?

Malavolti: Nella versione 2 di IdP in the Cloud, così come nella sua prima versione, il servizio "costava" a GARR la creazione di 1 macchina virtuale (dotata di 2 vCPU, 4 GB di RAM e 20 GB di Disco) per ciascuno dei 41 enti aderenti. Con un rapido calcolo, considerando anche il fatto che è necessario ridondare tutte le istanze per la continuità operativa, otteniamo 168 vCPU, 328GB di RAM e 1640 GB di Disco.

Come è stato sviluppato IdP in the Cloud 3.0?

Vaghetti: A giugno 2022 abbiamo iniziato la raccolta dei requisiti mentre il processo di sviluppo vero e proprio è

partito a luglio dello stesso anno. Abbiamo riprogettato il servizio da zero pensandolo molto diversamente dal precedente. In primo luogo, IdP in the Cloud 3.0 è "multi-tenant", ossia un'unica piattaforma in grado di fornire il servizio a più organizzazioni partizionandolo per ciascuna di esse. Contemporaneamente abbiamo deciso di sviluppare un sistema di identity management dedicato e sviluppato in casa dato che quello precedentemente utilizzato non supportava adeguatamente i nuovi requisiti del servizio. **Tra le nuove caratteristiche implementate, vanno menzionate la Multi-Factor Authentication (MFA) e la verifica dell'accreditamento**, ossia il processo tramite il quale si inseriscono gli utenti sulla piattaforma, via API (Application Programming Interface), che seguirà processi di verifica differenziati a seconda di chi lo utilizza. Ad esempio nel caso degli IRCCS, la verifica dell'accreditamento avverrà tramite la consultazione del Workflow della Ricerca.

Come è composta l'architettura e quali sono i maggiori cambiamenti della nuova versione?

Malavolti: Dopo anni di onorato servizio di sviluppo di ricette per creare i singoli IdP in the Cloud v1 (Puppet) e v2 (Ansible), la nuova v3 porta con sé un notevole cambiamento, non solo dal punto di vista delle tecnologie usate per il deployment (Docker), ma soprattutto per il cambio di Framework SAML che passa da Shibboleth (di cui possiamo fregiarci del titolo di maestri indiscussi nell'installazione e nella configurazione, grazie ai nostri How-to e al notevole lavoro che facciamo con i nostri utenti di Federazione IDEM) a SimpleSAMLphp, framework SAML che ha il supporto multi-tenant (una istanza, più organizzazioni).

La nuova versione di IdP in the Cloud offrirà il supporto al Multi-Factor Authenticator che aumenterà almeno di un grado il livello di sicurezza delle identità divulgate alle risorse federate. La nuova architettura prevede la netta separazione di front-end e back-end. Il front-end comprende l'Identity Provider (il sistema di autenticazione federata), l'Identity Management System e l'interfaccia di gestione del secondo fattore di autenticazione. Il back-end invece è composto dal Directory Server ed il Database. Ogni componente è ridonato e bilanciato se necessario. Quest'architettura produrrà un notevole guadagno dal punto di vista delle risorse impiegate per erogare il servizio IdP in the Cloud.

Quante risorse si potrebbero risparmiare

sulla versione multi-tenant rispetto a quella attuale, a parità di prestazioni?

Malavolti: IdP in the Cloud v3 utilizzerà 4 container node dotati ciascuno di 8 vCPU, 32 GB di RAM e 256 GB di spazio disco per un totale di 32 vCPU, 256 GB di RAM e 1024 GB di spazio disco. Tali sono le risorse hardware necessarie per offrire il servizio, a parità di prestazioni, agli attuali 41 istituti aderenti e a quelli futuri.

Ci puoi dare qualche informazione in più sulla nuova interfaccia e sulle novità più rilevanti per gli utenti?

Di Lorenzo: L'interfaccia utente della versione 2 di IdP in the Cloud è stata completamente rivisitata. La nuova interfaccia è basata sul tema di Bootstrap Italia per la Pubblica Amministrazione, sviluppato e supportato

da Developers Italia. Il punto di forza è la riconoscibilità: l'utente si ritroverà la stessa interfaccia sia quando utilizzerà l'Identity Management System che quando effettuerà l'accesso sull'Identity Provider. Le novità più rilevanti riguarderanno invece gli amministratori degli Identity Provider: abbiamo deciso di abbandonare l'attuale interfaccia, phpLDAPAdmin, utilizzata per operare su LDAP, in favore di un'interfaccia intelligente e molto più semplice da utilizzare.

→ www.idem.garr.it



Da sinistra:
Davide Vaghetti,
Marco Malavolti
e Mario Di Lorenzo

Competenze hi-tech: una ricetta per attrarre giovani talenti

Si è conclusa con successo la prima edizione della GARR Academy, l'iniziativa lanciata per formare e avviare al lavoro nuovi DevOps Engineer

di Carlo Volpe

Francesco, Alfredo, Filippo, Sara, Davide, Luca, Manfredi, Lorenzo e Damiano: prendete nove giovani studenti con un'età media di 22 anni, provenienti da tutta Italia e uniti dalla stessa passione per l'informatica, aggiungete, come docenti, esperti di networking e servizi ICT, anche loro mediamente al di sotto dei 35 anni e immaginate come, per 4 settimane, gli uffici romani di GARR possano essere stati invasi di energia, entusiasmo e freschezza.

La GARR Academy è stata soprattutto questo e ciò che gli allievi hanno raccontato a fine corso disegna un quadro unanime sull'atmosfera che si è creata. Le loro parole chiave sono state interesse, curiosità, formazione, ma più di tutto gruppo, amicizia, collaborazione. Insieme alla competenza dei docenti, hanno tenuto a sottolineare.



In aula, gli argomenti preferiti sono stati Kubernetes “e la sua applicazione per la fornitura di servizi affidabili e sicuri”, come ci dice Luca, oppure Ansible “per la possibilità di utilizzare la tecnologia per automatizzare i processi”, come raccontano in tanti o ancora Docker come hanno scelto Sara e Damiano. Tutti però concordano sul fatto che l’aspetto più interessante sia stato “mettere le mani in pasta”, ovvero sperimentare concretamente sul campo, guidati dalle indicazioni di professionisti che lavorano tutti i giorni con queste tecnologie. In questo l’Academy ha rappresentato qualcosa di diverso, in grado di arricchire e di essere complementare agli insegnamenti teorici dell’università.

Ma da dove nasce l’idea della GARR Academy e perché è stato avviato un percorso di questo tipo? Ce lo spiega la direttrice **Claudia Battista** che la descrive come “una risposta all’esigenza di trovare personale giovane in grado di sviluppare software per una rete che sta evolvendo e

Kubernetes, Ansible, Docker e tanti altri argomenti: gli allievi hanno apprezzato la possibilità di mettere le mani in pasta e sperimentare in concreto su tecnologie già in produzione

diventando sempre più complessa. L’approccio tradizionale” continua la direttrice, “non è più sufficiente e l’Academy si è rivelata un’esperienza positiva, interamente gestita con docenti che fanno parte dello staff GARR. Abbiamo sfruttato le loro elevate competenze nel settore scegliendo anche docenti molto giovani per ridurre la distanza con gli allievi.”

“Negli ultimi anni abbiamo trasformato il nostro modo di operare, portando in casa le competenze necessarie” conferma **Massimo Carboni**, CTO GARR. “Tuttavia, con l’adozione di tecnologie di automazione, abbiamo sempre più bisogno di colleghi che sappiano

Foto di gruppo degli allievi con alcuni dei docenti

lavorare in modo diverso secondo quei nuovi paradigmi che viviamo quotidianamente per la gestione dei problemi complessi. Per questo abbiamo messo a disposizione il nostro know-how a giovani volenterosi di apprendere, perché nel mercato del lavoro le risorse che cerchiamo sono molto rare”.

Sfide digitali sempre nuove, tecnologie che si rinnovano con un ciclo di vita molto rapido, cambiamenti sociali post-pandemia sono, infatti, tutti ingredienti di un panorama del settore ICT in continuo fermento. Negli ultimi anni, quasi tutte le organizzazioni nei diversi settori operativi, si stanno confrontando con questo problema comune: trovare, assumere e trattenere giovani talenti nelle professioni più tecnologiche.

La domanda è molto alta, la competizione serrata e per le organizzazioni pubbliche è ancora più difficile il confronto con le realtà private. Completa lo scenario critico, il dato, rilevato da Eurostat, dell’Italia che con il 72,8% è il paese europeo con la più alta percentuale di specialisti ICT con più di 35 anni.

GARR, anche attraverso l’Academy, prova ad arginare questo fenomeno e porsi anche come motore di un cambiamento. Significativo il fatto che i docenti dell’Academy abbiano in media proprio 35 anni, in controtendenza rispetto ai dati Eurostat.

La prima edizione della GARR Academy è stata dedicata alla formazione di DevOps Engineer: figure specializzate nell’ambito dello sviluppo, della gestione e dell’evoluzione dei servizi ICT con i più moderni standard di qualità. Questo profilo professionale è tra i più ambiti sul mercato del lavoro e anche il più richiesto dalle aziende



all'estero. Si tratta di figure che uniscono diverse competenze e per le quali c'è una domanda molto elevata: il rapporto Anpal-Unioncamere "Previsioni dei fabbisogni occupazionali e professionali in Italia a medio termine (2022-2026)" stima infatti per i prossimi cinque anni un fabbisogno di professionisti con un mix di almeno due e-skills di grado elevato fra le 875mila e le 959mila unità.

I docenti dell'Academy, scelti tra il personale GARR, hanno in media 35 anni, in controtendenza rispetto ai dati Eurostat sull'impiego nel settore ICT

L'Academy è stato un programma gratuito e full immersion della durata di 120 ore dedicato alla formazione di neolaureati e neodiplomati su argomenti tecnici senza tralasciare importanti nozioni di team building, problem solving, tecniche di delega e negoziazione, sicurezza sul lavoro. Tra gli argomenti trattati: Linux, Python base, templating Jinja, Ansible, Git e GitLab, Docker, Workflow CI/CD in GitLab, sviluppo di architetture software con Kubernetes, metodologia DevOps focalizzata sui servizi GARR.

A tracciare un bilancio conclusivo dell'esperienza è **Patrizia Landi**, responsabile dell'Ufficio Risorse Umane di GARR il giorno della presentazione dell'Academy dà il benvenuto agli allievi

Internamente, un valore molto positivo, è stato il senso di appartenenza che è venuto fuori tra i dipendenti di varie aree operative durante le fasi organizzative e nel corso delle lezioni. È stato bello vedere in azione, ancora una volta, lo spirito GARR con tante persone impegnate e coese verso un obiettivo comune. E lo abbiamo fatto nel nostro classico stile lavorativo: con piacere, divertendoci e in leggerezza.

Dal punto di vista esterno, invece, è motivo di orgoglio aver dato la possibilità a giovani talenti che si affacciano al mondo di lavoro di entrare in contatto con professionisti dalle competenze uniche. Il percorso non si è limitato all'aspetto formativo e ha dato buoni frutti anche in termini di occupazione. A partire da dicembre, infatti, 5 ragazzi sono entrati



Patrizia Landi, responsabile dell'Ufficio Risorse Umane di GARR il giorno della presentazione dell'Academy dà il benvenuto agli allievi

a far parte del nostro staff, ricoprendo la posizione di DevOps Engineer nelle sedi di Roma e Milano”.

E per il futuro? L'esperienza di quest'anno potrebbe non rimanere isolata. È ancora presto per parlarne ma c'è l'intenzione di ideare nuove edizioni, condividendo il percorso intrapreso anche con le altre reti della ricerca a livello internazionale e magari avviare nuove fruttuose collaborazioni.

→ academy.garr.it

Durante il percorso formativo, gli allievi hanno avuto la possibilità di partecipare al Workshop GARR, uno dei momenti più importanti di confronto con la comunità



eduroam e le nostre password

Forse è tempo di eliminarle

Riflessioni sul futuro del roaming della ricerca (e sulla sicurezza dei suoi utilizzatori)

di Daniele Albrizio
Università di Trieste

La rete di roaming mondiale della ricerca e dell'istruzione eduroam è un progetto di gran successo: la più grande rete di roaming wireless al mondo, fiore all'occhiello delle reti della ricerca europee e mondiali. **eduroam è un game-changer nella fruibilità delle connessioni ad internet per milioni di dispositivi di ricercatori, docenti, studenti e personale di migliaia di organizzazioni** che portano avanti il progresso e la cultura di più di cento paesi.

Ma è proprio così facile utilizzarla? eduroam si basa su protocolli e meccanismi usati nelle reti enterprise e inediti per chi finora ha visto solo "la Wi-Fi" di casa o degli esercizi alberghieri o commerciali. Parliamo dei nuovi studenti, dei docenti che varcano per la prima volta le aule universitarie dalla parte della cattedra o di quelli che per la prima volta posano gesso, lucidi e pdf in chiavetta e aprono il proprio laptop agganciandolo alla videoconferenza per accedere a qualche contenuto o strumento didattico online e in cloud.

eduroam si regge su due colonne: la facilità di utilizzo e la credibilità degli enti che riconoscono gli account degli utenti come propri

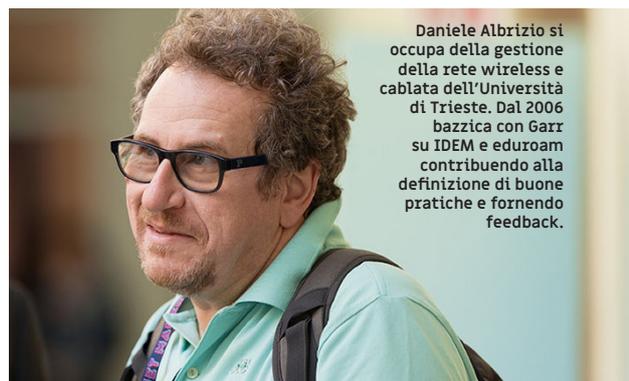
Questa tipologia di utenti è cresciuta numericamente in modo molto importante in questi anni di didattica a distanza. Per loro è normale e corretto connettersi alla rete cliccando su eduroam, accettando il certificato e ignorando i "soliti" avvisi dei sistemi operativi. Questo modo di procedere rende però le loro credenziali facilmente sottraibili (dicono le raccomandazioni sui siti delle nostre organizzazioni), ma moltissimi tendono a sottovalutare i rischi e preferire la via più facile e veloce che porta al risultato di "essere online" piuttosto che imbarcarsi in strane procedure, scaricare software, selezionare il proprio ente in mezzo a migliaia.

Insomma, **si tratta di una lotta impari fra i paladini della sicurezza delle credenziali e l'utente che giustamente vuole collegarsi velocemente e senza fastidi.**

Possiamo immaginare eduroam come un'architettura fatta di infrastruttura e governance, che si regge su due colonne: la facilità di utilizzo ("it just connects" è la declinazione eduroam dell'always-on) e la credibilità (trust) degli enti che riconoscono gli account degli utenti come propri. Tuttavia, in virtù degli attacchi conducibili sui dispositivi utente mal configurati, questi account potrebbero essere stati "rubati" diverse volte e nella migliore delle ipotesi essere in mano a chi vuole



eduroam è un successo globale. Ma è abbastanza sicuro per tutti gli utenti?



Daniele Albrizio si occupa della gestione della rete wireless e cablata dell'Università di Trieste. Dal 2006 bazzica con Garr su IDEM e eduroam contribuendo alla definizione di buone pratiche e fornendo feedback.

approfittare di una connessione gratuita e veloce.

eduroamCAT e **geterduroam** sono due progetti che aiutano moltissimo nella configurazione corretta e sicura dei dispositivi tramite l'installazione di profili di connessione preconfezionati da parte di chi rilascia le credenziali. Un livello di sicurezza estremamente più alto, però, si raggiungerà solo impedendo all'utente di accedere con le stesse credenziali di single-sign-on che usa per tutti gli altri accessi e utilizzando al loro posto dei token unici per ogni suo dispositivo. Naturalmente l'onboarding deve essere semplice almeno quanto gli strumenti già esistenti, se non di più.

Su questo sentiero si sta muovendo Let's Wifi, un generatore di certificati autenticato SAML per il programma di installazione geteduroam. L'idea prevede che ogni utente scarichi il programma di installazione ma, invece di inserire le credenziali nella configurazione dello smartphone, venga rediretto su un portale, che dopo averlo autenticato restituisca al programma di installazione un certificato client appena firmato. Il dispositivo in questa maniera si autenticerà mutuamente all'infrastruttura.

Certamente, in questo modo tutto è molto più sicuro e meno arbitrario, ma è un grande progetto ed è necessaria la collaborazione dei maggiori utilizzatori finali (Università e loro utenti) nel bug reporting e nella richiesta di funzionalità. Così il risultato sarà facile da usare su tutti i dispositivi in maniera tale da affermarsi come il nuovo modo sicuro di connettersi ad eduroam.

→ eduroam.org → cat.eduroam.org
→ github.com/geteduroam

IL TOLC ricomincia da tre: upgrade, resilienza, ridondanza

*Ecco come il CISIA
risponde alle nuove
sfide dei test online*

di Maddalena Vario

I TOLC (Test Online CISIA) negli ultimi anni hanno segnato un incremento a doppia cifra in termini di erogazioni al servizio del sistema universitario. Oggi sono strumento indispensabile per la valutazione delle competenze in ingresso o per l'accesso programmato, laddove previsto. Per questa ragione CISIA ha progettato e realizzato un importante upgrade infrastrutturale e di rete, per ottenere maggiore resilienza, capacità d'erogazione, alta disponibilità del servizio con ridondanza geografica.

Ne abbiamo parlato con **Gianluca Cometa**, classe 1995, che presso il CISIA ricopre il ruolo di Network Engineer, occupandosi della progettazione e gestione dei data centre CISIA.

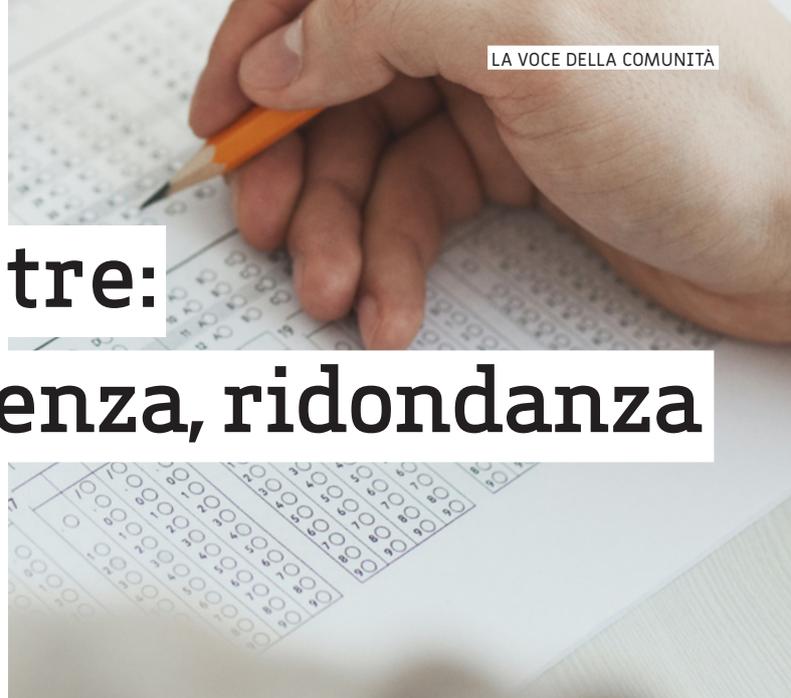
Quando è stato erogato il primo TOLC?

Era lunedì 16 aprile del 2012 quando veniva erogato il primo TOLC su rete GARR, in un'aula universitaria a Trento. La vera rivoluzione di allora era che non fosse richiesto nessun intervento nella configurazione di applicazioni da parte degli atenei, in quanto il client d'erogazione era (ed è tutt'ora) una Web Application. Il punto centrale, secondo me, quello che nessuno avrebbe immaginato, è quanti e cosa sarebbero diventati i TOLC da lì a poco.

Dal 2012 i TOLC sono diventati una realtà consolidata, ma la vera rivoluzione è accaduta nel 2020 in seguito alla pandemia. L'erogazione prima della pande-

All'inizio, nessuno avrebbe immaginato quanti e quanto importanti sarebbero diventati i TOLC da lì a pochi anni

mia era fatta al 100% nelle aule universitarie e quindi la pandemia globale ci ha posto dinanzi ad un problema notevole: dopo un intenso lavoro di riprogettazione sono quindi nati i **TOLC@CASA, una versione remota che ha messo a dura prova lo sviluppo degli applicativi CISIA**. Ne siamo usciti vincenti e ne è dimostrazione il fatto che 1092 Corsi di Laurea hanno utilizzato un



TOLC nel 2022 come strumento di selezione e valutazione delle conoscenze in ingresso.

Nel 2017 ci attestavamo a circa poco più di 82.000 test per passare a più di 222.000 test nel 2020. Con un dato aggiornato al 2022 che si attesta a più di 329.000

Nell'ultimo anno e mezzo, anche grazie alla collaborazione con GARR, c'è stato un importante cambio di paradigma

test. Non solo, i TOLC@CASA ci hanno portato ad aprire i TOLC anche a livello internazionale, in particolare in 117 paesi nelle case di 3.600 studenti.

Come avete risposto tecnicamente a questi incrementi?

In questo ultimo anno e mezzo, anche grazie alla collaborazione intensa con GARR, c'è stato un importante cambio di paradigma, sia dal punto di vista d'erogazione che dal punto di vista sistemistico. **Il CISIA storicamente ha sempre erogato con un proprio data centre, quindi la prima parola chiave è stata l'upgrade del data centre interno** con conseguente efficientamento energetico. Abbiamo introdotto un layer network intra data centre basato su un nuovo approccio che ci garantisce alta efficienza, abbandonando un approccio legacy e cercando di rispondere alle esigenze delle applicazioni moderne, orientate a servizi e microservizi. Abbiamo poi effettuato **un upgrade delle risorse di computing e**



Il Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso (CISIA) è un consorzio senza fini di lucro, formato esclusivamente da atenei statali, che supporta le Università nella realizzazione ed erogazione dei test di accesso e di verifica delle conoscenze in ingresso ai corsi di studio universitari. Attualmente il CISIA annovera tra i propri consorziati 59 atenei e le Conferenze di Ingegneria, Architettura e Scienze.

di storage.

Per quanto riguarda la **resilienza** abbiamo irrobustito le procedure di backup e abbiamo messo in produzione una sede di disaster recovery, che geograficamente si trova distante dal data centre primario. L'obiettivo del prossimo biennio è la messa in produzione di un nodo in business continuity paritaria, per garantire così la possibilità di erogare da più location distribuite sul territorio nazionale, contemporaneamente.

Infine abbiamo lavorato sulla **ridondanza**, in particolare sulla ridondanza di accesso alla rete GARR e dei sistemi di erogazione in termini applicativi, superando l'approccio monolitico nell'erogazione dei servizi e abbracciando un'ottica di geodistribuzione per avvicinare il più possibile il contenuto all'utente finale.

E per quanto riguarda l'accesso alla rete, come era prima e com'è oggi?

L'accesso alla rete GARR avviene attraverso una fibra ottica che è rimasta tuttora la nostra via primaria, in particolare una fibra ottica fornita dall'Università degli studi di Pisa in modalità singola via. L'accesso alla rete GARR era un accesso a 100 Mbps. Trattandosi di una web application raggiungibile come qualunque servizio web via URL, in caso di qualsiasi tipo di problema (ovvero un problema fisico, un problema di apparati, un problema di configurazione sulla parte di accesso) l'unica strada che avevamo era quella della modifica del DNS tra le classi di indirizzamento IPv4 fornite da GARR e dall'ISP di backup. Questa procedura operativa ci ha fatto sperimentare non solo i benefici, ma anche gli svantaggi di tale approccio, infatti il tempo di propagazione del DNS aveva l'effetto di causare dei tempi di ripristino a nostro avviso troppo lunghi. Il primo passo concordato con GARR è stato quello di **ampliare la capacità di accesso alla rete**. Abbiamo anche uniformato il servizio di un operatore commerciale, che eroga un collegamento di backup, transitando da una tecnologia VDSL ad una tecnologia in fibra ottica doppia via con un accesso a 1 Gbps.

