

Alessandra Retico

alessandra.retico@pi.infn.it

1999 - Laurea in Physics (110/110 cum laude), University of Rome "La Sapienza", IT.

2003 - Ph.D. in Physics, University of Rome "La Sapienza", IT.

2004 - Master Degree in Applied Physics (110/110 cum laude), University of Pisa, Italy.

Since 2005 - Researcher in Applied Physics at Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Pisa Unit

Since 2015 - Local Coordinator in Pisa Division for the INFN Scientific Committee CNS5.

Since 2014 - Abilitazione Scientifica Nazionale al Ruolo di Professore di Seconda Fascia (SD 02/D1)

Scientific Impact

SCOPUS: 75 documents, 957 citations, h-index=15.

Research activity

- Magnetic Resonance Imaging (MRI) - image processing and machine-learning analysis of brain data;
- Ultra-high field MRI - Development of single and multiple frequencies radio-frequency coil prototypes for 7T scanners;
- Computed Tomography (CT) - Design and development of an automated Computer Aided Detection (CAD) systems for the identification of lung nodules on screening CT;
- Mammography - Design and development of CAD systems for mammogram analysis (automated detection of microcalcification clusters, malignant/benign classification of masses).

Membership of ADNI (Alzheimer Disease Neuroimaging Initiative) and ENIGMA (Enhancing Neuro Imaging Genetics through Meta-Analysis)-Autism working group.

Project Coordination

INFN-funded projects. National coordinator of **SEVEN** (2011-12) and **TESLA** (2013-14), devoted to the development of radiofrequency coils for MRI imaging at 7 tesla and related image processing. Coordinator of Pisa unit of **nextMR** (2015-17), devoted to the development of innovative detectors for ultra-high-field MRI and unconventional analyses of MRI images to identify biomarkers of pathologies.

External projects. Scientific advisor for the **TEMA** project within INFN-RT (2013-14, Tuscany Government, POR-FSE 2007-2013) "Tecniche di Monitoraggio in Adroterapia". Coordinator of the INFN units of the projects: **GR2317873** (2013-16, Italian Ministry of Health) "Supporting an early autism spectrum disorder diagnosis through the support vector machine approach"; **ARIANNA** (2016-18, Tuscany Government, PAR-FAS 2007-2013) "Ambiente di Ricerca Interdisciplinare per Analisi di Neuroimmagini Nell'Autismo"; **ID39/2016** (2017-19, INAIL, Bando BRIC) on Specific Absorption Rate (SAR) simulation and prediction in musculoskeletal system MRI at 7T.

Selection of 5 recent publications related to the topic of the Project

- Retico A, Arezzini S, Bosco P, Calderoni S, Ciampa A, Coscetti S, Cuomo S, De Santis L, Fabiani D, Fantacci ME, Giuliano A, Mazzoni E, Mercatali P, Miscali G, Pardini M, Prosperi M, Romano F, Tamburini E, Tosetti M, Muratori F, ARIANNA: A research environment for neuroimaging studies in autism spectrum disorders. *Comput Biol Med.* 2017 17;87:1-7.
- Luciano P, Sotiropoulou CL, Viti M, Citraro S, Retico A, Giannetti P, Dell'Orso M, A Hardware Implementation of a Brain Inspired Filter for Image Processing. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 2017 64 (6)
- Giuliano A, Donatelli G, Cosottini M, Tosetti M, Retico A, Fantacci ME, Hippocampal subfields at ultra high field MRI: An overview of segmentation and measurement methods. *Hippocampus.* 2017 May;27(5):481-494.
- Train the Brain Consortium, Randomized trial on the effects of a combined physical/cognitive training in aged MCI subjects: the Train the Brain study. *Sci Rep.* 2017 Jan 3;7:39471.
- Retico A, Gori I, Giuliano A, Muratori F, Calderoni S., One Class Support Vector Machines Identify the Language and Default Mode Regions as Common Patterns of Structural Alterations in Young Children with Autism Spectrum Disorders. *Front Neurosci.* 2016 Jun 29;10:306

PISA, 20/7/2017

Alessandra Retico

Curriculum scientifico di Maria Evelina Fantacci

Formazione, borse di studio e lavoro

Maria Evelina Fantacci è nata a Livorno il 24 dicembre 1966. Nell'anno scolastico 1984-1985 ha conseguito il diploma presso il Liceo "Liceo Ginnasio Niccolini-Guerrazzi" di Livorno, nell'Anno Accademico 1990-1991 ha conseguito la Laurea in Fisica presso l'Università di Pisa e nell'anno accademico 1993-1994 ha ottenuto il Diploma di Specializzazione in Fisica Sanitaria presso l'Università di Pisa. Nel 1992 e nel 1995 ha usufruito di contratti di ricerca presso il CERN (Centro Europeo per la Ricerca Nucleare, Ginevra, Svizzera). Nel 1992 ha vinto una borsa di studio biennale dell'Università di Pisa e nel 1995 ha vinto una borsa di studio biennale dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Dal 1 luglio 1997 è Ricercatore Universitario presso il Dipartimento di Fisica "Enrico Fermi" dell'Università di Pisa. Ha conseguito l'Abilitazione Scientifica Nazionale al Ruolo di Professore di Seconda Fascia ai sensi dell'art. 16 della Legge 240/2010 nel settore concorsuale 02/B3 (attualmente 02/D1, scadenza 28/12/2020). Possiede le seguenti competenze linguistiche: inglese (ottima conoscenza sia scritto che orale), francese (orale: conoscenza elementare, scritto: conoscenza buona).

Argomenti di ricerca

L'attività scientifica di Maria Evelina Fantacci si è svolta nell'ambito dei seguenti principali temi di ricerca: sviluppo di nuovi rivelatori a semiconduttore; applicazioni mediche (radiografia e mammografia digitale, autoradiografia, medicina nucleare) e non (switch per esperimenti di fisica delle alte energie) di rivelatori a semiconduttore; realizzazione e validazione di un prototipo per mammografia digitale; realizzazione e test di un sistema di *Computer Aided Detection* mammografico e sua implementazione su infrastruttura GRID; sviluppo di algoritmi di analisi finalizzati alla ricerca di noduli non calcifici in immagini provenienti da esami TC a bassa dose ed alta risoluzione e loro implementazione in un *web service* di analisi automatica di CT polmonari *on demand* disponibile per i radiologi; sviluppo di algoritmi di analisi finalizzati alla segmentazione automatica del volume ippocampale in immagini provenienti da MRI cerebrali; sviluppo di algoritmi di analisi finalizzati alla caratterizzazione dei tessuti muscolari e del grasso ed alla valutazione quantitativa del grado di compromissione muscolare in pazienti affetti da NMD (*NeuroMuscular Disorders*) in immagini da MRI degli arti inferiori; ottimizzazione ed implementazione di sequenze finalizzate ad acquisizioni MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) con bobine dedicate del sistema muscolo-scheletrico a campo ultra-alto (UHF, in particolare 7 Tesla).

Publicazioni e documenti scientifici

M.E.F. è autore/coautore di 207 pubblicazioni e documenti scientifici: 101 articoli su rivista internazionale con referee e ISSN, 79 contributi in atti di congresso internazionale con referee; 2 articoli divulgativi di rilevanza nazionale, 1 contributo in atti di forum di fisica medica (nazionale), 2 contributi in volume (capitoli di libro, di cui uno di rilevanza internazionale ed uno di rilevanza nazionale), 22 abstract in atti di congresso (di cui 3 di rilevanza internazionale e 19 di rilevanza nazionale). I lavori la cui presentazione è stata curata personalmente da M.E.F. sono 33 (di cui 23 relativi a congressi di rilevanza internazionale e 10 relativi a congressi di rilevanza nazionale). M.E.F. ha inoltre ricevuto 7 premi e riconoscimenti (di cui 5 di rilevanza internazionale e 2 di rilevanza nazionale).

Responsabilità in progetti di ricerca

M.E.F. ha ricoperto e/o ricopre attualmente numerosi ruoli di responsabilità in progetti di ricerca con finanziamenti sia pubblici che privati, sia nazionali che internazionali (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, MIUR, Università di Pisa, Fondazione Pisa, Bracco Imaging, Comunità Europea), sia come coordinatore di progetto sia come responsabile, sia di gruppo locale di ricerca che di *work package*.

Attività di divulgazione scientifica e altri incarichi

M.E.F. è autore di 2 articoli divulgativi di rilevanza nazionale, ha partecipato e è stata responsabile di stand della parte sulle attività di fisica medica a Pisa nell'ambito delle manifestazioni relative a "Notte europea dei ricercatori" (anni 2010, 2011, 2013, 2015, 2016) e "Open day della Ricerca" (2014). E' stata e/o è referee per le riviste: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*; IBIMA publishing; *Advances in Cancer Research & Treatment*; *Computer Methods and Programs in Biomedicine*; *Computational and Mathematical Methods in Medicine*; *Academic Radiology*; *Computers in Biology and Medicine*, *Physica Medica: European Journal of Medical Physics*; *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*.

PISA, 20 luglio 2017

Maria Evelina Fantacci

Curriculum Vitae

Cognome e Nome	Ciampa Alberto
Luogo e data di nascita	Livorno, 5 aprile 1959
Nazionalità	Italiana
Stato civile	Coniugato
Titolo di studio	Laurea in Matematica, conseguita presso l'Università di Pisa Anno: 1983 Votazione: 110/110 e Lode
Lingua straniera	Inglese
Posizione attuale	Tecnologo presso la Sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare dal Settembre 1992 – Primo Tecnologo dal 2009

Esperienze professionali

- 1983: consulente per la F.A.O. (Food and Agriculture Organization of the United Nations) su un progetto di modellistica matematica;
- 1983-1984: tecnico software presso la ditta Delphi S.p.A. di Viareggio (al tempo distributore nazionale dei sistemi Sun Microsystems);
- 1984-1986: responsabile del gruppo di simulazione di sistema presso la ditta Whitehead S.p.A., appartenente al tempo al gruppo FIAT Componenti ed operante nella progettazione e produzione di sistemi d'arma subacquei (siluri);
- 1986-1992: dipendente della Hewlett-Packard Italia. Durante i primi due anni con l'incarico di sistemista software (esperto software per applicazioni tecnico-scientifiche, acquisizione dati e sistemi in tempo reale) sui sistemi di classe HP1000 (sistema operativo RTE-A), HP9000 (sistema operativo HP-UX su architetture Motorola 68xxx e HP-PA). Nei successivi quattro anni in HP Italia il sottoscritto ha lavorato nella organizzazione di vendita come responsabile del mercato tecnico-scientifico della Toscana.

Posizione attuale

Il sottoscritto è dipendente dell'INFN, in qualità di Tecnologo (Primo Tecnologo da Gennaio 2009 in seguito a vincita di Concorso) presso la Sezione di Pisa. La sua attività si è svolta nei seguenti ambiti:

- collaborazione con il gruppo APE, per lo studio e sviluppo di applicazioni del calcolo parallelo e loro diffusione e trasferimento, sotto il coordinamento del Prof. Giuseppe Curci (Dirigente di Ricerca presso la Sezione di Pisa dell'INFN), nel periodo 1992-1998;
- collaborazione con il gruppo VIRGO, sotto il coordinamento del Prof. Giuseppe Curci, nel periodo 1996-1998;
- coordinamento tecnico di progetti di sviluppo di applicazioni software, sia in ambito Nazionale (fondi IMI) che Europeo (fondi dei Programmi Quadro della UE), nel periodo 1995-2002;

- coordinamento tecnico di progetti ed attività di trasferimento tecnologico, nel periodo 1997-2000.
- Nel periodo 2/1999 – 3/2002 il sottoscritto ha usufruito del distacco temporaneo presso il Consorzio Pisa Ricerche, secondo il Decreto 1/12/97 del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica.
- Nel periodo dal 2003 ad oggi il sottoscritto ha svolto attività in seno al servizio Calcolo e Reti della Sezione di Pisa. In particolare si è occupato del settore Calcolo Scientifico, della progettazione e concretizzazione dell'infrastruttura GRID, della realizzazione del sito T2 a Pisa per l'esperimento CMS e della progettazione del Cluster GRID Nazionale per la CSM4. Ha ricoperto l'incarico di Coordinatore Locale per l'iniziativa INFN-GRID e dal 2010 l'incarico di Responsabile del Servizio Calcolo e Reti della Sezione INFN di Pisa. Nell'ambito del Progetto Premiale SUMA è referente del Working Package 2, dedicato alla realizzazione, gestione e manutenzione del Cluster Nazionale INFN di Fisica Teorica, di cui è Responsabile Tecnico.

Collaborazione nel gruppo APE

L'attività si è svolta all'interno del gruppo di Fisica Teorica della Sezione di Pisa che, nel periodo in oggetto, disponeva di diverse piattaforme di calcolo parallelo (3 calcolatori APE-100, un Parsytec PowerExplorer, un IBM SP2 e un cluster di PC, sviluppato internamente). L'attività era mirata allo studio e sviluppo di librerie e applicazioni, specificatamente sui sistemi della classe APE-100, ed allo studio e confronto tra architetture SIMD (come APE-100) e MIMD (come le altre architetture su elencate).

