

Curriculum Vitæ - Alessandro Bombini

a) Descrizione dell'attività scientifica svolta.....	1
05/2023 -- adesso: INFN, Sezione di Firenze: Tecnologo a tempo determinato.....	2
06/2022 -- 05/2023: INFN, Sezione di Firenze: Assegnista di Ricerca Senior Fascia 2.....	4
09/2020 -- 05/2022: INFN, Sezione di Firenze: Assegno di Ricerca Tecnologica Junior Fascia 1 ..	5
Attività lavorative precedenti e periodo di dottorato:.....	6
b) Contratti, incarichi, funzioni esercitate e finanziamenti.....	6
Elenco dei contratti o incarichi di ricerca presso atenei e istituzioni di ricerca nazionali o internazionali.....	6
Elenco dei finanziamenti ottenuti come responsabile di progetti di ricerca in bandi competitivi che prevedano la revisione tra pari.....	6
Esperienza Lavorativa Aggiuntiva.....	7
Elenco dei progetti e risultati nell'ambito del trasferimento tecnologico.....	8
Elenco dei seminari, lezioni, articoli, video e prodotti diversi di comunicazione della scienza, singoli o nell'ambito di manifestazioni più ampie.....	8
Elenco dei contributi ad attività di formazione o aggiornamento professionale.....	8
Elenco delle attività di collaborazione con le università consistenti con la missione dell'Ente.....	8
c) Ruoli di responsabilità e/o coordinamento scientifico e/o di responsabilità organizzativa.....	9
d) Titoli, Formazione, Premi, Organizzazione di conferenze, miscellanea.....	10
Formazione.....	10
Premi, Riconoscimenti, Certificazioni.....	10
Organizzazione di Conferenze.....	10
Attività di revisione per Riviste Scientifiche.....	10
Profilo bibliometrico.....	10

a) Descrizione dell'attività scientifica svolta

Nel corso degli anni ho sviluppato e imparato ad applicare a problemi di vari ambiti della fisica applicata quanto ho appreso durante gli anni di formazione e lavoro in fisica teorica, focalizzandomi su applicazioni di tecniche di programmazione avanzata, servizi cloud-nativi, apprendimento automatico e profondo, analisi statistica e calcolo scientifico ad alte prestazioni a vari ambiti di interesse, anche diversi tra loro, come, ad esempio, la fisica nucleare applicata all'analisi di opere di interesse storico-artistico, il design ottimizzato di rivelatori al diamante, le infrastrutture di calcolo per la ricerca. Il tipo di lavoro di ricerca da me svolto negli anni verte principalmente in un ambito di confine tra fisica applicata, calcolo scientifico ad alte prestazioni, calcolo distribuito per la scienza e metodi di analisi con tecniche numeriche e statistiche, soprattutto con metodi di apprendimento automatico e profondo. Per il mio lavoro su questi temi, anche all'interno di molteplici progetti europei, dal Novembre 2023 svolgo il ruolo di *Independent Expert* per la Commissione Europea, in particolare per la *Research Executive Agency* (REA) e per la *European Innovation Council and SMEs Executive Agency* (EISMEA), con le quali ho, ad oggi, firmato 7 contratti per svolgere tale ruolo in altrettante calls (4 di tipo Research and Innovation Action, e 3 Open Call per lo schema EIC Accelerator).

Nel seguito, riporto, ordinando temporalmente dal più recente al meno recente, le mie esperienze di ricerca, contestualizzando le attività di ricerca all'interno degli incarichi da me ricoperti e dei contratti da me sottoscritti.

05/2023 -- adesso: INFN, Sezione di Firenze: Tecnologo a tempo determinato

Attività di ricerca tecnologica e scientifica

Sono **Principal Investigator** e **ideatore** della Flagship 2.6.1 “*Extended Computer Vision at high rate*”, all’interno del Centro Nazionale 1 - ICSC, Spoke 2 “Fundamental Research”, WP6 “Industrial Applications and Space Economy”. **Ho ideato** e **curato** la scrittura del progetto per la presentazione della Flagship, e, una volta approvata, ne ho curato l’organizzazione, il reporting periodico presso le riunioni di WP e di Spoke, nonché la stesura della documentazione di report e i deliverables.

Le attività della flagship da me ideata sono incentrate sulla ricerca di tecnologie basate su metodi Deep Learning per la Visione Artificiale, applicate a dati di imaging ottenuti con tecnologie fisiche, la cui struttura dati è formata da uno spettrogramma associato ad ogni pixel spaziale. L’obiettivo è quello di sviluppare reti neurali che consentano la loro applicazione in contesti anche di differente interesse scientifico, come ad esempio l’Astrofisica delle Galassie o l’analisi dei materiali dei Pigmenti di opere d’arte pittoriche (si veda l’allegato a2. “*UC2.6.1 Spoke 2 Flagship use cases - B*”). Un target della Flagship è usare metodi di calcolo distribuito per velocizzare alcune procedure della procedura di analisi.