Inoltre abbiamo reso maggiormente affidabile l'accesso alla rete GARR, creando una rete dedicata fino ad secondo un PoP GARR. Abbiamo quindi installato e configurato il sito di disaster recovery, che ha previsto anche la progettazione e l'implementazione di una rete di

trasporto L2 tra il nostro data centre e il sito di Disaster recover, implementandolo con una rete operatore su un circuito DWDM a 10 Gbps in doppia via geografica.

Quali sono i vantaggi?

Sicuramente la parte di ridondanza fisica di accesso alla rete GARR ci garantisce una maggiore resilienza in caso di guasti e le relative procedure di manutenzione risultano molto più agevoli e hanno un minor impatto finale. Un sito di disaster recovery geograficamente distante rispetto al primario e con punti di accesso alla rete indipendenti e paritari rispetto al data centre primario, ci collocano su un livello di sicurezza tra i più elevati possibili in termini di ridondanza.

E per quanto riguarda lo storico data centre CISIA?

CISIA ha sempre erogato con un proprio data centre posizionato a Pisa non progettato però per il fabbisogno che si è manifestato negli ultimi anni. Per questa ragione, nell'ultimo anno e mezzo ha subito una completa ristrutturazione che ci ha portato ad adottare una soluzione più "green", ottimizzando i consumi energetici e di climatizzazione. Abbiamo adottato una soluzione Closed Loop di Rittal, che ci ha permesso di avere (by design) un

Il primo passo, concordato con GARR è stato quello di ampliare e la capacità di accesso alla rete e rendere il link più affidabile

PUE stimato annuo minore di 1,8. I collaudi sono terminati poche settimane fa, ma le prime misurazioni energetiche sono promettenti.

La ristrutturazione è stata anche l'occasione per ampliare la parte di distribuzione e continuità elettrica ora in ridondanza N+1, così come la parte di climatizzazione, anch'essa in configurazione N+1, mettere su un evoluto sistema di rilevazione e spegnimento incendi da rack in deplezione d'ossigeno e un sistema di controllo per gli accessi fisici.

Quali sono i prossimi obiettivi?

Rendere la rete sempre più vicina alle applicazioni, sicuramente con **la messa in produzione del data centre di Business Continuity**, ma anche introducendo procedure e approcci sempre più sicuri, che permettano a tutti gli applicativi CISIA di mantenere i più alti standard di disponibilità e sicurezza. E ancora, stiamo sperimentando una crescita di competenze interne, una migliore gestione delle responsabilità e il poter padroneggiare nuove metodologie per gestire il troubleshooting su un'infrastruttura più complessa. Tutto questo è anche possibile grazie al fatto che realizziamo tutto internamente, a partire dalla progettazione e studio fin all'implementazione, avvalendoci ovviamente dei partner e dei vendor esterni.

→ www.cisiaonline.it



Gianluca Cometa è Network Engineer presso il CISIA

Guarda l'intervento di Gianluca Cometa al Workshop GARR 2022



Didattica in rete: oltre l'emergenza

di Guglielmo Trentin
CNR – Istituto per le Tecnologie Didattiche

L'utilizzo didattico delle tecnologie e delle risorse di rete è venuto prepotentemente alla ribalta nel corso degli ultimi anni sotto la spinta di un'emergenza sanitaria senza precedenti che ha indotto la Scuola a spostare la didattica nella dimensione digitale, mettendo in evidenza l'impreparazione dell'Istituzione all'adozione di approcci pedagogici adeguati a quella stessa dimensione.

È non a caso tale impreparazione ha portato alla diffusione dell'acronimo DAD, proprio perché nell'immaginario collettivo ciò che più colpiva, in quel momento, era la distanza fra chi insegnava e chi apprendeva. In effetti, "didattica a distanza", così come "formazione a distanza", evocano una verticalità fra la sorgente del sapere (chi eroga lezioni, indica che cosa studiare, assegna e corregge compiti, compila registri elettronici) e il destinatario ultimo. Di fatto non molto differente dalla dinamica di ciò che normalmente avviene in un'aula fisica.

Con una popolazione docente vagamente consapevole di che cosa fosse la "didattica in rete" propriamente detta, questo modo di arginare l'emergenza è stato più che comprensibile, salvo poi mettere in evidenza una serie di criticità: a differenza di un'aula scolastica, studenti e docenti si trovano in luoghi diversi; gli spazi domestici,

La soluzione più efficace per usare didatticamente la rete non è quella di riproporre dinamiche tipiche dell'aula, ma immaginare la rete come ambiente in cui dar vita ad attività didattiche basate su strategie attive e collaborative

quando condivisi, sono dispersivi; seguire lezioni frontali/espositive a distanza è più faticoso che non in presenza; gli studenti più piccoli hanno bisogno di un aiuto maggiore; non tutti sono dotati di tecnologie e connessioni adeguate e così via.

È quindi evidente come la soluzione più efficace di usare didatticamente la rete non sia quella di riproporre

dinamiche tipiche dell'aula, quanto piuttosto immaginare la rete come ambiente in cui dar vita ad attività didattiche basate su strategie attive e collaborative, giocare sulla gestione di gruppi che consolidano i propri apprendimenti attraverso la co-costruzione di artefatti, la rielaborazione di concetti, ecc. È in questo senso che si parla di "didattica in rete", dove la parola "rete" si riferisce, sì, all'aspetto tecnologico (rete digitale), ma soprattutto a quello sociale (rete di relazioni fra individui).

Una didattica in rete in grado di permeare anche l'aula fisica attraverso l'accesso remoto a materiali e dati per lo studio, la scrittura collaborativa, l'uso di laboratori remoti/virtuali, l'immersione nei metaversi e così

Ripensare alcune attività in un'ottica di rete spesso aiuta a comprendere come farle meglio di quanto siano state fatte in aula

via, attività che la rete può estendere oltre il tempo della lezione. È per questa ragione che, oltre di didattica in rete, da diversi anni si sta parlando di "didattica negli spazi ibridi", abbinata a un altro concetto chiave, quello di "apprendimento senza soluzione di continuità" che la diffusione delle connessioni mobili, oggi, rende molto più praticabile che in passato.

Tutto ciò però implica un riposizionamento reciproco dei ruoli, docente, singolo studente e gruppo classe, con il primo più in veste di regista che di attore protagonista. Si tratta di qualcosa però di difficilmente improvvisabile in quanto richiede formazione e molta pratica da parte del docente.

L'impressione è che con l'emergenza Coronavirus, si siano voluti accelerare questi processi, saltando inevitabilmente passaggi fondamentali, non solo di tipo didattico-pedagogico ma anche organizzativo-gestionale di qualcosa, come l'aula virtuale, proiettata in una dimensione completamente diversa da quella dell'aula fisica. Si è trattato di un imparare facendo spesso convulso

che però ha avuto anche risvolti positivi, non ultimo quello di (ri)scoprire l'importanza della pianificazione della lezione e della sua organizzazione. Ripensare alcune attività in un'ottica di rete spesso aiuta a comprendere come farle meglio di quanto siano state fatte in aula, e del perché certe volte (in aula) non abbiano avuto successo. Del fatto che in aula, come in rete, non convenga stare sempre al centro della scena, ma rilanciare spesso agli studenti il controllo/protagonismo dell'azione. Se questo in aula è a discrezione del docente, nella didattica in rete è una condizione imprescindibile.

Una lezione sul campo da capitalizzare facendo in modo che la forte esposizione degli insegnanti all'uso di tecnologie di rete, dovuta all'emergenza pandemica, possa diventare il trampolino di lancio per la diffusione di una didattica più dinamica, che si prepari ai possibili scenari futuri in cui l'aula fisica non sarà il solo ambiente dove sviluppare i processi di apprendimento. In parte questo sta già avvenendo, per lo più in modo informale, ed è quindi tempo che anche la Scuola ne prenda seriamente atto.

Chi ne ha l'autorità, pertanto, è chiamato a decisioni coraggiose incentivando una didattica più dinamica e flessibile, che si sviluppi negli spazi ibridi, dove l'agire in rete non sia a discrezione del docente ma richiesto esplicitamente, faccia cioè parte dell'attività in aula come nello studio a casa, da soli o in gruppo. Tutto ciò definendo bene come debba essere bilanciato il carico didattico, fra lezione espositiva, studio individuale, apprendimento situato, ecc., con indicazioni precise per spostarne una parte in rete, non per vezzo o per moda, quanto piuttosto nella convinzione che

Se l'abitudine alla didattica "con e nella rete" fosse già entrata molti anni addietro a far parte della normalità scolastica, si sarebbe potuto affrontare in modo meno traumatico l'emergenza Covid

si possa arricchire e potenziare il processo di apprendimento facendo leva sulle nuove opportunità offerte dal digitale, richiamando, fra l'altro, abitudini e attitudini che ormai fanno parte del nostro agire quotidiano.

Se l'abitudine alla didattica "con e nella rete" fosse già entrata molti anni addietro a far parte della normalità scolastica, si sarebbe potuto affrontare in modo meno traumatico l'emergenza Covid, così come si possono affrontare (e si sono affrontate) una pluralità di altre emergenze, quali l'inagibilità degli edifici scolastici a seguito di eventi sismici, l'impossibilità di recarsi a scuola a causa di disastri ambientali o eventi naturali, o di particolari patologie invalidanti che impediscono la regolare frequenza alle lezioni in modo ripetuto se non permanente.

La didattica in rete e negli spazi ibridi, in ogni caso, non solo letta in ottica emergenziale, quanto piuttosto come occasione di rilanciare dinamicamente il processo di insegnamento-apprendimento nelle nuove dimensioni prodotte dal digitale, ossia in quelle dimensioni che già oggi pervadono il nostro quotidiano ma che ancora trovano grande difficoltà a penetrare i confini dell'aula.

1 Per approfondire

Trentin G. (2020). Apprendimento senza soluzione di continuità per una scuola più smart negli spazi ibridi: l'emergenza come opportunità, Mondo Digitale, Anno XVII, n. 89, Edizioni AICA, Milano. ISSN : 1720-898X.

Trentin G. (2020). Didattica con e nella rete: dall'emergenza all'uso ordinario, Collana "Fare Scuola", Franco Angeli, Milano, ISBN 978-88-351-0530-5 open access: www.francoangeli.it/Ricerca/scheda_libro.aspx?id=26410



Alcune definizioni

Cloud Pubblico: si intende una situazione in cui risorse e spazi utilizzati sono di proprietà di terzi: il caso tipico di utilizzo è l'outsourcing di risorse e servizi.

Cloud Ibrido: nel cloud ibrido, risorse e spazi utilizzati sono in parte di proprietà dell'organizzazione e in parte di terze parti. È utilizzato per una molteplicità di casi di utilizzo, come soluzioni di backup o disaster recovery, portali di accesso a dati e risorse di calcolo ospitate presso terzi, estensione dei servizi «privati» presso terzi.

Cloud Privato: nel cloud privato, risorse e spazi utilizzati sono di proprietà dell'organizzazione: è una soluzione in-house alternativa dal punto di vista architetturale al classico data centre monolitico.

OCRE: Open Clouds for Research Environments è un progetto guidato da GEANT per rendere i processi di procurement di servizi di cloud commerciale più semplici, economici, trasparenti e adatti alle esigenze della comunità degli utenti della ricerca.

→ www.ocre-project.eu

OCRE

Open Clouds for Research Environments

Cloud pubbliche: sai (davvero) cosa compri?

di Claudia Battista

Nel mondo delle reti della ricerca, il disegno, la realizzazione e la gestione dei servizi, siano essi di connettività che above-the-network, sono da sempre concertati direttamente con gli utilizzatori. Si può anzi dire che una delle ragioni d'essere delle reti della ricerca sia proprio quella di governare l'evoluzione tecnologica mantenendo un'ottimale trasparenza e visibilità della rete, con la possibilità di gestire specifici requisiti degli utenti.

Tuttavia l'offerta di servizi anche da parte di soggetti al di fuori dell'ambiente della ricerca si è moltiplicata negli anni e oggi il ricorso all'adozione di servizi applicativi e di information technology offerti sul cloud pubblico è ormai una realtà piuttosto diffusa anche nell'ambiente scientifico, accademico e culturale e una rete nazionale della ricerca non può che prenderne atto e cercare di adottare delle politiche tali da offrire il miglior supporto alle organizzazioni della propria comunità che scelgono questa opzione. Tuttavia è importante sottolineare che questa scelta ha delle implicazioni importanti e ci impone di prestare attenzione ad alcuni aspetti tecnici e funzionali, oltre che strategici. **Gli effetti del passaggio di uno o più servizi del dominio della ricerca sul cloud pubblico possono infatti avere un impatto immediato sulle prestazioni e sulla capacità di controllo di dati e applicazioni, ma anche effetti a medio-lungo termine sulla capacità tecnica ed economica di passare a soluzioni più adatte** alle esigenze dell'utente e in ultima analisi costituire una limitazione alla libertà di farlo.

Parliamo del concetto di sovranità digitale, che per noi significa avere il controllo diretto degli strumenti, delle tecnologie e delle condizioni per fare la propria ricerca, ma anche la conoscenza del contesto e le competenze tecniche per scegliere opportunamente. Il nostro obiettivo è quindi quello di diffondere il più possibile questa cultura e offrire degli elementi fondamentali per decidere consapevolmente e ottenere le condizioni migliori nel caso si opti per l'utilizzo di soluzioni in cloud pubblica. Questo è un aspetto ancor più importante oggi, con la partenza di decine di progetti PNRR che costruiranno nuove infrastrutture digitali o ne potenzieranno di esistenti, di cui vanno garantite le prestazioni, la portabilità di dati e applicazioni e la sostenibilità.

Public cloud provider: le relazioni pericolose?

Negli ultimi anni GARR, come altre reti della ricerca, ha ricevuto numerose sollecitazioni che arrivano, direttamente o indirettamente, dai cloud provider e che hanno come obiettivo la configurazione di interconnessioni dedicate che spesso però non sono nell'interesse dell'utente: vediamo il perché. I cloud provider cercano di "avvicinarsi" il più possibile all'ambiente di lavoro dell'utilizzatore (atenei, laboratori di ricerca, ecc.), pro-

Un vademecum per aiutare gli utenti delle reti della ricerca a scegliere consapevolmente i servizi in cloud pubblica ed evitare brutte sorprese

spettando condizioni di erogazione dei servizi in cloud che simulano un cloud privato: vengono quindi proposte configurazioni tecniche che permettano all'utente di estendere logicamente il proprio dominio di rete locale all'interno del data centre del provider di cloud pubblico, ad esempio attraverso un servizio di trasporto di rete a livello 2 che necessariamente dovrebbe essere erogato da GARR sulla sua infrastruttura. Tuttavia questa richiesta implica che la rete GARR entri in maniera importante nell'erogazione del servizio end-to-end, ma senza averne la visibilità all'interno dei domini di competenza dei cloud provider, che normalmente sono chiusi su se stessi per motivi commerciali. Non vi è quindi possibilità di fissare punti di demarcazione tra i domini di gestione e controllo e quindi di garantire qualità e affidabilità end-to-end del servizio dal punto di vista funzionale e prestazionale tra sito dell'utente e del cloud provider.

Alcuni grandi player come Microsoft o AWS hanno già proposto soluzioni ad hoc come "Expressroute" e "Direct Connect" per risolvere parzialmente il loro problema ed estendere e arricchire la propria offerta, ma potenzialmente i cloud provider sono centinaia e seguire solo le specifiche dei big potrebbe a una polarizzazione del mercato che non è desiderabile per il mondo della ricerca.

Le domande "giuste" da porre

In ragione di queste criticità, GARR, come altre reti della ricerca, ritiene che soluzioni di collegamento come quelle proposte dai 2 big player, che prevedono l'estensione del dominio di un utente su cloud pubblica al di fuori del loro perimetro di azione siano

quindi da evitare. Questo non significa necessariamente che gli utenti che abbiano necessità di rivolgersi a fornitori di cloud pubblici per le loro attività di ricerca debbano rinunciarvi: è però **fondamentale che lo facciano consapevolmente e siano in grado di inquadrare correttamente lo scenario in cui si situano queste proposte in cloud pubblico o ibrido, ponendo alcune domande fondamentali** ai propri fornitori e al proprio interno.

Il primo passo è quello di **conoscere l'architettura dell'applicazione** o delle applicazioni che si intende utilizzare in cloud pubblica: si tratta di una applicazione multisito o singolo sito? Quali sono i meccanismi di affidabilità? Qual è la capacità di rete richiesta per accedervi e le prestazioni funzionali? Quali sono i siti geografici nei quali sono ospitati i data centre e da cui ci si aspetta che il servizio sarebbe erogato? Quali sono infine le politiche di instradamento dello specifico cloud provider (o del suo fornitore di connettività) verso la rete GARR e quali sono le possibilità e la disponibilità di ottimizzarle? Esiste da parte del cloud provider la disponibilità ad attivare un peering diretto con la rete GARR?

Questione di peering (diretto)

Da un punto di vista di rete, il peering diretto rappresenta un elemento in più a garanzia delle prestazioni e dell'interoperabilità dei servizi. Vi sono vari modi per realizzarlo, il più diffuso e naturale dei quali è **stabilire un collegamento di peering all'interno di un NAP** (Neutral Access Point). In base alle esigenze e alle capacità coinvolte, è possibile sia utilizzare le infrastrutture di switching usate collettivamente dai vari soggetti presenti nel NAP che realizzare singole cross-connessioni. Ad esempio ormai da diversi anni GARR ha stabilito un peering diretto a 40 Gbps con Google, visto che lo scambio di traffico della comunità della ricerca con Google sui NAP era predominante.

Imporre la presenza nei NAP nazionali come requisito per la fornitura del servizio in cloud è quindi un buon suggerimento. In subordine, si potrebbe prevedere che questo provider abbia la disponibilità ad attivare i peering sui NAP europei, dove la dorsale europea delle reti della ricerca GÉANT è presente con capacità molto elevate. L'altro requisito che noi consideriamo qualificante è **la capacità di banda con cui si è presente nei punti di interscambio**.

In ogni caso, quali che siano la soluzione tecnica prescelta e le capacità di banda passante coinvolte, avere delle politiche di routing appropriate o la disponibilità a modificarle in questo senso dovrebbe essere un requisito irrinunciabile per chi voglia proporsi come fornitore di cloud per la ricerca: non si tratta solo di ottimizzare le prestazioni, ma anche di proteggersi da alcuni problemi indipendenti dal nostro controllo che possono avere un impatto sui servizi in cloud pubblica o ibrida. In particolare, i DDoS più massivi sovraccaricano i link con gli upstream provider verso l'internet globale dai quali provengono la stragrande maggioranza degli attacchi. In assenza di politiche di routing e peering dedicati, i DDoS possono quindi avere un impatto molto significativo su questi servizi con evidente degrado delle prestazioni o addirittura della loro funzionalità anche quando non sono loro ad essere l'oggetto del DDoS.

Vendor lock-in: un rischio da evitare

Il secondo aspetto su cui bisogna avere le idee chiare quando si decide per una soluzione di cloud pubblico è il **modello di trasferimento dei dati nel caso si cambi fornitore**. Sia per motivi economici e contrattuali che per motivi tecnici e di requisiti che evolvono nel tempo è infatti possibile che si renda necessario cambiare fornitore, ma senza perdere i nostri dati ed applicazioni. I cloud provider si muovono in un regime di libero mercato e non hanno interesse a collaborare spontaneamente: al contrario, senza accordi ben precisi potrebbero rendere la vita difficile a chi vuole cambiare, è pertanto importante documentarsi in anticipo su quali garanzie vengano offerte in questo caso.

Quello dell'importazione e l'esportazione di dati da e verso fornitori di servizi cloud commerciali, è un tema preoccupante non solo sotto l'aspetto economico. Le grandi collaborazioni scientifiche in molti settori sono nella posizione di generare dati nell'ordine di centinaia di petabyte all'anno, ma molti fornitori addebitano un costo per spostare i dati al di fuori della loro cloud. Inoltre i collegamenti tra fornitori di cloud commerciale diversi sono spesso insufficienti per garantire condizioni ottimali per trasferimenti massivi né ci si aspetta in un prossimo futuro grande interesse da parte loro a incrementarli. Oltre agli aspetti economici, predominanti soprattutto nel caso si voglia cambiare fornitore senza perdere il proprio patrimonio di dati, vi sono quindi quelli legati all'efficienza e tempestività di questi trasferimenti ma **la preoccupazione maggiore è legata al tema dell'interoperabilità**.

Interoperabilità e collaborazione

L'interoperabilità in caso di collaborazione con altre organizzazioni che non usino la stessa infrastruttura cloud è l'ultimo punto di attenzione che vogliamo esaminare. Vi sono innumerevoli collaborazioni internazionali tra enti o infrastrutture di ricerca che potrebbero adottare diversi provider commerciali: in questo caso, è necessario garantire che dati e servizi sviluppati siano reciprocamente accessibili e fruibili. Secondo il modello per cui si paga per spostare il dato fuori dalla cloud del provider, queste collaborazioni si troverebbero a pagare due fornitori di servizi cloud contemporaneamente. Vi sono deroghe in scenari come quello di OCRE che potrebbero mitigare questo problema dal punto di vista economico, ma non sono sufficienti per garantire efficienza e interoperabilità e vi è un concreto rischio che questi scenari influiscano negativamente sulla FAIRness dei dati scientifici, limitandone l'accessibilità da parte dei ricercatori.

L'aspetto internazionale è fondamentale, anche perché l'ecosistema delle reti della ricerca è caratterizzato da soluzioni nativamente interoperabili in ambiente multidominio trans-nazionale e intercontinentale: oltre ad avere sempre maggiore controllo dell'infrastruttura, da sempre concordiamo e applichiamo politiche comuni per l'instradamento, l'accesso, la separazione dei traffici di trasferimento dati e per la qualità di servizio (QoS) applicata a certe tipologie di traffico (ad esempio, realtime). Tra reti della ricerca, lo sviluppo è concertato e governato, in

modo da garantire la trasparenza e visibilità della rete, ma anche di attuare modifiche concordate quando se ne abbia la necessità ed ottimizzare le prestazioni di applicazioni transnazionali.

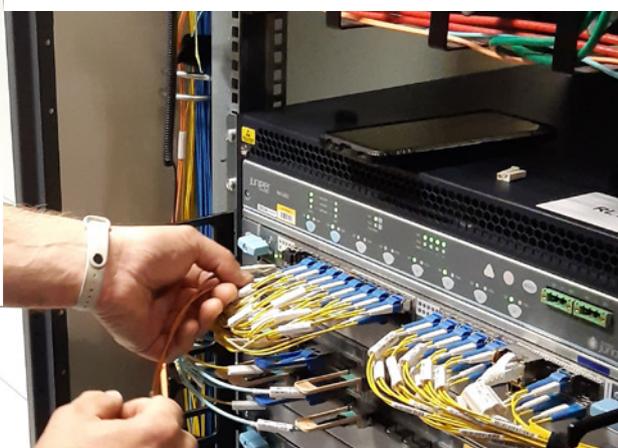
In conclusione: anche se ricorrere a un cloud provider commerciale può sembrare una soluzione semplice alle nostre esigenze, non è tutt'oro quello che luccica: **se si intende utilizzare queste soluzioni per le proprie esigenze**

di ricerca, è necessario fare una valutazione attenta e consapevole, anche nell'ottica della collaborazione scientifica internazionale e questa valutazione va fatta "by design", per capire se le scelte che stiamo facendo sono interoperabili e compatibili con gli obiettivi che ci siamo dati nella nostra organizzazione e per le nostre collaborazioni.