Dall'inizio del 1993 il sottoscritto partecipò alla proposta di costituire un centro di competenza sullo sviluppo e sulle applicazioni del calcolo parallelo. Il centro, denominato "Pisa Parallel Processing Centre (P3C)", fu costituito nel Settembre 1993, sotto la direzione del Prof. Giuseppe Corci; il sottoscritto ha ricoperto il ruolo di Coordinatore Tecnico. Al Centro, costituito formalmente all'interno del Consorzio Pisa Ricerche, aderirono i seguenti Istituti di Ricerca e Dipartimenti Universitari:

- INFN, sezione di Pisa
- Scuola Normale Superiore
- Scuola S. Anna
- Istituto CNUCE (CNR)
- Istituto per l'elaborazione dell'informazione (CNR)
- Istituto per la chimica quantistica ed energetica molecolare (CNR)
- Istituto Nazionale di Fisica della Materia
- Dipartimento di Informatica (Università di Pisa)
- Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (Università di Pisa)
- Dipartimento di Ingegneria Informatica (Università di Pisa)
- Dipartimento di Fisica (Università di Pisa)
- Dipartimento di Matematica (Università di Pisa)

Collaborazione nel Gruppo VIRGO

Nel periodo 1996-1998 il sottoscritto ha collaborato nel gruppo VIRGO, sotto il coordinamento del Prof. Giuseppe Curci. La sua attività è stata rivolta allo studio preliminare delle metodologie e degli algoritmi per l'analisi dei dati sperimentali. In particolare:

- valutazione del costo computazionale dell'analisi dei dati dell'interferometro VIRGO e proposta di analisi dei dati in real-time utilizzando il calcolatore dell'INFN APEmille;
- ricerca di sistemi di identificazione utili per la valutazione del rumore indotto da interferometri tipo VIRGO/LIGO, assumendo un regime quasi stazionario, ed implementazione di metodi adattivi per il monitoraggio in real-time degli effetti stocastici indotti dall'apparato sperimentale.

Coordinamento tecnico di progetti di sviluppo di applicazioni software

Per tutte le attività menzionate in questo capitolo, il sottoscritto ha svolto il ruolo di responsabile tecnico, in collaborazione con il Consorzio Pisa Ricerche (centro per il calcolo Parallelo, P3C) fino al gennaio 1999, ed all'interno dello stesso per il periodo successivo.

Primi progetti di sviluppo di applicazioni del calcolo parallelo

- "Numerical Modelling for Electromagnetic Design and Hardening of Telecommunication Centres" - ARTEMIS (Comunità Europea, programma Esprit, Parallel Computing Initiative – CAPRI, progetto n.9452/94/190/70, importo totale €434.000). Iniziato il 1/1995, della durata di 18 mesi. Coordinatore: Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni (CSELT), Torino.
Descrizione: porting su macchina parallela di un codice per la simulazione degli effetti elettromagnetici di una forte scarica elettrica (un fulmine) su particolari edifici (centrali telefoniche), al fine di una ottimale progettazione delle strutture degli edifici. Il codice si basava sul Metodo dei Momenti, e il porting ha principalmente comportato lo sviluppo di efficienti algoritmi di algebra lineare sulle macchine parallele in oggetto: APE100 e Cray T3D.
- "Georadar Embedded on Site Parallel Processing Feasibility Study" - GEOSIPP/FEST (Comunità Europea, programma Esprit, Parallel Computing Initiative – CAPRI, progetto n.9452/94/197/70, importo totale €58.000). Iniziato il 1/1/1995, della durata di 6 mesi. Coordinatore: Ingegneria dei Sistemi (IDS), Pisa.
Descrizione: studio di fattibilità per l'impiego di una architettura parallela embedded da utilizzare per l'elaborazione dati in tempo reale del georadar prodotto dalla IDS. Lo studio è stato condotto analizzando ed ottimizzando gli algoritmi di analisi di segnale usati e definendo una architettura hardware che

avesse le capacità di calcolo necessarie per una elaborazione in tempo reale e rispettasse i requisiti di peso, ingombro e consumo richiesti.

Applicazioni in campo automobilistico

- "High Performance Road Vehicle Optimized Aerodynamic Design" HIPEROAD (Comunità Europea, programma Esprit, Parallel Computing Initiative II, progetto Esprit n.21074, importo totale €900.000). Iniziato il 1/4/1996, della durata di 18 mesi. Coordinatore: Ferrari Auto, Modena.

Descrizione: La realizzazione di un ambiente software per la ottimizzazione semi-automatica delle caratteristiche aerodinamiche di un autoveicolo. L'ottimizzazione mediante modifiche, generate dal codice, della forma della scocca, all'interno di una serie di vincoli geometrici ed aerodinamici imposti. Il progetto ha comportato lo sviluppo ed il porting, su piattaforma parallela, di codici di simulazione aerodinamica e di algoritmi di elaborazione grafica ed ottimizzazione.

Il progetto HIPEROAD ha prodotto una applicazione software, principalmente sviluppata dal P3C, basata su un hardware parallelo (cluster di PC) per l'ottimizzazione delle caratteristiche aerodinamiche di autoveicoli ad alte prestazioni.

L'applicazione, organizzata come un loop iterativo, si articola nei seguenti passaggi:

- Pre-processing: acquisizione del disegno CAD e generazione della relativa mesh;
- Processing: calcolo dei valori di pressione sui punti della mesh e calcolo delle caratteristiche aerodinamiche (forze verticali ed orizzontali, forze sugli assi delle ruote ecc.);
Ottimizzazione: modifica della geometria del veicolo per migliorare le sue caratteristiche aerodinamiche rispetto ad una definita funzione di merito e tenendo conto di vincoli imposti;
- Chiusura del loop: generazione della nuova mesh per la geometria modificata.

- "Miglioramento e re-ingegnerizzazione del codice HIPEROAD", commessa da parte di Ferrari Auto S.p.A.

L'oggetto della commessa, conclusasi nel Settembre 2001, è stato l'aggiunta di nuove funzionalità al codice prodotto con il progetto HIPEROAD, co-finanziato dalla Comunità Europea, per renderlo utilizzabile a livello industriale dalla Ferrari Auto.

L'applicazione ottenuta dal progetto HIPEROAD era, come specificato negli obiettivi del progetto stesso, in una versione prototipale: i moduli software relativi ai diversi passaggi non erano completamente integrati, ed alcune funzionalità non erano state implementate.

Dopo aver prodotto la versione re-ingegnerizzata del codice, che è stato collaudato da Ferrari e definitivamente installato presso il loro centro di progettazione, l'attività ha riguardato la fase di supporto agli utenti, prevista contrattualmente per 12 mesi dopo l'installazione presso Ferrari.

- "Caratterizzazione del rumore da autovetture mediante l'analisi in trasformata wavelet continua: Studio Preliminare", commessa da parte di Ferrari Auto S.p.A.
Lo scopo dell'attività, conclusasi alla fine del 2001, era indagare la possibilità di una caratterizzazione del rumore emesso da autovetture Ferrari in definite situazioni dinamiche (a regime, in accelerazione etc.).
Questa caratterizzazione aveva come linea guida l'individuazione di un conveniente set di parametri sintetici, che potessero essere agevolmente e significativamente correlati con le caratteristiche di piacevolezza del rumore. Nella fase di studio preliminare questi parametri non sono stati direttamente correlati con le caratteristiche costruttive dell'autovettura (sorgenti e infrastrutture filtranti), in altre parole lo studio del rumore è stato svincolato dalla conoscenza dei meccanismi che lo generano.
Il segnale da analizzare era di natura non periodica e conseguentemente l'utilizzo delle trasformate di Fourier (FT) non era appropriato. La metodica di analisi più potente per lo studio di tipo lineare di segnali non periodici è risultata la trasformata wavelet (WT), con la quale è possibile ottenere una decomposizione del segnale del tipo tempo-frequenza. L'utilizzo delle trasformate wavelet continue (CWT), in luogo delle trasformate wavelet ortonormali, è poi stata motivata dalla necessità di campionare il segnale in frequenza in modo sufficientemente accurato.
Lo studio si è concluso provando la robustezza del metodo sviluppato rispetto alla presenza di rumore correlato, e dimostrando la effettiva possibilità di usare i coefficienti wavelet come base per l'estrazione di parametri sintetici atti alla valutazione della qualità del rumore.

Applicazioni in campo medico

- "Angiografia Digitale ad alto Rapporto Prestazioni/Costo" (Progetto finanziato dal MURST all'interno del Programma Nazionale di Ricerca sulle Tecnologie in Cardiologia; Tema 4 "Angiografia digitale ad alto rapporto prestazioni/costo"). Iniziato il 5/1997, concluso nel Luglio 2002. Coordinatore S.I.A.S., Modena, in collaborazione con l'Istituto di Fisiologia Clinica del C.N.R..
Descrizione: All'interno dell'obiettivo globale del progetto, la progettazione e realizzazione di una sala angiografica digitale di nuova generazione, il compito del P3C è stato la realizzazione ed implementazione su architettura parallela degli algoritmi di elaborazione ed analisi delle immagini angiografiche. La macchina sulla quale si è svolta l'attività è stata APE/Quadrics.
Nel corso del progetto sono stati studiati ed implementati i seguenti algoritmi:
 - filtraggio per la riduzione del rumore e l'accentuazione dei contorni;
 - sottrazione di immagini in movimento sincronizzate con la fase del ciclo cardiaco, acquisite con e senza mezzo di contrasto;
 - la stima automatica degli spostamenti spuri del paziente;
 - individuazione dei contorni;
 - valutazione della contrattilità miocardica;
 - stima percentuale della massa di miocardio tributaria dei principali rami coronarici;
 - valutazione quantitativa delle dimensioni vascolari e del grado di severità delle stenosi dei vasi coronarici maggiori;
 - valutazione quantitativa della riserva coronarica;

- valutazione quantitativa della funzione ventricolare sinistra globale e regionale (misura di volumi e frazione di eiezione).
- L'ultima fase del progetto, di integrazione e validazione, ha comportato:
- l'integrazione degli algoritmi sviluppati con il modulo Quadrics, nella configurazione utilizzata nel progetto e dotata delle opportune interfacce, software di base e strumenti di sviluppo;
 - la collaborazione, insieme alle altre componenti tecniche e cliniche partecipanti al progetto, all'integrazione del modulo Quadrics e dei relativi algoritmi con il sistema di trattamento, memorizzazione ed archiviazione digitale delle immagini angiografiche.
- "Demonstration and assessment of HPCN in Health Care applications" (Comunità Europea, DGIII call for tender III/97/31, importo totale €279.000). Iniziato il 1/1/1998, della durata di 24 mesi. Coordinatore: Dipartimento di Fisiopatologia Clinica, Università di Firenze.
- Descrizione: Obiettivo dell'attività è la dimostrazione dei benefici dell'utilizzo del calcolo avanzato e delle reti veloci nel campo della medicina. Specificatamente il progetto ha realizzato un sistema per la diagnosi remota dei tumori e per l'analisi e la definizione, in remoto, dei trattamenti oncologici basati su radiazioni. Ruolo del P3C è stato il porting su macchina parallela dei codici di analisi e lo studio e realizzazione degli algoritmi di gestione della rete per l'esecuzione (rete MAN Toscana).
- Il progetto è terminato il 31/12/1999 con la realizzazione di un sistema in grado di acquisire, memorizzare, visualizzare ed elaborare insiemi tridimensionali di immagini di risonanza magnetica o TAC composti da sequenze ordinate di immagini piane equispaziate (di seguito definito come dataset).
- L'acquisizione delle immagini può avvenire direttamente dalla strumentazione biomedica, tramite il protocollo di trasferimento dati DICOM, oppure tramite l'invio di set di dati ottenuti localmente.
- La memorizzazione dei dataset avviene su una macchina centralizzata che quindi mantiene un database con funzioni minimali basato in questa fase sull'uso del file system come contenitore delle informazioni.
- La visualizzazione dei dati permette di "navigare" all'interno del dataset con diverse tipologie, dalla più immediata come una sequenza delle immagini originali, alla generazione delle proiezioni assiali, coronali e sagittali, alla ricostruzione tridimensionale tramite renderizzazione di superfici o di volumi.
- L'elaborazione consiste nella possibilità di registrare due dataset di tipo diverso relativi allo stesso paziente o segmentare, ossia delimitare e classificare, organi o volumi di interesse.
- Il sistema si divide in due parti distinte: la prima si occupa di gestire l'interfaccia con l'utente ed è sviluppata in ambiente Windows, la seconda è composta dalla serie di server in esecuzione in ambiente Unix e attivati da parte dell'interfaccia grafica come risposta alle richieste dell'utente ma in modo trasparente. Il collegamento tra queste due parti è assicurato da un protocollo di comunicazione che deve gestire i trasferimenti dati e l'attivazione dei vari server grafici ottimizzando la quantità di dati trasferita e scegliendo in modo ottimo l'allocazione delle risorse di calcolo.

- "Sistemi e dispositivi per cardiologia interventistica" del Programma Nazionale di Ricerca sulle Tecnologie in Cardiologia (MURST). Coordinatore: TecnoBiomedica, Roma.

All'interno del progetto, nell'ambito del tema "Sviluppo e realizzazione di cateteri endocavitari per il mappaggio e l'inattivazione di foci di aritmie ipercinetiche", il P3C ha svolto una attività di studio, mediante modellizzazioni al computer, di un catetere multielettrodo da utilizzare per la localizzazione intracavitaria di dispositivi per interventistica cardiologica.