Durante la prima fase della flagship, ho selezionato tecnologie per l’inferenza con calcolo distribuito, ho progettato e sviluppato codice tramite una piattaforma cloud, e condotto applicazioni delle tecnologie menzionate. Ho creato dataset sintetici di immagini pittoriche analizzate con fluorescenza a raggi X (MA-XRF, Macro Area X-Ray Fluorescence) e di immagini spettrali di galassie, con rilascio open access dei dataset e dei modelli di deep learning sviluppati. Il lavoro svolto è stato presentato in conferenze e pubblicato in riviste scientifiche.

Inoltre, **ho definito** una pipeline di ricolorazione virtuale, ovverosia per attribuire un aspetto percettivo in termini di colori RGB (*Red, Green, Blue*) a un *datacube* (un tensore di rango 3, di forma [altezza, larghezza, numeri di canali]) ottenuto mediante imaging, e creato numerosi dataset sintetici di immagini MA-XRF, utilizzati per addestrare modelli di deep learning. Attualmente, sto estendendo la pipeline, utilizzando algoritmi di adattamento del dominio, per garantirne l’applicabilità in scenari reali. Prevedo, in accordo con i partecipanti al progetto, di rilasciare pubblicamente il codice, i dataset e i modelli alla fine del progetto.

Infine, è in corso una campagna di misura per ottenere un dataset reale che sarà rilasciato al termine del progetto. Il lavoro svolto ha fin qui portato alla pubblicazione di due lavori (cfr. [2,4] in allegato 10. *Pubblicazioni*, nonché di un deliverable, di due dataset, e di due archivi di codice).

L’attività da me svolta all’interno della Flagship ha portato anche all’interazione con ricercatori presso l’Unità di Fisica Medica e Radioprotezione dell’Ospedale Mater Olbia, dove **sono incaricato** dello sviluppo di reti neurali, basate su architetture analoghe a quelle sviluppate nella flagship, per la creazione di Tomografie Assiali Computerizzate (Tac) simulate a partire da immagini ottenute con risonanza magnetica, sfruttando reti neurali generative per la visione artificiale. Il lavoro ha portato alla produzione di un articolo ([3] in allegato 11. *Selezione Prodotti*; si veda anche allegato h. *Attestazione di Collaborazione Scientifica Mater Olbia*). Il lavoro è proseguito sfruttando la possibilità di utilizzare architetture di reti neurali profonde su queste tipologie di immagini per questa tipologia di task in analogia a quanto fatto per le applicazioni di imaging fisico ai beni culturali, in particolari di reti generative avversarie di tipo Pix2Pix con *backbone* (i.e., la rete generativa) di tipo U-Net con *Adaptive Fourier Neural Operator* (AFNO), la prima nel suo genere per applicazioni a imaging biomedico. Il paper è in fase di pubblicazione su *Physics and Imaging in Radiation Oncology*.

Sono **incaricato** delle attività di ricerca e sviluppo dell’Innovation Grant di Spoke 2, “*Blending Machine Learning with advanced numerical simulations: application to the sustainable exploitation of natural resources*”, in collaborazione con ENI, dove mi concentro sulle applicazioni delle reti neurali fisicamente informate a problemi di fisica applicata e fluidodinamica.

In questo progetto, per la parte di fisica applicata, mi occupo dello sviluppo, design, allenamento e test di modelli di reti neurali con diverse architetture per ottimizzare il design di un sensore al diamante, al fine di ridurne il tempo di risposta, risolvendo complessi sistemi di equazioni alle derivate parziali (PDEs).

La simulazione di questi dispositivi è particolarmente complessa a causa degli effetti sulla risoluzione temporale dovuti al trasporto di carica nel semiconduttore e alla propagazione del segnale attraverso gli elettrodi resistivi, rendendo difficile distinguere i due contributi. Un nuovo approccio, proposto in letteratura, basato su una riformulazione dipendente dal tempo del teorema di Ramo-Shockley, suggerisce di definire *Weighting Potentials* dipendenti dal tempo che codificano le proprietà di trasmissione del sensore e di combinarli con una simulazione numerica delle proprietà di trasporto.

Il sistema è modellato dalla Equazione di Maxwell quasi-statica. Questa equazione è una PDE lineare di terzo ordine e il problema di Cauchy associato ha una configurazione molto complessa. Ciò implica che la sua risoluzione numerica può risultare estremamente difficile e computazionalmente costosa con i metodi standard. Si noti che questa equazione tiene conto della risposta temporale del rivelatore rispetto al suo design: l'aspetto realizzabile della geometria, i.e. il risultato del processo di creazione del sensore, è considerato nella funzione (e.g., parametri come la geometria delle regioni di grafite, le loro dimensioni, la loro conduttanza, etc.).

Questo chiaramente motiva il ruolo che possono giocare le Reti Neurali Informate dalla Fisica (PINN), sia come modello surrogato che come risolutore numerico misto. Infatti, è possibile sfruttare la potenza delle reti neurali per estrapolare relazioni statistiche tra i dati e, aggiungendo informazioni fisiche sul sistema attraverso la funzione di perdita, come prescritto dalle PINN, creare un modello surrogato parametrico per ottimizzare il design dei rivelatori a diamante. Ad oggi, l'attività ha portato alla produzione di due articoli scientifici, di cui uno accettato per pubblicazione [1].