Inizia l'era di GARR-T

Con l'avvio della migrazione della rete a pacchetto, la nuova rete inizia ad essere operativa e decine di sedi possono già beneficiare delle sue potenzialità



di Carlo Volpe

La nuova infrastruttura di rete GARR-T diventa realtà e inizia a portare benefici anche ai primi utenti della comunità dell'istruzione e della ricerca italiana.

Ad ottobre sono iniziate, infatti, le operazioni di **migrazione della rete IP/MPLS** durante le quali sono stati gradualmente messi in produzione i nuovi apparati di routing a pacchetto ed è stata attivata la capacità trasmissiva disponibile sulla nuova rete GARR-T.

La migrazione, pianificata in 4 fasi, riguarderà tutta l'infrastruttura di rete nazionale GARR e si concluderà a ottobre 2023. Nella **fase 1** della migrazione, durata circa 20 giorni, è stato attivato il core della rete, costituito da 4 PoP: Milano-Lancetti (MI01) Milano-Caldera (MI02), Bologna-Morassutti (BO01), Roma-Tizii (RM02), interconnessi con capacità trasmissiva pari a 3,2 Tbps (800 Gbps per direttrice). Sui nuovi apparati di routing installati nei 4 PoP sono state spostate le principali interconnessioni della rete GARR verso la rete della ricerca europea GÉANT e verso il global Internet (a livello nazionale e internazionale).

Già alla fine di questa fase, tutti gli utenti della rete, hanno iniziato a beneficiare delle potenzialità in termini di maggiore banda passante e velocità di trasferimento dei dati verso le destinazioni raggiunte attraverso la dorsale nazionale, GÉANT e il resto di Internet.

A novembre è stata avviata la **fase 2** che coinvolge i PoP del NordEst, della Lombardia e dell'Emilia-Romagna e si concluderà a febbraio 2023. Le prime attività di questo step hanno riguardato i punti di presenza di Padova, Udine e Trieste ospitati presso le rispettive università,

Tutti gli utenti hanno già iniziato a beneficiare della maggiore banda passante e velocità di trasferimento dati verso tutte le destinazioni raggiunte dalla dorsale

dove tutte le utenze sono state spostate sui nuovi apparati IP installati.

Complessivamente la capacità trasmissiva "accesa" sulla dorsale è stata pari a 2 Tbps. È stato infatti realizzato un anello a 400 Gbps tra i due PoP di Padova e quelli di Milano e Bologna. I PoP coinvolti inoltre sono ora interconnessi al backbone attraverso link multipli a 100 Gbps per una banda complessiva di 400 Gbps per i due PoP di Padova, 400 Gbps per il PoP di Trieste e 200 Gbps per il PoP di Udine.

A metà dicembre è stata completata con successo la delicata operazione dell'attivazione dei nuovi apparati trasmissivi in due PoP a Milano (MI3 e MI4) e uno a Como. L'attività, che ha coinvolto anche altri due PoP di Milano

(MI1 e MI2), è stata condotta nella modalità in gergo definita “hot-swap” ovvero con la rete in funzione, senza poter contare su una temporanea sovrapposizione di coppie di fibre. Un’operazione quindi maggiormente sfidante, ma che è stata portata a termine senza interruzioni di servizio per gli utenti interessati. La stessa modalità era stata utilizzata nei giorni precedenti anche per il passaggio a GARR-T della sede di Bologna del Cineca.

Il completamento della migrazione della rete a pacchetto e trasmissiva dell’anello milanese è stato particolarmente significativo, perché in quest’area ci sono collegamenti strategici tra cui quelli alla rete europea GÉANT e i link di peering con i grandi provider dell’Internet commerciale. Inoltre, nell’area che comprende in tutto 7 PoP, di cui due nuovi a Milano-Bicocca e Monza, ci sono moltissime sedi di utenti collegate che ora possono beneficiare a pieno della nuova infrastruttura.

Il cronoprogramma della migrazione non prevede soste e dopo il

La capacità aggregata complessiva della rete GARR è oggi di 12,1 Tbps: un incremento di oltre il 300% rispetto allo scorso anno

completamento della fase 2 nei prossimi mesi, saranno avviate due ulteriori fasi. La **fase 3**, che si concluderà a giugno-luglio 2023, nella quale la nuova rete arriverà nel Nord-Ovest (Piemonte e Liguria) e in tutto il centro Italia, inclusa la Sardegna, e presso i 5 principali PoP della dorsale della rete GARR al Sud e la **fase 4**, che si concluderà ad ottobre 2023, e vedrà invece il completamento della migrazione in tutti i restanti PoP del Sud (Campania, Sicilia, Basilicata, Calabria Puglia).

Il bilancio delle operazioni finora può definirsi senz’altro positivo: **la capacità aggregata complessiva del backbone di tutta la rete GARR (tra vecchia e nuova infrastruttura) è attualmente pari a 12,1 Tbps con un incremento di oltre il 300% rispetto allo scorso anno.**

Lo conferma **Alessandro Inzerilli**, parte del team che sta coordinando le attività di migrazione della rete a pacchetto: “Tutte le operazioni nelle città nelle quali siamo intervenuti si sono concluse con successo e senza disservizi per gli utenti delle sedi connesse ai PoP. **Abbiamo avuto un ottimo supporto da parte dei referenti di rete nei PoP della dorsale e abbiamo potuto svolgere le attività, anche le più delicate, con un grande gioco di squadra.**

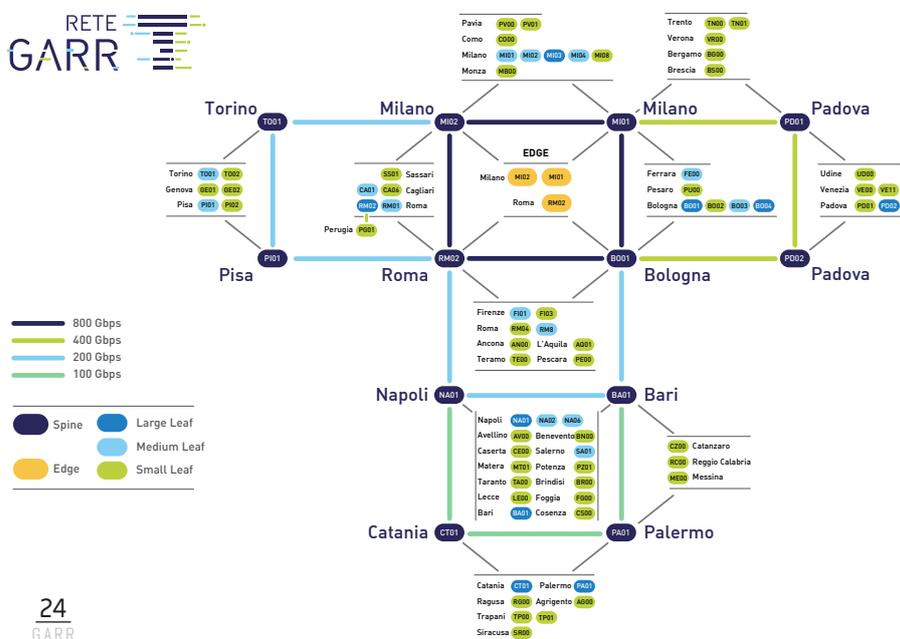
Sono state molte anche le attività che hanno preceduto la migrazione. Tra queste voglio ricordare il collaudo e l’attivazione di 28 circuiti da 100 e 400 Gbps per una capacità complessiva di 5,2 Tbps, l’interconnessione

tra gli apparati trasmissivi e a pacchetto, l’attivazione di nuovi protocolli di routing e dei nuovi vRR (Virtual Route Reflector), la realizzazione dell’integrazione fisica e logica tra la rete GARR-X e GARR-T e l’avvio di nuovi strumenti di monitoraggio basati sulla telemetria”.

“Nei prossimi mesi” ci racconta **Massimo Carboni**, CTO GARR, “le attività sulla rete GARR-T si innesteranno in quelle previste dall’avvio di due grandi iniziative nazionali finanziate nell’ambito del PNRR che contribuiranno a potenziarla: il Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing, inaugurato a Bologna lo scorso novembre e l’infrastruttura di ricerca TeRABIT (Terabit network for Research and Academic Big data in ITaly). Quest’ultima, che avrà inizio a gennaio, ha tra gli obiettivi quello di fornire la connettività necessaria all’interoperabilità di siti di infrastrutture di ricerca quali PRACE-Italia e HPC-BD-AI. Sarà senza dubbio un periodo di sfide e di grande lavoro che porterà a risultati importanti, tra cui il collegamento in fibra della Sardegna”.

Per queste e altre infrastrutture di ricerca che verranno realizzate o ampliate con i fondi PNRR, GARR-T avrà un ruolo fondamentale. La sua progettazione è stata tale da prevedere collegamenti solidi e con capacità estremamente elevate, nell’ordine di multipli di Terabit al secondo, e in grado di assicurare trasferimenti di ingenti moli di dati con una minima latenza. Anche rispetto alle esigenze future, **GARR-T è in grado di modellarsi a ciò che la sua comunità di utenti avrà bisogno nei prossimi anni.** Grazie all’adozione pervasiva dell’automazione e della telemetria, la nuova rete, infatti, è nativamente programmabile, aperta e adattabile a nuovi scenari.

→ u.garr.it/garrnet



A sinistra, la topologia della rete a pacchetto di GARR-T

A destra, immagini dello staff GARR durante la migrazione e dei nuovi apparati installati nel PoP di Milano





Come e perchè progettare reti Wi-Fi per l'università e la ricerca

Specificità e cambiamenti delle reti Wi-Fi universitarie

di Maddalena Vario

Il mondo universitario e della ricerca ha specifici requisiti che richiedono competenze e strumenti specializzati per progettare reti Wi-Fi, la sola che effettivamente gli utenti vedono e sperimentano. Proprio per questo motivo, le prestazioni non ottimali e i malfunzionamenti vengono spesso sperimentati come un malfunzionamento della rete in generale (quindi sia della rete di campus tout court che della rete GARR). È dunque necessario investire in formazione, conoscenza e nuovi metodi di lavoro per realizzare design ad alte prestazioni. Le competenze possono crescere soprattutto nel confronto con la comunità dei propri pari professionisti WLAN, che condividono problemi e soluzioni in un ambiente aperto e inclusivo, globalmente e ora anche in Italia. In questo modo, gli utenti potranno usufruire di tutte le potenzialità della rete anche quando si tratta di accesso senza fili. Ne abbiamo parlato con **Jan Reister, responsabile dell'ufficio Wi-Fi dell'Università di Milano**.

È necessario investire in formazione, conoscenza e nuovi metodi di lavoro per realizzare design ad alte prestazioni

Quali sono i cambiamenti che l'Università degli Studi di Milano ha attraversato negli ultimi 5 anni?

L'infrastruttura Wi-Fi dell'Università degli Studi di Milano ha attraversato una profonda espansione, seguendo dinamiche comuni a molti atenei: apertura di nuove sedi e campus, diffusione capillare negli spazi didattici e aggiornamento tecnologico. La rapida crescita che ci ha portato a oltre 2500 access point (AP) installati ha altrettanto rapidamente comportato problemi di prestazioni, design e scalabilità, costringendoci a ripensare il governo del servizio ed a costruire competenze specializzate nelle wireless LAN (WLAN) all'interno della struttura di networking.

Quali sono i caratteri distintivi delle reti Wi-Fi nelle università?

Anzitutto va considerato il limitato controllo sui dispositivi degli utenti e sulle diverse generazioni di tecnologie e sistemi operativi, tipico del modello bring your own device (BYOD); inoltre spazi didattici e auditorium sono aree complesse ad alta densità di utenti. eduroam, l'iniziativa globale di accesso e roaming nata nel 2002, a 20 anni di distanza presenta problemi di coesistenza sulle frequenze 2.4 Ghz, 5 Ghz e 6 Ghz. Infine, le residenze studentesche uniscono alle caratteristiche di alta densità e alla richiesta di elevate prestazioni la necessità di dare accesso a dispositivi di tipo domestico come assistenti vocali e giochi.

Ci siamo resi conto che non era sufficiente progettare per la massima copertura, come si faceva nelle prime installazioni Wi-Fi, ovvero pochi AP distanti tra loro e alla massima potenza di trasmissione, installati spesso in corridoi e aree di passaggio lontane dagli utenti con l'obiettivo di creare celle, o aree di servizio, di grandi dimensioni. In queste condizioni, l'alto numero di dispositivi connessi porta a disfunzionalità che si traducono in lamentele e richieste di supporto: elevate ritrasmissioni dovute a hidden node (dispositivi troppo distanti che non connettono correttamente al mezzo radio), associazione ad AP lontani e quindi roaming difficoltoso (sticky client), e una preferenza per l'uso di 2.4 Ghz. Oggi quindi progettiamo portando numerosi AP vicino agli utenti all'interno dei locali, con celle più piccole a bassa potenza, privilegiando la frequenza 5 Ghz (e in futuro 6 Ghz) che è l'unica a consentire prestazioni elevate a fronte di un alto numero di utenti connessi.

Altro problema con un impatto sulle prestazioni è l'orientamento errato degli AP installati: ad esempio a parete come orologi, sopra il controsoffitto, dietro tubazioni e griglie metalliche, con antenne puntate a caso. È un retaggio della scarsa conoscenza del mezzo trasmissivo e delle tecniche di installazione; sappiamo oggi invece che i diagrammi di radiazione presenti nelle schede

tecniche di ogni AP definiscono il contesto d'uso e il corretto orientamento di ogni modello di AP. Staffe e accessori di montaggio dal design funzionale e gradevole ci hanno facilitato l'installazione anche in situazioni architettoniche complesse.

Oggi progettiamo reti Wi-Fi per assicurare capacità adeguata ai dispositivi e alle applicazioni in uso

Come è cambiata quindi la progettazione delle reti Wi-Fi nelle università?

Oggi progettiamo reti Wi-Fi non tanto per la copertura, che diamo per scontato, ma per assicurare capacità adeguata ai dispositivi e alle applicazioni in uso. Prevediamo quindi un adeguato numero di AP per la densità di client e per consentire efficace roaming in mobilità, disegniamo i parametri radio (RF) per fornire datarate elevati e massimo uso dell'airtime: minimum basic rate elevati (12-24 Mbps), riutilizzo esteso dei canali (larghi 20Mhz), potenza trasmittiva 6-9 a dB vantaggio dei 5 Ghz, distinzione degli SSID per banda di frequenza e costante attenzione alla sicurezza.

Le variabili architettoniche degli ambienti e la dinamicità d'uso nel tempo rendono impossibile e controproducente l'utilizzo di formule fisse. Pareti diverse in uno stesso edificio hanno fattori di attenuazione radio differenti, a maggior ragione considerando la diversità e ricchezza del patrimonio architettonico italiano. Mettere un AP ogni tot metri quadri e lasciar fare agli algoritmi di gestione automatica delle frequenze non significa progettare, perché l'automazione radio deve sempre essere configurata con parametri adeguati al contesto. Ogni progetto ha caratteri unici nel tempo e nello spazio e dovrà esser valido oggi e negli anni a venire.

Project management, documentazione e networking sono competenze già presenti nell'organizzazione IT di un ateneo. Nel processo di progettazione di reti wireless intervengono competenze specifiche che riguardano il mezzo trasmissivo (RF) e il protocollo 802.11, e conoscenze delle soluzioni tecnologiche hardware e software disponibili. Forse l'elemento più peculiare nel design è l'attenta disamina e comprensione degli spazi e delle architetture, dalla gestione di planimetrie alla capacità di lettura degli spazi, all'esecuzione corretta ed efficiente dei sopralluoghi. Fondamentale è la collaborazione con le strutture amministrative di ateneo in capo a edilizia, didattica e sicurezza sul lavoro, così come una più stretta interazione con fornitori e installatori a garanzia della qualità finale dei progetti.

Quali scelte in particolare ha fatto l'Università degli Studi di Milano?

L'Università ha scelto di portare all'interno le competenze e i processi di progettazione e validazione delle reti Wi-Fi e gli strumenti tecnici necessari: software per il design predittivo, strumenti di misura per il

troubleshooting e la validazione dei progetti e numerosi accessori. Sono strumenti maturi e di elevata produttività, con cui è stato possibile rispondere alle esigenze di ateneo con un'efficacia e una prontezza che non sarebbe stata possibile facendo ricorso a fornitori esterni.

Non tutte le realtà hanno le stesse risorse a disposizione, ma sono le competenze WLAN il fattore abilitante e imprescindibile, sia per governare internamente i progetti Wi-Fi, sia per gestire e valutare l'operato e il valore aggiunto dei fornitori esterni. Esistono diversi e ottimi schemi di certificazione gestiti dai grandi fornitori di tecnologie di networking, ma il percorso di formazione più interessante è quello neutrale e indipendente di CWNP (www.cwnp.com) con Certified Wireless Network Administrator (CWNA), che in Unimi ha visto nel tempo tre tecnici certificati e la cui Study Guide (ISBN: 978-1-119-73450-5) è un oltretutto prezioso manuale di consultazione.

Le competenze non crescono nel vuoto. Il confronto con la comunità professionale WLAN è un fattore di crescita, e questa è accessibile e molto viva. Vi sono circa 2000 professionisti Wi-Fi attivi globalmente, 500 CWNE (Expert), 2 conferenze indipendenti in USA e UE (wlanprofessionals.com) e un fitto dialogo tecnico sui social media. Dal mondo accademico e della ricerca, per natura aperto e collaborativo, è partita una comunità italiana dei professionisti WLAN (wlanitalia.it), che con frequenti incontri tecnici si confronta e condivide problemi, esperienze e soluzioni.

Il Wi-Fi è una tecnologia pervasiva, abilitante e inclusiva, che rende possibile connettività di base e accesso ai servizi per l'università e la ricerca. La recente disponibilità delle frequenze 6 Ghz moltiplica lo spettro disponibile permettendo un'espansione senza precedenti delle prestazioni e della densità, a costi competitivi. Fare crescere le competenze nelle reti wireless all'interno del mondo accademico e della ricerca sarà l'elemento chiave per cogliere questa opportunità.

→ www.unimi.it



Guarda
l'intervento di
Jan Reister al
Workshop GARR 2022

Don't look up!

Anche i satelliti sognano antimalware spaziali

di Simona Venuti



Chi come me lavora da anni nel campo della sicurezza informatica sa bene che, nel tempo, i campi di studio si sono allargati a dismisura arricchendosi continuamente di nuovi settori di indagine e intervento dovuti all'evoluzione delle tecnologie e dei modi di trasmettere le informazioni. Alcuni avvenimenti che risalgono a questa estate hanno portato alla ribalta un campo fortemente strategico che noi comuni mortali spesso abbiamo imparato a dare per scontato: le comunicazioni satellitari. Ci sono diversi modi per utilizzarle e manipolarle: fare jamming e spoofing GPS, intercettare il traffico da e verso il satellite, dirottare il traffico e attaccare i sistemi collegati.

Jamming

Il Jamming viene usato perlopiù per creare disservizi (DoS), interrompere le comunicazioni satellitari o creare interferenze. Si basa sulla trasmissione di segnali disturbanti sia vicino alle stazioni riceventi, che non riescono più a decodificare correttamente il segnale del satellite, sia direttamente sul satellite, impedendogli di ricevere il segnale della sorgente legittima. L'attrezzatura

Oggi non c'è modo per difendersi dal GPS spoofing. L'unico veramente efficace sarebbe criptare il traffico, ma non è realizzabile

necessaria è abbastanza semplice e non esageratamente costosa e questo tipo di attacco è difficile da rilevare, perché la sorgente attaccante può spaziare fra infiniti tipi di segnale disturbante ed essere geograficamente distribuita in diversi punti del globo. **Sono compiuti soprattutto verso apparati militari**, per offuscare le comunicazioni delle forze nemiche, con impatti importanti in zone di guerra.

Spoofing GPS

Un sottogruppo del jamming è lo spoofing GPS. Il GPS è un sistema molto utilizzato in tutti i campi, non solo per quanto riguarda la triangolazione della posizione, ma anche per ottenere una misurazione del tempo che sia

comune e uguale per tutti i dispositivi che fanno uso del servizio. Essendo un sistema concepito per essere universale e gratuito per tutti e per sempre, il segnale viaggia in chiaro e non criptato per gli usi civili.

Lo spoofing GPS si realizza per mezzo di un sistema di trasmissione GPS a terra che emette un segnale più forte di quello satellitare: i dispositivi di ricezione prendono per buono il segnale, che può trasmettere posizioni e orari fasulli. **L'impatto della manipolazione di questi dati può essere molto grave a seconda dell'utilizzo**: il 5 agosto 2016 per esempio il volo di linea Cathay Pacific Flight 905 da Hong Kong verso Manila comunicò alla torre di controllo di aver perso il segnale GPS. Dalla torre gli fu detto di atterrare "a vista", e meno male che era una bella giornata soleggiata. Quel mese ci furono altre 50 segnalazioni di perdita GPS sull'aeroporto di Manila. Per un aeroplano è importante non solo la posizione ma anche il tempismo: deve essere infatti perfettamente sincronizzato con gli orologi di tutti gli altri aeromobili. Nel caso di un aeroporto più grande e affollato, come quello di New York, il problema avrebbe potuto essere ben più grave!

Per costruire un GPS jammer in grado di sovrastare il segnale satellitare è sufficiente un piccolo apparato, facilmente reperibile al costo di circa 200 dollari. L'inganno è possibile perché il segnale che arriva dal satellite non è criptato, ed è debole quando rimbalza sulla terra. I sistemi riceventi prendono qualunque segnale arrivi con le caratteristiche opportune, senza nessun controllo, e si "agganciano" all'emittitore che arriva più forte. In alcuni casi prendono per buono quello e basta, credendo di trovarsi in altro posto e altro tempo, in altri casi il segnale va in conflitto con segnali ricevuti da altri satelliti (legittimi), come nel caso del volo 509, e il sistema si blocca, non sapendo a chi dare ragione.

Anche nel mondo della ricerca ci troviamo quotidianamente a dover gestire moltissimi macchinari e strumenti che dipendono fortemente dal sistema GPS e questa minaccia così facile da realizzare potrebbe mettere a rischio i nostri esperimenti o i nostri apparati.

Purtroppo, oggi non c'è modo per difendersi dal GPS spoofing. L'unico veramente efficace sarebbe criptare il traffico ma non è realizzabile, perché comporterebbe l'aggiornamento di tutti i satelliti esistenti. Alcune

implementazioni sono allo studio, ma ancora molto indietro anche perché, per l'elevatissimo numero di dispositivi comunicanti con un singolo satellite, la potenza di calcolo necessaria è di molto superiore a quella degli attuali satelliti.

Un sistema più efficace e meno dispendioso sarebbe dotare gli strumenti riceventi di una quadrupla antenna GPS, con antenne disposte in una griglia 2x2 e tecnologia beamforming: dalla differenza di segnale che riceve ogni singola antenna, con questa configurazione si riuscirebbe a capire la direzione da cui vengono i segnali ed escludere immediatamente quelli falsi, per esempio provenienti da terra. Purtroppo però questi sistemi hanno bisogno di essere sia molto precisi che molto grandi per compiere il loro lavoro: anche se si sta tentando di renderli più piccoli, bisognerà vedere quale casa costruttrice vorrà utilizzarli nei propri dispositivi.

Un'altra possibile mitigazione di questo rischio potrebbe essere la creazione di **"firewall GPS"**: si tratta di un apparato che si frappone fra l'emittente e il ricevente e che tiene sotto controllo in tempo reale ogni possibile segnale GPS, si rende conto di eventuali anomalie ed estromette immediatamente il segnale ritenuto falso, senza farlo arrivare al ricevente. Forse questo potrebbe essere la soluzione "tascabile" per i nostri dispositivi.