Lo studio ha riguardato lo sviluppo di un sistema per la localizzazione di cateteri nelle cavità cardiache basato su un catetere di riferimento multiassiale e multielettrodo che, posizionato stabilmente in vena cava in prossimità ad esempio dell'atrio destro, consente di rilevare la posizione di un elettrodo esploratore. Tale posizione viene individuata mediante la rivelazione, su quattro elettrodi captatori (tre + un neutro) del catetere di riferimento, del campo elettrico generato imponendo un opportuno segnale di tensione (o di corrente) fra l'elettrodo esploratore ed uno degli elettrodi sul catetere di riferimento.

Dopo lo studio di fattibilità e la validazione analitica, nel corso del 2000 l'attività si è conclusa con un dettagliato studio per l'ottimizzazione della geometria del catetere multielettrodo.

Coordinamento tecnico di progetti ed attività di trasferimento tecnologico

Le attività menzionate in questo capitolo sono state svolte all'interno dello specifico centro per il trasferimento tecnologico e la diffusione dell'innovazione del Consorzio Pisa Ricerche, il centro TETRA.

Trasferimento tecnologico per le tecnologie del calcolo e delle reti ad alte prestazioni in ambito Europeo.

- TETRApc (Comunità Europea, programma Esprit, iniziativa HPCN Technology Transfer Nodes). Iniziato 1/3/97, durata 37 mesi. Coordinatore Consorzio Pisa Ricerche.

La rete dei Nodi di Trasferimento Tecnologico o Technology Transfer Nodes per il Calcolo ad Alte Prestazioni denominata HPCN-TTN Network è stata attivata nel 1997 dalla DG III - Industria; è composta da 20 organizzazioni in diversi paesi europei, di cui 2 in Italia: TETRApc (TEchnology TRAnsfer Node for parallel computing), coordinato dal Consorzio Pisa Ricerche in collaborazione con il Cevit e NOTSOMAD, coordinato dall'ENEA in collaborazione con il CINECA.

L'obiettivo principale di TETRApc è stato quello di promuovere e diffondere l'utilizzo e l'introduzione di nuove tecnologie basate su applicazioni di Calcolo ad Alte Prestazioni (HPCN), identificando fabbisogni e soluzioni per vari settori industriali e favorendo in particolare la Piccola e Media Impresa. TETRApc ha fornito i seguenti servizi: monitoraggio della domanda e offerta in vari settori tecnologici e industriali, con particolare riferimento a quelli esistenti in

Toscana; disseminazione delle opportunità di finanziamento regionali, nazionali e comunitarie per progetti o accordi da utilizzare per il trasferimento tecnologico; assistenza per l'elaborazione di proposte di progetti e ricerca partners; assistenza tecnica durante le fasi di negoziazione e di conclusione dei progetti identificati.

TETRApc è stato inoltre il coordinatore del gruppo Controllo di Qualità (Quality Control & Inspection), a cui hanno partecipato 8 HPCN- TTN localizzati in Europa (Italia, Finlandia, Germania, Austria, Francia, Gran Bretagna, Portogallo e Grecia). TETRApc ha gestito 7 progetti, che hanno coinvolto 19 imprese e 6 centri di ricerca e sulla base dei quali sono stati costituiti 2 spin-off per l'ingegnerizzazione e commercializzazione dei risultati. Il sottoscritto, all'interno del progetto, ha ricoperto il ruolo di responsabile tecnico per le attività del TETRApc e coordinatore a livello Europeo del gruppo Quality Control & Inspection.

Trasferimento tecnologico per le tecnologie del calcolo e delle reti ad alte prestazioni verso i Paesi del Mediterraneo.

- TETRAmed (Comunità Europea, tender DGIII e DGXIII, n.III/98/028, lotto 6). Inizio 16/11/1998, durata 24 mesi. Coordinatore Consorzio Pisa Ricerche.

Lo scopo dell'iniziativa è stata la realizzazione e start-up di una rete di centri per il trasferimento tecnologico per l'HPCN nei paesi del Mediterraneo, denominati IT (Information Technology) Nodes. I paesi coinvolti sono stati: Algeria, Egitto, Giordania, Malta, Israele, Autorità Palestinese, Turchia, Libano, Tunisia, Marocco, Siria e Cipro. L'obiettivo principale è stato fornire supporto scientifico e tecnico nel settore delle Tecnologie dell'Informazione, in particolare del Calcolo ad Alte Prestazioni, allo scopo di fornire metodologie di trasferimento tecnologico e identificare dimostratori di soluzioni ad alta tecnologia in risposta alle caratteristiche socio-economiche, selezionati dalle storie di successo della Rete Europea dei Nodi di trasferimento Tecnologico per il Calcolo ad Alte Prestazioni (HPCN TTN, vedi paragrafo precedente).

Per questa iniziativa il sottoscritto ha svolto il ruolo di responsabile tecnico. Le attività hanno compreso:

- definizione delle metodologie per la indagine economico ed industriale sui 12 paesi coinvolti e sua realizzazione;
- definizione del programma dei seminari di istruzione da tenersi nei 12 paesi coinvolti. Ciascun seminario, della durata di 5 giorni, prevedeva due parti: una sulle metodologie del trasferimento tecnologico, l'altra sulla tecnologia del calcolo e delle reti ad alte prestazioni;
- produzione del materiale per i seminari;
- realizzazione dei seminari nei seguenti paesi: Siria, Egitto, Marocco, Cipro, Malta, Tunisia;
- stesura del piano delle attività di disseminazione e trasferimento tecnologico.

Durante il ciclo di seminari, che si è concluso con un workshop che ha visto coinvolti tutti i paesi del Mediterraneo e della Comunità Europea, sono stati ottenuti buoni risultati dal punto di vista delle collaborazioni attivate e dei potenziali progetti identificati, una selezione dei quali è stata presentata da

consorzi formati da organizzazioni europee e dei paesi del mediterraneo nel V Programma Quadro e nel programma EUMEDIS, lanciato nel 2002 con un budget di 45 milioni di euro. Le attività hanno proseguito offrendo supporto in termini di formazione, assistenza per l'installazione e la promozione delle tecnologie selezionate e monitoraggio dei processi di trasferimento tecnologico attivati nei vari paesi terzi del Mediterraneo.

Trasferimento tecnologico e diffusione dell'innovazione in ambito Europeo.

- Nel 2000 il sottoscritto ha partecipato alle attività del centro RECITAL, uno dei nodi della rete Europea degli Innovation Relay Centres, in qualità di responsabile tecnico.

La rete degli Innovation Relay Centres, costituita su iniziativa della Commissione Europea, DGXIII, si componeva di 53 centri che coprivano tutti i paesi della Comunità Europea, sette di questi centri erano situati in Italia, con lo scopo di coprire tutte le regioni Italiane.

L'innovation Relay Centre RECITAL, coordinato dal Consorzio Pisa Ricerche, aveva la responsabilità di coprire la Toscana e l'Umbria con lo scopo principale di promuovere il trasferimento dei risultati della ricerca e delle tecnologie innovative conformemente alle esigenze espresse dal tessuto industriale locale, in particolare dalle piccole e medie imprese.

Nel Giugno 2000 il sottoscritto è stato nominato coordinatore europeo del gruppo di interesse su "Information and Communication Technologies".

- Il Consorzio Pisa Ricerche è stato partner del progetto CORE-NET (Complete and Reactive Network), parzialmente finanziato dalla CE nell'ambito del programma "Innovation", come una delle misure volte a creare reti Europee di servizi per incoraggiare l'innovazione nelle piccole e medie imprese. L'obiettivo di CORE-NET era offrire alle piccole e medie imprese regionali una più completa e reattiva rete per facilitare lo sviluppo di progetti innovativi, ed incoraggiare cooperazioni trans-nazionali.

Nell'ambito del progetto il sottoscritto ha svolto il ruolo di responsabile tecnico.

- Il Consorzio Pisa Ricerche ha svolto il ruolo di punto di riferimento nazionale ("National Focal Point", NFP) per l'Italia nella rete finanziata dalla CE nell'ambito del programma relativo alle tecnologie del linguaggio naturale ("Human Language Technology", HLT). Le attività della rete sono ricadute nel progetto europeo denominato EUROMAP.

EUROMAP nacque allo scopo di fornire servizi di informazione, collegamento ed orientamento al mercato e per individuare le possibili opportunità originate dai risultati dei progetti nazionali ed europei riguardanti lo sviluppo e la ricerca tecnologica nell'ambito delle tecnologie del linguaggio naturale. L'obiettivo era accelerare il trasferimento di tecnologia dalla ricerca di base al mercato, attraverso la creazione di comunità di interesse da parte di attori prestabiliti ed emergenti nella catena di sviluppo e di valutazione.

Il progetto ha coinvolto 8 NFP in Austria, Belgio e Paesi Bassi, Danimarca, Finlandia, Germania, Grecia, Italia e Spagna.

L'attività di EUROMAP ha incluso la costituzione di "task force" mirate ad azioni o settori specifici. Il Consorzio Pisa Ricerche è stato responsabile della Task Force sul trasferimento tecnologico.

Nel progetto EUROMAP, nel corso del 2000, il sottoscritto ha svolto il ruolo di responsabile tecnico ed esperto di trasferimento tecnologico.

Altre attività nell'ambito dell' Unione Europea

Il sottoscritto ha svolto il ruolo di valutatore esterno delle proposte di progetto, per conto della Unione Europea, nell'ambito del programma IST, Action Linc IV.2.2 (Real Time Systems) nel Luglio 1999, Novembre 2000 e Marzo 2002.

Attività in seno al Servizio Calcolo e Reti della Sezione di Pisa

Dalla conclusione del periodo di distacco temporaneo il sottoscritto è rientrato nella Sezione di Pisa, svolgendo attività nell'ambito del calcolo tecnico-scientifico, in diverse aree specifiche.

Tutte le attività esplicitate nel seguito sono state svolte in seno al Servizio Calcolo e Reti della Sezione di Pisa nella prospettiva della creazione di una specifica area dedicata al Calcolo Scientifico. Sono state curate in particolare la collaborazione ed il coinvolgimento con Enti, Istituzioni ed imprese nella consapevolezza che, ai nostri giorni, la Information Technology non può rimanere confinata alle infrastrutture ed alle applicazioni proprie dell' INFN, ma deve essere capace di aprirsi e di collaborare con l'esterno.

Le linee guida che ispirano le attività sono 3:

1. Studio e valutazione di architetture di CPU per il calcolo nei suoi diversi ambiti applicativi al fine di analizzare le diverse soluzioni per le applicazioni di interesse;
2. Studio, progettazione e realizzazione di strutture per il calcolo sia in ambiente GRID/Cloud che in ambiente High Performance Computing (HPC);
3. Studio, sviluppo e realizzazione di applicazioni di calcolo dedicate alle richieste dell' Ente ed interscambiabili con realtà esterne all' Ente.

Nel seguito vengono esplicitate le attività effettuate non solo secondo un criterio meramente cronologico, ma anche in una prospettiva più vasta che cerchi di tenere conto delle diverse componenti che hanno costituito e costituiscono il lavoro svolto.

Il Centro di Calcolo Scientifico, sorto grazie agli sforzi congiunti della Sezione, del Dipartimento di Fisica dell'Università e della Scuola Normale Superiore, ospita oggi, non solo il Tier2 dell'esperimento CMS, ma anche il Cluster nazionale di Calcolo Teorico e la facility sperimentale di Calcolo Nucleare Teorico. E' inoltre attivo nel

campo delle collaborazioni con entità e strutture esterne all' Istituto sia accademiche e di ricerca che industriali e private.

Negli ultimi anni sono stati effettuati lavori in conto terzi e stipulate convenzioni con istituzioni e imprese del territorio. Sono in corso al momento collaborazioni per accedere a finanziamenti in ambito regionale.

Studio e valutazione di architetture di CPU per il calcolo

Si tratta di una attività in continua evoluzione tramite la quale il Centro di Calcolo, negli anni, ha provveduto a mantenersi aggiornato sulle ultime tecnologie rilasciate ed in corso di rilascio da parte dei produttori.

Nel 2004 è stata effettuata una attività di studio e valutazione delle ultime architetture "cluster-based" prodotte dal costruttore Cray. L'attività è culminata con l'acquisto e l'installazione di un sistema XT (prima installazione pubblica in Europa). Il sottoscritto ha partecipato poi alla sua gestione, con attività finalizzate alla diffusione del suo utilizzo, con buoni riscontri da parte del locale gruppo di fisica teorica.

Dal 2004 al 2008 è stata realizzata una intensa attività di collaborazione con il produttore di processori AMD, condotta con il gruppo di Calcolo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa. In questo ambito è stato possibile acquisire un significativo numero di sistemi utilizzati poi per le attività di calcolo in produzione della sezione.

