

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di selezione per la chiamata a professore di I fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 18, comma 1, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 02/PHYS-03 - Fisica sperimentale della materia e applicazioni, (settore scientifico-disciplinare PHYS-03/A - Fisica sperimentale della materia e applicazioni) presso il Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli", (avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 92 del 19/11/2024) - Codice concorso 5639

## **[Marco Alberto Carlo Potenza]**

### **CURRICULUM VITAE**

#### **INFORMAZIONI PERSONALI**

COGNOME	POTENZA
NOME	MARCO ALBERTO CARLO

ORCID: [0000-0002-9379-6540](#)

Scopus: [7006591637](#)

#### **TITOLI**

##### **TITOLO DI STUDIO**

Laurea con lode in Fisica, conseguita il 8/7/1996 presso l'Università degli Studi di Milano  
Titolo della Tesi: Diffusione dei raggi cosmici: un modello

##### **TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA O EQUIVALENTI, OVVERO, PER I SETTORI INTERESSATI, DEL DIPLOMA DI SPECIALIZZAZIONE MEDICA O EQUIVALENTE, CONSEGUITO IN ITALIA O ALL'ESTERO**

Dottorato di Ricerca in Fisica, conseguito il 8/1/2000 presso l'Università degli Studi di Milano

## ATTIVITÀ DIDATTICA

### INSEGNAMENTI E MODULI

Il mio impegno per la didattica è sempre stato costante e intenso, prestando servizio anche per diversi anni presso altri corsi di Laurea e dando inizio a due nuovi corsi di laboratorio.

Nel 2002 sono stato incaricato dal Presidente del Consiglio di Coordinamento Didattico di portare a nuovo tutte le esperienze del Laboratorio di Fisica del primo anno della Laurea Triennale, insieme al Prof. Ilario Boscolo.

Nel 2008 ho dato inizio ad un nuovo insegnamento di Laboratorio di Ottica per il terzo anno della Laurea Triennale, attivo tutt'ora, nel quale porto gli studenti a sviluppare esperienze relative all'analisi di Fourier mediante esperienze di Ottica diffrattiva.

Durante il Lockdown del 2020 ho tenuto quest'ultimo corso a distanza, elaborando le esperienze in maniera semplice e fattibile da chiunque non abbia a disposizione un laboratorio. Ho pubblicato un lavoro su EJP che mi è valso il Premio per la Didattica della Società Italiana di Fisica nel 2022.

Di seguito una sintesi degli insegnamenti che ho tenuto come responsabile (affidamento diretto o compito didattico).

Laboratorio di Ottica - F63-30

III anno LT in Fisica - 66 ore - 6 CFU

Dal 2017 al 2023 - 6 anni - 36 CFU

Laboratorio di Ottica ed Applicazioni - F95-166

I anno LM in Fisica - 44 ore - 5 CFU

Dal 2017 al 2024 - 7 anni - 35 CFU

In passato ho tenuto i seguenti insegnamenti, come titolare con assegnamento diretto o compito didattico:

Università degli Studi di Milano - Laboratorio di Ottica

III anno LT in Fisica - 60 ore - 6 CFU

Dal 2009 al 2017 - 9 anni - totale 54 CFU

Università degli Studi di Milano - Laboratorio di Ottica I

I anno LM in Fisica - 56 ore - 6 CFU

Dal 2010 al 2017 - 8 anni - totale 48 CFU

Università degli Studi di Milano - Laboratorio di Fisica I e II

I anno LT in Fisica - 60 ore - 6 CFU

Dal 2003 al 2007 - 5 anni - totale 30 CFU

Ho tenuto i seguenti insegnamenti presso altri Corsi di Laurea:

Elementi di Ottica e Fisica Nucleare - Corso di Laurea in Fisica per i Beni Culturali - F8X-143