Questa attività è preliminare al lavoro della società collaborante nell'Innovation Grant, ENI, il cui obiettivo nel progetto è l'utilizzo di reti neurali per risolvere un sistema "a due fluidi", che descrive il comportamento di un sistema "petrolio-acqua" all'interno delle tubazioni di estrazione del greggio. La modellazione del sistema a due fasi/due liquidi, in cui sono presenti petrolio (liquido) e acqua (in fase di vapore), tipicamente presenti nelle tubazioni di estrazione, è descritta da un modello di ordine ridotto formato da quattro equazioni alle derivate parziali e un'equazione algebrica. Il sistema descrive il movimento del sistema a due fluidi/due fasi in una tubazione lineare (inclinata), soggetto a una certa pressione di estrazione a un'estremità. Sono stato quindi **responsabile** della scrittura in codice per la realizzazione di una rete neurale fisicamente informata dedicata alla risoluzione del problema, nel regime laminare. Il lavoro è culminato con la pubblicazione interna di una cartella contenente il codice per il training facilitato di PINN con varie tecniche, partendo dall'elaborazione matematica delle PDEs descriventi il sistema nel regime in essere. Il lavoro svolto è stato poi sfruttato, in collaborazione coi colleghi di ENI, per implementare un risolutore misto basato su reti neurali che impiegasse dati ottenuti mediante complessi solutori commerciali.

All'interno di questo lavoro, **ho** inoltre **ideato e sviluppato** una *Application Program Interface* (API) per l'impiego delle Reti Neurali Kolmogorov-Arnold (KAN) nel pacchetto open source NVIDIA Modulus, attualmente in fase di integrazione nel "main branch" del pacchetto, ovverosia il codice sorgente *di produzione* del summenzionato pacchetto.

Il lavoro da me svolto nell'ambito delle reti neurali fisicamente informate ha portato anche alla creazione di un corso di Dottorato, da me tenuto, rivolto a studenti del corso di Smart Computing, di Fisica e di Ingegneria dell'Informazione, per due anni accademici consecutivi, 2023/24 e 2024/25, nonché di un corso per la piattaforma MOOC (*Massive Open Online Course*) della Ditta *Deep Learning Italia*. Sono stato inoltre individuato dall'Università degli Studi di Bolzano per tenere un corso di dottorato da 20 ore su tali temi, nel corso del secondo semestre dell'A.A. 2025/2026.

Sono **associato** al *Servizio Calcolo e Reti* della sezione di Firenze, dove **ho sviluppato** da zero un servizio IoT per il monitoring in tempo reale delle temperature nelle stanze dei due plessi dell'INFN della sezione di Firenze, scrivendone il codice per lo scraping dei dati dai termometri remoti (basati su raspberry pi 3/4), lo storage su una estensione del database postgres per gestire serie temporali, e un servizio web per la visualizzazione in tempo reale e per l'analisi successive, nonché di un servizio di alerting. Il servizio è in libero accesso sul sito Git dell'Ente, baltig, ed è rilasciato con docker e docker-compose su containers LXC. Infine, **sono responsabile** dei server LABEC, organizzati in un cluster iperconvergente ProxMox 9 con Ceph.

06/2022 – 05/2023: INFN, Sezione di Firenze: Assegnista di Ricerca Senior Fascia 2.

Attività di ricerca tecnologica e scientifica

Dal 07/2022 sono **responsabile** dello sviluppo digitale e coautore del progetto AIRES-CH (*Artificial Intelligence for digital RESToration of Cultural Heritage*), scritto in collaborazione col PI Dr. Francesco Taccetti, e con la responsabile delle Analisi Scientifiche Dr.ssa Chiara Ruberto.

Il progetto AIRES-CH è risultato vincitore del bando della Regione Toscana *Giovani Sì* - FSC Assegni di Ricerca Anno 2021, CUP I95F21001120008.

Tale progetto verte sullo sviluppo di una rete neurale profonda per eseguire il compito di assegnazione automatica di colori ad analisi di imaging con tecnologie nucleari, in analogia a quanto precedentemente accennato, in particolare analisi a fluorescenza X, e della sua integrazione in un'applicazione cloud nativa (si veda l'allegato a1. *"Progetto AIRES-CH"*). **Ho seguito** in prima persona il design, la scrittura, l'allenamento ed il testing delle reti neurali, oltre al recupero dei dati, la creazione del dataset e l'ingegneria dei dati. Per quest'ultima parte, **ho sviluppato** due software desktop - uno con UI (User Interface) e uno con CLI (Command Line Interface) - per la conversione dei dati dai formati raw degli apparati XRF - assemblati dal nodo LABEC della rete INFN-CHNet - al formato ISO standard HDF5.

Infine **ho ideato** il design e ho curato personalmente lo sviluppo e il rilascio di un'applicazione server con architettura REST (REpresentational State Transfer) per servire le reti neurali allenate via web. Per servire la pipeline di lavoro della rete neurale via web ho scritto tre versioni della REST API, sfruttando per ognuna un diverso framework (Flask, FastAPI e Node.js) con due linguaggi (Python e JavaScript), per fare un confronto sulle performance di diversi framework usati usualmente in produzione e poterne scegliere il migliore per l'obiettivo. Il codice per le REST-API è rilasciato open source su GitHub (si veda [5]).