Dal 2005 al 2009 l'attenzione del Centro di Calcolo si è indirizzata fortemente verso le architetture "farm", in vista degli sviluppi previsti in Sezione nell'ambito GRID. Sono state affrontate e studiate le caratteristiche tecniche dei processori con particolare attenzione ad una analisi comparata che permettesse di valutare le diverse soluzioni architettoniche interne ai processori stessi. L'attività ha avuto un suo risultato nella relazione "Situazione attuale e tendenze per il futuro dei processori per server", pubblicata nella Direzione EMEA (Europe, Middle East and Africa) dell'unità di "Business Development" di AMD e a suo tempo fatta circolare anche all'interno dell'INFN (già disponibile ad esempio tramite la collaborazione ATLAS t2-wm-51.roma1.infn.it/wiki/pub/ATLASItalia/ATLASItaliaSoftCompResources/CPU64bit.pdf).

Dal 2009 ad oggi sono state prese in esame e studiate, anche grazie a collaborazioni con i principali produttori, architetture dedicate al calcolo parallelo: in particolare processori AMD e Intel e sistemi di interconnessione veloce Myrinet e InfiniBand. I risultati di queste attività sono poi confluiti nella realizzazione in produzione di cluster di calcolo utilizzati in produzione (alcuni sono in funzione da anni) le cui caratteristiche vengono esplicitate nel seguito.

Infine, negli ultimi anni sono stati portati avanti studi piu' specifici su coprocessori grafici, sempre per applicazioni di Calcolo Scientifico.

Questa attività è molto promettente specialmente nel campo delle applicazioni di tipo industriale. Un esempio recente in questo campo è fornito da una tesi di laurea

specialistica in ingegneria aerospaziale (Università degli studi di Pisa) di cui il sottoscritto è stato co-relatore:

“Analisi CFD di una vettura da competizione con architettura di elaborazione in parallelo basata su processori grafici” (Ledda Marco, 11/06/2014 http://etd.adm.unipi.it/theses/available/etd-05062014-151335/unrestricted/TFESI_Marco_Ledda.pdf)

In questo lavoro sono stati studiati i vantaggi che si possono ottenere utilizzando l'architettura di elaborazione in parallelo di Nvidia (CUDA) in applicazioni di fluidodinamica computazionale. Sono stati messi a confronto i risultati ottenuti con cluster tradizionali (per i quali esiste una ampia letteratura) con i risultati ottenuti utilizzando macchine dotate di coprocessori grafici (GPU).

Si tratta dei primi lavori in questo campo realizzati con software specialistici (in questo caso Ansys Fluent), i cui approfondimenti sono ancora in corso, con risultati molto incoraggianti.

Le attività nel campo delle GPU hanno visto il sottoscritto impegnato nel comitato organizzatore di una conferenza internazionale appena effettuata a Pisa:

“GPU Computing in High Energy Physics” (10-12 September 2014 University of Pisa) <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=7534>

Studio, progettazione e realizzazione della infrastruttura generale di Calcolo Scientifico

La Sezione di Pisa è una delle sedi che ospitano i Tier2 dell'esperimento CMS. Il sottoscritto ha partecipato alle varie fasi di studio, progettazione e infine di realizzazione e gestione di quello che da subito è stato pensato come il Centro di Calcolo Scientifico dell'INFN di Pisa (inizialmente, data la forte connotazione GRID, è stato spesso definito come GRID Data Center).

La progettazione e la realizzazione (seguita dalla approvazione nel dicembre 2006) del Tier2 per l'esperimento CMS è stata avviata nel 2005. L'impostazione del progetto TIER2 nelle sue varie componenti, unitamente alla descrizione della prima fase di realizzazione è esplicitata in un rapporto interno presentato come co-autore dal sottoscritto, “CCR-23/2008/P, Silvia Azzolini: Il GRID Data Center dell'INFN di Pisa”.

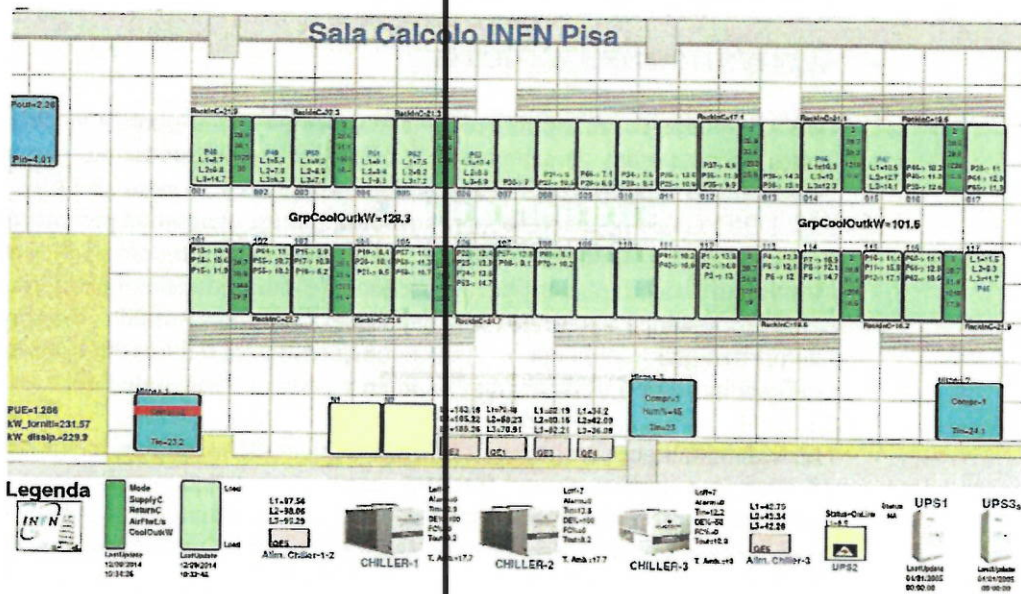
Il progetto per il GRID Data Center si è sviluppato producendo una serie di studi e sotto-progetti dei quali il più significativo in termini di impegno e di innovazione è stato quello per la realizzazione del Cluster nazionale di Calcolo Teorico.

Attualmente il centro dispone di circa 9000 core di calcolo in produzione per una potenza complessiva di quasi 90.000 HepSpec e circa 90 TFlops. Sono presenti risorse di storage per 1.6 PByte. I worker node sono interconnessi tramite rete ethernet 1Gbps e 10 Gbps. La parte dedicata al Calcolo Parallelo dispone in aggiunta di interconnessione con rete veloce Infiniband (1 switch DDR a 20 Gbps da 144 porte e 2 switch QDR a 40 Gbps per un totale di 150 porte).

Nel seguito si indicano gli aspetti architetturali dell' infrastruttura, come è nata e come si è evoluta nel tempo.

- **INFRASTRUTTURE IMPIANTISTICHE**

Si è intesa l'infrastruttura come insieme coordinato e quanto più possibile omogeneo dell'impianto elettrico, del condizionamento e di altri impianti accessori, per esempio video-sorveglianza. È stato elaborato un progetto, denominato "S+R: Security and Robustness" finalizzato alla realizzazione sia di un sinottico in tempo reale dei parametri infrastrutturali di sala (<http://sinottico.pi.infn.it/>) che di un sistema di rilevamento e gestione allarmi.



Sulla infrastruttura si veda anche, in un successivo paragrafo, una attività confluita nella realizzazione di simulazioni termiche della Sala.

L'obiettivo finale di questa attività è stata la definizione (e realizzazione) di protocolli ben definiti di funzionamento in produzione del Centro di Calcolo. Nel corso degli anni si sono susseguite varie versioni dovute all'evoluzione tecnologica dei server di calcolo e delle infrastrutture asservite.

- **RETE E STORAGE**

Fu chiaro abbastanza presto, nello sviluppo generale del progetto Grid Data Center, che le esigenze di rete, specialmente LAN, erano determinate dal traffico aggregato tra l'insieme dei worker nodes e la generale struttura Storage asservita a GRID. Fu allora elaborato un sottoprogetto, denominato "N+S" dedicato all'argomento. Il progetto è pubblicato come Nota di CCR, "CCR-26/2008/P: INFN-Pisa Network and Storage scenario for LHC Tier 2 and GRID Data Center".

Nel Centro di Calcolo è installato uno switch Ethernet centrale (modello Force 10 Networks 1200i Exascale version) capace di equipaggiare fino a oltre 1000 porte 1 Gbps e oltre 100 porte 10 Gbps ed in cui risultano popolate oltre 700 porte a 1Gbps e 20 porte 10Gbps.

La parte Storage è basata su architettura Storage Area Network (SAN) con l'utilizzo di GPFS. Il Centro di Calcolo dispone di sistemi Data Direct Networks (attualmente 2 modelli S2A-9900 e 1 modello 12000 tutti configurati con doppio controller Fiber Channel per un totale di circa 1.6 PB di disco SATA). Sono poi presenti due ulteriori macchine Data Direct Networks modello EF3015 equipaggiate con doppio controller e alloggiamenti per dischi SAS, destinate ad ospitare i metadati del file system GPFS.

- ACCOUNTING DELLE RISORSE

Uno degli aspetti più significativi nella gestione di un parco macchine così esteso ed articolato da un punto di vista della configurazione, riguarda la possibilità di quantificare l'impiego delle risorse. Nella nota di CCR: CCR-33/2009/P: Calcolo Scientifico: prime metodologie quantitative per un ambiente di produzione (Autori A. Ciampa, E. Mazzoni) vengono definiti il contesto e l'attività di Calcolo Scientifico, prendendo ad esempio la Sezione di Pisa, intesa come produzione e pensando ad un approccio di tipo industriale. Viene proposta una prima metodologia per la valutazione quantitativa dei livelli di produzione, dell'efficienza nell'utilizzo degli impianti e della distribuzione dei costi.

La valutazione dei consumi e l'attribuzione dei costi sono basate sul consumo di energia elettrica: viene descritto come questo parametro possa essere considerato solo un esempio pratico e viene accennato a quali tipi di consumi, costi, modalità possa essere estesa l'applicazione della metodologia proposta.

Il lavoro è stato presentato dal sottoscritto nel corso del meeting annuale della collaborazione HEPiX (Linux for HEP Community) svoltosi a Lisbona nel 2010: "Scientific Computing first quantitative methodologies for a production environment" (<https://indico.cern.ch/event/73181/session/37/contribution/23>).

Studio, progettazione e realizzazione di strutture per il calcolo in ambiente GRID

Una delle caratteristiche della GRID pisana è quella di essere sorta utilizzando anche hardware fornito gratuitamente da realtà terze, con utilizzo condiviso. Inizialmente si è quindi sviluppato un meccanismo, denominato "bottono rosso", per lo switch trasparente tra le due modalità di utilizzo (GRID per usi interni e non GRID per la realtà esterna) per le risorse condivise.

Questo concetto si è sviluppato ed evoluto con continuità nel corso del tempo. Ed ancor oggi una delle colonne portanti del Centro è costituita da un paradigma di installazione e gestione delle risorse di calcolo (worker node & job slot) altamente flessibile.

Nel GRID Data Center di Pisa fin dai primi anni è stato possibile utilizzare le risorse di calcolo anche per usi differenti e più specializzati rispetto a quelli a cui erano state originariamente destinate. Non solo GRID quindi, ma anche calcolo parallelo e usi interattivi.

Nella pratica si è lavorato nella direzione di integrare le infrastrutture proprie di GRID e necessarie per essere parte della infrastruttura WLCG, con le infrastrutture proprie del centro. Le tecniche realizzate e messe in produzione sono state, sostanzialmente, le 3 seguenti:

- ❖ Utilizzo di chroot per l'implementazione dei worker node e dei server di middleware di GRID. L'obiettivo principale che si è perseguito è stato il disaccoppiamento tra l'hardware (in generale il sistema sottostante) ed il server che gira l'applicativo. Per questa strada si è ottenuto anche un altro importante risultato per i worker node: la possibilità di offrire diverse configurazioni e tipologie di server, anche con controllo dinamico. Da questo è derivata inoltre la possibilità di gestire dinamicamente configurazioni per worker node e nodi per code locali.
- ❖ Coesistenza di code locali e GRID sulla stessa farm con possibilità di dare accesso alle code locali anche ad una comunità remotamente distribuita. Il primo punto ha l'obiettivo di estendere idealmente la modalità di condivisione di risorse anche al di fuori del paradigma GRID, tendendo ad includere quegli utenti che presentano esigenze più spostate verso l'interattivo. Il secondo punto, che rappresenta un esempio dell'utilizzo e dell'utilità del progetto INFN-AAI, tende a dare alle code locali lo stesso tipo di canale di fruizione che caratterizza le code GRID. L'infrastruttura AAI utilizzata per dare accesso remoto alle code locali può addirittura essere utilizzata per accedere alle stesse code GRID.
- ❖ L'utilizzo di GPFS come file system sottostante ad un SRM. Dato che a Pisa sono stati in produzione sia dCache che StoRM, l'uso di GPFS ha permesso il facile import/export di file tra aree sotto SRM e aree accedute direttamente via Posix. Questo è risultato un tassello importante nell'integrazione dell'ambiente GRID con l'ambiente delle code locali, specialmente nella prospettiva di una realizzazione coerente di una struttura che mettesse risorse in condivisione tra i Tier2 ed i Tier3.