Una volta sul mercato, sia l'antenna quadrupla che il firewall GPS saranno applicabili a dispositivi molto preziosi, rilevanti per la sicurezza di vite umane o beni e servizi essenziali, ma si può presumere saranno molto costosi e quindi difficilmente applicabili a dispositivi comuni come sonde, satelliti meteorologici, palloni aerostatici, sistemi traccianti per animali, e insomma molte delle cose usate nel settore della ricerca.

Intercettazione del segnale radio

Oltre al servizio GPS i satelliti svolgono numerose funzioni, e per essere controllati e mantenuti devono poter essere comandati da terra, in comunicazioni bilaterali. Una via di compromissione è quindi intercettare le comunicazioni sul canale radio stabilito fra base e satellite. Nel 2012 fu dimostrato che si poteva intercettare e decifrare le comunicazioni di smartphone satellitari GSM-1 e GSM-2 attraverso una semplice antenna, una comune radio, e un programma SDR di cattura e codifica dei segnali. Purtroppo, come abbiamo accennato sopra, per motivi di potenza di calcolo non è possibile implementare sistemi di cifratura più robusti: all'epoca era stato infatti calcolato che ciò avrebbe abbassato dell'80% le prestazioni del satellite.

Un altro attacco di questo tipo fu eseguito da hacker in Iraq e Afghanistan con il programma SkyGrabber, che serve per vedere la TV satellitare russa e ha un costo davvero modico: 26 dollari. Usando questo software e una radio, gli hacker riuscirono ad intercettare le comunicazioni satellitari dei Predator (aerei senza pilota) sui territori di guerra. Non riuscirono a disattivare gli aerei, ma trafugarono i video da essi trasmessi, poi usati per conoscere le posizioni delle aree militari e le rotte dei droni di ricognizione.



Simona Venuti,
esperta di sicurezza informatica
lavora al GARR CERT

Una dimostrazione molto chiara dell'impatto che un incidente del genere potrebbe avere, è stato dato a DEFCON 2020, dove con una normale attrezzatura per vedere la TV satellitare da 300 dollari sono state registrate comunicazioni sia via aria, che mare, che terra.

Dirottamento del traffico e controllo

I casi riportati si riferiscono a sistemi specifici, ma l'intercettazione può riguardare tutti i sistemi che parlano con i satelliti: basta una radio, un'antenna, un software SDR e tante prove. Ma una volta che siamo riusciti ad ascoltare il traffico, non è poi così difficile dirottarlo verso sistemi malevoli, o iniettare falsi comandi sul satellite. Per esempio, nel 1998 il satellite tedesco a raggi X ROSAT fu violato attraverso la compromissione dei

Una via di compromissione è intercettare le comunicazioni sul canale radio tra base e satellite.

computer della base di comando. Gli attaccanti presero il controllo del satellite e fecero aprire al massimo i suoi pannelli solari nella direzione del sole, causando un "grilling", cioè un sovraccarico di energia che distrusse le batterie al satellite, mandandolo fuori uso. ROSAT è caduto sulla terra nel 2011.

Un altro tipo di compromissione satellitare è lo **sfruttamento di satelliti che hanno esaurito la loro missione**. Le buone pratiche prevedono che siano spinti fuori dall'orbita terrestre, in modo che si autodistruggano nello spazio ma, prima ciò avvenga i satelliti spenti restano "parcheeggiati" per un po'. I ricercatori Karl Koscher & Andrew Green hanno presentato un esempio di questo sfruttamento al DEFCON 2022 su un satellite geostazionario. Anche in questo caso è stato utilizzato un apparato DVB, usato per trasmettere una TV Hacker in broadcast sfruttando uno slot inutilizzato nel modulo di hub transponder. In pratica, come le radio pirata degli anni '70, hanno creato il loro canale televisivo, ma trasmettendo da un satellite geostazionario, potevano andare in onda in metà pianeta, da cui il titolo dell'intervento "hack the hemisphere"!

Ultimo, ma non ultimo, perché ci riguarda molto più da vicino, sia come cittadini utilizzatori professionali, è stato **l'hacking del sistema StarLink**, il sistema di connessione internet via satellite, presentato ad agosto al Black Hat USA. In questo caso il ricercatore ha comprato il materiale necessario per connettersi a StarLink, la

parabola che contiene sul retro il circuito per connettersi alla rete dei satelliti senza utilizzo di software o computer, e si è messo a studiare come funzionasse. Dopo vari tentativi ha costruito un circuito con un chip arduino e altri componenti, dal costo di circa 25 dollari, da saldare al circuito della parabola: questo circuito riscrive al volo la sequenza di boot del firmware, in modo da fornire una shell di root dell'apparato. In questo caso quindi, **non si tratta di un vero e proprio attacco ai satelliti, ma di un reverse engineering dell'hardware utilizzato per la connessione.** Il ricercatore non è andato oltre, e ha avvisato il CERT di Starlink, che ha mitigato la minaccia, implementando anche un sistema organizzato di BugBounty. Quello che però rimane irrisolto è che una volta che si ha accesso al prompt di root di una parabola, si è con molta probabilità in rete locale col router sul satellite e, a seconda di come sono implementati i protocolli interni di comunicazione, in LAN con tutte le altre parabole connesse degli altri utenti che usano il servizio. Non sappiamo ancora come siano fatti questi protocolli, ma potrebbe risultare abbastanza semplice effettuare scansioni e provare a compromettere i sistemi limitrofi. Non solo: Starlink ha rilevato che il bug era impossibile da sanare sul momento, senza dover modificare pesantemente il progetto e sostituire tutte le parabole già vendute, ha solo effettuato un upgrade del firmware per rendere più difficile ottenere il prompt, ma è ancora possibile farlo. Si aprono quindi scenari di studio e di indagine del tutto nuovi.

Finanziato dal GÉANT Innovation Programme c'è un progetto di ricerca per sfruttare satelliti ad orbita bassa e il 5G per costruire reti e protocolli a latenza ridotta anche senza fibra

Scenari che certamente la nostra comunità di università e ricerca non si lascia sfuggire: fra i progetti finanziati da GÉANT nell'ambito dell'iniziativa **GÉANT Innovation Programme** per il 2022, ce n'è uno, condotto dall'Università del Sussex, che si occupa proprio di esplorare la possibilità e la capacità di sfruttare satelliti ad orbita bassa (Low Earth Orbit Satellite - LEOS) e reti 5G per costruire reti e protocolli che riescano a percorrere diversi mezzi e cammini, con una latenza molto ridotta per permettere il corretto funzionamento delle moderne applicazioni anche quando non si usi solo la fibra. L'invio dei nostri dati attraverso questi protocolli richiede di tener conto delle problematiche di sicurezza accennate sopra, viste le vulnerabilità strutturali delle comunicazioni via radio rispetto a quelle via cavo.

Conclusioni

Le minacce possono essere di tanti tipi, a seconda del tipo di satellite che usiamo e dell'uso che ne facciamo. La maggior parte delle volte non esistono cure, o patch o difese. Esistono però le best practice e, come sempre, l'analisi del rischio, soprattutto in relazione all'impatto.

La rilevanza strategica

Le minacce ai satelliti, anche per via informatica, sono diventate talmente importanti che a luglio sono state inserite nello "Strategic Concept" della NATO, documento scaturito dal summit che si è svolto a Madrid a fine giugno.

In questo documento è stata posta l'attenzione sia sul dominio cyber, che era stato inserito nel 2016, che nel dominio spaziale, inserito nel 2019.

La novità è che diventa di rilevanza strategica nelle dinamiche di politica internazionale, la commistione ibrida dei due domini, cioè il fatto che un attacco nel dominio cyber possa compromettere sistemi afferenti al dominio spaziale.

Il documento è stato recepito nella "Relazione sul dominio aerospaziale quale nuova frontiera della competizione geopolitica" del COPASIR, approvata e presentata alle camere il 7 luglio.

→ NATO 2022 Strategic Concept
<https://u.garr.it/natostrategicconcept>

→ Relazione sul dominio aerospaziale quale nuova frontiera della competizione geopolitica
<https://u.garr.it/copasir>



Per avere un'idea dei vari domini dell'Information Security si rimanda alla Map of Cybersecurity Domains:
<https://u.garr.it/cybersecuritydomainsmap>

Decodifica GSM-1 e GSM-2: <https://u.garr.it/decodificagsm>

DEFCON 2020: <https://u.garr.it/defcon20>

Distruzione satellite tedesco ROSAT:
en.wikipedia.org/wiki/ROSAT

DEFCON 2022 - Hack the hemisphere!: <https://u.garr.it/defcon22>

Black Hat USA 2022 - Starlink: <https://u.garr.it/starlink>

Geant Innovation Programme 2022 - Progetti finanziati:
<https://u.garr.it/gipfundedprojects>



Cybersecurity café

Da Cyberzeros a Cyberheroes

di Luigi Rebuffi
Segretario Generale e fondatore di ECSO
(European Cyber Security Organisation)



Da diversi anni ECSO sta sviluppando in Europa la comunità della cybersicurezza.

È una comunità complessa, composta in realtà da diverse comunità, sia a livello geografico (locale, regionale, nazionale) che di ruolo (fornitori, utilizzatori, ricercatori, studenti, responsabili della sicurezza informatica, PMI, ecc.). La maturità e i bisogni di queste comunità dipendono da diversi fattori. Progressivamente stiamo imparando a conoscerli ed trovare soluzioni per contribuire al loro sviluppo e dunque contribuire alla competenza e consapevolezza comune al fine di una migliore protezione della trasformazione digitale in Europa. Tutte queste comunità contribuiscono alla sicurezza (o insicurezza) informatica. In realtà, la cybersicurezza non può essere delegata: è un affare di tutti.

Tra le comunità strategicamente più importanti ci sono i giovani e studenti di ogni genere: sono loro i cittadini e gli esperti di domani. A causa della mancanza di esperti nel settore della cyber, fin dal 2017 abbiamo proposto e poi creato la Fondazione Women4Cyber, per favorire l'inclusione nel mercato di quel 50% della popolazione che è spesso esclusa a causa di pregiudizi o altre ragioni.

Contemporaneamente abbiamo anche proposto una iniziativa dedicata ai giovani e agli studenti: **Youth4Cyber**. Questa iniziativa vuole innanzitutto fornire indicazioni sulla igiene cyber (come

usufruire senza subire o patire le trasformazioni digitali) a partire dall'età di 6 anni per poi invogliare i giovani verso un mestiere legato al settore digitale e la cybersecurity.

Recentemente abbiamo vinto un progetto della Commissione europea (nel quadro di Erasmus+) coordinato dal CNR, che si chiama SuperCyberKids e che sosterrà lo sviluppo dell'approccio Youth4Cyber. Il nome di questo progetto si adatta perfettamente all'obiettivo di questa campagna dedicata ai "cyberheroes".

Se è vero che ognuno di noi deve essere responsabile e fare la sua parte per non indebolire l'ecosistema digitale, i giovani sono in posi-

La cybersicurezza non può essere delegata: è un affare di tutti

zione strategica perché sono soprattutto loro che hanno un'interazione forte con i sistemi informatici.

I giovani possono essere degli "cyberheroes" quando spiegano ai loro genitori che non è il caso di fare "click" su tutte le e-mail che ricevono, soprattutto quelli che annunciano che hanno vinto un milione e che per ritirarlo devono dare le loro coordinate bancarie. O quando sistemano il computer dello zio che vuole sapere come funziona e come si aggiusta, come quando studiava il funzionamento del motore di un'auto per prendere la patente, senza rendersi conto che il computer (e i videogames ce l'hanno insegnato) richiede un comportamento allo stesso tempo intuitivo ma responsabile. Oppure quando spiegano ai nonni che per andare su internet bisogna prima accendere il computer e poi evitare le tentazioni di quello che poi si rivela come un "compri 2 paghi 3".

Ma i giovani sono anche delle facili vittime del mondo digitale. Dalla pedopornografia all'utilizzo delle carte di credito dei genitori per pagare i videogiochi o altri servizi sul web.

E siamo solo agli inizi, poiché con il **Metaverso** la vita virtuale sarà sempre più intensa e i pericoli sempre più grandi. La storia "Ready Player One" (leggete il libro, meglio del film) mostra quello che potrebbero essere gli eroi (e i cattivi) del Metaverso. Anche se un po' estrema come visione, questa storia ci può far capire come sia necessaria al più presto



una educazione di tutta la società e soprattutto dei giovani.

Anche i genitori hanno un ruolo importante: devono capire che i loro figli non sono dei geni perché a tre anni stanno già “smanettando” sul cellulare. E per questo, non c'è bisogno che i genitori si trasformino in supereroi (tanto non ci sono più le cabine telefoniche per cambiare costume come faceva Superman): basta che diano ai loro figli il giusto equilibrio tra la vita nel mondo reale e la vita nel mondo virtuale.

E poi entrano in gioco anche gli educatori: dalla scuola primaria all'università. Nella nostra iniziativa Youth4Cyber gli obiettivi e le fasi sono diversi a seconda dell'età, con una progressione continua delle sfide tecnologiche, sociali e personali. **Ma la domanda è: gli educatori sono stati educati adeguatamente per fornire un'educazione adattata al cambiamento digitale?** È il problema che in inglese si chiama “teach the teacher” (rimarchevole il fatto che la traduzione “insegnare all'insegnante” non è molto – o mai – usata in italiano: questo vuol dire che non c'è una metodologia per insegnare all'insegnanti italiano come insegnare la cybersecurity?).

Il mondo dell'amministrazione pubblica (scuola, decisori politici, ...) reagisce con i tempi legati ad un'economia basata al meglio sull'industria meccanica con i tempi (o le lentezze) classici di “una volta”. Le telecomunicazioni hanno un po' accelerato i ritmi, ma non siamo più ai tempi del modem a 56kbit. Le dinamiche nella nostra società sono praticamente istantanee. Una decisione strategica a livello politico sull'evoluzione dell'educazione nell'ambito cyber vedrà una sua implementazione dopo diverso tempo e rischia di dare risultati efficaci solo dopo diversi anni. Possiamo veramente aspettare tutto questo tempo?

Se non ci sono risorse e sostegno politico, solo pochi giovani, studenti o ricercatori potranno diventare cyberheroes. Solo quelli che hanno capacità speciali usciranno dal contesto per diventare dei supereroi, e magari la Marvel sarà interessata a fare dei film con loro. Ma è veramente questo che vogliamo? Perché non volere tutta una popolazione di cybereroi, degli eroi che contribuiscono ciascuno secondo le proprie capacità alla protezione dello sviluppo di una società digitale?

A quel punto, essere un cybereroe sarebbe forse una banalità, così come oggi ci pare banale utilizzare in modo adeguato tecnologie sviluppate cento o poco più anni fa (elettricità, motore a scoppio, aereo, ecc.). Ma non è questo un segno (positivo) del progresso tecnologico?

Se non ci sono risorse e sostegno politico, solo pochi giovani, studenti o ricercatori potranno diventare cyberheroes

Certo, il progresso bisogna saperlo controllare, e per farlo bisogna aver sviluppato delle competenze specifiche. In certi paesi d'Europa il livello di consapevolezza e maturità dei vantaggi e rischi del progresso legato alla

trasformazione digitale sono molto più avanzati che in Italia. Purtroppo, troppo spesso si vede ancora da noi, per motivi diversi, un grande scetticismo se non paura o rifiuto dei cittadini nell'utilizzare sistemi digitali. Per questi cittadini, il digitale va bene quando si tratta di utilizzare il telefonino per parlare o chattare con gli amici, o di usare il computer per uno streaming (magari illegale) di una partita di calcio (senza rendersi conto dei rischi a cui possono andare incontro anche per queste utilizzazioni “semplici”) o di spedire centinaia di messaggi semplicemente per rispondere “grazie” (molto educato, ma non sanno che così facendo aumentano inutilmente il carico energetico dei server). E poi magari si rifiutano ad usare una semplice carta di credito per paura di non controllare il flusso dei dati trasmessi (e dunque dei loro soldi).

Questi cittadini hanno scoperto il digitale da poco e spesso vedono soprattutto gli aspetti negativi, magari sobbillati da fake news così tanto attraenti ma anche così tanto false. Ma questi cittadini possono essere aiutati dai nostri cybereroi, nati digitali, che pur essendo molto giovani sono più adattabili alle nuove tecnologie (purché siano stati ben istruiti o si siano ben istruiti). **Questa è un'altra sfida della trasformazione digitale: bisogna trasformare questi cittadini da “cyberzeros” in “cyberheroes”.**

Non sarà un lavoro facile e sarà un lavoro relativamente lungo (ma non può essere troppo lungo o la società sarà sommersa dai problemi posti dal digitale e dagli attacchi cyber). Per questo dobbiamo lavorare, insieme con l'educazione nazionale, sui problemi legati ai diversi livelli, collegando le esperienze e le soluzioni dei paesi più maturi, convincendo la classe politica ed economica che solo attraverso un'educazione di base di tutti gli studenti – che saranno poi i professionisti, gli esperti, gli utilizzatori, i decisori del futuro – l'Europa potrà avere un ruolo importante nella futura società digitale e difendere i nostri valori e la qualità di vita.

→ ecs-org.eu

**Luigi Rebuffi, Segretario Generale
e fondatore dell'European Cyber Security Organisation**





H2IOSC,

la cultura italiana è nel cloud



La strada è aperta per il digitale negli studi umanistici e nelle scienze del patrimonio culturale

di Sara Di Giorgio

È partito il 1 novembre 2022 il progetto a guida del CNR, **Humanities and Heritage Italian Open Science Cloud (H2IOSC)**, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca nell'ambito del PNRR. Grazie ad un investimento di oltre 41 milioni di euro verranno potenziati e federati i nodi italiani delle infrastrutture di ricerca di **DARIAH, E-RIHIS, CLARIN e OPERAS** per offrire ai ricercatori del settore umanistico e del patrimonio culturale laboratori virtuali, data centre, strumenti avanzati per immagazzinare, processare e visualizzare le risorse digitali superando le attuali barriere disciplinari e linguistiche e favorendo lo sviluppo interdisciplinare di filoni di ricerca altamente innovativi.

Emiliano Degl'Innocenti, dell'Istituto del CNR Opera del Vocabolario Italiano (OVI) e Coordinatore Scientifico del progetto H2IOSC, ci illustra il progetto e il suo impatto sulla ricerca e più in generale le sue ricadute in ambito socio-economico.

Quali sono gli obiettivi del progetto?

Si tratta di un progetto con una visione di medio-lungo periodo e obiettivi molto ambiziosi: ottimizzare il sistema delle Infrastrutture di Ricerca (IR) nei settori delle scienze umane e del patrimonio culturale, dell'open science e open publishing e delle tecnologie linguistiche, garantendo al contempo l'eccellenza delle risorse e la loro sostenibilità, attraverso

la federazione dei nodi italiani delle IR di riferimento. Con federazione si intende un processo da attuare a vari livelli, non solo tecnologico. A partire dal riconoscimento del valore di ciascuna delle IR coinvolte per le comunità scientifiche di riferimento, - testimoniato dall'inclusione nel PNIR (Piano Nazionale per le Infrastrutture di Ricerca) come soggetti prioritari, H2IOSC intende creare un network in cui le risorse tecnologiche (hardware, software, dati) organizzative, di personale e di conoscenze di ciascuna infrastruttura possano interagire in maniera efficace, per offrire strumenti e tecnologie per la creazione e la gestione di dati e servizi digitali e la loro l'apertura verso la società.

Quali servizi verranno realizzati per i ricercatori?

In H2IOSC la componente servizi è determinante. Per una serie di motivi legati alla loro evoluzione, le varie infrastrutture partecipanti utilizzano servizi sviluppati e mantenuti in condizioni spesso molto differenti, dal punto di vista tecnologico e organizzativo; con questo termine, inoltre, si indicano risorse spesso molto differenti fra loro. Per questo motivo, H2IOSC si occupa di mappare quali servizi, per ciascuna infrastruttura, risultano prioritari in virtù della loro rilevanza per la comunità scientifica; successivamente si farà un'accurata valutazione delle loro caratteristiche e delle risorse necessarie alla loro inclusione e mantenimento nell'infrastruttura federata. Inoltre H2IOSC prevede lo sviluppo di nuovi servizi dedicati alla gestione dei dati prodotti dai ricercatori, alla loro verifica, correzione, annotazione semantica e visualizzazione oltre alla loro pubblicazione e conservazione. Ad esempio, verranno consolidati i portali nazionali delle singole infrastrutture e creato un nuovo marketplace, condiviso da tutta la federazione. Inoltre verranno realizzati dei progetti pilota interdisciplinari, dove i servizi prodotti dalle IR partecipanti potranno essere combinati dagli utenti all'interno di ambienti di ricerca virtuali.

Ci puoi descrivere uno scenario d'uso della nuova infrastruttura?

In un possibile scenario cross-domain, un ricercatore interessato, ad esempio, allo studio dei manoscritti medievali, troverà nel marketplace di H2IOSC, una serie di dati e risorse (immagini digitali, modelli 3D, testi codificati, pubblicazioni scientifiche) strumenti e servizi per l'analisi dei contenuti (linguistici, codicologici e/o paleografici) o dei materiali (analisi chimico-fisiche dei supporti e degli inchiostri, ecc.) prodotti dalle diverse IR.

Lo stesso ricercatore potrà inoltre importare all'interno di un ambiente di ricerca virtuale dedicato alla filologia digitale le immagini dei



Emiliano Degl'Innocenti, coordinatore nazionale per DARIAH-ERIC, è il principal investigator del progetto H2IOSC

manoscritti – con la possibilità di accedere a informazioni sulla loro storia, sui loro contenuti, sulle analisi chimico-fisiche effettuate su di essi, sulla bibliografia e avrà a disposizione strumenti per l’annotazione filologica e per il trattamento avanzato del testo e l’estrazione della conoscenza.

Quali istituti si potranno collegare a H2IOSC? Ci sarà la possibilità di collegare altre IR?

Per le caratteristiche del bando su cui è stato finanziato, il progetto nasce come un’iniziativa a trazione CNR ma resta aperto a tutto il sistema della ricerca nazionale e internazionale. Questo è per noi un obiettivo assolutamente prioritario, che verrà perseguito attraverso il coinvolgimento dei soggetti interessati (università, centri di ricerca, biblioteche, archivi e musei) in appositi gruppi di lavoro, al fine di ancorare lo sviluppo del progetto alle necessità degli stakeholders e degli utenti finali.

Nella fase di elaborazione del progetto sono stati coinvolti diversi soggetti, tra università, altre infrastrut-

GARR ha già supportato lo sviluppo dei nodi nazionali di alcune delle infrastrutture coinvolte, per cui è un interlocutore naturale e indispensabile

ture e proposte PNRR, in modo da poter attivare una vasta rete di collaborazioni a livello scientifico, tecnologico e organizzativo. Il GARR, in particolare, ha già supportato iniziative legate allo sviluppo dei nodi nazionali di alcune delle infrastrutture coinvolte, penso in particolare ai progetti PON DARIAH.it e SHINE (quest’ultimo legato ad E-RIHS), per cui è un interlocutore naturale e indispensabile anche per H2IOSC. Quanto alle altre infrastrutture, oltre a quelle tematiche, guardiamo con interesse le attività di ICDI, in cui tutte le IR coinvolte in H2IOSC sono rappresentate oltre – ovviamente – ad EOSC.

Come verranno messi in pratica i principi FAIR e la metodologia per la Scienza Aperta?

H2IOSC investirà in maniera decisa in attività legate alla selezione delle risorse che popoleranno il suo ecosistema digitale, che verranno svolte in collaborazione con i vari stakeholders (ricercatori e comunità legate al patrimonio culturale). Queste risorse saranno opportunamente “FAIRificate” rese cioè facilmente reperibili (attraverso il marketplace), accessibili e interoperabili, ovvero utilizzabili dai ricercatori in contesti differenti da quello di produzione, favorendo lo sviluppo di ricerche trasversali e multidisciplinari. Rafforzare l’ecosistema digitale e fornire strumenti efficaci per la produzione, la gestione e il riutilizzo dei dati e delle risorse è un prerequisito fondamentale per aumentare l’impatto dei nostri contenuti nell’area dell’innovazione sociale e culturale.