Il lavoro svolto è confluito nella pubblicazione di tre articoli su rivista (si vedano [5,7,9]). Il secondo lavoro, presentato allo workshop “Advancements in Applied Machine-learning and Data Analytics” (AAMDA), ospitato all'interno della International Conference on Computer Science and Application (ICCSA) 2022, e intitolato “*Hyperparameter optimisation of Artificial Intelligence for digital RESToration of Cultural Heritage (AIRES-CH) models*”, è stato premiato col **Best Paper Award** (si veda l'allegato g. *“Best Paper Award ICCSA 2022”*).

Ho inoltre **realizzato** una libreria Python chiamata *ganX - generate artificially new XRF* per generare algoritmamente un segnale MA-XRF partendo da una immagine RGB e da un database di segnali XRF e RGB di pigmenti. La versione 0.0.2 della libreria è stata caricata sul *Python Package Index PyPi*, mentre il codice è open source su GitHub. L'articolo descrivente la libreria è pubblicato su ArXiv.

Svolgo attività di ricerca e Sviluppo ICT (Information and Communication Technologies) della piattaforma *Software-as-a-Service* (SaaS) della rete interna all'ente dedicata alle applicazioni di tecnologie nucleari su beni culturali, INFN-CHNet (Cultural Heritage Network). **Ho collaborato** coi colleghi dell'INFN-CNAF al design, sviluppo, e implementazione di un'architettura di tipo Platform-as-a-Service (PaaS) per la realizzazione del Cloud pilota per il centro di competenza europeo per i beni culturali.

L'attività è stata svolta all'interno del progetto “*Competence Centre for the Conservation of Cultural Heritage*” 4CH (<https://www.4ch-project.eu/>), di cui INFN era capofila.

Ho collaborato attivamente all'integrazione e al porting della suite THESPIAN (*Tools for HERitage Science Processing, Integration, and ANalysis*) nel PaaS di 4CH. Nella fattispecie, con *porting* qui si intende quelle procedure di trasposizione di un componente o servizio software, a volte con modifiche ed adattamenti, al fine di poterlo rendere rilasciabile su una diversa piattaforma software, in questo caso il PaaS del centro di competenza europeo per la conservazione del patrimonio culturale.

Il lavoro svolto è documentato nel deliverable D3.1 del progetto 4CH, all'interno del WP3.5 “*Big Data Services*” del progetto 4CH; un altro obiettivo del WP3.5 era il design, lo sviluppo e il rilascio di un servizio cloud-nativo di visualizzazione in tempo reale di alcuni rischi ambientali (quali terremoti, alluvioni, etc.) a cui possono essere sottoposti i beni culturali; di tale servizio ho curato il design, lo sviluppo ed il rilascio.

Sono inoltre **incaricato** dell'amministrazione delle risorse hardware di sviluppo e produzione, ospitate in INFN Firenze e dedicate ai progetti digitali della rete INFN-CHNet, e dell'amministrazione di un servizio jupyter lab, accessibile solo da persone autorizzate sulla rete interna, per l'allenamento di reti neurali. Il codice del progetto è disponibile sulla piattaforma di gestione di cartelle git dell'ente, *baltig* (la repository del codice non è attualmente open access per utenti esterni all'ente).

Sono infine **incaricato** della gestione del server ospitato presso INFN Firenze dedicato al progetto *Save Ukrainian Monuments* (SUM) di 4CH (si veda [8]).

09/2020 -- 05/2022: INFN, Sezione di Firenze: Assegno di Ricerca Tecnologica Junior Fascia 1.

Attività di ricerca tecnologica e scientifica

Sono stato **incaricato** delle attività di ricerca e sviluppo di servizi web cloud-nativi dedicati alle analisi scientifiche su beni culturali per il cloud di INFN-CHNet, all'interno dei progetti europei ARIADNEplus (<https://ariadne-infrastructure.eu/>) e EOSC-Pillar (<https://www.eosc-pillar.eu/>), nonché dello sviluppo del codice per analisi con metodi statistici e con apprendimento automatico.

In particolare, sono stato **responsabile della concettualizzazione, del design, dell'architettura e primo sviluppatore** delle applicazioni presenti nella suite Software-as-a-Service (SaaS) del cloud CHNet, chiamata THESPIAN (*Tools for HERitage Science Processing, Integration and ANalysis*) (si veda [5,6,9,10]); nel dettaglio, sono stato:

- THESPIAN-Mask: **responsabile** del design, sviluppo full-stack (cioè comprensivo di lato client, o Front End, e lato server, o Back End), upgrade e mantenimento di un servizio web per l'archiviazione FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*) dei dati di analisi scientifiche su beni culturali, formato da un'interfaccia web, e del relativo servizio di Back End, per l'inserimento di Dati e Metadati riguardanti analisi scientifiche della rete CHNet. Ho curato il design della User Experience (UX) e della User Interface (UI) del Front End e dello sviluppo dei servizi basati su Third Party APIs (WikiData, Getty Art & Architecture Thesaurus, GeoNames, OpenStreetMap);

- THESPIAN-NER: **responsabile** del design, sviluppo, allenamento, test e rilascio di una architettura di una rete neurale profonda di tipo convoluzionale per l'elaborazione del linguaggio naturale (NLP, Natural Language Processing), per eseguire *Named Entity Recognition* (NER) su testi a tema archeologico e scientifico in lingua italiana. **Responsabile** del design e dello sviluppo dell'architettura dell'applicazione web cloud-nativa con ottimizzazione del calcolo per l'uso in tempo reale dell'inferenza della rete neurale per arricchimento dei metadati e creazione semi-automatica di query.