Una sintesi aggiornata di questa infrastruttura integrata è stata recentemente pubblicata come proceeding della conferenza CHEP 2013: "INFN Pisa scientific computation environment (GRID, HPC and Interactive analysis)". Il lavoro originariamente presentato come poster e' stato poi trasformato in breve articolo e pubblicato: <http://iopscience.iop.org/1742-6596/513/6/062030?fromSearchPage=true>

Nell'ambito delle attività legate al calcolo GRID, dal settembre 2009 il sottoscritto ha ricoperto il ruolo di Coordinatore Locale GRID (COLG), coordinando l'utilizzo dell'infrastruttura INFN-GRID Pisa da parte delle diverse VO e adoperandosi per promuoverne l'espansione. In questo ambito il centro di Calcolo di Pisa è stato ad esempio selezionato come uno dei siti nazionali ed esteri per le attività di test e per i primi run di produzione Montecarlo da parte dell'esperimento SuperB.

Negli anni 2011-2012 l'infrastruttura GRID di Pisa ha ospitato numerosi cicli di run dell'esperimento Fermi-Glast, integrando le risorse esistenti nelle sedi dedicate a questa attività.

Infine, nell'estate 2014 la sede INFN di Pisa è stata selezionata come uno dei potenziali tier2 dell'esperimento Belle2.

Particolare cura è stata dedicata, negli anni, alle collaborazioni ed alla cooperazione su questi argomenti, con altri gruppi INFN e non.

Dal luglio 2009 il sottoscritto ha preso parte al gruppo di lavoro "virtualizzazione" attivo all'interno della Commissione Calcolo e Reti. E' autore, a questo riguardo, di una nota pubblicata da CCR: CCR-32/2009/P: Riflessioni sulla virtualizzazione. E' inoltre co-autore di un lavoro presentato al meeting annuale della collaborazione HEPiX (Linux for HEP Community) svoltosi dal 25 al 29 maggio 2009 presso la Umeå University dal titolo "Virtualization for high availability", presentato dal Dott. F. Calzolari della Scuola Normale Superiore di Pisa:

(<http://indico.cern.ch/event/45282/session/7/contribution/4>)

Il lavoro, accettato anche alla conferenza CHEP 2009 e' pubblicato in: <http://iopscience.iop.org/1742-6596/219/5/052017?fromSearchPage=true>

Sempre nel luglio 2009 è stato nominato coresponsabile nazionale del gruppo CCR "farming". L'attività del gruppo è stata dedicata per alcuni anni allo studio e all'implementazione di architetture di calcolo che utilizzano GPU (Graphical Processing Unit) come co-processor e all'utilizzo di tecniche di virtualizzazione in ambito Farming nella direzione di sviluppo del paradigma di calcolo Cloud.

Nel seguito vengono dettagliate due attività strettamente legate all'infrastruttura GRID ma caratterizzate da elementi innovativi ed originali. Sono particolarmente significative perché rappresentano il trait d'union tra due periodi di specializzazione in ambiti differenti: Farm& GRID prima e HPC successivamente.

- CALCOLO PARALLELO in ambito GRID

Nell'Ottobre 2009 la Commissione Scientifica Nazionale 4 pubblicò, internamente all'INFN, una "Call" per la realizzazione di un cluster nazionale atto a rispondere alle esigenze di calcolo, anche parallelo, della Commissione stessa in ambito GRID. La Sezione di Pisa presentò, nel Dicembre 2009, una proposta elaborata secondo i requisiti stabiliti dalla Commissione stessa con il supporto di un gruppo di esperti espressi dalla Commissione Calcolo e Reti. La proposta della Sezione di Pisa risultò quella selezionata dalla CSN4 e si diede l'avvio all'implementazione del sistema di calcolo.

Il Cluster era costituito da 1024 core di calcolo (128 server Acer Altos 2p 1U) interconnessi via rete veloce INFINIBAND (grazie ad uno switch IB DDR Cisco SFS 7024 da 144 porte in range). Il Cluster poteva essere utilizzato in modo seriale (normale uso GRID) o in modo parallelo (anch'essa tramite GRID).

L' articolo dal titolo "HPC on the Grid: The Theophvs Experience" (Roberto Alfieri, Silvia Arezzini, Alberto Ciampa, Roberto De Pietri, Enrico Mazzoni), pubblicato sul Journal of Grid Computing (Volume 11 Issue 2, June 2013 Pages 265-280) riassume in maniera esaustiva la configurazione e le attività del cluster.

Abstract: The Grid Virtual Organization (VO) "Theophvs", associated to the INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), is a theoretical physics community with various computational demands, spreading from serial, SMP, MPI and hybrid jobs. That has led, in the past 20 years, towards the use of the Grid infrastructure for serial jobs, while the execution of multi-threaded, MPI and hybrid jobs has been performed in several small-medium size clusters installed in different sites, with access through standard local submission methods. This work analyzes the support for parallel jobs in the scientific Grid middlewares, then describes how the community unified the management of most of its computational need (serial and parallel ones) using the Grid through the development of a specific project which integrates serial e parallel resources in a common Grid based framework. A centralized national cluster is deployed inside this framework, providing "Wholenodes" reservations, CPU affinity, and other new features supporting our High Performance Computing (HPC) applications in the Grid environment. Examples of the cluster performance for relevant parallel applications in theoretical physics are reported, focusing on the different kinds of parallel jobs that can be served by the new features introduced in the Grid.

Le caratteristiche del cluster e le attività intraprese negli oltre tre anni di esercizio sono state presentate in diversi eventi nazionali ed internazionali, in particolare alla Conferenza PDP '13:

The HPC Testbed of the Italian Grid Infrastructure

(R. Alfieri, S. Arezzini, G. B. Barone, U. Becciani, M. Bencivenni, V. Boccia, D. Bottalico, L. Carracciuolo, D. Cesini, A. Ciampa, A. Costantini, S. Cozzini, R. De Pietri, M. Drudi, A. Ghiselli, E. Mazzoni, S. Ottani, A. Venturini, P. Veronesi)

PDP '13 Proceedings of the 2013 21st Euromicro International Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing Pages 241-248
IEEE Computer Society.

Abstract: Even though the Italian Grid Infrastructure (IGI) is a general purpose distributed platform, in the past it has been used mainly for serial computations. Parallel applications have been typically executed on supercomputer facilities or, in case of "not high-end" HPC applications, on local commodity parallel clusters. Nowadays, with the availability of multiple cores processors, Grid computing is becoming very attractive also for parallel applications but some problems exist in supporting of HPC applications on Grid environment. Here we describe the work made to set up a HPC testbed for "not high-end" HPC applications, based on IGI Grid technologies, to find solutions to those problems. Participating sites have been selected among the ones running HPC clusters in Grid environment. Each of them contributed with their specific HPC experience and their available resources to the present test, which encompasses an unprecedented large set of applications from different disciplines in the fields of astronomy, astrophysics, chemistry, climatology, material science and oceanography. In addition to computing resources sharing, the main contribution of each participant was the identification of the real requirements of his application also related to the current

middleware limitations and then the realization of a test platform enhanced with additional HPC solutions and configurations developed in a tight collaboration between HPC administrators, users and IGI managers. The main work was on computational resources selection, data management and the definition, the deployment and the documentation of the software execution environment. The outstanding results of the testbed represent the basis of the HPC support in the IGI production infrastructure.

- FACILITY SPERIMENTALE DI CALCOLO NUCLEARE TEORICO

Nello stesso periodo in cui veniva configurato e messo in produzione il cluster di calcolo teorico fruito via GRID, venne messa in funzione una nuova facility, caratterizzata dall'utilizzo batch, via coda locale (non GRID), regolamentato dallo scheduler LSF.

Nella facility, in funzione ancor oggi, l'accesso dei job alla coda è regolato da due meccanismi, uno standard di LSF e l'altro specifico di questo sistema di calcolo.

Il meccanismo standard è il "fair share" ed è la distribuzione delle priorità di accesso tra i diversi gruppi di utenti (gli utenti sono raggruppati per sede di appartenenza e sono definiti i gruppi: Pisa, Roma1, Trento, Napoli, Milano, Catania e LNS). L'altro meccanismo è invece legato alle specificità con cui è stata costruita questa facility. Infatti una delle sue caratteristiche è che potrebbe essere definita "memory driven": cioè particolarmente adatta per job "memory bound", anziché "CPU bound".

Si utilizza una modalità di accesso più semplice, rispetto a GRID, modalità generalmente presa in considerazione solo per usi locali e non per usi distribuiti come in questo caso. La coda batch di questa facility è infatti accessibile a livello nazionale da tutti i vari gruppi che sono stati definiti e per gli utenti appartenenti a tali gruppi. Questo risultato ha rappresentato una delle prime applicazioni del progetto INFN-AAI (Authentication and Authorization Infrastructure) e la prima sua applicazione pratica nell'ambito del calcolo scientifico.

Studio, progettazione e realizzazione di strutture per High Performance Computing.

Si tratta della attività centrale della quale il sottoscritto si sta occupando nell'ottica di uno sviluppo del Centro di Calcolo coerente con le richieste rivolteci dall'Istituto negli ultimi anni. Queste richieste riguardano ovviamente le necessità di Calcolo proprie dell'Ente e quindi strettamente legate alle esigenze computazionali degli Esperimenti di Gruppo I e II e delle Iniziative Specifiche di Gruppo IV, nelle quali siamo fortemente coinvolti. Ma riguardano anche le sollecitazioni a collaborare con enti esterni, realtà accademiche e industriali, strutture del territorio (regione e provincia) nell'ottica di una seria attività di trasferimento tecnologico e conto terzi che si coniughi con le attività proprie dell'INFN.

Nell'anno 2012 le attività del Centro di Calcolo hanno ricevuto un forte impulso nella direzione del calcolo HPC, grazie all'approvazione del progetto premiale MIUR

denominato SUMA (SuperCalcolo Massiccio) ed alla conseguente implementazione a Pisa di una risorsa High Performance Computing per il Calcolo Medio della Comunità Nazionale dei Fisici Teorici INFN.

Grazie a questo progetto, infatti, tra il 2012 e il 2013 è stato possibile realizzare la ristrutturazione e l'evoluzione del cluster dedicato alla Fisica Teorica in funzione dal 2010.

La comunità teorica si è interrogata sulle necessità di Calcolo e sulle modalità preferite per l'accesso alle risorse computazionali. L'iniziativa della creazione di una risorsa di calcolo parallelo si era infatti certamente rivelata una buona iniziativa. Era stata citata nei piani triennali del 2012/2014, del 2013/2015. Ma la comunità desiderava una risorsa computazionale fruibile in maniera più diretta rispetto alle modalità implementabili via GRID.

Dopo un confronto attento è stata presa la decisione di modificare profondamente il cluster potenziandolo e rinnovandolo anche dal punto di vista delle caratteristiche di configurazione ed accesso. In particolare, nonostante la positiva esperienza dell'integrazione del cluster nell'infrastruttura GRID, gli utenti hanno valutato che fosse da preferire un cluster tradizionale HPC, quindi con code definite localmente e non mediate da una infrastruttura di tipo GRID.

Questa decisione ha rappresentato per me e per il gruppo che coordino una vera sfida trattandosi di realizzare un cluster in produzione di un tipo completamente nuovo per l'INFN. Ho avuto modo di confrontarmi con altri centri europei (Barcelona SuperComputing Center – Centro Nacional de SuperComputacion e Leibniz Supercomputing Centre – SuperMUC a Monaco di Baviera) e statunitensi (LLNL - Lawrence Livermore National Laboratory – California ed ORNL – Oak Ridge National Laboratory - Tennessee) e a partire da questi modelli e' stato implementato il nuovo cluster denominato Zefiro. Nel report del Comitato di valutazione internazionale del 2013, nel paragrafo relativo alle attività del Gruppo IV, viene citato anche il cluster Zefiro e se ne caldeggia l'upgrade.

“ The Committee was very pleased to see that the convergence towards a smaller number of larger groups, a consolidation that had been started last year and which the Committee fully supported in its report last year, was actively pursued: the number of “Initiative Specifiche” has significantly decreased from 50 to 39, as well as the number of local groups, from 220 to 170. In a similar spirit of convergence, the Committee praises the upgrade of the CSN4 cluster “zefiro” which serves the computing needs of some 16 research groups.”

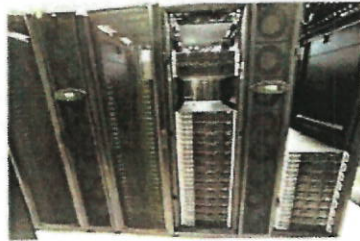
Questo ha certamente incoraggiato la Comunità a valorizzare il sistema ed a prevederne l'evoluzione recentemente finanziata.

Nel suo ambito è oggi operativo un assegno di ricerca tecnologica finanziato da SUMA; un altro assegno di ricerca tecnologica, specificamente destinato a tematiche di gestione e supporto, sarà poi operativo dal 2015 a cura del gruppoIV nazionale.

L'attività è stata presentata in numerose occasioni nazionali e internazionali. Ad esempio tramite un poster esposto alla Conferenza Internazionale Supercomputing (Denver – 2014) di cui si riporta un estratto:

Work Horses

INFN researchers use a variety of HPC computer systems supporting their investigations. INFN operates a number of Tier I HPC clusters, and uses Tier0 facilities made available by the PRACE access program of the European Union, as well as the Blue Gene/Q system installed at CINECA in Bologna.



INFN Tier1 cluster installed in Pisa.



The Fermi BG/Q system installed at CINECA.

INFN carry on several experimental projects to optimize codes, test and assess performances on new architectures, including GPUs, MICs and FPGAs.