Quali sono le ricadute in termini sociali ed economici?

L’obiettivo principale del progetto è di facilitare la transizione della ricerca umanistica e delle scienze del

patrimonio verso un approccio data-driven, aumentando il loro impatto potenziale sia per far progredire la ricerca (domain-driven, cross-domain, transnazionale, multilingue), sia per alimentare l’elaborazione di approcci innovativi per affrontare le sfide della società, sia infine per favorire le opportunità di creare diversi tipi di connessioni con le industrie creative e culturali, (ad esempio attraverso la fornitura di contenuti a valore aggiunto, il trasferimento di conoscenze e tecnologie, la realizzazione di attività congiunte di ricerca e sviluppo, finalizzate a tecnologie abilitanti e innovative, ecc.).

Dal punto di vista economico, inoltre, il progetto potrà contribuire in modo significativo allo sviluppo dell’intero sistema nazionale delle IR, sia in virtù dell’ingente investimento economico in tecnologia (oltre 20 milioni) che delle risorse dedicate all’assunzione di oltre 80 giovani ricercatori e ricercatrici che contribuiranno alle attività da svolgere nelle 18 sedi territoriali del progetto, con una particolare attenzione allo sviluppo delle aree del Mezzogiorno.

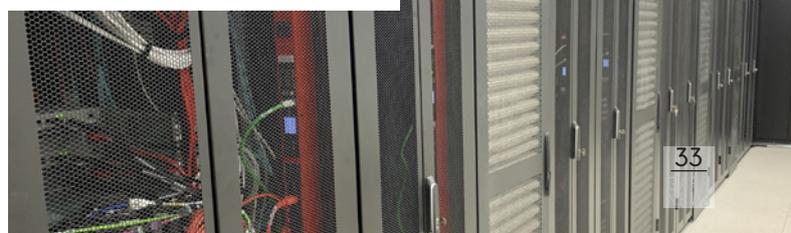
Come si inserisce H2IOSC nell’ambito delle iniziative europee come EOSC?

H2IOSC nasce come un progetto innovativo che intende valorizzare l’esperienza maturata in altre iniziative a livello nazionale e internazionale, tra cui in particolare il cluster europeo Social Sciences and Humanities Open Cloud – SSHOC. In continuità con l’esperienza di SSHOC,

L’obiettivo è facilitare la transizione della ricerca umanistica e delle scienze del patrimonio verso un approccio data-driven

in H2IOSC le IR hanno deciso di adottare un modello di sviluppo collaborativo, volto alla condivisione delle risorse e alla creazione di spazi e servizi comuni, a tutto vantaggio degli utenti. In entrambi i casi, l’obiettivo è duplice: costituire un punto di riferimento scientificamente affidabile per i ricercatori all’interno dello Spazio Europeo della Ricerca e collaborare a disegnare la fisionomia della European Open Science Cloud per il settore delle scienze umane e del patrimonio culturale, a partire dall’Italia ma con una decisa proiezione europea, attraverso lo stretto rapporto di collaborazione esistente fra i nodi nazionali di CLARIN, DARIAH, E-RIHS e OPERAS e le controparti europee. La partecipazione dei nodi nazionali delle IR di cui sopra garantisce anche la possibilità di valorizzare i rapporti di collaborazione già esistenti con altre infrastrutture di servizi, come Europeana, oppure più marcatamente tecnologiche come EGI, attraverso la partecipazione a progetti di sviluppo infrastrutturale già avviati (come EGI-ACE, ad esempio) nel contesto della EOSC.

→ www.h2iosc.cnr.it



Con oltre 20 milioni di investimenti in tecnologia H2IOSC contribuirà significativamente allo sviluppo delle infrastrutture di ricerca umanistiche

Skills4EOSC: scienza aperta per i ricercatori di domani

Partito in settembre, Skills4EOSC si propone di formare la prossima generazione di esperti europei del data management per la ricerca

di Sara Di Giorgio



La trasformazione digitale sta modificando rapidamente le modalità e i processi della ricerca scientifica: la sfida è di sfruttare appieno le potenzialità del digitale e della rete per disseminare e condividere senza barriere o restrizioni i risultati scientifici e garantire a “tutti gli utilizzatori il diritto d’accesso, gratuito, irrevocabile e universale e l’autorizzazione a riprodurlo, utilizzarlo, distribuirlo, trasmetterlo e mostrarlo pubblicamente e a produrre e distribuire lavori da esso derivati in ogni formato digitale per ogni scopo responsabile, soggetto all’attribuzione autentica della paternità intellettuale”, come enunciato nella Dichiarazione di Berlino sull’accesso aperto alla conoscenza.

L’uso del digitale porta inevitabilmente alla produzione di flussi di dati sempre più massivi e la loro condivisione e riuso è cruciale non solo nel lavoro dei ricercatori, ma anche di altre figure, dai docenti, agli esperti di intelligenza artificiale, ai policy makers, a varie agenzie pubbliche che si occupano di protezione civile, finanziamento della ricerca e altro ancora, fino ad arrivare ai semplici cittadini. **Attraverso i paradigmi dell’Open Access e della Scienza Aperta e l’adesione ai principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable e Re-usable) i ricercatori si impegnano a rafforzare la collaborazione, accelerando la ricerca e l’innovazione e contribuendo ad accrescere la fiducia nella scienza e la sua fruibilità** da parte della società. Mettere a punto le competenze digitali per creare, gestire e riusare in modo “aperto” i dati e gli altri prodotti della ricerca, come pubblicazioni, dataset,

algoritmi, dati georeferenziati e software, diventa perciò un fattore decisivo per l’implementazione del nuovo Spazio europeo della ricerca.

È questo l’obiettivo principale del progetto europeo Skills4EOSC, partito lo scorso settembre sotto il coordinamento del GARR. Nei tre anni di attività, **Skills4EOSC metterà a punto i curricula per le nuove figure professionali specializzate nella gestione dei dati scientifici di cui l’Europa ha sempre più bisogno, unificando e armonizzando l’attuale panorama formativo europeo** in un ecosistema comune e affidabile.

I cinque concetti chiave

Per far ciò, il progetto punta su alcuni concetti chiave: il primo e più importante, che costituisce il cuore della metodologia di Skills4EOSC, è quello di **Centro di Competenza**, una realtà stabilita a livello nazionale, regionale o tematico per mettere a sistema le competenze e le risorse esistenti in materia di FAIR e open science e più in generale di research data management e per offrire un punto di riferimento unitario nella formazione e nel supporto degli utenti, con percorsi e standard di qualità garantiti. Skills4EOSC creerà una rete di centri di competenza e stimolerà la creazione di nuovi, con l’obiettivo di accelerare l’aggiornamento dei ricercatori europei e armonizzare la formazione di figure professionali come data steward e data curator, che saranno fondamentali nel tradurre in pratica il paradigma della scienza aperta su larga scala.

Il secondo concetto chiave è quello di **Minimum Viable Skillset**, ovvero un insieme minimo e comune di competenze che definiscono ciascun profilo professionale e su cui tutte le istituzioni europee si possano trovare d’accordo, in modo da favorire l’interscambio e la mobilità delle figure professionali dedicate alla gestione dei dati scientifici. Grazie a questo approccio sarà infatti possibile assicurare, ad esempio, un livello uniforme di competenze per chi lavora come data steward, indipendentemente da dove abbia acquisito queste competenze in Europa: una garanzia sia per i professionisti che per le istituzioni che li impiegheranno.

Un altro concetto chiave del progetto è quello di **Training-of-trainers**: Skills4EOSC punta sui corsi dedicati agli aspiranti formatori in materia di scienza aperta per far crescere velocemente il numero di persone in grado di insegnarne i principi ma soprattutto l’applicazione pratica.

Il quarto concetto chiave è poi quello di una **metodologia FAIR-by-design per la creazione di materiali formativi davvero riusabili**, sia per l’autoapprendimento che per la docenza: un punto molto importante che permetterà di rendere più sostenibile il lavoro di tante iniziative nel

Chi è il Data Steward?

È una nuova figura professionale a metà tra il tecnico e lo scientifico, nata per dare supporto all’applicazione dei principi dell’Open Science in un gruppo di ricerca o in un ateneo. Competente nella pianificazione e gestione dei dati della ricerca durante tutto il loro ciclo di vita, il data steward possiede nozioni su come i dati vengono raccolti e gestiti in un dominio di ricerca specifico, conosce gli aspetti legali ed etici per la loro gestione e generalmente proviene dal mondo della ricerca.



Skills4EOSC riunisce 44 partner, che costituiscono i maggiori centri di competenza nazionali, regionali, istituzionali e tematici per la scienza aperta e la gestione dei dati scientifici in 18 paesi europei (Italia, Olanda, Francia, Finlandia, Danimarca, Norvegia, Grecia, Bulgaria, Serbia, Macedonia, Germania, Belgio, Austria, Polonia, Regno Unito, Svezia, Estonia, e Spagna).



settore della scienza aperta e di offrire a formatori e discenti materiali sempre aggiornati e di elevata qualità.

Ultimo, ma non meno importante, è l'**apprendimento permanente realizzato attraverso reti professionali**: la scienza aperta è una disciplina in rapida evoluzione e i professionisti del settore devono costantemente aggiornare le proprie competenze per lavorare in modo efficace. Skills4EOSC propone di utilizzare le reti tra pari, di professionisti, anche in diversi ambiti tematici, come ambiente privilegiato per l'apprendimento continuo e on the job, per offrire un supporto concreto e qualificato a chi lavora con i dati della ricerca.

Promuovere decisioni basate sull'evidenza

Una particolare attenzione sarà inoltre dedicata a **migliorare la comunicazione dei risultati della ricerca ai policy-maker, ai decisori e agli amministratori pubblici**, attraverso un programma di formazione ad hoc dei ricercatori. Infatti è sempre più importante rendere i risultati della ricerca fruibili al di fuori della cerchia degli addetti ai lavori, per promuovere decisioni basate sull'evidenza in campi come la politica, la salute, la sicurezza pubblica e l'economia, migliorando anche l'informazione verso i cittadini.

Oggi però sono ancora pochi i professionisti della ricerca a proprio agio nello svolgere questo importantissimo ruolo e il programma di formazione di Skills4EOSC dedicato alla comunicazione basata sull'evidenza si propone di colmare questo gap, contribuendo a favorire il trasferimento dei risultati della ricerca ai responsabili politici e della pubblica amministrazione, velocizzando e incrementando in questo modo l'impatto dei risultati della ricerca sulla società.

I punti di forza

La proposta progettuale che ha dato vita a Skills4EOSC è stata sviluppata grazie al forte impegno GARR per la creazione di un Centro di Competenza nazionale su Open Science, FAIR e EOSC nell'ambito dell'iniziativa ICDI,

Digital Skills for FAIR and Open Science

Nel report *Digital Skills for FAIR and Open Science*, il Gruppo di lavoro su competenze e formazione dell'Executive Board di EOSC ha evidenziato l'importanza di sviluppare in ambito accademico nuove competenze digitali per ottenere dati e risultati della ricerca conformi ai principi FAIR e della scienza aperta e di creare una rete di professionisti qualificati come fattore fondamentale per il cambiamento culturale necessario a far diventare la scienza aperta la norma. Il report ha individuato le seguenti priorità:

- 1. Formare la prossima generazione di professionisti e di ricercatori FAIR**, definendo profili e competenze necessarie al potenziamento dell'ecosistema EOSC.
- 2. Introdurre il concetto di centri di competenza**, per realizzare attività e programmi di formazione e aumentare il coordinamento tra enti accademici e di ricerca.
- 3. Costruire un hub affidabile e sostenibile dedicato alla formazione** per tutti gli attori che operano in EOSC, che offra un catalogo federato di risorse formative.
- 4. Influenzare le politiche nazionali** per lo sviluppo delle competenze per la scienza aperta, con programmi specifici rivolti ai decisori politici.
- 5. Offrire raccomandazioni su come sostenere EOSC** nelle politiche e nelle strategie nazionali di Stati membri e Paesi associati.

Skills4EOSC è stato selezionato in risposta al bando Horizon Europe 'Supporting an EOSC-ready digitally skilled workforce', con cui la CE intende rispondere a queste cinque sfide.

(Italian Computing and Data Infrastructure). Oggi il Centro di Competenza riunisce una rete di esperti delle principali Infrastrutture di Ricerca e Infrastrutture Digitali italiane provenienti da enti di ricerca e atenei, con l'obiettivo di mettere a sistema le competenze e offrire un servizio di consulenza e di formazione sui diversi aspetti della scienza aperta, tenendo presente le caratteristiche dei diversi ambiti disciplinari. Si tratta di un modello innovativo che ha riscosso molto interesse in Europa e ha permesso di raccogliere intorno a GARR e alla sua comunità un consorzio forte formato da 44 partner di 18 paesi, con una solida esperienza di progetti e iniziative nell'ambito della scienza aperta e di EOSC a livello europeo. Alcuni di essi coordinano network e iniziative di supporto alla formazione e alla messa a punto di standard e linee guida per le competenze digitali e le strategie per lo sviluppo dell'Open Science e di EOSC, come l'Università Tecnica di Delft (TU Delft), la prima università in Europa ad aver creato una rete di data steward.

L'impatto nel contesto italiano

Il successo di Skills4EOSC rappresenta un riconoscimento del ruolo proattivo che la comunità scientifica e accademica italiana vuole giocare nello sviluppo di EOSC e della scienza aperta. È una grande opportunità per sviluppare relazioni stabili di collaborazione con i key player europei e dare una nuova spinta all'attività a livello nazionale, finora penalizzata dalla mancanza di finanziamenti dedicati.

L'esperienza del progetto permetterà infatti di sviluppare il centro di competenza, allargando la rete degli esperti che vi partecipano e mettendo a disposizione della comunità italiana nuove risorse formative e servizi, per i quali esiste una fortissima domanda. Skills4EOSC fornirà un contributo concreto per la formazione di nuove figure professionali in grado di garantire la qualità dei dati FAIR e di tutti i prodotti del processo scientifico, in linea con quanto prevede il **Piano Nazionale per la Scienza Aperta**, pubblicato a giugno 2022 dal Ministero per la Ricerca.

Ben nove partner italiani, oltre al coordinatore GARR, partecipano a Skills4EOSC: il CNR, l'INFN, l'Università e il Politecnico di Torino, l'Istituto Italiano di Tecnologia, l'Università Milano-Bicocca, l'Università di Trento, la Fondazione CMCC e l'INGV e molte altre istituzioni hanno già manifestato interesse a partecipare ai corsi: un segnale della grande sensibilità per questo tema nei nostri atenei e enti di ricerca.

→ www.skills4eosoc.eu

Next generation GÉANT



Automazione, collaborazione e migliori connessioni intercontinentali: l'Europa punta al Terabit per secondo

di Elis Bertazzon

A gennaio 2023 iniziano i primi di una serie di progetti finanziati dalla Commissione europea per GÉANT e le reti della ricerca ed istruzione nazionali (NREN), all'interno del nuovo accordo quadro (Framework Partnership Agreement) GN5-FPA. Questo accordo strategico settennale ha il compito di indicare la direzione, gli obiettivi e l'impatto dei singoli progetti che lo compongono ed è co-finanziato in Horizon Europe, il programma della Commissione per la ricerca e l'innovazione in Europa. I progetti che iniziano con il nuovo anno sono GN5-1 e GN5-IC1, il primo relativo alla connettività europea e il secondo più focalizzato ai collegamenti intercontinentali delle reti della ricerca. Vediamoli più da vicino.

GN5-1, un'evoluzione nella gestione della risorse e servizi della rete europea

Il progetto GN5-1 è il successore di GN4-3, ha una durata di 2 anni ed un budget previsto di 55 milioni di euro. L'obiettivo del progetto è fornire connettività e servizi collaborativi più veloci, resilienti e sicuri per la comunità dell'istruzione e della ricerca europea. Una comunità che ha esigenze di traffico che crescono costantemente a ritmo molto sostenuto (al momento la crescita è del 30% annuo) e che vede all'orizzonte grandi sfide come le iniziative per High Performance Computing, la European Open Science Cloud (EOSC) ed i data space. Serve quindi puntare a connessioni estremamente capienti e veloci, al Terabit, come GARR con la sua nuova rete GARR-T.

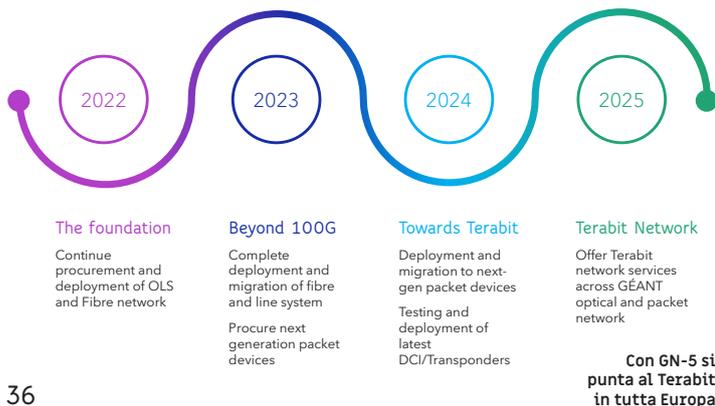
Per fare questo, il progetto continua quanto fatto con i suoi predecessori e lo rafforza, avendo ora un'infrastruttura che è passata dal 30 all'80% di collegamenti fra stati in fibra ottica gestita da GÉANT e con un'estensione geografica maggiore, che permette miglioramenti

costanti e la creazione di servizi avanzati, nonché alti standard di sicurezza.

Queste esigenze si riflettono sulle attività previste nel progetto, come riportato dalla figura seguente, che elenca i Work Package che lo compongono. Di per sé la struttura non è diversa da quella dei predecessori, ma ci sono dei cambiamenti significativi nel peso delle attività. L'accento sul **policy engagement** indica l'impegno delle reti e di GÉANT ad essere parte attiva della regolamentazione e della strategia della Commissione europea. All'interno dei servizi, invece, si parla di servizi cloud e si evidenzia come all'interno della comunità delle reti della ricerca europee persista una divergenza di vedute tra coloro che intendono affidarsi ai servizi cloud commerciali, facendo quindi leva sul numero di utenze combinate per trarre delle condizioni vantaggiose dai diversi provider commerciali, e coloro che intendono sfruttare le loro infrastrutture proprietarie per fornire anche dei servizi cloud resilienti e dedicati alla ricerca, come nel caso di GARR con la sua Cloud Federation, più adatti anche al controllo della sovranità digitale dei dati della ricerca.

Altra novità rispetto al passato è l'accento posto sui servizi di Trust&Identity, con un aumento di budget e risorse umane allocati ai servizi di **autenticazione ed autorizzazione**, visti come fondamentali per aumentare il livello di sicurezza all'interno dei servizi della ricerca ma anche abilitanti per permettere la collaborazione tra organizzazioni diverse. Spazio anche ai **servizi** sviluppati negli scorsi anni e che ora sono pronti per andare in produzione: è il caso di EduMeet e di TimeMap o del routing dinamico basato sull'intelligenza artificiale. In particolare, il progetto TimeMap, a cui GARR ha contribuito in modo significativo, è un esempio di come una necessità nata dalle applicazioni della ricerca (in questo caso, delle tecnologie in real-time) abbia portato alla creazione di uno strumento avanzato di monitoraggio della latenza di rete e che potrà essere applicato anche in altri settori.

Molto spazio è dedicato alla **gestione della rete** e allo studio della sua **evoluzione**: l'obiettivo è arrivare ad una rete automatizzata ed orchestrata, capace di adattarsi alle mutevoli esigenze della comunità. Infine non può mancare un'attività dedicata alla **sicurezza**, con un



aumento in termini di budget rispetto al passato, segno dell'aumentata attenzione sul tema.

GN5-IC: la visione strategica per un'Europa protagonista della rete a livello mondiale

Il progetto GN5-IC1 è invece un progetto con una visione intercontinentale ampia che vuole operare un cambio di prospettiva delle reti europee, dall'essere fruitori dei servizi e delle infrastrutture altrui a veri protagonisti delle reti sul piano internazionale. Il progetto punta quindi ad un'espansione della connettività intercontinentale e ciò risponde ai tre punti cardine della strategia digitale europea: la sicurezza dei dati, la sovranità digitale e la collaborazione internazionale.

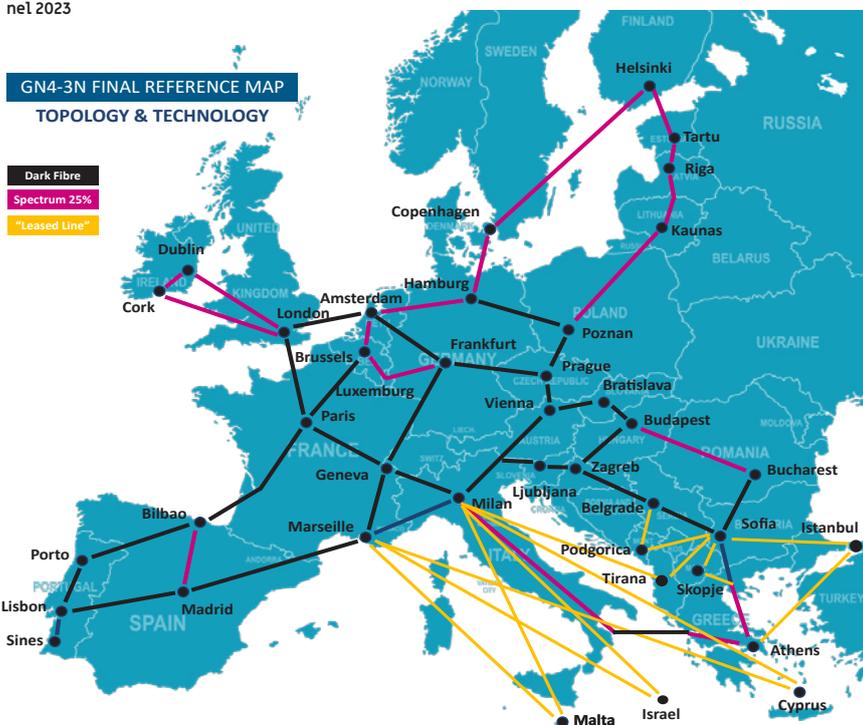
Ancora una volta, il progetto BELLA, che ha portato, con una collaborazione pubblico-privato, alla stesura di un cavo diretto fra Europa e America Latina, è stato pionieristico e ha indicato la strada per la strategia europea dimostrando che la gestione in proprio delle fibre è un vantaggio, oltre ad essere economicamente sostenibile, e ha confermato l'importanza dei cavi sottomarini come bene fondamentale non solo per spostare i dati nel mondo ed avere accesso ai servizi ma anche per facilitare l'accesso ai nostri dati scientifici e servizi. Senza dimenticare che il controllo della fibra è un fattore abilitante per la collaborazione scientifica internazionale, basti pensare a una delle stazioni del progetto Copernicus che è connessa direttamente a BELLA.

GN5-IC1 ha una durata prevista di 3 anni e un budget di 15 milioni di euro, per la stragrande maggioranza dedicati all'acquisizione di porzioni di spettro o capacità (da 100 Gbps a 400 Gbps) ed equipaggiamento.

Il primo passo verso questa visione è acquisire capacità a lungo termine, con **contratti di connettività (IRU) di almeno 7 anni verso il Nord America e l'area dell'Asia-Pacifico**, nell'ordine i primi due centri di interesse per il traffico di rete europeo. Per il Nord America, l'idea è di valutare la possibilità di acquisire spettro a lungo termine al fine di poter crescere secondo le necessità. La soluzione "open cable" è quella che meglio favorisce questo tipo di esigenza. Si tratta di cavi che rendono possibile un adeguamento della tecnologia trasmissiva della fibra durante tutto il periodo di contratto. Ciò permette infatti di garantire la velocità dei collegamenti, rimanendo al passo con l'evoluzione tecnologica.