- THESPIAN-XRF: **responsabile** di design, concettualizzazione, sviluppo, testing e upgrade di un servizio web per analisi e visualizzazione di dati raw ottenuti con fluorescenza X. Aggiunta di alcune funzionalità di visualizzazione avanzata.

Design, sviluppo, upgrade e mantenimento di un servizio web derivato con carico di calcolo spostato lato server per l'ottimizzazione numerica delle analisi sui dati raw.

- THESPIAN-radiocarbon: **responsabile** del porting a web di un'applicazione desktop custom per l'analisi di dati raw ottenuti dal canale AMS dell'acceleratore Tandetron del LABEC. Design dell'architettura della REST API del backend.

Per tutte le summenzionate applicazioni mi sono inoltre occupato del design e sviluppo del sistema di containerizzazione, usando Docker, per l'integrazione in cloud. Per containerizzazione si intende le procedure di scrittura di un codice, solitamente in linguaggio dichiarativo, per il raggruppamento di codice software e di tutti i relativi componenti necessari, come librerie, framework e altre dipendenze, in modo che risultino isolate in un proprio contenitore che è chiamato, appunto, *container*. Ciò permette di astrarre l'esecuzione del codice dal sistema operativo, utilizzando un sistema di virtualizzazione minimale di orchestrazione delle risorse di calcolo, il cosiddetto *container engine*, al fine di semplificare, uniformare e standardizzare il rilascio del codice su piattaforme hardware e software differenti, senza modifica del codice nativo.

A seguito dell'invasione russa dell'Ucraina, **sono stato coinvolto** nell'iniziativa promossa dal progetto 4CH e denominata SUM (*Save the Ukraine Monuments*), collaborando sia nella task force interna al progetto, sia con i colleghi della Commissione Calcolo e Reti della sezione INFN di Firenze e del CNAF.

Il risultato di questo lavoro, in cui ho avuto in carico la gestione dei servizi, è stato il rilascio di un'applicazione cloud per l'archiviazione e la salvaguardia delle informazioni digitali riguardanti il patrimonio culturale ucraino. Inoltre, **ho collaborato** al supporto utenti nonché alla gestione e amministrazione del suddetto servizio, in particolare per quanto riguarda le procedure di backup automatizzate relative alla conservazione e replica dei dati su server remoti non accessibili dall'esterno (si veda [8]).

Ho collaborato alla progettazione, implementazione e gestione dell' infrastruttura digitale per il sistema di monitoraggio dei livelli di radiazione della sala Tandetron del LABEC. L'infrastruttura si basa su dei ripetitori broadcast su rete privata interna, un server di raccolta, parsing e salvataggio ridondato dei dati acquisiti, oltre a un servizio web di visualizzazione in tempo reale dei dati acquisiti; sono stato l'**ideatore** di quest'ultimo servizio web.

Attività lavorative precedenti e periodo di dottorato:

Ho **lavorato** nell'ambito della teoria delle stringhe, **coordinando** tre progetti sull'applicazione della dualità olografica alla fisica dei buchi neri, e collaborando ad altri quattro. Il lavoro ha prodotto sette pubblicazioni *peer reviewed*. In questi progetti, **ho sviluppato** software per l'analisi simbolica con *Wolfram mathematica*, e, per due di essi, all'analisi numerica con Python. **Ho poi lavorato** come sviluppatore *full stack* presso Fondazione PIN - Polo di Prato dell'Università di Firenze, dedicandomi allo sviluppo di un'applicazione web cloud nativa conf architettura Front End e Back End, quest'ultima di tipo REST, di cui ne ho curato il design, lo sviluppo, il test, e la containerizzazione per rilascio su cloud.

b) Contratti, incarichi, funzioni esercitate e finanziamenti

Elenco dei contratti o incarichi di ricerca presso atenei e istituzioni di ricerca nazionali o internazionali.

1. 15/05/2023 -- 31/12/2025: INFN, Sezione di Firenze & ICSC - Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing

Tecnologo a Tempo determinato (31+ mesi).

- Assunto attraverso concorso nazionale (Concorso BO/T3/25102/PNRR), risulta SECONDO (su 78 posizioni aperte) in graduatoria (384/400 punti totali).

2. 06/2022 -- 14/05/2023 : INFN, Sezione di Firenze

Assegnista di Ricerca Senior Fascia 2. (11 mesi)

- Assunto mediante concorso Locale (Concorso n. 23817/2022)

3. 09/2020 -- 05/2022 : INFN, Sezione di Firenze

Assegnista di Ricerca Tecnologica Junior fascia 1. (21 mesi)

- Assunto mediante concorso locale (Concorso n. 22023/2020)

4. 10/2019 -- 12/2019 : Stockholm University

Project Assistant. (3 mesi)

- Assunto su chiamata diretta.

Elenco dei finanziamenti ottenuti come responsabile di progetti di ricerca in bandi competitivi che prevedano la revisione tra pari.