II anno LT - 20 ore - 2 CFU

Dal 2018 al 2020 - 3 anni - totale 6 CFU

Università degli Studi di Milano - Corso di Fisica II

II anno LT in Scienze Geologiche - 56 ore - 5 CFU

Dal 2007 al 2016 - 9 anni - totale 45 CFU

Università degli Studi di Milano - Corso di Fisica II

II anno LT in Chimica - 12 ore - 1 CFU

Dal 2005 al 2007 - 3 anni - totale 3 CFU

**TOTALE 257 CFU erogati**

## ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

### RESPONSABILE SCIENTIFICO DI POSIZIONI A TEMPO DETERMINATO: RITCERCATORI RTD, ASSEGNI DI RICERCA E TESI DI DOTTORATO

Da quando coordino il Laboratorio di Strumentazione Ottica (2010) ho sempre valorizzato la **formazione di giovani** nell'ambito dei progetti che li hanno fatti crescere e li fanno crescere come scienziati o tecnologi esperti nel campo dell'ottica strumentale e della strumentazione di laboratorio. La partecipazione a progetti finanziati e le attività di servizio per le aziende mi hanno permesso di **dare continuità agli studenti più meritevoli** usciti dal dottorato di ricerca o dalla laurea magistrale, che volessero proseguire nel campo della ricerca e nel mio laboratorio. Ho peraltro contribuito a fornire borse aggiuntive di dottorato, sia con il Progetto Giovani del Ministero, sia con borse finanziate da enti esterni o aziende e su fondi di progetti.

1 RTDB	3 anni
2 RTDA	6 anni
2 ADR di Ateneo	4 anni
8 ADR tipo B	11 anni
8 DDR Ministeriali	24 anni
3 DDR fondi esterni	9 anni
3 DDR in corso	4 anni

**TOTALE: 61 anni / uomo**

## ATTIVITÀ DI DIDATTICA INTEGRATIVA E DI SERVIZIO AGLI STUDENTI

### ATTIVITÀ DI RELATORE DI ELABORATI DI LAUREA, DI TESI DI LAUREA MAGISTRALE, DI TESI DI DOTTORATO E DI TESI DI SPECIALIZZAZIONE

*(inserire numero e tipologia di elaborati seguiti, suddivisi per anno accademico, ateneo, corso laurea, ecc.)*

Relatore di tesi		
Tesi di Laurea Specialistica	(F16, F03, F95, F71)	27
Tesi di Laurea Triennale	(F63, F48, F8X)	45
Correlatore di Tesi di Laurea	(F95, F63, F16, F51, F48, F71)	18
<b>TOTALE: 90 Tesi di Laurea</b>		

Durante il dottorato ho svolto attività didattica di supporto per i seguenti corsi:

2000-2001: Laboratorio di Ottica, Prof. Di Trapani	1 anno
1998-2002: Struttura della Materia, Prof. Parola	4 anni
1999-2002: Fisica Nucleare e Subnucleare, Prof. Ratcliffe	3 anni

## SEMINARI

*(inserire titolo del seminario, luogo, data, durata in giorni/ore, ente organizzatore, ecc.)*

Ho tenuto decine di seminari in ambito accademico internazionale, diversi seminari in occasione di eventi di orientamento del Dipartimento di Fisica e dell'Ateneo, centinaia di seminari a carattere divulgativo presso scuole e enti locali in tutto il Nord Italia.

## **ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA**

In questa sezione descrivo i principali ambiti a cui ho indirizzato la ricerca che ho svolto personalmente, con i relativi approcci metodologici e i riferimenti ai progetti finanziati più rilevanti e indicando il ruolo che ho svolto in ciascun ambito.

Riporto dapprima una breve descrizione del filo conduttore della mia ricerca, riferendomi nello specifico alle 15 pubblicazioni presentate. Il riferimento numerico è relativo all'elenco delle 15 pubblicazioni.

### **DESCRIZIONE SINTETICA DELLE 15 PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE PRESENTATE**

Nei primi anni 2000 sono entrato nel gruppo di Ottica e Ricerca in Microgravità del Prof. Giglio. Mi sono dedicato allo sviluppo e alla validazione di tecniche di scattering di luce in configurazione interferometrica ad autoriferimento, o eterodina, basate sull'interferenza tra i fronti d'onda emessi e il fascio trasmesso. Tale approccio, oggetto di un brevetto INFN nel 2002, riprende i principi olografici, ambito di cui mi ero occupato durante il dottorato insieme al Prof. Yuri Denysiuk (vedi lettera allegata), permettendo la misura dell'ampiezza complessa dei campi che descrivono i fronti d'onda in esame. Al tempo stesso, le tecniche sviluppate a Milano dal Prof. Giglio traevano vantaggio dalla statistica robusta, tipica delle tecniche di scattering, in cui si perde l'informazione sul singolo oggetto a vantaggio delle informazioni più ricche derivanti da collezioni di molti oggetti. Tali informazioni includono lo sfasamento introdotto dal processo di scattering, misurato proprio grazie alle proprietà statistiche del sistema [1].