Per i collegamenti verso Oriente l'idea è quella di raggiungere Singapore, da dove poi connettersi con le altre reti, sfruttando i cavi Blue-Raman e passando per Israele.

La topologia della rete GÉANT nel 2023



WP1: Project Management
WP2: Marketing, Communication, Events, Policy Engagement
WP3: User and Stakeholder Engagement
WP4: Above-the-net Services
WP5: Trust and Identity Services Evolution and Delivery
WP6: Network development
WP7: Network core infrastr. and core serv. evolution and oper.
WP9: Operation support
WP8: Security

Innovation and knowledge
Delivery and development

Le macroattività che compongono il progetto hanno tutte un comune denominatore: l'innovazione e lo sviluppo continuo della rete

Ma non c'è solo la necessità di migliorare ed aggiornare i collegamenti con i posti già connessi all'Europa (come il Nord America): uno degli obiettivi di GÉANT è quello di fare outreach verso i paesi più piccoli e meno connessi, dove aumentare e valorizzare la collaborazione scientifica, magari rendendo più facilmente accessibili le grandi moli di dati scientifici prodotte in Europa.

Alcune sfide da affrontare insieme

A fronte di questa visione di ampio respiro per la connettività europea, ci sono alcune criticità che richiederanno l'attenzione delle reti europee e di GÉANT negli anni a venire. Si registra una sempre maggiore **scarsità di capitale umano e di competenze** a livello trasversale all'interno della comunità. La difficoltà di assumere esperti e mantenerli a lungo mette a rischio la capacità delle reti della ricerca di continuare a portare innovazione all'interno del mondo del networking e richiederà di essere affrontata a livello comunitario. L'iniziativa GARR Academy, un programma di formazione intensivo per studenti con possibilità di assunzione per i più meritevoli, si è dimostrata efficace, ma servirebbero anche azioni di respiro europeo.

Un altro punto da affrontare è la differenza di visione strategica tra le diverse NREN circa l'importanza di **mantenere il più possibile in-house le competenze e le infrastrutture**. Ciò si traduce in reti nazionali che tendono a appoggiarsi maggiormente sui provider esterni e altre, come GARR, che puntano sul valore aggiunto dato dal controllo della rete e dei servizi, come il cloud.

→ network.geant.org

Horizon Europe: già si parla di prime valutazioni

di Marco Falzetti

Poco più di un anno fa festeggiavamo l'avvio di Horizon Europe, e già si comincia a parlare di prime valutazioni. Il tempo vola, o almeno così sembra. In realtà, tutto si può dire meno che il programma sia in una sua fase di totale consolidamento. I primi due anni di Horizon, sono stati caratterizzati da una serie di situazioni che potremmo definire di transizione ed avvio che ci portano a considerare il programma ancora in una sua fase di iniziale assestamento e ben lungi dall'aver raggiunto la sua piena maturità. Tanti sono gli episodi che si possono citare che individuano di fatto questa situazione di iniziale precarietà. I **ritardi dell'avvio del programma** che hanno portato di fatto ad una compressione, e per certi versi incredibile mancanza di separazione, tra le call 2021 e 2022 che ha portato a dover affrontare il secondo anno di bandi senza avere la percezione completa dei risultati della tornata precedente. È solo dal prossimo anno, il 2023, che il calendario dei bandi dovrebbe riallinearsi ad una programmazione regolare permettendo una netta separazione tra un anno e il successivo.

I partenariati, o meglio i nuovi partenariati, che se pur non rappresentano una vera novità, sono stati oggetto di una profonda rivisitazione nel nuovo programma, con il risultato di aver visto le loro partenze con un anno di ritardo rispetto all'avvio del programma.

Una **novità vera**, nel senso che si tratta certamente di uno dei principali nuovi elementi introdotti in Horizon Europe, sono invece le **cinque Missioni**. Per queste, i ritardi nell'avvio sono stati in parte giustificati dalla necessità di prendere le misure con uno strumento nuovo, non privo di problematiche connesse con una loro strutturale complessità. Più che di ritardo, in questo caso è meglio parlare di avvio graduale, con il 2023 che vedrà una reale sincronia tra i bandi Missioni e il resto del programma.

Per concludere, tra i principali elementi di avvio un po' tormentati, non si può certo dimenticare quello dell'**European Innovation Council**. Ambizioso tentativo, almeno nella sua componente Accelerator, di mettere in essere una serie di interventi/strumenti capaci di sostenere proposte ad alto contenuto innovativo proponendo un mix di finanziamento a fondo perduto e capitale di investimento.

L'avvio non è stato certo dei migliori, trovando una Commissione impreparata a gestire quanto lei stessa aveva immaginato di fare e un Parlamento Europeo che

solo poche settimane fa ha minacciato la Commissione di non rifinanziare la componente Accelerator già dopo il secondo anno di programma, se questa non dimostrerà di saper gestire effettivamente la questione della componente equity dello strumento.

Ci si può fermare qui, ma si potrebbe andare avanti ancora per molto: si pensi ad esempio alla questione dell'**annotated model grant agreement**, che è poi niente altro che la versione commentata ed esplicativa del contratto che regola le condizioni di partecipazione ai diversi progetti Horizon Europe. La versione iniziale che la Commissione ha reso disponibile alla firma dei primi contratti, e che a detta della Commissione sarebbe stata integrata da una versione definitiva, la stiamo tutti ancora aspettando da quasi un anno.

In conclusione, dicevo, un quadro tutt'altro che sedimentato e caratterizzato ancora dall'essere in una lunga fase di avvio e stabilizzazione che porterebbe a far pensare che troppe cose sono ancora da consolidare prima di affrontare l'appuntamento con una reale e robusta valutazione di Horizon Europe.

In vista del MidTerm di Horizon Europe, APRE ha costituito un gruppo di esperti nazionali a cui ha affidato il compito di condurre un'analisi dei primi anni di Horizon Europe

Ma i tempi stabiliti dagli stessi atti legislativi di Horizon Europe, parlano chiaro, **la valutazione di MidTerm partirà nel 2023**. Facciamo un passo indietro e vediamo a che punto siamo.

Intanto c'è da dire che la Commissione ha già lanciato, attraverso una consultazione di inizio dicembre, un grande esercizio di valutazione che comprende sia la valutazione finale di H2020 (il precedente programma), il MidTerm di Horizon Europe e un esercizio di indirizzamento verso la definizione del piano strategico 2025-2027 per la seconda parte di Horizon Europe. Tutti questi esercizi, che troveranno tempi e dinamiche di svolgimento diverse nel corso del 2023 e 2024, saranno accompagnati da una serie di studi, commissionati dalla Commissione, dedicati ad acquisire evidenza fattuale su tanti diversi aspetti necessari a valutare i due programmi.

In questo contesto, APRE ha da poco lanciato un proprio esercizio in vista del MidTerm di Horizon Europe, costituendo un **gruppo di esperti nazionali**, con rilevante esperienza nell'ambito della Ricerca e Innovazione Europea, a cui ha affidato il compito di condurre un'analisi dei primi anni di Horizon Europe attraverso un processo organizzato che vedrà il gruppo di esperti interagire in maniera sinergica con il sistema APRE. L'esercizio si svolgerà nel corso del 2023 e 2024 portando alla generazione di un **documento di analisi** che assumerà nel corso del tempo diversi livelli di maturazione e completezza, in fase, ma in anticipo, con l'evoluzione dell'esercizio della Commissione. L'analisi dell'APRE sarà naturalmente condivisa, nel corso della sua evoluzione con le istituzioni nazionali di riferimento, in primis il MUR, al fine di mettere a disposizione in modo continuo i risultati della valutazione alle istituzioni italiane, che saranno poi quelle chiamate a definire e veicolare la posizione nazionale alla controparte europea.

Ma se la valutazione di MidTerm è già partita quando ancora mancano mesi alle date di presentazione delle proposte per i bandi del terzo anno di Horizon Europe, il 2023, è davvero possibile pensare di poter cominciare a dare un giudizio sul nuovo programma? La risposta è sì.

Ci sono certamente aspetti del programma che potranno essere valutati con attenzione solo dopo che saranno ulteriormente consolidati i dati di partecipazione. Diciamo che solo agli inizi del 2024, saranno disponibili i risultati dei primi tre anni di programma, e qualcosa di meno rispetto a Missioni e Partenariati, è da quei dati che sarà possibile azzardare un'analisi dettagliata dei vari comparti, valutare la correttezza e adeguatezza delle strategie di indirizzo scientifico e tecnologico dei bandi proposti e di come Missioni e Partenariati stiano davvero realizzando integrazione e complementarità con tutte le altre azioni del programma.

È senz'altro possibile da subito individuare degli aspetti, o se si preferisce problematiche, che già in questi poco meno di ventiquattro mesi si sono manifestati e che sono certamente elementi sui quali avviare una riflessione. È su questi elementi che diventa credibile partire sin da ora su un'analisi di MidTerm per poi arricchirla successivamente di aspetti che potranno

essere maturati alla luce di nuove acquisizioni nel corso del 2023.

Quali sono quindi questi aspetti che richiedono una attenta analisi che permetta di evidenziare criticità o aspetti da migliorare?

La flessibilità

Gli ultimi anni non ci hanno risparmiato scenari globali che hanno pesantemente influenzato il programma. Si pone il problema di coniugare le azioni a supporto delle grandi transizioni e sfide strategiche europee, che richiedono percorsi lunghi e costanti, con la necessità di inseguire le emergenze indotte da evoluzioni inattese. La Commissione ha già dimostrato grande capacità di adeguare, anche Horizon Europe, alle necessità dettate dalla crisi pandemica e della guerra in Ucraina, ma è chiaro che sul lungo periodo si dovrà riaprire un dibattito su come gestire in modo strutturale questo compromesso tra strategie di lungo periodo e dinamiche contingenti.

Partenariati e missioni

Quasi la metà del budget di Horizon Europe è oramai gestito all'interno di queste mega strutture. È importante andare subito ad individuare se le innovazioni introdotte con Horizon Europe abbiano davvero inserito quelle correzioni di rotta che, almeno per i partenariati, sono stati oggetto della profonda ridefinizione degli stessi. Più in generale resta la questione di valutare effettivamente come queste mega programmazioni tematiche vadano a sintonizzarsi e complementare quanto fatto nella restante parte del programma.

PMI

Non potendo qui argomentare come sarebbe necessario, bisognerà riflettere sul come intervenire su un programma orfano del vecchio strumento PMI (precedente H2020), per garantire un reale coinvolgimento massivo delle PMI europee in Horizon Europe, al momento piuttosto poco attenzionata.

Semplificazione

Sempre evocata ma ancora inseguita. L'introduzione di uno schema amministrativo basato su lumpsum, sulla carta semplificativo rispetto a quello degli actual cost, non è garanzia a prescindere di semplificazione e comunque non lo è quando entrambi gli schemi sussistono e costringono le organizzazioni a tenere in piedi contemporaneamente sistemi di doppia gestione amministrativa.

Decentralizzazione ed esternalizzazione del programma

Negli ultimi quindici anni si è assistito ad un chiaro processo di esternalizzazione della gestione del programma da parte della Commissione verso soggetti terzi: le agenzie esecutive (soggetti in house) e i consorzi esterni attraverso il meccanismo del cascading funds, oggi più genericamente e largamente riferiti come FSTP. Su questo fronte si aprono una serie di problematiche che da sole richiederebbero una profonda riflessione su dove, ma soprattutto sul come, sta davvero andando il supporto alla ricerca ed innovazione europea.

→ www.apre.it

Marco Falzetti
è direttore di APRE,
l'Agenzia per la
Promozione della
Ricerca Europea



20 anni del Consortium GARR

Ripercorriamo insieme le principali tappe di questa avvincente avventura



di Enzo Valente
Fondatore della rete GARR e Direttore emerito del Consortium GARR

Sono passati solo 20 anni da quando il Consortium GARR è stato istituito come entità legale nel 2002, ma la storia delle reti della ricerca risale a molti anni prima, quando di Internet non esisteva nemmeno il nome. Ma andiamo con ordine...

Dopo un periodo di sperimentazione (talvolta venata di operoso empirismo) durante gli anni '70, entrarono in funzione molte reti all'interno di enti di ricerca come CNRnet, INFNet, ENEAnet e anche le reti universitarie coordinate da Cilea, Cineca e Csata, ognuna basata su protocolli proprietari, come DecNet e SNA, o su protocolli aspiranti a uno standard come X25 e TCP/IP. Insomma, la comunità scientifica italiana poteva contare su tante reti però separate tra loro e con prestazioni e velocità che oggi fanno sorridere (da 9.6 kbps a 64 kbps!). Attraversavano l'Italia con un grande dispendio di energie e risorse economiche e, per di più, non comunicavano tra loro.

Pur con queste scarse prestazioni, il CNR aveva sviluppato una rete di tutto rispetto tra le sue sedi e l'INFN aveva addirittura promosso quella che potremmo definire la prima rete intercontinentale per la ricerca, ovvero la rete per la High Energy Physics chiamata HEPnet, che interconnetteva laboratori di fisica di tutto il mondo, a partire dal CNAF di Bologna, al CERN di Ginevra, al FermiLab di Chicago, al KEK in Giappone con velocità tra i 64 e i 512 kbps.

Tutti questi laboratori avevano macchine VAX e PDP della Digital e quindi la rete HEPnet usava il protocollo DecNet. Nel 1989, pochi giorni prima della partenza dell'acceleratore LEP del CERN, l'INFN realizzava il primo collegamento transnazionale europeo a 2 Mbps tra il CNAF di Bologna, cuore della rete INFnet e il CERN.

Non senza sforzo di tecnologi e ricercatori, intenzionati a far comunicare le reti tra loro e, tra molte difficoltà, erano stati sviluppati gateway di file transfer e di mail exchange tra protocolli e reti diverse al fine di facilitare le comunicazioni

tra ricercatori afferenti a comunità e istituzioni diverse.

Ma il sogno di tutti era creare un'unica grande rete dell'università e della ricerca che potesse essere collegata ad alte prestazioni ai grandi laboratori internazionali.

Una prima svolta si ebbe nel 1986 quando Orio Carlini (allora consigliere di Luigi Granelli, Ministro per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica), che si occupava dei progetti Eureka, convocò i responsabili delle varie reti esistenti invitandoli a formare un **Gruppo per l'Armonizzazione delle Reti per la Ricerca**, il GARR, per l'appunto. Di fatto partì da lui la spinta per la realizzazione di una rete nazionale unitaria. È da questo momento che coloro che erano impegnati nello sviluppo delle reti per conto di enti di ricerca e università decisero di collaborare assieme per creare qualcosa di unico, ovvero quella che sarebbe diventata la rete GARR. Una rete nata per essere connessa con tutto il mondo e progettata per favorire l'internazionalizzazione della ricerca.

Un altro momento chiave arrivò quando Antonio Ruberti, Ministro della Ricerca Scientifica e Tecnologica, nel 1988 destinò un finanziamento di 5 miliardi di lire al GARR, a condizione che quei fondi venissero utilizzati in sinergia tra gli enti per unificare le reti ed ottenerne una sola a livello nazionale. Si riuscì in questo modo a mettere insieme persone che si trovavano spesso anche in competizione tra loro, unendo così anche le conoscenze e le competenze dei massimi esperti dei vari ambiti di università e ricerca.

Tra le prime decisioni del gruppo, ci fu quella di convergere tutti verso il TCP/IP, abbandonando i protocolli proprietari. E quindi si convenne di richiedere alle "authority" americane gruppi di indirizzi IP.

E fu proprio in quella occasione che Antonia Ghiselli, a capo della rete INFN, ebbe l'intuizione di richiedere nel 1989 **l'assegnazione dell'Autonomous System 137 per la rete GARR**: il primo Autonomous System in Italia tuttora adottato dalla rete GARR. Come risultato fu realizzata **la prima rete nazionale dell'università e della ricerca italiana**, una rete la cui topologia oggi può far sorridere, ma che per l'epoca rappresentò una vera rivoluzione. Una rete nazionale con protocollo TCP/IP e con un backbone basato su 7 nodi principali interconnessi a 2 Mbps, incluso il collegamento tra il CNAF e il CERN mediante il quale la rete GARR si collegava alle altre reti della ricerca europea.

Il successo di questa iniziativa fu dovuto principalmente ad Antonio Cantore, Presidente del Comitato di Gestione del Progetto dal 1989 al 1994, a Gabriele (Lele) Neri che coordinò il primo NOC del GARR e a tutti i responsabili dei 5 PoP geografici tra cui Claudia Battista, attuale direttrice del GARR, responsabile del PoP di Roma

e della rete del centro-sud.

Alla prima rete GARR vennero collegate diverse sedi delle università e degli enti di ricerca. Alla fine del 1991 la rete GARR era ormai realtà e collegava un centinaio di sedi CNR, ENEA, INFN e universitarie con collegamenti di velocità tra 64 e 256 kbps. Il successo di questo progetto portò il GARR ad affermarsi a livello europeo e internazionale.

Stefano Trumpy, allora direttore del CNUCE di Pisa, e il sottoscritto, fummo i rappresentanti italiani che contribuirono a istituire le associazioni europee RARE, EARN e la società DANTE che, nel tempo, confluirono nell'Associazione europea GÉANT. A livello internazionale, la nostra presenza fu richiesta nella fondazione dell'Internet Society ISOC, e del registro europeo per gli indirizzi IP RIPE e nel primo comitato del G7 per la Società dell'Informazione.

La storia proseguì e, tra il 1995 ed il 1997, si sviluppò il progetto **GARR-2**, la cui gestione era stata affidata principalmente al CNAF di Bologna. Obiettivo principale di questo progetto fu quello di sperimentare avanzati strumenti di hardware e software per la gestione delle reti informatiche. In seguito, tra il 1998 ed il 2002, un altro importante passo è stato fatto. Con un co-finanziamento ministeriale di 153 miliardi di lire fu realizzato il progetto **GARR-B**, che permise di fare un salto nella capacità della dorsale da 34 Mbps a 155 Mbps. Inoltre, la dorsale GARR-B avrebbe interconnesso anche 28 reti metropolitane. Il progetto prevedeva una vasta azione di formazione non solo per il nucleo iniziale di esperti ma anche per i tecnici presenti nelle varie università e nei siti di accesso. La Direzione del progetto GARR-B fu affidata a me ed ebbi il compito di coordinare un gran numero di esperti, tecnici, ricercatori e tecnologi di tutti gli enti di ricerca e di moltissime università, tutte persone a cui è dovuta la creazione della rete unitaria GARR. Non posso non citare Liliana Rizzo e Marcella Mastrofino che furono fondamentali nell'aiutarmi a curare le relazioni esterne e Valeria Rossi, coordinatrice del NOC. Senza di loro non ce l'avrei potuta fare.

All'INFN fu affidata la gestione amministrativa mentre la gestione politica fu curata da una Commissione Reti e Calcolo Scientifico (CRCS) formata dai rappresentanti di CRUI, CNR, ENEA, INFN e dirigenti del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica. Un Organismo Tecnico-Scientifico (OTS-GARR), presieduto da Orio Carlini e di cui fecero parte rappresentanti esperti dei 4 enti, seguì passo dopo passo la realizzazione del progetto. Il rappresentante INFN era Federico Ruggieri, allora direttore del CNAF, che dirigerà il GARR dal 2015 al 2022. Fu anche fondamentale il ruolo di Beppe Attardi, rappresentante della CRUI, non solo per la sua riconosciuta competenza ma anche per la sua costante collaborazione con Luciano Modica. Fu proprio questo progetto a portare alla **nascita del GARR come entità legale**, grazie alla spinta dell'allora Presidente della CRUI, Luciano Modica.

Nessun ostacolo alla nascita del GARR come entità legale indipendente. Tutti si resero conto dell'importanza del ruolo che questa organizzazione avrebbe giocato nel supporto alle attività di ricerca e alle collaborazioni scientifiche. Nacque così l'**Associazione Consortium GARR**, il cui primo presidente fu, nel 2002-2003, Angelo Scribano seguito poi da Marco Pacetti, Rettore dell'Università Politecnica delle Marche, che ricoprì l'incarico dal 2003 al 2014. Già allora era chiaro a tutti che la rete si sarebbe ampliata e si sarebbe "adattata ai tempi" con i risultati che oggi tutti noi possiamo vedere.

Questo è stato un periodo vissuto intensamente, con lo spirito di consolidare qualcosa di unico, nato dalla esigenza di soddisfare le richieste dei ricercatori italiani coinvolti nelle collaborazioni scientifiche internazionali. Devo citare l'essenziale contributo di Massimo Carboni, attuale vicedirettore del GARR, senza il quale la rete non avrebbe mai

avuto una struttura tecnologicamente solida ed efficiente, 10 anni prima che gli operatori commerciali potessero offrire qualcosa di simile alla società civile. Infatti, tra i principi ispiratori di GARR vorrei sottolineare quello che a mio avviso è il più importante: **l'innovazione**.

Non appena costituito il GARR come entità legale, realizzammo la rete **GARR-G** a 10 Gbps. Queste velocità oggi sembrano banali ma all'epoca erano rivoluzionarie, tanto da permettere già nel 2007 i primi interventi remoti attraverso la telemedicina.

Nel 2011 la rete fece un'ulteriore evoluzione con **GARR-X**, che poteva contare su collegamenti fino a 200 Gbps. In questo contesto si presentarono altre opportunità: ad esempio la collaborazione con il conservatorio di musica Giuseppe Tartini di Trieste che diede vita al **sistema Lola** (Low Latency AV Streaming System), oggi utilizzato in tutto il mondo, con il quale si rendevano possibili esibizioni musicali in tempo reale in cui i musicisti si trovavano fisicamente in siti remoti, collegati da servizi di rete avanzati.

Con l'aiuto di finanziamenti PON, tra il 2013 e il 2016 partì il progetto **GARR-X Progress**, una infrastruttura digitale per promuovere ricerca, istruzione e competitività nel mezzogiorno.

La rete della comunità dell'istruzione e della ricerca italiana nella sua storia ha fatto passi da gigante, oggi è notevolmente potenziata sia in termini di prestazioni, di capillarità (con oltre 17.000 km di fibra ottica) che di utenti connessi: attualmente la rete collega circa 1.000 sedi tra università, centri di ricerca, ospedali, istituti di cultura, biblioteche, musei e scuole raggiungendo oltre 4,5 milioni di utenti finali.

Ma né l'evoluzione tecnologica né le richieste degli utenti si fermano mai e oggi GARR è già proiettato verso nuove sfide: lo sviluppo della rete **GARR-T** (Terabit), le grandi iniziative dei **progetti PNRR** (con le iniziative di TeRABIT e del Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing) e molto altro...

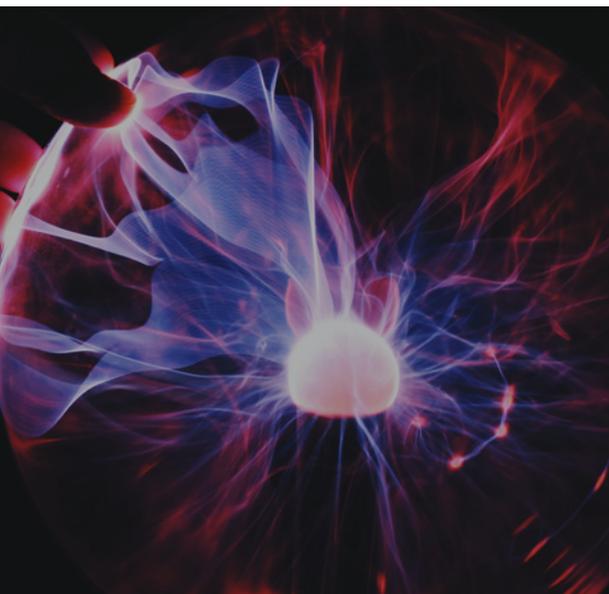
Devo dire che sono soddisfatto del lavoro fatto in questi ultimi 40 anni, anche perché ha seminato cultura e expertise nel networking in Italia.