1. 07/2022 -- 06/2024: AIRES-CH

Ideatore e responsabile dello sviluppo digitale del progetto

CUP I95F21001120008, intitolato "Artificial Intelligence for digital RESToration of Cultural Heritage (AIRES-CH)", della durata di 24 Mesi, **finanziamento 60.000€** (di cui finanziamento Fondo per lo Sviluppo e la Coesione FSC 42.000€) (si veda l'allegato a1. "Progetto AIRES-CH").

Obiettivi: il progetto AIRES-CH verteva sullo sviluppo di un'applicazione cloud nativa basata su reti neurali profonde per eseguire il compito di assegnazione automatica di colori ad analisi di imaging con tecnologie nucleari, in particolare analisi a fluorescenza X.

Esperienza Lavorativa Aggiuntiva

07/10/2025 -- 16/01/2026: Research Executive Agency (REA)

Independent Expert for Horizon Cluster 2 Call

Sintesi Attività Svolta: A Settembre 2025, sono stato selezionato come *Independent Expert* per la *Research Executive Agency* (REA), nell'ambito della call HORIZON-CL2-2025-01, a tema *ICT Technologies, Cloud Computing, Intelligenze Artificiali, e Servizi Digitali per le Cultural and Creative Industries*, dove ho valutato **5 progetti**, elaborando l'Individual Examination Report (IER), e collaborando alla stesura del Consensus Report (CR) per alcuni di essi. (Expert ID: EX2023D814659) [si veda allegato d7. "Contract_CT-EX2023D814659-107_signed"]

22/03/2023 -- 01/01/2027: European Innovation Council and SMEs Executive Agency (EISMEA)

Independent Expert for an EIC Open Call

Sintesi Attività Svolta: A Marzo 2024, sono stato selezionato come *Independent Expert* per la European Innovation Council and SMEs Executive Agency (EISMEA) per la prima fase di valutazione dei progetti presentati alla Open Call "EIC Accelerator" HORIZON-EIC-2024-ACCELERATOR-01, con keywords "Artificial Intelligence", "Cloud computing", e "Machine learning, statistical data processing and applications using signal processing". Vista la mia competenza, il contratto mi è stato rinnovato anche per le due call successive, HORIZON-EIC-2025-ACCELERATOR-01 e HORIZON-iEIC-2026-ACCELERATOR-01, portanto il totale dei contratti da me siglati con l'EISMEA a 3 in meno due anni. In totale, ho valutato **oltre 60 progetti**, elaborando l'Individual Examination Report (IER) per ciascuno di essi. (Expert ID: EX2023D814659) [si veda allegati d3. "Contract_CT-EX2023D814659-104_signed", d6. "Contract_CT-EX2023D814659-106_signed", d8. "Contract_CT-EX2023D814659-108_signed"]

13/02/2025 -- 11/05/2025: Research Executive Agency (REA)

Independent Expert for Horizon Cluster 2 Call

Sintesi Attività Svolta: A Febbraio 2025, sono stato selezionato come *Independent Expert* per la *Research Executive Agency* (REA), nell'ambito della call HORIZON-CL2-2024-HERITAGE-ECCCH-01, a tema *ICT Technologies, Cloud Computing, Intelligenze Artificiali, e Servizi Digitali per le Cultural and Creative Industries*, dove ho valutato **5 progetti**, elaborando l'Individual Examination Report (IER), e collaborando alla stesura del Consensus Report (CR) per alcuni di essi. (Expert ID: EX2023D814659) [si veda allegato d5. "Contract_CT-EX2023D814659-105_signed"]

21/02/2024 -- 07/06/2024: Research Executive Agency (REA)

Independent Expert for Horizon Cluster 2 Call

Sintesi Attività Svolta: A Febbraio 2024, sono stato selezionato come *Independent Expert* per la *Research Executive Agency* (REA), nell'ambito di una call di Horizon Europe, Cluster 2, a tema *ICT Technologies, Cloud Computing, Intelligenze Artificiali, e/o Servizi Digitali per le Cultural and Creative Industries*, dove ho valutato **5 progetti**, elaborando l'Individual Examination Report (IER), e collaborando alla stesura del Consensus Report (CR) per alcuni di essi. (Expert ID: EX2023D814659) [si veda allegato d2. "Contract_CT-EX2023D814659-102_signed"]

04/10/2023 -- 20/12/2023: Research Executive Agency (REA)

Independent Expert for Horizon Cluster 2 Call.

Sintesi Attività Svolta: A Ottobre 2023, sono stato selezionato come *Independent Expert* per la *Research Executive Agency* (REA), nell'ambito di una call di Horizon Europe, Cluster 2, a tema *Cloud Computing, AI e Servizi Digitali per i Beni Culturali*, dove ho valutato **3 progetti**, elaborando l'Individual Examination Report (IER), e dove ho collaborato alla stesura del Consensus Report (CR) per tutti e tre i progetti. (Expert ID: EX2023D814659) [si veda allegato d1. "Contract_CT-EX2023D814659-101_signed"]

2024, una tantum: Deep Learning Italia

Insegnante per videocorso dal titolo "Reti Neurali Fisicamente Informate"

Sintesi Attività Svolta: Nel 2024, ho presentato un corso online sulla piattaforma MOOC della ditta Deep Learning Italia, dal titolo "Reti neurali fisicamente informate", dalla durata di 3 ore. [si veda allegato d4. "Contratto_Deep_Learning_Italia_Alessandro_Bombini-1"]

c) Trasferimento tecnologico, comunicazione della scienza, terza missione

Elenco dei progetti e risultati nell'ambito del trasferimento tecnologico.