The FPGA-based Janus II system.



The Eurora system installed at CINECA.

L'accesso al cluster e' permesso a tutti i dipendenti ed associati INFN che risultano afferenti al GRUPPO IV. Questo accesso nazionale avviene utilizzando le credenziali personali AAI (le stesse che tutti gli utenti INFN usano per l'accesso al sistema Informativo, ad esempio per l'apertura di missioni). E' stato infatti possibile integrare i DataBase utilizzati dal Sistema Informativo con i dati necessari all'accesso alla risorsa computazionale (UserID, username, password). In questo modo e' stato possibile evitare la riproposizione di un ulteriore login/password semplificando in maniera decisa la parte di accesso UNIX.

Con l'upgrade del cluster Zefiro si è arrivati alla definizione di un sistema completo di Calcolo ad uso della comunità teorica nazionale.

E' in corso di pubblicazione una nota interna destinata a descrivere tutte le attività di calcolo destinate ai teorici INFN di GRUPPO IV, ma di seguito, in maniera sintetica viene riassunta la attuale configurazione al fine di descrivere l'unico disegno che raccoglie le risorse integrate nel Centro di Calcolo, che possono essere di tipo parallelo, seriale e interattivo.

ATTUALE CONFIGURAZIONE del CALCOLO per GRUPPO IV nazionale

RISORSE hardware

Sono presenti risorse per calcolo parallelo (cluster HPC: Zefiro) e risorse per calcolo seriale (farm in comune con GRID)

- *Risorse parallele*

Rappresentano le nostre risorse più pregiate. Non vivono di vita propria, ma sono integrate in un pool più ampio di risorse HPC (cluster dedicato a CFD in collaborazione

con il Dipartimento di Ingegneria dell' Università e con realtà industriali, macchine dotate di GPU, macchine dotate di schede intel-PHI).

Il cluster ZEFIRO è costituito da 32 server, ciascuno con 512 GB di ram e 4 processori (da 16 core); conta quindi oltre 2000 core di calcolo AMD Opteron 6380 (2,5GHz). Le macchine sono interconnesse tramite una rete veloce Infiniband QDR gestita da uno switch Mellanox (IS5100) a 108 porte.

E' inoltre presente una macchina di processore dotata di identici processori, per un totale di 32 core, dedicata esclusivamente alle operazioni di debug e compilazione.

- **Risorse seriali**

Sono utilizzate per un tipo di calcolo molto vicino al calcolo GRID e per questo la coda di calcolo seriale insiste in gran parte su risorse che sono anche dedicate a GRID. In questo modo è possibile ottimizzare l'uso delle risorse evitando tempi morti e inefficienze.

Il pool di nodi dedicati a questo tipo di calcolo è un sottoinsieme dei nodi GRID di sezione che includono le risorse del Tier2 dell'esperimento CMS. Come nel caso delle risorse parallele anche le risorse seriali dedicate ai fisici teorici non vivono di vita propria ma sono integrate in un ambiente più complesso. Un totale di 900 core è destinato a questo uso.

SISTEMA DI SOTTOMISSIONE JOB e CODE

Il sistema batch adottato nel centro di calcolo e' LSF (Load Sharing Facility). Si tratta di un prodotto commerciale (Patfarm/IBM) per il quale disponiamo di opportuno numero di licenze.

Code parallele sul cluster ZEFIRO

Code di produzione

La sottomissione di un job avviene tramite tre code specifiche chiamate **parallel**, **longparallel** e **neparallel** e indirizzate su Zefiro dove i core sono stati raggruppati in bunch da 32 core. Ogni bunch da 32 core è considerato un jobslot. Quindi ogni nodo dispone di 2 JOBSLOT.

parallel: (Openmpi-1.6 / nessun limite di job che un utente può sottomettere / un totale di jobslot massimo richiedibile pari a 8 (256core) / walltime pari a 360 min (6h) / Non è consentita la Reservation / è permesso il Backfill / switch -i per uso interattivo).

longparallel: (Openmpi-1.6 / nessun limite di job che un utente può sottomettere / un totale di jobslot massimo richiedibile pari a 16 (512 core) / walltime pari a 1440 min (24h) / è consentita la Reservation massima pari a 24 ore).

neparallel: (Openmpi-1.6 / la coda ammette un limite di job, che un utente può sottomettere, in relazione a quanti jobslot ciascuno di questi richiede affinché il totale dei jobslot sia al massimo pari a 4 (128 core) / walltime pari a 1440 min (24h) estendibile fino ad una settimana / è consentita la Reservation massima pari a 24 ore).

E' possibile l'assegnazione di un intero nodo, solo per la coda **neparallel**, si può estendere il walltime (di default è pari a 24h), fino ad un massimo di 1 settimana (10080 minuti).

Coda per compilazione

La compilazione di un job deve essere effettuata prima della sottomissione tramite una coda specifica chiamata **compilation** e indirizzata su un nodo dedicato non appartenente all'architettura delle 32 macchine di zefiro. Il nodo, dotato di 2 processori ciascuno con 16 core

(per un totale quindi pari a 32 core) dispone di 256 GB di ram. I core di questa macchina sono stati raggruppati in bunch da 1 singolo core considerato quindi come un jobslot. Risultano pertanto disponibili un totale di 32 JOBSLOT.

compilation: (openmpi-1.6 / num.max job previsti per utente pari a 1 / Wallmax 360 min(6 ore) / num.max jobslot richiedibili per job pari a 1 (1core) / switch -i per uso interattivo):

Nella home directory dell'utente verranno generati il file nomefile.estensione.err (elenco errori), nomefile.estensione.out (tutte le informazioni di output) ed il file a.out (il file eseguibile).

Code per debug

Il Debug di un job prima della sottomissione può effettuarsi tramite due code distinte. Nello specifico avremo una prima coda chiamata **debug** e indirizzata su un nodo dedicato non appartenente all'architettura delle 25 macchine di Zefiro. Il nodo, dotato di 2 processori ciascuno con 16 core (per un totale quindi pari a 32 core) dispone di 256 Gb di ram. I core di questa macchina sono stati raggruppati in bunch da 1 singolo core considerato quindi come un jobslot. Avremo disponibili quindi un totale di 32 JOBSLOT. La seconda coda utilizzabile invece è la coda **longDebug** indirizzata sullo stesso cluster Zefiro

debug: (openmpi-1.6 / num.max job previsti per utente pari a 2 / WallTime max pari a 30 min / num.max jobslot richiedibili per job pari a 4(4core) / switch -i per uso interattivo):

longDebug: (openmpi-1.6 / num.max job previsti per utente pari a 2 / WallTime max pari a 30 min / num.max jobslot richiedibili per job pari a 2(64core) / Non è consentita la Reservation / è permesso il Backfill):

Nella home directory dell'utente verranno generati il file nomefile.out.err (elenco errori nella esecuzione), nomefile.out.out (tutte le informazioni di output della esecuzione).

Coda seriale

La coda seriale si chiama semplicemente **local** ed il comando per sottomettere alla coda local è il seguente:

```
bsub -q local eseguibile
```

- **COME SI ACCEDE alle risorse**

L'accesso è permesso a tutti gli utenti che hanno una entry nel DB INFN-AAI (quindi con lo stesso username e la stessa password del portale missioni/acquisti) e che appartengono ad una Iniziativa Specifica di Gruppo IV.

E' presente inoltre un gruppo aggiuntivo dedicato agli utenti SISSA che non risultano già associati alle iniziative specifiche INFN.

USER INTERFACE:

Ad oggi si accede tramite una User Interface dedicata: `localui3.pi.infn.it`

A breve ne saranno disponibili 3 identiche indirizzabili in maniera univoca (`localui.pi.infn.it`).

Da una shell UNIX impartire il comando: `ssh localui3.pi.infn.it`

ACCESSO VIA WEB:

E' in avanzata fase di definizione la possibilità di sottomettere job tramite interfaccia WEB.

- **SPAZIO DISCO**

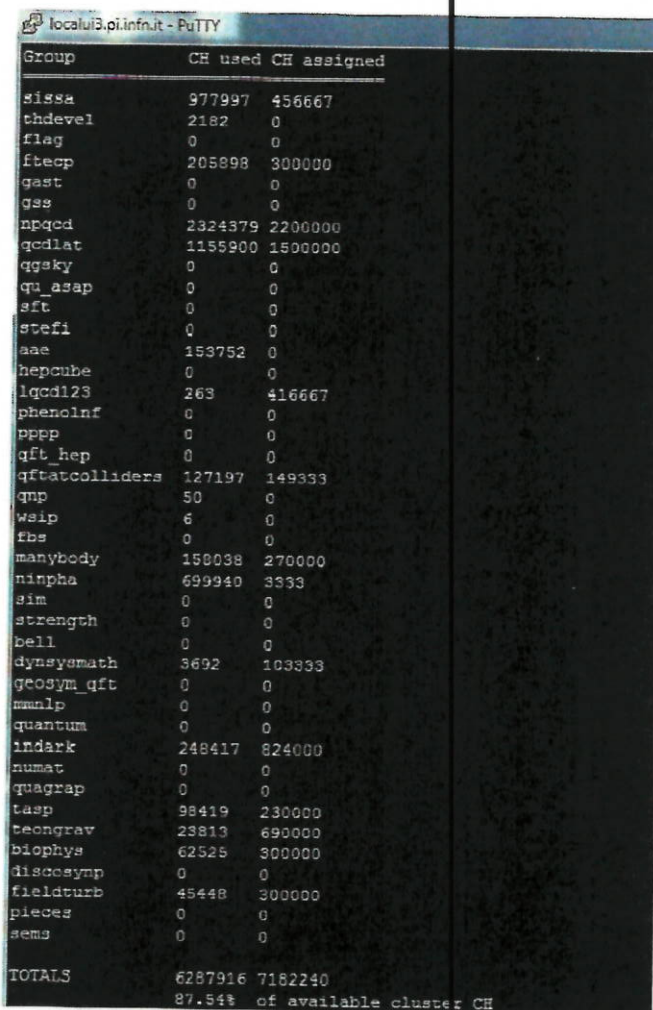
Lo spazio disco disponibile risiede nel file system parallelo gpfs (Storage Area Network comune a tutte le risorse di calcolo del Centro). Ad ogni utente viene assegnata una area personale.

La disponibilità totale di spazio a disposizione è di circa 45 TB.

E' in avanzata fase di realizzazione l'implementazione di un nuovo file system più performante e adatto alle esigenze della comunità di utenti.

- **ACCOUNTING**

L'uso delle risorse viene registrato sulla base dell'appartenenza alle Iniziative Specifiche, sia per la code parallele che per quella seriale. Nel caso della coda parallela è definita una tabella di ripartizione dei core/hours disponibili per ciascuna iniziativa specifica. In base alle ore disponibili vengono modificate le priorità di accesso in modo dinamico. Tramite un comando di shell (CHusage) appositamente realizzato, si dispone in tempo reale del monte ore residuo.



Group	CH used	CH assigned
sisxa	977997	456667
thdevel	2182	0
flag	0	0
fttcp	205898	300000
gast	0	0
gss	0	0
npqcd	2324379	2200000
qcclat	1155900	1500000
qgsky	0	0
qa_asap	0	0
sft	0	0
stefi	0	0
aae	153752	0
hepcube	0	0
lgcd123	263	416667
phenolnf	0	0
pppp	0	0
qft_hep	0	0
qftatcolliders	127197	149333
qnp	50	0
wsip	6	0
fbs	0	0
manybody	150038	270000
ninpha	699940	3333
sim	0	0
strength	0	0
bell	0	0
dynsymath	3692	103333
geosym_qft	0	0
manlp	0	0
quantum	0	0
indark	248417	824000
numat	0	0
quagrap	0	0
tasp	98419	230000
teongrav	23813	690000
biophys	62525	300000
discosymp	0	0
fieldturb	45448	300000
pieces	0	0
sems	0	0
TOTALS	6287916	7162240
87.54% of available cluster CH		

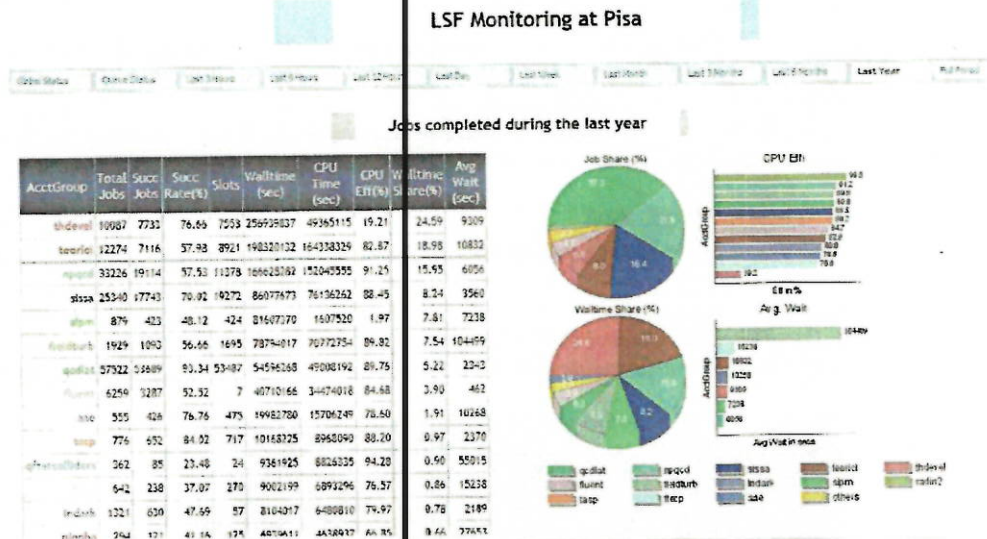
- **MONITORING**

A questi indirizzi:

<http://farms-mon.pi.infn.it/lfmonhpc/>

<http://farms-mon.pi.infn.it/lsfmon/>

sono disponibili delle viste in tempo reale per visualizzare l'uso delle risorse.