Guarda
l'intervento di
Enzo Valente
al Workshop
GARR 2022



La ricerca comunica

a cura degli uffici stampa degli enti di ricerca



Attivata la prima rete quantistica inter-europea

Successo per la prima dimostrazione pubblica di uroQCI, l'innovativa rete europea per le comunicazioni quantistiche a cui l'Italia partecipa con il supporto del CNR e delle Università di Firenze e Trieste. Per la prima volta, tre Paesi diversi - Italia, Slovenia e Croazia - sono stati collegati su una rete quantistica in fibra ottica. La connessione criptata - basata sul protocollo Quantum Key Distribution (QKD) - ha mostrato la sicurezza e la maturità di queste tecnologie, pronte ad applicazioni commerciali nel breve termine.

L'evento di comunicazione quantistica - che si è svolto durante la riunione del G20 di Trieste del 2021 - è stato incoraggiato e sostenuto dalla Presidenza del G20 e dai Ministeri italiani MiSE e MAECI. L'articolo scientifico che illustra i risultati ottenuti è stato pubblicato su Advanced Quantum Technologies.

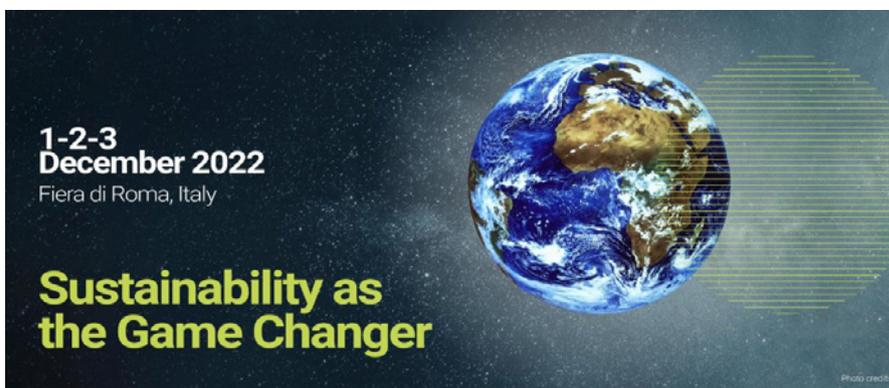
→ <https://dx.doi.org/10.1002/qute.202200061>

EERAdata: gestione attenta dei dati nel settore energia

Rimettere l'uomo al centro della digitalizzazione del settore energia attraverso una gestione attenta dei dati e delle nuove tecnologie informatiche. È questo il focus del position paper pubblicato nell'ambito del progetto europeo EERAdata che vede ENEA tra i principali promotori e che mira a potenziare l'accessibilità e l'interoperabilità dei dati nel settore energetico attraverso lo sviluppo di un'apposita piattaforma europea.

ENEA anche nel ruolo di socio fondatore della European Energy Research Alliance (EERA) la più grande comunità di ricerca sull'energia in Europa, sarà impegnata insieme ad altre istituzioni europee, nella creazione di una federazione di infrastrutture di super-calcolo per facilitare le simulazioni su grande scala in materia di energia, puntando sulle metodologie della scienza aperta e sulla gestione "FAIR" dei dati (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), ispirata a principi di trasparenza, integrazione, qualità e disponibilità, per massimizzare l'impatto della digitalizzazione nella transizione energetica verso una economia carbon-free.

→ Position paper: <https://u.garr.it/eeradata2022>



L'INGV protagonista al Forum Europeo sull'Economia Spaziale

Si è svolta la quarta edizione dell'Expo-Forum Europeo sulla New Space Economy (NSE), che ha visto protagonista, tra gli altri, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). L'INGV, presente all'Expo con uno stand per illustrare le attività che l'Istituto svolge in ambito spaziale, ha permesso ai visitatori di interagire con i ricercatori che, attraverso flyer informativi, video tematici, una serie di seminari e delle dimostrazioni tecnico-scientifiche reali, hanno presentato le principali attività di ricerca.

Queste sono svolte grazie all'utilizzo dei dati di osservazione dallo spazio integrati con le misure effettuate da sistemi a terra, permettendo di fare ricerca di avanguardia su temi legati a terremoti, vulcani e ambiente.

La partecipazione dell'INGV alla NSE è stata coordinata anche quest'anno dal Centro di Osservazioni Spaziali della Terra dell'Istituto (COS-INGV), nato con l'obiettivo di raccordare e pianificare le attività dell'Ente nel settore dello Spazio e dell'Aerospazio, nonché di favorire la partecipazione dei ricercatori alla generazione di servizi e prodotti per la società civile e per altre Istituzioni.

→ www.nseexpoforum.com

RETE GARR

La rete GARR è realizzata e gestita dal Consortium GARR, un'associazione senza fini di lucro fondata sotto l'egida del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. La rete GARR è diffusa in modo capillare e offre connettività a circa 1000 sedi.

Soci:

CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile), Fondazione CRUI (Conferenza dei Rettori delle Università Italiane), INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

Gli utenti della rete GARR

CNR

- Area della ricerca di Bari
- Area della ricerca di Bologna
- Area della ricerca di Catania
- Area della ricerca di Cosenza, Roges di Rende (CS)
- Area della ricerca di Firenze, Sesto Fiorentino (FI)
- Area della ricerca di Genova
- Area della ricerca di Lecce
- Area della ricerca di Milano
- Area della ricerca di Milano Segrate
- Area della Ricerca di Milano 3 - Polo Bicocca
- Area della Ricerca di Milano 4 - Polo Fantoli
- Area della ricerca di Napoli 1
- Area della ricerca di Napoli 3, Pozzuoli (NA)
- Area della ricerca di Padova
- Area della ricerca di Palermo
- Area della ricerca di Pisa, S. Giuliano Terme (PI)
- Area della ricerca di Portici (NA)
- Area della ricerca di Potenza, Tito Scalo (PZ)
- Area della ricerca di Roma
- Area della ricerca di Roma Tor Vergata
- Area della ricerca di Sassari
- Area della ricerca di Torino
- Base radar meteorologica
Sedi: [Mesagne \(BR\)](#), [Torchiarolo \(BR\)](#)
- CERIS Ist. di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo
Sedi: [Milano](#), [Moncalieri \(TO\)](#), [Torino](#)
- Complesso di Anacapri - Ex Osservatorio Solare della Reale Accademia di Svezia, Anacapri (NA)
- IAC Ist. per le Applicazioni del Calcolo Picone, Napoli
- IAMC Ist. per l'Ambiente Marino Costiero
Sedi: [Capo Granitola, Campobello di Mazara \(TP\)](#), [Castellammare del Golfo \(TP\)](#), [Messina](#), [Mazara del Vallo \(TP\)](#), [Napoli](#), [Oristano](#), [Taranto](#)
- IBAF Ist. di Biologia Agro-ambientale e Forestale
Sedi: [Napoli](#), [Porano \(TR\)](#)
- IBAM Ist. per i Beni Archeologici e Monumentali
Sedi: [Lecce](#), [Tito Scalo \(PZ\)](#)
- IBB Ist. di Biostrutture e Bioimmagini, Napoli
- IBBA Ist. di Biologia e Biotecnologia Agraria
Sedi: [Milano](#), [Pisa](#)
- IBBE Ist. di Biomembrane e Bioenergetica, Bari
- IBBR Ist. di Bioscienze e Biorisorse, Palermo
- IBCN Ist. Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale, Monterotondo Scalo (RM)
- IBE Ist. per la BioEconomia
Sedi: [Bologna](#), [Firenze](#), [Follonica \(GR\)](#), [Sassari](#), [S.Michele all'Adige \(TN\)](#)
- IBF Ist. di Biofisica
Sedi: [Genova](#), [Pisa](#)
- IBFM Ist. di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare, Milano
- IBIM Ist. di Biomedicina e Immunologia Molecolare, Reggio Calabria
- IBP Ist. di Biochimica delle Proteine, Napoli
- ICAR Ist. di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

Sedi: [Napoli](#), [Palermo](#), [Rende \(CS\)](#)

- ICB Ist. di Chimica Biomolecolare
Sedi: [Catania](#), [Li Punti \(SS\)](#)
- ICCOM Ist. di Chimica dei Composti Organo Metallici, Pisa
- ICIB Ist. di Cibernetica E. Caianiello, Pozzuoli (NA)
- ICIS Ist. di Chimica Inorganica e delle Superfici, Padova
- ICMATE Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia, Lecco
- ICRM Ist. di Chimica del Riconoscimento Molecolare
Sedi: [Milano](#), [Roma](#)
- ICTP Ist. di Chimica e Tecnologia dei Polimeri
Sedi: [Catania](#), [Pozzuoli \(NA\)](#)
- ICVBC Ist. per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali, Milano
- IDPA Ist. per la Dinamica dei Processi Ambientali
Sedi: [Milano](#), [Padova](#)
- IEIIT Ist. di Elettronica e Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni, Genova
- IENI Ist. per l'Energetica e le Interfasi
Sedi: [Genova](#), [Milano](#), [Padova](#), [Pavia](#)
- IEOS Ist. per l'Endocrinologia e l'Oncologia
G. Salvatore, Napoli
- IFC Ist. di Fisiologia Clinica
Sedi: [Lecce](#), [Massa](#), [Milano](#), [Pisa](#)
- IFP Ist. di Fisica del Plasma P. Caldirola, Milano
- IFT Ist. di Farmacologia Traslazionale, L'Aquila
- IGB Ist. di Genetica e Biofisica A. Buzzati Traverso, Napoli
- IGG Ist. di Geoscienze e Georisorse
Sedi: [Pavia](#), [Pisa](#), [Torino](#)
- IGI Ist. Gas Ionizzati, Padova
- IGM Ist. di Genetica Molecolare
Sedi: [Chieti](#), [Pavia](#)
- IGP Ist. di Genetica delle Popolazioni, Sassari
- IIT Ist. di Informatica e Telematica
Sedi: [Arcavacata di Rende \(CS\)](#), [Pisa](#)
- ILC Ist. di Linguistica Computazionale A. Zampolli
Sedi: [Genova](#), [Pisa](#)
- IMAA Ist. di Metodologie per l'Analisi Ambientale
Sedi: [Marsico Nuovo \(PZ\)](#), [Tito Scalo \(PZ\)](#)
- IMATI Ist. di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche
Sedi: [Genova](#), [Milano](#), [Pavia](#)
- IMCB Ist. per i Materiali Compositi e Biomedici, Portici (NA)
- IMEM Ist. dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo, Parma
- IMIP Ist. di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi, Tito Scalo (PZ)
- IMM Ist. per la Microelettronica e Microsistemi
Sedi: [Agrate Brianza \(MB\)](#), [Bologna](#), [Catania](#), [Lecce](#), [Napoli](#)
- IN Ist. di Neuroscienze
Sedi: [Milano](#), [Pisa](#)
- INFM Ist. Naz. per la Fisica della Materia, Genova
- INO Ist. Nazionale di Ottica
Sedi: [Firenze](#), [Pisa](#), [Pozzuoli \(NA\)](#)

- IOM Ist. Officina dei Materiali, Trieste
- INSEAN Ist. Nazionale Per Studi ed Esperienze di Architettura Navale Vasca Navale, Roma
- IPCF Ist. per i Processi Chimico Fisici
Sedi: [Bari](#), [Messina](#), [Pisa](#)
- IPSP Ist. Protezione Sostenibile delle Piante
Sedi: [Bari](#), [Portici \(NA\)](#), [Torino](#)
- IRAT Ist. di Ricerche sulle Attività Terziarie, Napoli
- IRC Ist. di Ricerche sulla Combustione, Napoli
- IREA Ist. per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente
Sedi: [Milano](#), [Napoli](#)
- IRGB Ist. di Ricerca Genetica e Biomedica, Lanusei (CA)
- IRPI Ist. di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
Sedi: [Padova](#), [Perugia](#), [Torino](#)
- IRPPS Ist. di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche sociali, Penta di Fisciano (SA)
- IRSA Ist. di Ricerca sul Campo
Sedi: [Bari](#), [Brugherio \(MB\)](#)
- IRSIG Ist. di Ricerca sui Sistemi Giudiziari, Bologna
- ISA Ist. di Scienze dell'Alimentazione, Avellino
- ISAC Ist. di Scienze dell'Atmosfera e del Clima
Sedi: [Bologna](#), [Lecce](#), [Padova](#), [Torino](#), [Lamezia Terme \(CZ\)](#)
- ISAFOM Ist. per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Ercolano (NA)
- ISASI Ist. di Scienze Applicate e Sistemi Intelligenti E. Caianello, Messina
- ISE Ist. per lo Studio degli Ecosistemi
Sedi: [Pisa](#), [Sassari](#), [Verbania Pallanza \(VB\)](#)
- ISEM Ist. di Storia dell'Europa Mediterranea, Cagliari
- ISGI Ist. di Studi Giuridici Internazionali, Napoli
- ISIB Ist. di Ingegneria Biomedica, Padova
- ISM Ist. di Struttura della Materia, Trieste
- ISMAC Ist. per lo Studio delle Macromolecole
Sedi: [Biella](#), [Genova](#), [Milano](#)
- ISMAR Ist. di Scienze Marine
Sedi: [Ancona](#), [Bologna](#), [Genova](#), [Lesina \(FG\)](#), [Pozzuolo di Lerici \(SP\)](#), [Trieste](#), [Venezia](#)
- ISMN Ist. per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati, Bologna
- ISPA Ist. di Scienze delle Produzioni Alimentari
Sedi: [Foggia](#), [Lecce](#), [Oristano](#), [Sassari](#)
- ISPAAM Ist. per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo
Sedi: [Napoli](#), [Sassari](#)
- ISPF Ist. per la Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico Moderno, Milano
- ISSIA Ist. di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione
Sedi: [Genova](#), [Palermo](#)
- ISSM Ist. di Studi Società del Mediterraneo, Napoli
- ISTC Ist. di Scienze e Tecnologie della Cognizione
Sedi: [Padova](#), [Roma](#)
- ISTEC Ist. di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici
Sedi: [Faenza \(RA\)](#), [Torino](#)
- ISTI Ist. di Scienza e Tecnologie dell'Informazione

- A. Faedo, Pisa
- ISTM Ist. di Scienze e Tecnologie Molecolari, Milano
- ITAE Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia N. Giordano, Messina
- ITB Ist. di Tecnologie Biomediche
Sedi: Bari, Milano, Pisa
- ITC Ist. per le Tecnologie della Costruzione
Sedi: L'Aquila, Bari, Milano, Padova, San Giuliano Milanese (MI)
- ITD Ist. per le Tecnologie Didattiche, Genova
- ITIA Ist. di Tecnologie Industriali e Automazione, Milano
- ITM Ist. per la Tecnologia delle Membrane, Rende (CS)
- ITTIG Ist. di Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica, Firenze
- NANOTEC - Istituto di Nanotecnologie, Lecce
- Sede Centrale, Roma
- STEMS Ist. di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili
Sedi: Candiolo (TO), Cassana (FE), Napoli, Torino
- UARIE Ufficio Attività e Relazioni con le Istituzioni Europee, Napoli

ENEA

- Centro ricerche Ambiente Marino S. Teresa, Pozzuolo di Lerici (SP)
- Centro ricerche Bologna
- Centro ricerche Brasimone, Camugnano (BO)
- Centro ricerche Brindisi
- Centro ricerche Casaccia, S.Maria di Galeria (RM)
- Centro ricerche Frascati (RM)
- Centro ricerche Portici (NA)
- Centro ricerche Saluggia (VC)
- Centro ricerche Trisaia, Rotondella (MT)
- Laboratori di ricerca Faenza (RA)
- Laboratori di ricerca Foggia
- Laboratori di ricerca Ispra (VA)
- Laboratori di ricerca Lampedusa (AG)
- Laboratori di ricerca Montecuccolino, Bologna
- Sede centrale, Roma
- Ufficio territoriale della Puglia, Bari
- Ufficio territoriale della Sicilia, Palermo
- Ufficio territoriale della Toscana, Pisa

INAF

- IAPS-Ist. di Astrofisica e Planetologia Spaziali- Roma
- IASF Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica
Sedi: Bologna, Milano, Palermo
- IRA Istituto di Radioastronomia
Sedi: Bologna, Stazione Radioastronomica di Medicina (BO), Stazione Radioastronomica di Noto (SR)
- Laboratorio di Astrofisica di Palermo
- OAC SRT - Sardinia Radio Telescope, San Basilio (CA)
- Osservatorio Astrofisico di Arcetri (FI)
- Osservatorio Astrofisico di Bologna
- Osservatorio Astrofisico di Brera
Sedi: Milano, Merate (LC)
- Osservatorio Astrofisico di Cagliari
- Osservatorio Astrofisico di Capodimonte (NA)
- Osservatorio Astrofisico di Catania
- Osservatorio Astrofisico di Collurania (TE)
- Osservatorio Astrofisico di Padova
- Osservatorio Astrofisico di Palermo
- Osservatorio Astrofisico di Roma, Monte Porzio Catone (RM)
- Osservatorio Astrofisico di Torino, Pino Torinese (TO)
- Osservatorio Astrofisico di Trieste
- Sede Centrale, Roma

INFN

- Amministrazione centrale, Frascati (RM)
- CNAF Centro Nazionale per la ricerca e lo sviluppo nel campo delle tecnologie informatiche applicate agli esperimenti di fisica nucleare e delle alte energie, Bologna
- Gruppo collegato dell'Aquila
- Gruppo collegato di Alessandria
- Gruppo collegato di Brescia
- Gruppo collegato di Cosenza
- Gruppo collegato di Messina
- Gruppo collegato di Parma
- Gruppo collegato di Salerno
- Gruppo collegato di Siena
- Gruppo collegato di Udine Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Assergi (AQ)
- Laboratori Nazionali del Sud, Catania
- Laboratori Nazionali di Frascati (RM)
- Laboratori Nazionali di Legnaro (PD)
- Laboratorio Portopalo di Capo Passero (SR)
- Sezione di Bari
- Sezione di Bologna
- Sezione di Cagliari
- Sezione di Catania
- Sezione di Ferrara
- Sezione di Firenze
- Sezione di Genova
- Sezione di Lecce
- Sezione di Milano
- Sezione di Milano-Bicocca
- Sezione di Napoli
- Sezione di Padova
- Sezione di Pavia
- Sezione di Perugia
- Sezione di Pisa
- Sezione di Roma
- Sezione di Roma-Tor Vergata
- Sezione di Roma Tre
- Sezione di Torino
- Sezione di Trieste
- TIFPA Trento Institute for Fundamental Physics and Application, Povo (TN)
- Uffici di Presidenza, Roma

INGV

- Amministrazione Centrale, Roma
- Sede distaccata di Grottaminarda (AV) - Sede Irpinia
- Sede distaccata di Lipari (ME) - Osservatorio Geofisico
- Sede distaccata di Nicolosi (CT)
- Sede distaccata di Stromboli (ME) - Centro Operativo
- Sezione di Bologna
- Sezione di Catania - CUAD Sistema Poseidon
- Sezione di Catania - Osservatorio Etno
- Sezione di Cosenza
- Sede Storica - Ercolano (NA)
- Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano
- Sezione di Milano - Sismologia Applicata all'Ingegneria
- Sezione di Palermo - Geochimica
- Sezione di Pisa
- Sezione di Portopalo di Capo Passero (SR)

UNIVERSITÀ

Università statali

- CRUI Conferenza dei Rettori delle Università Italiane, Roma
- GSSI Gran Sasso Science Institute, L'Aquila
- IMT Institutions, Markets, Technologies Institute for Advanced Studies, Lucca
- IUSS Istituto Universitario di Studi Superiori, Pavia
- Politecnico di Bari

- Politecnico di Milano
- Politecnico di Torino
- Scuola Normale Superiore, Pisa
- Scuola Superiore S. Anna, Pisa
- Seconda Università degli Studi di Napoli
- SISSA Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Trieste
- Università Ca' Foscari Venezia
- Università del Molise
- Università del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro
- Università del Salento
- Università del Sannio
- Università dell'Aquila
- Università dell'Insubria
- Università della Basilicata
- Università della Calabria
- Università della Tuscia
- Università di Aosta
- Università di Bari Aldo Moro
- Università di Bergamo
- Università di Bologna
- Università di Brescia
- Università di Cagliari
- Università di Camerino
- Università di Cassino e del Lazio Meridionale
- Università di Catania
- Università di Ferrara
- Università di Firenze
- Università di Foggia
- Università di Genova
- Università di Macerata
- Università di Messina
- Università di Milano
- Università di Milano-Bicocca
- Università di Modena e Reggio Emilia
- Università di Napoli Federico II
- Università di Napoli L'Orientale
- Università di Napoli Parthenope
- Università di Padova
- Università di Palermo
- Università di Parma
- Università di Pavia
- Università di Perugia
- Università di Pisa
- Università di Roma Foro Italico
- Università di Roma La Sapienza
- Università di Roma Tor Vergata
- Università di Roma Tre
- Università di Salerno
- Università di Sassari
- Università di Siena
- Università di Teramo
- Università di Torino
- Università di Trento
- Università di Trieste
- Università di Udine
- Università di Urbino Carlo Bo
- Università di Verona
- Università G. D'Annunzio di Chieti e Pescara
- Università IUAV di Venezia
- Università Magna Græcia di Catanzaro
- Università Mediterranea di Reggio Calabria
- Università per Stranieri di Perugia
- Università per Stranieri di Siena
- Università Politecnica delle Marche

Università non statali e telematiche

- Humanitas University, Pieve Emanuele (MI)
- IULM Libera Università di Lingue e Comunicazione, Milano
- Libera Università di Bolzano
- Libera Università di Enna Kore

- LUISS Libera Università Internazionale degli Studi Sociali Guido Carli, Roma
- LUM Libera Università Mediterranea J. Monnet, Casamassima (BA)
- LUMSA Libera Università Maria SS. Assunta
Sedi: Roma, Palermo
- SDA Bocconi School of Management
Sedi: Roma
- UNINT Università degli Studi Internazionali di Roma
- UniTelma Sapienza, Roma
- Università Campus Bio-Medico di Roma
- Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano
- Università Commerciale Luigi Bocconi, Milano
- Università della Valle d'Aosta, Aosta
- Università Suor Orsola Benincasa, Napoli
- Università Telematica Internazionale Uninettuno, Roma
- Università Vita-Salute San Raffaele, Milano

Università internazionali

- Cornell University, Roma
- Iowa State University, Roma
- Istituto Universitario Europeo, Firenze
- Johns Hopkins University, Bologna
- New York University, Firenze
- The American University of Rome, Roma
- Venice International University, Venezia

CONSORZI INTERUNIVERSITARI, COLLEGI, ENTI PER IL DIRITTO ALLO STUDIO

- CINECA
Sedi: Napoli, Roma, Bologna
- CISIA Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso, Pisa
- Collegio Ghislieri, Pavia
- Collegio Nuovo - Fondaz. Sandra e Enea Mattei, Pavia
- Collegio Universitario Alessandro Volta, Pavia
- Collegio Universitario Santa Caterina da Siena, Pavia

ENTI DI RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA

- AREA Science Park, Trieste
- ARPAS Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna
Sedi di Cagliari, Sassari
- ASI Agenzia Spaziale Italiana
ALTEC Advanced Logistic Technology Engineering Center, Torino
Centro di Geodesia Spaziale, Matera
Centro Spaziale del Fucino, Avezzano (AQ)
Scientific Data Center, Roma
Sede Centrale, Roma
Sardinia Deep Space Antenna, San Basilio (CA)
- Centro Fermi - Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi, Roma
- CIRA Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, Capua (CE)
- CMCC Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, Bologna, Lecce
- CNIT - Laboratorio Nazionale di Comunicazioni Multimediali, Napoli
- Consorzio CETMA Centro di Progettazione, Design e Tecnologie dei Materiali, Brindisi
- Consorzio TeRN Tecnologie per le Osservazioni della Terra e i Rischi Naturali, Tito Scalo (PZ)
- CORILA Consorzio Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca Inerenti al Sistema Lagunare di Venezia
- COSBI The Microsoft Research - University of Trento Centre for Computational and Systems Biology, Rovereto (TN)

- CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Sedi: Bari, Bologna, Pontecagnano (SA)
- CRS4 Centro Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna, Pula (CA)
- CSP Innovazione nelle ICT, Torino
- CTAO - Cherenkov Telescope Array Observatory, Bologna
- ECMWF European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Bologna
- EGO European Gravitational Observatory, Cascina (PI)
- EMBL European Molecular Biology Laboratory, Monterotondo (RM)
- EUMETSAT European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, Avezzano (AQ)
- FBK Fondazione B. Kessler, Trento
- FIT Fondazione Internazionale Trieste
- Fondazione E. Amaldi, Roma
- Fondazione Human Technopole (FHT), Milano
- G. Galilei Institute for Theoretical Physics, Firenze
- Global Campus of Human Rights, Venezia
- Hypatia - Consorzio di Ricerca sulle Tecnologie per lo Sviluppo sostenibile, Roma
- ICGEB International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology, Trieste
- ICRA International Centre for Relativistic Astrophysics, Roma
- ICTP Centro Internaz. di Fisica Teorica, Trieste
- IIGM Foundation - Italian Institute for Genomic Medicine, Torino
- IIT Istituto Italiano di Tecnologia
Sedi: Aosta, Bari, Genova, Lecce, Napoli, Roma, Torino
- INRIM Ist. Nazionale di Ricerca Metrologica, Torino
- ISPRRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Sedi: Livorno, Roma, Ozzano dell'Emilia, Palermo, Venezia
- ISTAT Istituto Nazionale di Statistica, Roma
- JRC Joint Research Centre, Ispra (VA)
- LENS Laboratorio Europeo di Spettroscopie Non Lineari, Firenze
- NATO CMRE, Centre for Maritime Research and Experimentation, La Spezia
- OGS Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
Sedi: Sgonico (TS), Udine
- Sincretone Trieste
- Stazione Zoologica A. Dohrn
Sedi: Ischia, Messina, Napoli, Portici, Molosiglio

ISTITUZIONI CULTURALI, DI FORMAZIONE, DIVULGAZIONE E RICERCA SCIENTIFICA

- Accademia della Crusca, Firenze
- Accademia Nazionale dei Lincei, Roma
- Centro Congressi Ex Casinò e Palazzo del Cinema, Venezia
- Chancellerie des Universités de Paris, Villa Finaly, Firenze
- Comando per la Formazione e Scuola di Applicazione dell'Esercito di Torino
- Ecole Française de Rome
- EURAC Accademia Europea di Bolzano
- FEEM Fondazione ENI E. Mattei
Sedi: Milano, Venezia
- Fondazione Collegio Carlo Alberto - Centro di Ricerca e Alta Formazione
Sedi: Torino
- Fondazione E. Majorana e Centro di Cultura Scientifica, Erice (TP)
- Fondazione Eucentre Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica, Pavia

- Fondazione IDIS - Città della Scienza, Napoli
- Fondazione LINKS Leading Innovation & Knowledge for Society
Sedi: Torino
- Fondazione per la Scuola della Compagnia di San Paolo
Sedi: Torino
- Fondazione U. Bordonio
Sedi: Milano, Roma
- Fondazione Ufficio Pio della Compagnia di San Paolo
Sedi: Torino
- Fondazione 1563 per l'Arte e la Cultura della Compagnia di San Paolo
Sedi: Torino
- GSOM - Graduate School of Management
Sedi: Milano Bovisa
- INSR Ist. Nazionale di Studi sul Rinascimento, Firenze
- Istituto di Norvegia in Roma
- IVSLA Istituto Veneto, Accademia di Scienze, Lettere ed Arti, Venezia
- Kunsthistorisches Institut in Florenz - M. Planck Institut, Firenze
- LIS - Laboratorio dell'Immaginario Scientifico, Grignano (TS)
- MIB - School of Management, Trieste
- MiC - Direzione Generale Educazione, ricerca e istituti culturali, Roma
- MUSE - Museo delle Scienze, Trento
- Museo Galileo - Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze
- San Servolo Servizi Metropolitan di Venezia

ISTITUTI DI RICERCA BIOMEDICA, SANITARIA E OSPEDALI

IRCCS Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

- Associazione Oasi Maria SS, Troina (EN)
- Azienda Ospedaliera S. de Bellis, Castellana Grotte (BA)
- Centro Cardiologico Monzino, Milano
- Centro Neurolesi Bonino Pulejo, Messina
- CRO Centro di Riferimento Oncologico, Aviano (PN)
- CROB Centro di Riferimento Oncologico della Basilicata, Rionero in Vulture (PZ)
- Centro S. Giovanni di Dio Fatebenefratelli, Brescia
- Fondazione AIRC Comitato Marche, Ancona
- Fondazione Casa Sollievo della Sofferenza, S. Giovanni Rotondo (FG)
- Fondazione Don Carlo Gnocchi
Sedi: Milano, Scandicci (FI)
- Fondazione G.B. Bietti, Roma
- Fondaz. Ospedale Maggiore Policlinico, Milano
- Fondazione Ospedale S. Camillo, Venezia
- Fondazione S. Maugeri, Pavia
- Fondazione S. Lucia, Roma
- Fondazione Stella Maris, Calambrone (PI)
- ISMETT, Ist. Mediterraneo per i Trapianti e Terapie ad Alta Specializzazione, Palermo
- Ist. Auxologico Italiano S. Luca, Milano
- Ist. Clinico Humanitas, Rozzano (MI)
- Ist. delle Scienze Neurologiche, Bologna
- Ist. Dermatologico dell'Immacolata, Roma
- Ist. di Candiolo - Fondazione del Piemonte per l'Oncologia, Candiolo (TO)
- Ist. E. Medea, Bosisio Parini (LC)
- Ist. Europeo di Oncologia, Milano
- Ist. G. Gaslini, Genova
- Ist. Multimedia, Sesto S. Giovanni (MI)
- Ist. Naz. di Riposo e Cura per Anziani, Ancona
- Ist. Nazionale Neurologico C. Besta, Milano
- Istituto Nazionale Neurologico C. Mondino, Pavia

- Ist. Nazionale per la Ricerca sul Cancro, Genova
- Ist. Nazionale per le Malattie Infettive Spallanzani, Roma
- Ist. Nazionale Tumori, Milano
- Ist. Naz. Tumori Fondazione G.Pascale, Napoli
- Ist. Nazionale Tumori Regina Elena, Roma
- Ist. Neurologico Mediterraneo Neuromed, Pozzilli (IS)
- Ist. Oncologico Veneto, Padova
- Ist. Ortopedico Galeazzi, Milano
- Ist. Ortopedico Rizzoli, Bologna
- Ist. Scientifico Romagnolo per lo Studio e la Cura dei Tumori, Meldola (FC)
- Ist. Tumori Giovanni Paolo II, Bari
- Ospedale Infantile Burlo Garofolo, Trieste
- Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Roma
- Ospedale S. Raffaele, Milano
- Ospedale S. Raffaele Pisana, Roma
- Policlinico S. Donato, S. Donato Milanese (MI)
- Policlinico S. Matteo, Pavia
- S.D.N. Istituto di Diagnostica Nucleare, Napoli

IZS Istituti Zooprofilattici Sperimentali

- IZS del Lazio e della Toscana, Roma
- IZS del Mezzogiorno, Portici (NA)
- IZS del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Torino
- IZS dell'Abruzzo e del Molise G. Caporale, Teramo
- IZS dell'Umbria e delle Marche, Perugia
- IZS della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Brescia
- IZS della Puglia e della Basilicata, Foggia
- IZS della Sardegna, Sassari
- IZS della Sicilia M. Mirri, Palermo
- IZS delle Venezie, Legnaro (PD)

Istituzioni in ambito di ricerca biomedica

- Azienda Ospedaliera Monaldi, Napoli
- Azienda Ospedaliero-Universitaria, Cagliari
- CBIM Consorzio di Bioingegneria e Informatica Medica, Pavia
- Fondazione CNAO - Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica, Pavia
- Fondazione Toscana Gabriele Monasterio per la Ricerca Medica e di Sanità Pubblica, Pisa
- ISS Istituto Superiore di Sanità, Roma
- TIGEM Telethon Institute of Genetics and Medicine
Sedi: Napoli, Pozzuoli

ARCHIVI, BIBLIOTECHE, MUSEI

- Archivio di Stato di Bologna
- Archivio di Stato Centrale, Roma
- Archivio di Stato di Milano
- Archivio di Stato di Napoli
- Archivio di Stato di Palermo
- Archivio di Stato di Roma
- Archivio di Stato di Torino
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite
- Archivio di Stato di Venezia
- Biblioteca Angelica, Roma
- Biblioteca Casanatense, Roma
- Biblioteca di Storia Moderna e Contemporanea, Roma
- Biblioteca Estense e Universitaria, Modena
- Biblioteca Europea di Informazione e Cultura, Milano
- Biblioteca Marucelliana, Firenze
- Biblioteca Medica Statale, Roma
- Biblioteca Medicea Laurenziana, Firenze
- Biblioteca Nazionale Braidense, Milano
- Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
- Biblioteca Nazionale Centrale V. Emanuele II di Roma
- Biblioteca Nazionale Marciana, Venezia

- Biblioteca Nazionale Universitaria di Torino
- Biblioteca Palatina, Parma
- Biblioteca Riccardiana, Firenze
- Biblioteca Statale Antonio Baldini, Roma
- Biblioteca Statale di Trieste
- Biblioteca Universitaria Alessandrina, Roma
- Biblioteca Universitaria di Bologna
- Biblioteca Universitaria di Genova
- Biblioteca Universitaria di Napoli
- Biblioteca Universitaria di Padova
- Biblioteca Universitaria di Pavia
- Biblioteca Universitaria di Pisa
- Bibliotheca Hertziana Ist. M. Planck per la Storia dell'Arte, Roma
- Fondazione Palazzo Strozzi, Firenze
- Galleria dell'Accademia di Firenze, Firenze
- Gallerie degli Uffizi, Firenze
- ICCU Ist. Centrale per il Catalogo Unico delle Biblioteche Italiane e per le Informazioni bibliografiche, Roma
- Ist. Centrale per gli Archivi, Roma
- Ist. Centrale per i Beni Sonori ed Audiovisivi
- Museo Nazionale Romano
Sedi: Crypta Balbi, Palazzo Attemps, Palazzo Massimo, Terme di Diocleziano
- Parco Archeologico del Colosseo, Roma
Sedi: Colosseo e Palatino, via in Miranda
- Parco Archeologico di Pompei
- Procuratoria di San Marco, Venezia

ACCADEMIE, CONSERVATORI, ISTITUTI D'ARTE

- Accademia di Belle Arti di Bologna
- Accademia di Belle Arti di Brera, Milano
- Accademia di Belle Arti di Firenze
- Accademia di Belle Arti de L'Aquila
- Accademia di Belle Arti di Macerata
- Accademia di Belle Arti di Palermo
- Accademia di Belle Arti di Perugia
- Accademia di Belle Arti di Urbino
- Accademia di Belle Arti di Venezia
- Conservatorio di Musica N. Piccinni, Bari
- Conservatorio di Musica C. Monteverdi, Bolzano
- Conservatorio di Musica G. Verdi, Como
- Conservatorio di Musica S. Giacomantonio, Cosenza
- Conservatorio di Musica G.F. Ghedini, Cuneo
- Conservatorio di Musica G. Frescobaldi, Ferrara
- Conservatorio di Musica L. Cherubini, Firenze
- Conservatorio di Musica L. Refice, Frosinone
- Conservatorio di Musica N. Paganini, Genova
- Conservatorio di Musica Egidio R. Duni, Matera
- Conservatorio di Musica G. Verdi, Milano
- Conservatorio di Musica G. Cantelli - Ist. Superiore di Studi Musicali, Novara
- Conservatorio di Musica C. Pollini, Padova
- Conservatorio di Musica A. Boito, Parma
- Conservatorio di Musica F. Vittadini, Pavia
- Conservatorio di Musica G. Rossini, Pesaro
- Conservatorio di Musica Santa Cecilia, Roma
- Conservatorio di Musica G. Martucci, Salerno
- Conservatorio di Musica G. Tartini, Trieste
- Conservatorio di Musica J. Tomadini, Udine
- Ist. Superiore per le Industrie Artistiche, Urbino, Faenza (RA)

AMMINISTRAZIONE PUBBLICA

- ISCOM Ist. Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione, Roma
- Ministero della Salute, Roma
- Ministero dell'Istruzione dell'Università e della

- Ricerca, Roma
- Ministero per i Beni e le Attività Culturali - Direzione Generale per gli Archivi, Roma
- Città del Vaticano

SCUOLE

Piemonte

- Convitto Nazionale Umberto I, Torino
- Liceo Statale Regina Margherita, Collegno (To)
- Liceo Scientifico Ferraris, Torino
- ITI Majorana, Grugliasco (TO)
- IIS M. Curie - C. Levi, Collegno (To)
- IIS Avogadro, Torino
- IIS Santorre di Santarosa, Torino
- ITIS Pininfarina, Moncalieri (TO)
- Scuole connesse nell'ambito della collaborazione tra GARR e CSP Innovazione nelle ICT
- Scuole connesse nell'ambito del progetto Riconessioni finanziato dalla Fondazione per la Scuola della Compagnia di San Paolo e che vede la collaborazione di GARR e TOP-IX
www.riconessioni.it

Lombardia

- ISIS Carcano, Como
- IPS Pessina, Como
- ITE Caio Plinio II, Como
- Liceo Statale Scientifico e Classico Majorana, Desio
- Scuola Europea di Varese

Veneto

- ITC Einaudi-Gramsci, Padova
- ITIS Severi, Padova
- Liceo delle Scienze Umane Amedeo di Savoia Duca d'Aosta, Padova
- Liceo Artistico Modigliani, Padova

Friuli Venezia-Giulia

- IT Zanon, Udine
- Liceo Marinelli, Udine
- Liceo Scientifico Galilei, Trieste
- Liceo Scientifico Oberdan, Trieste

Emilia-Romagna

- 1999 scuole connesse nell'ambito della collaborazione con la rete dell'Emilia-Romagna Lepida:
https://lepida.net/reti/connettivita-scuole

Liguria

- Convitto Nazionale Colombo, Genova
- IISS Ferraris-Pancaldo, Savona
- IIS Vespucci-Colombo, Livorno
- Polo Liceale Francesco Cecioni, Livorno

Toscana

- IIS Salvemini-D'Aosta, Firenze
- IISS A. M. Enriques Agnoletti, Sesto Fiorentino (FI)
- IPSIA Fascetti, Pisa
- IPSSAR Matteotti, Pisa
- ISIS Leonardo da Vinci, Firenze
- IT Cappellini, Livorno
- ITC Pacinotti, Pisa
- ITIS Galileo Galilei, Livorno
- ITIS Leonardo da Vinci, Pisa
- Liceo Artistico Russoli, Pisa
- Liceo Classico Galileo Galilei, Pisa
- Liceo Scientifico Buonarroti, Pisa
- Liceo Scientifico Dini, Pisa
- Liceo Statale Carducci, Pisa
- Liceo Statale Federigo Enriques, Livorno

Marche

- IIS Volterra Elia, Ancona
- ITIS Mattei, Urbino

- Liceo Scientifico Galilei, Ancona
- Liceo Classico Raffaello, Urbino
- Liceo Scientifico e delle Scienze Umane Laurana-Baldi, Urbino

Lazio

- Convitto Nazionale Vittorio Emanuele II, Roma
- IC Cassino, Cassino
- IIS Einaudi-Baronio, Sora (FR)
- IIS Caffè, Roma
- IIS Medaglia D'Oro, Cassino
- Istituto Magistrale Statale Gelasio Caetani, Roma
- ITCG Ceccherelli, Roma
- ITI Ferraris, Roma
- ITIS Volta, Roma
- IT Nautico Colonna, Roma
- ITS Pascal, Roma
- ITST Istituto Tecnico Fermi, Frascati (RM)
- Liceo Classico Statale Carducci, Cassino (FR)
- Liceo Scientifico Malpighi, Roma
- Liceo Scientifico Plinio Seniore, Roma
- Liceo Statale Ginnasio Virgilio, Roma

Campania

- Convitto Nazionale Vittorio Emanuele II, Napoli
- ICS Casanova-Costantinopoli, Napoli
- IIS Casanova, Napoli
- IIS Caterina da Siena-Amendola, Salerno
- IIS Don Lorenzo Milani, Gragnano (NA)
- IIS Livatino, Napoli
- IISS Nitti, Napoli
- IIS Tassinari, Pozzuoli (NA)
- IPIA Marconi, Giugliano in Campania (NA)
- IPSSAR Rossi Doria, Avellino
- ISIS Grandi, Sorrento (NA)
- ISIS Pagano-Bernini, Napoli
- ISIS Vittorio Emanuele II, Napoli
- Ist. Polispécialistico San Paolo, Sorrento (NA)
- ITIS Focaccia, Salerno
- ITIS Giordani, Caserta
- ITIS Giordani-Striano, Napoli
- ITIS Luigi Galvani, Giugliano in Campania (NA)
- ITIS Righi, Napoli
- Liceo Classico Carducci, Nola (CE)
- Liceo Classico De Sanctis, Salerno
- Liceo Classico Tasso, Salerno
- Liceo Classico Vittorio Emanuele II, Napoli
- Liceo Scientifico De Carlo, Giugliano in Campania (NA)
- Liceo Scientifico De Carlo, Giugliano in Campania (NA)
- Liceo Scientifico e Linguistico Medi, Battipaglia (SA)
- Liceo Scientifico Genoino, Cava de' Tirreni (SA)
- Liceo Scientifico Segre, Marano di Napoli (NA)
- Liceo Scientifico Tito Lucrezio Caro, Napoli
- Liceo Scientifico Vittorini, Napoli

Puglia

- IC Giovanni XXIII-Binetto, Grumo Appula (BA)
- IC Mazzini-Modugno, Bari
- IC Perotti-Ruffo, Cassano delle Murge (BA)
- IIS Carafa, Andria
- IIS Carelli-Forlani, Conversano (BA)
- IIS Colasanto, Andria
- IIS Columella, Lecce
- IIS Copertino, Copertino (LE)
- IIS Ferraris, Taranto
- IIS Leonardo da Vinci, Cassano delle Murge (BA)
- IIS Marzolla-Simone-Durano, Brindisi
- IIS Medi, Galatone (LE)
- IIS Pacinotti-Fermi, Taranto
- IIS Perrone, Castellaneta (TA)
- IIS Righi, Cerignola (FG)
- IIS Rosa Luxemburg, Acquaviva delle Fonti (BA)

- IISS Da Vinci, Fasano (BR)
- IISS De Pace, Lecce
- IISS Euclide, Bari
- IISS Majorana, Brindisi
- IISS Majorana, Martina Franca (TA)
- IISS Salvemini, Fasano (BR)
- IISS Trinchese, Martano (LE)
- IIS Vanoni, Nardò (LE)
- IPSSAR Pertini, Brindisi
- ISIS Fermi, Lecce
- ISIS Righi, Taranto
- IT Deledda, Lecce
- ITE Carlo Levi, Andria
- ITE e LL Marco Polo, Bari
- ITE e LL Romanazzi, Bari
- ITE Giordano, Bitonto (BA)
- ITE Lenoci, Bari
- ITELL Giulio Cesare, Bari
- ITE Pascal, Foggia
- ITE Salvemini, Molfetta (BA)
- ITIS Fermi, Francavilla Fontana (BR)
- ITIS Giorgi, Brindisi
- ITIS Jannuzzi, Andria
- ITIS Modesto Panetti, Bari
- IT Pitagora, Bari
- ITS Elena di Savoia, Bari
- ITT Altamura-Da Vinci, Foggia
- Liceo Carolina Poerio, Foggia
- Liceo Classico e Musicale Palmieri, Lecce
- Liceo Classico Orazio Flacco, Bari
- Liceo Don Milani, Acquaviva delle Fonti (BA)
- Liceo Scientifico e Linguistico Vallone, Galatina (LE)
- Liceo Scientifico Fermi-Monticelli, Brindisi
- Liceo Scientifico Galilei, Bitonto (BA)
- Liceo Scientifico Salvemini, Bari
- Liceo Scientifico Scacchi, Bari
- Liceo Tito Livio, Martina Franca (TA)
- Scuola Sec. I Grado Michelangelo, Bari
- Secondo IC, Francavilla Fontana (BR)

Calabria

- IIS Fermi, Catanzaro Lido
- IPSSEOA Soverato (CZ)
- IT Calabretta, Soverato (CZ)
- ITE De Fazio, Lamezia Terme (CZ)
- ITI Scalfaro, Catanzaro
- ITIS Monaco, Cosenza
- Liceo Scientifico Guarasci, Soverato (CZ)
- Liceo Scientifico Pitagora, Rende (CS)

Sicilia

- IC Battisti, Catania
- IC Petrarca, Catania
- IIS Ferrara, Mazara del Vallo (TP)
- IIS Majorana, Palermo
- IIS Medi, Palermo
- IIS Minutoli, Messina
- IIS Vaccarini-Catania
- Ist. Salesiano Don Bosco-Villa Ranchibile, Palermo
- Istituto Magistrale Regina Margherita, Palermo
- IT Archimede, Catania
- ITC Insolera, Siracusa
- ITE Russo, Paternò (CT)
- ITES A. M. Jaci, Messina
- ITI Marconi, Catania
- ITIS Cannizzaro, Catania
- ITI Vittorio Emanuele III, Palermo
- ITN Caio Duilio, Messina
- Liceo Classico Internazionale Meli, Palermo
- Liceo Classico Umberto I, Palermo
- Liceo De Cosmi, Palermo

- Liceo Scientifico Basile, Palermo
- Liceo Scientifico Boggio Lera, Catania
- Liceo Scientifico e Linguistico Umberto di Savoia, Catania
- Liceo Scientifico Fermi, Ragusa
- Liceo Scientifico Galilei, Catania
- Liceo Scientifico Santi Savarino, Partinico (PA)
- Liceo Scientifico Seguenza, Messina
- Liceo Scienze Umane e Linguistico Dolci, Palermo

aggiornamento: dicembre 2022

credits immagini:

iStock - pag.1,21
 Cineca - pag.2,4,5,6,7
 INFN - pag.6,8,9
 GSSI - pag.10
 GARR, Edoardo Angelucci - pag.3,9,11,13,14,15,16,24,26,40
 GARR, Lorenzo Puccio - pag.23,24
 GEANT - pag.36,37
 Unsplash
 Annie Spratt - pag.2
 Markus Winkler - pag.35
 Joshua Hoehne - pag.20
 Saikrishna Saketh Yellapragada - pag.25
 Ramon Salinero - pag.42
 Pexels
 Andy Barbour - pag.2, 17
 Nataliya Vaitkevich - pag.38
 SpaceX - pag.29
 Lucas Pezeta - pag.27
 Fauxels - pag.34
 Calvin Craig - pag.2, 32
 Arthur Lambillotte - pag.19

GARR NEWS

✉ garrnews@garr.it

🌐 www.garrnews.it

f t v in i 📌 retegarr

RETE GARR

GARR è la rete nazionale ad altissima velocità dedicata alla comunità dell'istruzione e della ricerca. Il suo principale obiettivo è quello di fornire connettività ad alte prestazioni e di sviluppare servizi innovativi per le attività quotidiane di docenti, ricercatori e studenti e per la collaborazione a livello internazionale.

La rete GARR è ideata e gestita dal Consortium GARR, un'associazione senza fini di lucro fondata sotto l'egida del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. I soci sono CNR, ENEA, INAF, INGV, INFN e Fondazione CRUI, in rappresentanza di tutte le università italiane.

Alla rete GARR sono connesse oltre 1.000 sedi tra enti di ricerca, università, ospedali di ricerca, istituti culturali, biblioteche, musei, scuole.