1. 2020-ora: Sistema di monitoraggio dei livelli di radiazione per radioprotezione [Sviluppo Hardware & Software]

Partecipante: Ho collaborato alla progettazione, realizzazione, sviluppo, update, upgrade e manutenzione (hardware & software) del sistema di monitoraggio dei livelli di radiazione per la radioprotezione del locale del Tandetron presso il LABEC. Il sistema è libero di accesso sulla piattaforma GitLab dell'INFN, ed è presentata in una nota tecnica dell'ente:

Bombini, A., Czelusniak, C., Carraresi, L., Giuntini, L., Massi, M., Taccetti, F. “INFN-CHNet Radiation Data Storing And Visualizing System For The LABEC Tandem Accelerator”. 2023. url: <https://www.lng.infn.it/sis/preprint/getfilepdf.php?filename=INFN-23-23-FI.pdf>

Elenco dei seminari, lezioni, articoli, video e prodotti diversi di comunicazione della scienza, singoli o nell'ambito di manifestazioni più ampie.

1. 2022: TourismA - Salone dell'Archeologia e del Turismo [Stand e presentazione al pubblico]

Partecipante: Ho partecipato all'edizione 2022 di TourismA - Salone dell'Archeologia e del Turismo Culturale, dove INFN ha presentato uno stand sul progetto 4CH e sull'iniziativa SUM - Save Ukrainian Monuments.

Elenco dei contributi ad attività di formazione o aggiornamento professionale.

1. 12/10/2022: Scuola Fondazione Patrimonio, "International School of Cultural Heritage - Technologies for archaeology" [Seminario]

Docente: Titolo Lezione: *The use of cloud and web technologies for Cultural Heritage* (2 ore di lezione). Rivolto a personale professionale nell'ambito dei beni culturali proveniente da paesi dell'area mediterranea; la lezione ha avuto 5 partecipanti da 3 paesi (Marocco, Giordania, Egitto)

2. 15/11/2023: 5° Edition of the Hackathon ML_INFN [Lezione]

Docente: Titolo Lezione: *Introduction to solving differential equations with machine learning* (1 ora di lezione, 2 ore di esercitazione <https://agenda.infn.it/event/37650/>).

3. 08/06/2021; 14/12/2021; 22/06/2023: 1°, 2° 4° Edition of the Hackathon ML_INFN [Lezione]

Docente: Titolo Lezione: *ML Basics: Real applications of ML in INFN activities - Image Restoration in cultural heritage* (1 ora di lezione, 2 ore di esercitazione).

4. 17/06/2022: GSSI PhD school "Physical and computational technologies applied to cultural heritage, environment and biomedicine" [Lezione]

Docente: Titolo Lezione: *The use of information technology for Cultural Heritage* (2 ore di lezione <https://indico.gssi.it/event/380/>). Rivolto a studenti di dottorato del GSSI.

Elenco delle attività di collaborazione con le università consistenti con la missione dell'Ente.

1. A.A. 2024/25: Numerical resolution of Differential Equations for applications using Physics-Informed Neural Networks [Corso di Dottorato - Università di Firenze]

Docente: Docente del corso di dottorato valido per il PhD in Smart Computing, per il PhD in Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Firenze, della durata di 16 Ore (pari a 4 CFU), e per il PhD in Fisica, dalla durata di 18 Ore (pari a 3 CFU), ripartito in 6 lezioni. Rispetto all'edizione precedente, sono state ristrutturate le due lezioni introduttive, e sono stati approfonditi i temi delle reti Kolmogorov-Arnold per problemi fisicamente informati e la visione artificiale informata dalla fisica.

2. A.A. 2023/24: Numerical resolution of Differential Equations for applications using Physics-Informed Neural Networks [Corso di Dottorato - Università di Firenze]

Docente: Docente del corso di dottorato valido per il PhD in Smart Computing e per il PhD in Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Firenze, della durata di 16 Ore pari a 4 CFU, ripartito in 6 lezioni. L'obiettivo del corso è introdurre il concetto di Physics Informed Deep Neural Networks (PINN), discutere la loro implementazione *from scratch* in PyTorch e utilizzare librerie open source avanzate sviluppate ad hoc come nvidia-modulus per affrontare problemi del mondo reale in vari settori (ingegneria, fisica, gestione dei giacimenti petroliferi, etc.).

c) Ruoli di responsabilità e/o coordinamento scientifico e/o di responsabilità organizzativa

1. 15/09/2023 -- 31/08/2025: CN1 ICSC Spoke 2 Fundamental Research WP 6 Space Economy & Industrial Application

Principal Investigator della Flagship 2.6.1 “*Extended Computer Vision at high rate*” (16+ mesi)

- Ho presentato il progetto della Flagship secondo regolamento ICSC, che viene selezionato per lo svolgimento.