Sono in corso delle attività di ottimizzazione per permettere una lettura facilitata agli utenti teorici. In questo momento infatti si leggono tutte le risorse del centro contemporaneamente e questo risulta eccellente per gli amministratori, ma difficoltoso per gli utenti.

- SOFTWARE INSTALLATO

Sul cluster sono disponibili le seguenti librerie:

hdf5, hdf5-openmpi, glpk, fftw, libgomp, blas, gsl, gmp, numactl, lapack, hdf5-devel, hdf5-openmpi-devel, glpk-devel, fftw-devel, blas-devel, gsl-devel, gmp-devel, numactl-devel, lapack-devel.

Sono disponibili i seguenti software-compilatori:

mpicc, cmake, gromacs, quantumexpresso.

- ALTRE RISORSE hardware/software DISPONIBILI a Pisa

GRID

E' possibile, per tutti gli utenti nazionali teorici, usufruire di una interfaccia UI per la sottomissione con modalità GRID. E' necessario, in questo caso, essere in possesso di credenziali valide per INFN-GRID e quindi di opportuno certificato X509 nonché dell'appartenenza alla VO Theophys. La Userinterface da usare è in questo caso la macchina gridui3.pi.infn.it

Theonuc

E' presente a Pisa una facility nazionale dedicata agli utenti teorici nucleari. La facility consta di 7 nodi di calcolo (biprocessori e quadri processori / architettura INTEL) per un totale di 240 core e 800GB totali di RAM. L'accesso alla coda theonuc è riservato, quindi per richiedere accesso alla coda bisogna contattare il responsabile Alejandro Kievsky. La autenticazione avviene con le credenziali nazionali AAI così come per tutte le altre risorse.

Questa coda è configurata per ottimizzare la gestione della RAM dei nodi di calcolo, richiede quindi, obbligatoriamente, che in fase di sottomissione del job si specifichi la quantità di memoria di cui si necessita. Se non viene specificata la quantità di memoria il job non andrà mai in esecuzione.

Sono disponibili i compilatori C e Fortran di Intel e relative librerie (versione 12.0.3).

Ulteriori indicazioni:

http://wiki.infn.it/strutture/pi/datacenter/istruzioni_operative/coda_theonuc

FAI (Farm di analisi interattiva)

Si tratta di un insieme di nodi di calcolo dedicati al lavoro interattivo. L'accesso a queste risorse passa comunque attraverso un sistema di batch in modo da garantire il bilanciamento del carico fra tutte le risorse disponibili. La struttura garantisce il passaggio delle proprie credenziali AFS/Kerberos in modo da avere il pieno accesso alla struttura AFS, è inoltre possibile la trasmissione delle sessioni grafiche X11 sul proprio terminale.

Ulteriori indicazioni:

http://wiki.infn.it/strutture/pi/datacenter/istruzioni_operative/farm_analisi_interattiva

Coda GPU-CUDA

Sono presenti alcune macchine con GPU indirizzabili tramite coda batch, ma al momento questa facility viene utilizzata in modalità riservata solo da alcuni utenti selezionati. Se ne prevede in futuro un uso standard per i fisici teorici.

- **ASSISTENZA**

Delle risorse di calcolo teoriche si occupano 5 unità di personale (alcune completamente dedicate) più un responsabile.

Le richieste di assistenza o chiarimenti vengono indirizzate a: locala-support@lists.pi.infn.it

Studio, progettazione e realizzazione di applicazioni di calcolo

Collaborazioni esterne

Come già indicato si è curata molto negli anni la collaborazione e la compartecipazione del Centro di Calcolo in attività con soggetti esterni. Si riferisce delle due principali: con il Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale dell'Università degli studi di Pisa e con l'istituto Sissa di Trieste.

- **DIPARTIMENTO di INGEGNERIA AEROSPAZIALE dell'Università di Pisa**

Uno stretto rapporto di collaborazione si ha con il gruppo di fluidodinamica computazionale (CFD) del Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale dell'Università di Pisa, coordinato dal Prof. Giovanni Lombardi con il quale era stata avviata sin dal 2005/2006 una interessante attività HPC di modeste proporzioni.

Fino al 2012 l'interesse che tale attività rivestiva per l'Istituto derivava dal fatto che la CFD è uno dei campi di applicazione più adatti, e demanding, per architetture cluster. Questa collaborazione aveva quindi permesso di studiare, sviluppare e realizzare cluster in ambiente di produzione; complementando così le attività in ambito GRID che, fino ad allora avevano avuto, come campo tecnologico coinvolto in ambito IT, prevalentemente le architetture "farm".

In sintesi posso affermare che proprio grazie a questa esperienza HPC degli anni precedenti al 2012, ancorchè modesta, si è costituita la base per l'implementazione della nuova risorsa di calcolo per la Fisica Teorica, Zefiro.

Con il Prof. Lombardi sono state effettuate nel tempo numerose attività. A titolo di esempio, in una prospettiva storica:

- G. Lombardi, A. Ciampa "Analysis of problems and methodologies for the development of a optimization module for computational fluid dynamics" XIII congresso AIDAA (associazione italiana aeronautica e astronautica) 2005;
- G. Lombardi et al., "L'Aerodinamica della deriva di un'imbarcazione di Coppa America: una procedura di ottimizzazione". Fluent Forum 2007
- A. Ciampa, G. Lombardi "CFD and computing resources: Perspective for the future" 2nd International Forum Future Automotive Aerodynamics December, 2013 Berlin, Germany
- La già citata tesi sul calcolo CFD in ambito CUDA/GPU.

Inoltre nel 2007, nell'ambito di questa collaborazione e su proposta del sottoscritto, fu lanciata l'idea di effettuare uno studio per la simulazione del comportamento termofluidodinamico della sala calcolo dell'INFN di Pisa usando strumenti CFD.

Il primo obiettivo era quello di valutare le prestazioni e l'efficienza dell'insieme dei sistemi di condizionamento presenti in sala al fine di una loro ottimizzazione. Ma il fine ultimo del lavoro era verificare tramite simulazione la congruità dell'insieme dei sistemi di alimentazione e distribuzione della corrente e dei sistemi di condizionamento, risultato essi dell'attività progettuale esposta nel capitolo precedente.

L'attività ha generato, finora, due tesi di laurea specialistica presso il Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale per entrambe le quali il sottoscritto è stato co-relatore:

- Giacomo De Renzi, *Simulazione termofluidodinamica di una sala di calcolo*, anno accademico 2007-2008. Discussa il 15 luglio 2008.
- Fabrizio Giannella, Riccardo Federico Assi, *Studio Termofluidodinamico di una sala calcolo: Modello di Simulazione e Soluzioni Progettuali*. Discussa il 3 marzo 2009.

La prima tesi ha avuto come obiettivo lo sviluppo dello strumento di simulazione CFD, basato sul codice Fluent: il problema tecnicamente rilevante (non è stata trovata letteratura a proposito) è stato sviluppare procedure software per la simulazione di condizioni dinamiche in loop chiuso (accensione e spegnimento di condizionatori, flussi d'aria e loro temperature variabili in dipendenza di condizioni istantanee di ambiente). La tesi si è conclusa con i primi test di simulazione sulla sala nel suo stato attuale.

La seconda tesi ha affrontato il problema dell'affinamento del modello e della sua validazione mediante confronto con misure reali. Superata con successo questa fase (con notevoli modifiche a diverse parti del modello) si è avuto a disposizione un affidabile strumento di simulazione e quindi si è potuto procedere a simulazioni "what if". Il sistema di condizionamento, ipotizzato completato come da progetto, si è dimostrato capace di raffreddare la sala con 6500 core di calcolo e circa 1 PB di storage.

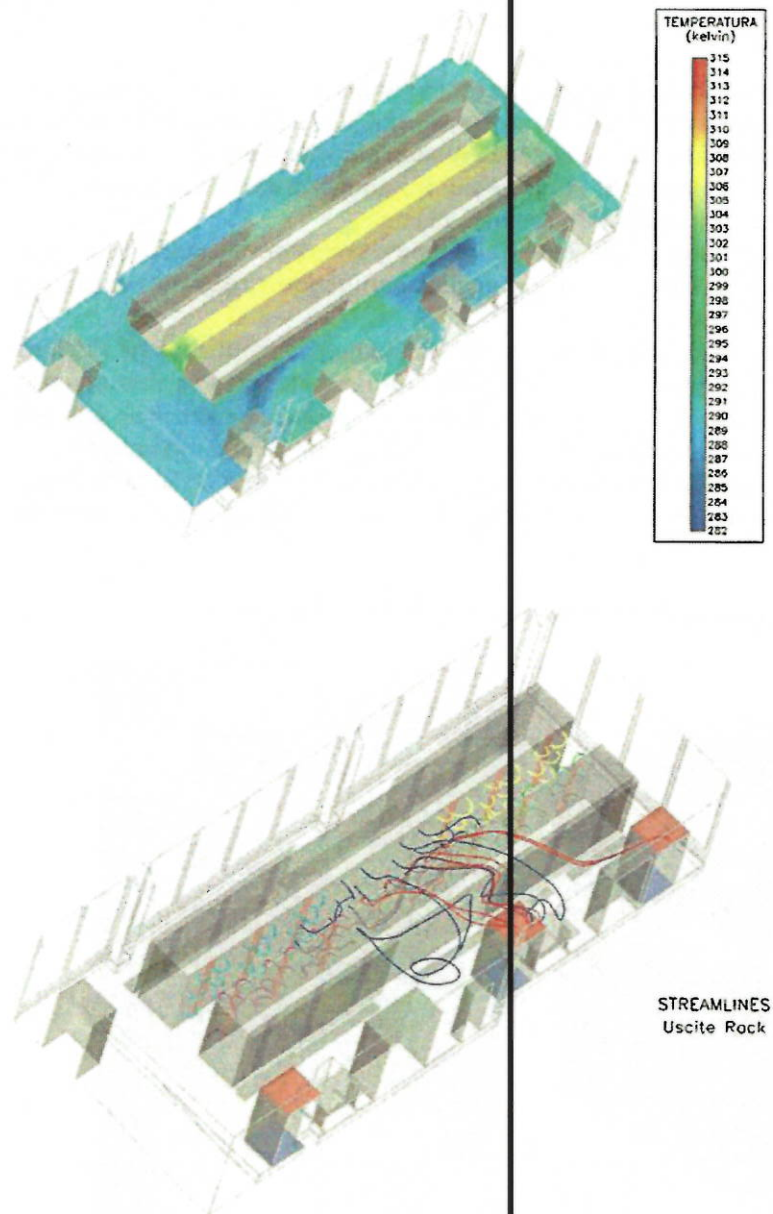


Figure precedenti: campo di temperatura e schema dei flussi come da simulazione della sala ospitante 6500 core e 1 PB di storage. Le figure si riferiscono al caso ottimizzato con "confinamento parziale dei flussi" (dalla tesi Assi e Giannella).

Il simulatore si è rivelato utile per la valutazione dell'efficienza dell'utilizzo dei sistemi di condizionamento, quindi per una ottimizzazione della loro configurazione.

In particolare questo studio ha dato i suoi frutti quando al sistema di condizionamento della Sala Calcolo e' stato aggiunto con successo un terzo chiller seguendo e completando il piano implementativo simulato.

- Istituto SISSA

Nell'ambito delle collaborazioni esterne rientra in particolare una forte cooperazione messa in atto con l'Istituto SISSA di Trieste negli anni 2013/2014 nei quali, insieme ai miei stretti collaboratori mi sono occupato di seguire tutte le tappe che hanno portato la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati a progettare ed acquistare uno dei cluster HPC più potenti in ambito accademico italiano.

Si tratta di un cluster tradizionale da 100 TFlops, composto da nodi biprocessori architettura INTEL Ivy Bridge, a cui si aggiungono ulteriori risorse di calcolo con coprocessori grafici (GPU).

L'operazione di acquisizione di una risorsa di calcolo così significativa ha richiesto notevoli investimenti, anche strutturali, ed andrà a fornire potenza di calcolo non solo alla SISSA ed all'istituto ICTP all'interno del quale è ospitata, ma anche ad altri enti di ricerca e realtà accademiche con i quali sono in corso convenzioni. Il nuovo cluster, dal costo di circa 2 milioni di euro è stato acquisito con una procedura di gara negoziata europea ed il sottoscritto è stato chiamato come esperto a far parte della Commissione incaricata dell'acquisto.

Si allegano due immagini del cluster durante le fasi di installazione.