Ho esteso l'approccio delle misure ad autoriferimento ad applicazioni nei campi della termodinamica di sospensioni colloidali fuori equilibrio, dell'olografia digitale e di metodi di scattering depolarizzato. Ho partecipato in prima persona a tutte le fasi della realizzazione di uno strumento che ha volato sulla Stazione Spaziale nel 2009-2010, COLLOID, svolgendo misure simultanee di scattering statico, dinamico e di olografia digitale su aggregati frattali formati da nanoparticelle colloidali sottoposte a interazioni il cui potenziale è modulabile tramite effetto Casimir critico [2]. L'attività è stata svolta in stretta collaborazione con il gruppo proponente dell'Università di Amsterdam, Prof. G. Wegdam, e con le aziende contraenti per ESA che hanno realizzato gli strumenti di volo. In seguito a questa attività il mio laboratorio è stato più volte il riferimento per ESA per la validazione di tecnologie ottiche nello spazio. Lo studio dello scattering depolarizzato ha portato ad una nuova comprensione del fenomeno, che ha permesso di realizzare una nuova metodica di misura di nanoparticelle cristalline. Da qui è nato un nuovo filone di ricerca per la comprensione dei primi stadi di cristallizzazione di proteine con applicazioni in microgravità. Ho realizzato uno strumento con il quale ho svolto tutte le misure per identificare l'atto di trasformazione di cluster amorfi in nanocristalli, con una collaborazione in ambito ESA tra i gruppi delle Università di Bruxelles e di Huston [3].

Rispondendo ad una esigenza formulata da ESRF a Grenoble, a metà anni 2000 mi sono occupato di esportare verso i raggi X le tecniche ad autoriferimento che stavo sviluppando nell'ottico [4], mirando a sfruttare lo scattering da campioni noti per la caratterizzazione di fronti d'onda con caratteristiche di coerenza non banali [5]. Questo approccio mi ha portato a coordinare una grossa attività tutt'ora in corso, volta a sviluppare metodi innovativi per la misura della coerenza spaziale e temporale di radiazione di sincrotrone. Il metodo è stato applicato anche per la prima misura della coerenza spaziale del FEL di Frascati [5] nell'ambito di un progetto in collaborazione con INFN. Nel 2014 ho cominciato a dimostrare come sia possibile ricavare informazioni su fasci di particelle ultrarelativistiche dalle proprietà della radiazione emessa. Si è manifestato subito un forte interesse da parte del CERN, con il quale attualmente il mio gruppo di ricerca sta svolgendo uno studio di fattibilità per la realizzazione di diagnostica di fascio nelle future macchine acceleratrici a emittanza molto elevata [6].

Nel frattempo ho spinto le tecniche ad autoriferimento verso la misura di singole particelle. Ne è scaturito un nuovo metodo ottico che permette di misurare l'ampiezza complessa del campo diffuso ad angolo nullo da singole particelle (Single Particle Extinction and Scattering (SPES) [7]), coperto da brevetto UNIMI nel 2005. Ho sviluppato questo metodo all'interno di un progetto FP7 per sospensioni liquide di interesse per la nanoelettronica. Grazie alla sua robustezza e affidabilità, ho poi applicato la tecnica in ambiti di ricerca del tutto interdisciplinari, attivi tutt'ora nel mio gruppo, nonché partecipato alla fondazione di una start-up nel 2014, EOS Srl, attualmente operativa nel campo della realizzazione di strumenti per la caratterizzazione ottica di nano e microparticelle. Il metodo è stato validato in diversi ambienti di ricerca e industriali. Ho avuto e ho tutt'ora attivi progetti di ricerca per la caratterizzazione

di nano e microparticelle nella criosfera [8], ambito nel quale la tecnica SPES è stata oramai accettata come metodo di riferimento ed è attualmente utilizzata in quasi tutti i laboratori europei. Le informazioni ottenibili con la tecnica SPES hanno permesso di approfondire la comprensione dei fenomeni di scattering nei molti casi in cui tenere conto della non-idealità dei diffusori diventa essenziale. Un caso importante l'ho ottenuto lavorando ancora sugli aggregati frattali, per i quali le misure SPES hanno permesso di mostrare l'inadeguatezza dell'approssimazione di campo medio nonché di validare un nuovo modello analitico, anch'esso sviluppato nel mio gruppo, per il calcolo delle proprietà ottiche [9]. Nel 2016 ho esteso la tecnica SPES alla caratterizzazione di particolato atmosferico, ricevendo un finanziamento per l'installazione di uno strumento permanente in Antartide. Ho realizzato e installato presso la Stazione Concordia uno strumento nel 2018 e nel 2022 anche presso la stazione Artica di Ny Alesund. Questi strumenti permettono di ricavare diversi parametri ottici delle particelle sospese in aria in maniera totalmente model-independent [10]. Inoltre, la tecnica SPES ha permesso per la prima volta di validare una proprietà universale prevista teoricamente nell'ambito dello scattering di Mie [11]. Nel 2017 ho sfruttato le proprietà delle risonanze di Mie, prendendo parte ad uno studio che ha permesso a un gruppo dell'Università di Francoforte di misurare con precisione la dimensione e quindi la temperatura di microgocce d'acqua in condizioni di forte supercooling mediante scattering Raman [12].