Sintesi Attività Svolta: Le attività della flagship si basano sulla ricerca di tecnologie basate su metodi Deep Learning per la Visione Artificiale, applicate a tecnologie di imaging con tecnologie fisiche. L'obiettivo è quello di sviluppare tecnologie con reti neurali che consentano la loro applicazione in contesti anche di differente interesse scientifico, come ad esempio l'Astrofisica delle Galassie o l'analisi dei materiali dei Pigmenti di opere d'arte pittoriche. Inoltre, un obiettivo della Flagship è usare metodi di calcolo distribuito per velocizzare alcune procedure della pipeline di analisi.

2. 15/09/2023 -- 31/08/2025: CN1 ICSC Spoke 2 Fundamental Research WP 2 High Energy Physics - Innovation Grant ML-BLEN

Partecipante nell'Innovation Grant ICSC Spoke 2 “*Blending Machine Learning with advanced numerical simulations: application to the sustainable exploitation of natural resources.*” (16+ mesi)

Sintesi Attività Svolta: Ho personalmente curato le attività di ricerca a sviluppo all'interno dell'Innovation Grant di Spoke 2, dove mi dedico alle applicazioni di reti neurali fisicamente informate a problemi di fisica applicata e di fluidodinamica. In collaborazione con ENI spa.

3. 01/2022 -- 05/2023: 4CH, WP 3.3 - Cultural Heritage Cloud, WP 3.5 - Big Data Services

Responsabile per Sezione di Firenze nell'attività tecnologica sul tema di ricerca “*Piattaforma operativa di 4CH e cultural heritage cloud*” (17 mesi)

Sintesi Attività Svolta: Ho collaborato alla stesura di tre deliverables (D3.1, D3.2, D3.3) del WP 3 “*Implementation of the 4CH Platform*” del progetto 4CH, all'interno dei quali vengono riportate le linee guida per lo sviluppo, l'integrazione e/o federazione di servizi web sulla PaaS Cloud di 4CH.

4. 09/2021 -- 12/2021: ARIADNEplus, WP 4.4 - Implementing the ARIADNEplus Ontology

Collaboratore nell'attività tecnologica sul tema di ricerca “*Integrating the datasets of the Archaeological Research communities*” (4 mesi).

Sintesi Attività Svolta: La mia attività si è concentrata sul task 4.4 “*Implementing the ARIADNEplus Ontology*”, in particolare nei sub-tasks dedicati alla Heritage Science, T4.4.4 “*Inorganic Materials Study*” and T4.4.5 “*Dating*”.

5. 09/2020 -- 08/2021: EOSC-Pillar, WP 6.9 - Integrating heterogeneous data on cultural heritage

Collaboratore nell'attività tecnologica sul tema di ricerca “*Messa a punto della struttura dei metadati e dei servizi associati all'analisi dei dati e al loro riutilizzo nell'ambito del WorkPackage 6 del progetto EOSC-PILLAR*” (12 mesi)

Sintesi Attività Svolta: Ho collaborato al WP6 “EOSC in Action: Use Cases and community-driven Pilots”, in particolare nei task 6.6 “FAIR principles in data lifecycle for humanities”, e 6.9 “Integrating heterogeneous data on cultural heritage”.

d) Titoli, Formazione, Premi, Organizzazione di conferenze, miscellanea

Formazione

10/2016 -- 09/2019 : Università di Padova

Dottorato di Ricerca in Fisica (ciclo XXXII).

Voto: **Eccellente**.

01/2014 -- 03/2016 : Università di Firenze

Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche (Classe LM-17).

Voto: **110/110 e lode**.

10/2010 -- 12/2013 : Università di Firenze

Laurea Triennale in Fisica e Astrofisica (Classe L-30).

Voto: **110/110 e lode**.

Premi, Riconoscimenti, Certificazioni

06/07/2022 : ICCSA Best Paper Award

Premio come **miglior articolo** presentato al AAMDA, svolto all'interno della conferenza *ICCSA* 2022, vinto con l'articolo intitolato *Hyperparameter optimisation of Artificial Intelligence for digital RESToration of Cultural Heritage (AIRES-CH) models*. (si veda l'allegato g. “*Best Paper Award ICCSA 2022*”)

Organizzazione di Conferenze

29/01/2024: Florence workshop on "Artificial Intelligence for Physical Sciences" (AI4Phys) [Workshop] (Firenze)

Organizzatore e proponente. Ho organizzato la prima edizione dello workshop inter-istituzionale dell'area fiorentina dedicato alle applicazioni di AI alla Fisica. Link: <https://indico.ict.inaf.it/event/3100/overview>

11/09/2023: Beyond Vision: Physics meets AI [Workshop svolto a ICIAP 2023] (Udine)

Organizzatore e proponente. Ho svolto anche il ruolo di editor per il referaggio dei paper presentati, e di webmaster per il sito della conferenza. Link workshop: <https://physicsmeetsai.github.io/beyond-vision/>

Attività di revisione per Riviste Scientifiche

- **Invited Reviewer** per ACM Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)
- **Invited Reviewer** per Journal of Instrumentation (JINST)
- **Invited Reviewer** per Journal of Cultural Heritage (JCH)

(<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cultural-heritage>)

- **Invited Reviewer** per Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms (NIMB)

- **Invited Reviewer** per APS Physical Review A

Profilo bibliometrico

Profilo ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7225-3355>

Web of Science: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/32108744>