Pisa, 27 ottobre 2014

Alberto Ciampa

Lista delle Pubblicazioni

Collaborazione nel Gruppo APE

1. **Using APE as a Specialized Processor in a UNIX Environment**,
Alberto Ciampa, Angela Gelli,
Note interne Dipartimento di Fisica Università di Pisa, IFUP-TH 32/93.
2. **Cluster and SIMD Parallel Approach to the QAP Solution**,
Alberto Ciampa, Angela Gelli,
Note interne Dipartimento di Fisica Università di Pisa, IFUP-TH 59/93.
3. **Matrix Inversion on APE 100 Machines**
Matteo Beccaria, Giancarlo Cella, Alberto Ciampa, Giuseppe Curci, Andrea Vicerè
Note interne Dipartimento di Fisica Università di Pisa, IFUP-TH 17/95.

Collaborazione nel Gruppo VIRGO

4. **Strategies for on-line Data Analysis in the VIRGO experiment using the APEmille Parallel Computer**,
Matteo Beccaria, Giancarlo Cella, Alberto Ciampa, Elena Cuoco, Giuseppe Curci and Andrea Vicerè,
GRAVITATIONAL WAVES: Sources and detectors, Edoardo Amaldi Foundation Series, Vol. 2, Apr. 1997.
5. **Triggering and data analysis for the VIRGO experiment on the APEmille parallel computer**,
Matteo Beccaria, Giancarlo Cella, Alberto Ciampa, Elena Cuoco, Giuseppe Curci and Andrea Vicerè,
Nuclear Physics B (Proc. Suppl.) 54B (1997) 184-187.
6. **The VIRGO Interferometer**
Virgo Collaboration
Class. Quantum Grav. 14 (1997) 1461-1469
7. **Relevance of Newtonian seismic noise for the VIRGO interferometer sensitivity**,
M. Beccaria, M. Bernardini, S. Braccini, C. Bradaschia, A. Bozzi, G. Cagnoli, C. Casciano, G. Cella, A. Ciampa, E. Cuoco, G. Curci, E. D'Ambrosio, V. Dattilo, G. de Carolis, R. DeSalvo, A. di Virgilio, A. Delapierre, D. Enard, G. Feng, I. Ferrante, F. Fidecaro, F. Frasconi, A. Gaddi, A. Gennai, G. Gennaro, A. Giazotto, P. La Penna, G. Losurdo, S. Mancini, F. Palla, H. B. Pan, F. Paoletti, A. Pasqualetti, D. Pasuello, R. Poggiani, P. Popolizio, F. Raffaelli, S. Rapisarda, A. Vicere', Z. Zhang,
Class. Quant. Grav. 15 (1998) 3339-3362

8. **Performances of an Ultra Low Frequency Vertical Pre Isolator for the VIRGO Seismic Attenuation chains,**
M. Beccaria, M. Bernardini, S. Braccini, C. Bradaschia, A. Bozzi, C. Casciano, G. Cella, A. Ciampa, E. Cuoco, G. Curci, E. D'Ambrosio, V. Dattilo, G. de Carolis, R. DeSalvo, A. di Virgilio, A. Delapierre, D. Enard, A. Errico, G. Feng, I. Ferrante, F. Fidecaro, F. Frasconi, A. Gaddi, A. Gennai, G. Gennaro, A. Giazotto, Feng Guotong, L. Holloway, P. La Penna, G. Losurdo, M. Maggiore, S. Mancini, M. Mazzoni, F. Palla, H. B. Pan, F. Paoletti, A. Pasqualetti, R. Passaquieti, D. Pasuello, R. Poggiani, P. Popolizio, S. Rapisarda, F. Raffaelli, D. Righetti, R. Ruberti, V. Rubino, P. Ruggi, R. Stanga, R. Taddei, R. Valentini, A. Vicerè, J. Winterflood, Zhang Zhou,
Nucl.Instrum.Meth.A420 (1999) 316-335.

Coordinamento progetti di sviluppo

9. **ARTEMIS: A Parallel Implementation of a MoM Code for Simulating LEMP. Effects on a Telecommunication Center,**
R. Pomponi, M. Busuoli, P. D'Atanasio, E. Rubino, M. Bandinelli, F. Bessi, M. Beccaria, G. Cella, A. Ciampa, G. Curci, A. Vicerè,
Talk given at Workshop *Electromagnetic and Light Scattering: Theory and Application*, Moscow State University, 1997.
10. **Validation and Performance Analysis of a Parallel Ported Code for Simulating the Effects of Lightning Strokes on Telecommunication Buildings,**
R. Pomponi, M. Busuoli, P. D'Atanasio, E. Rubino, M. Bandinelli, F. Bessi, M. Beccaria, G. Cella, A. Ciampa, G. Curci, A. Vicerè,
***High Performance Computing and Networking, Proceedings of the HPCN Europe 1997 Conference*, Springer, 1997, B. HERTZBERGER AND P. SLOOT (EDS.)**
11. **High Performance Roadvehicle Optimized Aerodynamic Design: application of parallel computing to car design,**
Matteo Beccaria, Guido Buresti, Alberto Ciampa, Giuseppe Curci, Giovanni Lombardi, Wolfgang Gentsch, Daniela Lombardo, Giuseppe Manacorda, Hans-Georg Paap and Andrea Vicerè,
Published in P. Sloot, M. Bubak, E. Hertzberger (Eds.), *High Performance Computing and Networking, Proceedings of the HPCN Europe 1998 Conference*, Springer, 1998.
Una versione aggiornata dell'articolo di cui al punto precedente è contenuta nel numero di Aprile 1999 della rivista *Future Generation Computer System*, Elsevier.
12. **Automatic Border Detection Through a Cardiac Cycle to Analyze Left Ventricular Function**
P. Negrini, P. Tomassini, G. Cella, M. Magrini, M. Ercolani, A. Mazzarisi, V. Gemignani, A. Ciampa, P. Marcheschi, P. Marraccini,
***Computers in Cardiology* (2002), 181-183.**

Attività in servizio al Servizio Calcolo e Reti

13. **Situazione attuale e tendenze per il futuro dei processori per server**
Silvia Arezzini, Alberto Ciampa, Enrico Mazzoni – I.N.F.N. Sezione di Pisa
Reso originariamente disponibile da "ATLAS collaboration" (2005):
t2-wm-51.roma1.infn.it/wiki/pub/ATLASItalia/ATLASItaliaSofCompResources/CPU64bit.pdf
14. **Progetto preliminare per la realizzazione del Tier2 di CMS presso la sezione di Pisa**
S. Arezzini, A. Ciampa, E. Mazzoni – 5 luglio 2006
15. **Progetto preliminare per la realizzazione del Tier2 di CMS presso la sezione di Pisa: la struttura di rete**
S. Arezzini, A. Ciampa, E. Mazzoni – 27 ottobre 2006
16. **Il "GRID data Center" dell'INFN di Pisa**
Silvia Arezzini, Tommaso Boccali, Federico Calzolari, Alberto Ciampa, Simone Marini, Enrico Mazzoni, Subir Sarkar, Sonia Taneja, Giuseppe Terreni
CCR-23/2008/P: Nota Interna Commissione Calcolo e Reti INFN.
17. **INFN-Pisa Network and Storage scenario for LHC Tier 2 and GRID Data Center**
Silvia Arezzini, Alberto Ciampa, Tommaso Boccali, Enrico Mazzoni
CCR-26/2008/P: Nota Interna Commissione Calcolo e Reti INFN
18. **Analysis of problems and methodologies for the development of a optimization module for computational fluid dynamics,**
G. Lombardi, A. Ciampa
XIII congresso AIDAA (associazione italiana aeronautica e astronautica) 2005
<http://www2.ing.unipi.it/~dia/aidaa/programma.htm>
19. **High Performance Storage Tests At The INFN Pisa Computing Centre**
E. Mazzoni, S. Arezzini, A. Ciampa, M. Davini, S. Sarkar
Poster presentato alla edizione 2007 di CHEP
20. **L'aerodinamica della deriva di un'imbarcazione di Coppa America: una procedura di ottimizzazione.**
G. Lombardi, S. Vannucci, M. Davini - University of Pisa; A. Ciampa - Ist. Nazionale di Fisica Nucleare
EngineSoft Conference 2008, Mestre (VE) 16-17 ottobre 2008, Sessione Fluent User's Meeting.
21. **Simulazione termo-fluidodinamica di una sala di calcolo**
Lombardi G., Maganzi M. Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale di Pisa, Ciampa A., Mazzoni E. Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sez. di Pisa
2008 ANSYS Italian Conference

22. **Studio per la Simulazione Termofluidodinamica di una Sala Calcolo**
E. Mazzoni, S. Arezzini, A. Ciampa, G. Terreni INFN Sezione di Pisa
G.Lombardi, M. Maganzi, G. De Renzi Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale
Università degli Studi di Pisa
Workshop Commissione Calcolo e Reti INFN - Gran Sasso 2008
<http://agenda.infn.it/materialDisplay.py?contribId=84&sessionId=9&materialId=slides&confId=377>
23. **Riflessioni sulla virtualizzazione**
A. Ciampa
CCR-32/2009/P: Nota Interna Commissione Calcolo e Reti INFN
24. **Calcolo Scientifico: prime metodologie quantitative per un ambiente di produzione**
A. Ciampa, E. Mazzoni
CCR-33/2009/P: Nota Interna Commissione Calcolo e Reti INFN
25. **A new approach to High Availability**
F.Calzolari, S.Arezzini, A.Ciampa, E.Mazzoni
EGEE User Forum/OGF 25 and OGF Europe 2009
26. **Valutazione dell' uso delle risorse per il calcolo scientifico**
A. Ciampa
Presentazione Commissione Calcolo e Reti 18 giugno 2009
<http://agenda.infn.it/getFile.py/access?contribId=18&sessionId=0&resId=1&materialId=slides&confId=1532>
27. **High availability using virtualization**
F.Calzolari, S.Arezzini, A.Ciampa, E.Mazzoni, A.Domenici, G.Vaglini
Journal of Physics: Conference Series 2010 JPCS 200 012001, pp. 10
28. **Progetto CLUSTER GRID CSN4: la proposta di Pisa**
A. Ciampa, E. Vicari
CCR-38/2010/P:Nota Interna Commissione Calcolo e Reti INFN
29. **Alcune Tecniche per GRID e dintorni**
A. Ciampa, S. Arezzini, D. Fabiani, E. Mazzoni
CCR-40/2010/P:Nota Interna Commissione Calcolo e Reti INFN
30. **Theompi: a large MPI cluster on the grid for Theoretical Physics**
R. Alfieri, G. Andronico, S. Arezzini, A. Ciampa, R. De Pietri, F. Di Renzo, A. Gianelle, S. Monforte, M. Sgaravatto
atti di EGI User Forum 2011, 11-15 April 2011, Vilnius (It)
31. **Capitolo "Il Centro di Calcolo Scientifico dell' INFN di Pisa"**
Alberto Ciampa, Silvia Arezzini, Andrea Carboni, Enrico Mazzoni
Atti del Convegno "La CEP prima della CEP: storia dell'informatica"
Pisa 11-12 novembre 2011

32. **Optimization of HEP Analysis Activities Using a Tier2 Infrastructure**
S Arezzini, G Bagliesi, T Boccali, A Ciampa, S Coscetti, E Mazzone, S
Sarkar and S Taneja
ATTI CHEP 2012
Journal of Physics: Conference Series Volume 396 Part 4
33. **First Observation of a new particle in the search for the Standard Model
Higgs boson at the LHC**
Nella collaborazione CMS
Physics Letters B Elsevier 2012
34. **Updated proposal and workplan of the SUMA Project**
R. Tripiccione et al. (SUMA collaboration)
<https://web2.infn.it/SUMA/images/docs/201301sumaProject.pdf>
35. **HPC on the Grid: The Theophys Experience**
Roberto Alfieri, Silvia Arezzini, Alberto Ciampa, Roberto De Pietri, Enrico
Mazzone
**Journal of Grid Computing (Volume 11 Issue 2, June 2013 Pages 265-
280)**
36. **The HPC Testbed of the Italian Grid Infrastructure**
R. Alfieri, S. Arezzini, G. B. Barone, U. Becciani, M. Bencivenni, V. Boccia, D.
Bottalico, L. Carracciolo, D. Cesini, A. Ciampa, A. Costantini, S. Cozzini, R.
De Pietri, M. Drudi, A. Ghiselli, E. Mazzone, S. Ottani, A. Venturini, P.
Veronesi
**PDP '13 Proceedings of the 2013 21st Euromicro International Conference
on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing Pages 241-248**
IEEE Computer Society
37. **The SUMA Project: HPC Support for the Theoretical Physics Community**
https://web2.infn.it/SUMA/images/docs/suma_poster_SC13.pdf
SUMA collaboration
Poster presentato alla conferenza SuperComputing 2013
38. **CFD and computing resources: Perspective for the future**
A. Ciampa G. Lombardi
2nd International Forum Future Automotive Aerodynamics
December, 2013 Berlin, Germany
39. **INFN-Pisa scientific computation environment (GRID, HPC and Interactive
Analysis)**
S Arezzini, A Carboni, G Caruso, A Ciampa, S Coscetti, E Mazzone and S Piras
Atti CHEP 2013 pubblicazione 2014
Journal of Physics: Conference Series Volume 513 Track 6