Le esigenze tecnologiche e metodologiche dello sviluppo di strumentazione ottica mi hanno portato ad approfondire diversi aspetti dell'ottica strumentale, spesso con modelli in grado di fornire le informazioni senza alcun parametro libero. Ho applicato queste competenze per la valutazione assoluta della potenza rilasciata da un fascio laser focalizzato in un materiale, nel caso specifico una perovskite, in cui l'indice di rifrazione molto elevato rende la gestione delle aberrazioni particolarmente complicata. Lo studio ha permesso per la prima volta di svolgere misure mediante microscopia con assorbimento a due fotoni in condizioni altamente controllate, che hanno fatto luce sulle proprietà di questi importanti materiali.

Più recentemente, dando seguito alla linea di ricerca sulla caratterizzazione di fronti d'onda descritta precedentemente, ho sviluppato metodi innovativi basati su principi molto semplici, tali da permettere una misura semplice e molto veloce di caratteristiche d fronti d'onda non banali [14]. Muovendomi dall'esigenza di una caratterizzazione di fasci ultrarelativistici di particelle agli acceleratori, ho sviluppato un metodo innovativo e molto efficace per la misura locale della carica topologica di fasci con momento angolare orbitale. La particolarità del nuovo approccio è di poter svolgere la misura senza necessità di raccogliere tutto il fronte d'onda, aprendo in tal modo la possibilità di una misura nel campo lontano. Il metodo è risultato anche estremamente robusto ed è stato coperto da brevetto UNIMI in vista delle applicazioni nel campo delle telecomunicazioni ottiche a grande distanza [15], dove la misura locale gioca un ruolo fondamentale. Sviluppato inizialmente con radiazione visibile, il metodo è stato validato anche in infrarosso e a radiofrequenza (30 GHz), coprendo in tal modo tutte le bande tipicamente utilizzate nelle telecomunicazioni. Ho inoltre aperto una linea di ricerca volta a realizzare le stesse metodiche in regime quantistico con fasci a singolo fotone. La ricerca tecnologica in questo ambito fa parte delle attività PNRR (MUSA-spoke3) in collaborazione con aziende nel settore spazio. Tale ricerca ha portato a ricevere un grosso finanziamento dal Ministero (bando FISA2022, progetto INSPIRED). Si tratta di un progetto quadriennale iniziato in maggio 2024, volto alla realizzazione di tecnologie per la trasmissione di dati ad altissima densità mediante multiplexing su diversi modi OAM e sulla realizzazione di dispositivi basati sul calcolo ottico neuromorfo per la classificazione ultraveloce e l'edge-computing dei dati ottici. Nel 2024 le azioni di valorizzazione del brevetto mi hanno portato a ricevere ad un investimento pre-seed da parte del fondo Galaxia-Obloo (Cassa Depositi e Prestiti, progetto Satenlight) per la validazione di metodi per il downlink ottico da satellite in vista della creazione di attività imprenditoriale nel settore della space economy.

## DESCRIZIONE SINTETICA DELLE PRINCIPALI LINEE DI RICERCA CHE HO SVILUPPATO

Di seguito inquadro gli ambiti di ricerca che ho sviluppato personalmente, facendo riferimento ai principali progetti finanziati e ai risultati maggiori, nonché al ruolo che ho svolto in ciascun ambito. Il riferimento numerico delle pubblicazioni e dei brevetti è relativo alle liste riportate nelle sezioni specifiche riportate più avanti.

Fasce con momento angolare orbitale e campi speckle: applicazioni alle trasmissioni ottiche, a radiofrequenza e al calcolo ottico non convenzionale

Radiazione con momento angolare orbitale

A partire dal 2017, proseguendo lo sviluppo di diagnostiche di fronti d'onda e fasce dotati di coerenza spaziale limitata, ho sviluppato una linea di ricerca volta alla caratterizzazione di radiazione dotata di momento angolare orbitale (OAM), una modulazione azimutale di fase del fronte d'onda introdotta a fine anni '90. Ho sviluppato sistemi ottici di laboratorio per la misura della carica topologica, imposta dapprima con tecniche olografiche, poi con l'aiuto di matrici di microspecchi e più recentemente con maschere di fase "spiral phase plate". Ho svolto le misure di carica topologica con interferometria tradizionale Mach-Zender, con i metodi sviluppati per i raggi X e infine con un metodo del tutto innovativo e capace di fornire l'informazione topologica in *single shot* e con una misura locale, cioè da una piccola porzione del fascio. Quest'ultimo aspetto rappresenta una novità assoluta e permette applicazioni del tutto nuove: di conseguenza il metodo sviluppato è stato coperto da due brevetti internazionali [B9,B10] per applicazioni nel campo delle telecomunicazioni ad altissima densità. Per ora i relativi risultati sono stati pubblicati solo parzialmente.

Applicazioni a fasce VIS e IR, a radiofrequenza e in regime quantistico a singolo fotone

Dopo i primi esperimenti in laboratorio, grazie ad un finanziamento erogato dal mio Ateneo per il trasferimento tecnologico (progetto IMPACT del programma Seed4Innovatio), il metodo è stato portato fino ad una fase di proof of concept per il demultiplexing di quattro fasce con diversa carica topologica, ciascuno modulato in ampiezza con sistemi acusto-ottici per trasmettere e ricevere informazione su quattro canali indipendenti in una geometria che riproduce trasmissioni su lunga distanza, come nel caso satellite-satellite. Nel frattempo ho svolto misure con fasce dotati di OAM a radiofrequenza (30 GHz), dimostrando la validità del metodo anche in questo caso. Infine, con lo stesso metodo il mio gruppo sta svolgendo le prime misure di carica topologica in regime quantistico a singolo fotone, con promettenti applicazioni nel campo del trasferimento dell'informazione quantistica. Ho lasciato la responsabilità scientifica dei progetti in questo ambito ai miei collaboratori.

Computazione ottica neuromorfa

Sfruttando le proprietà di nonlinearietà intrinseche nei processi di interferenza stocastica caratteristici dei campi speckle, ho implementato un sistema che riproduce quanto fatto recentemente in ambito elettrico presso il centro CIMaIna per la realizzazione di dispositivi chiamati recettroni, in grado di realizzare threshold logical gates mediante sistemi metallici nanostrutturati. La traslazione nel campo ottico, coperta da brevetto UNIMI [B11], ha permesso di realizzare dispositivi in grado di processare nei tempi ridotti della propagazione ottica grandi quantità di informazione, implementando simultaneamente centinaia di migliaia di porte logiche booleane che operano su n-ple di ingressi in cui il dato viene inserito mediante ON-OFF keying su fibra ottica. Sono stati realizzati recettroni ottici in grado di processare ingressi a 4 bit che, parallelizzati in schiere, hanno permesso di svolgere operazioni complesse come il riconoscimento di caratteri scritti a mano. I risultati sono in pubblicazione.

Progetto INSPIRED Bando FISA-2022

Con questi elementi nel 2022 ho proposto e vinto un finanziamento del Ministero nell'ambito del Fondo Italiano per le Scienze Applicate (FISA2022). Il progetto INSPIRED, iniziato a maggio 2024 e della durata di quattro anni per un ammontare di più di 4 M€, si articola su tre pilastri: 1) realizzare dispositivi space compliant per la trasmissione e ricezione di segnali paralleli, codificati su diversi fasce OAM sovrapposti; 2) realizzare e operare dispositivi per la trasmissione e ricezione di

segnali paralleli su diversi fasci OAM a radiofrequenza, con l'obiettivo di tentare il downlink da satellite; 3) Realizzare sistemi di *edge-computing* ottico neuromorfo, capaci di processare otticamente l'informazione trasmessa e ricevuta da sistemi di interconnessione ottica.

Proof of Concept per applicazioni nel campo della space economy

Sempre nel 2024 ho proposto al fondo Galaxia-Obloo (Cassa Depositi e Prestiti) di sviluppare la tecnologia relativa al demultiplexing di fasci ottici con OAM al caso del downlink ottico da satellite, un campo in cui oggi si cerca di massimizzare la quantità di informazione trasferita. Il progetto, della durata di 18 mesi e finanziato con una misura pre-seed, ha avuto inizio a aprile 2024.

## Proprietà ottiche di micro e nanoparticelle

Fondamenti dello scattering di luce

Da più di 15 anni sto approfondendo alcuni aspetti di fondamento relativi allo scattering di luce da particelle nano- e micro-metriche su base *sperimentale*. L'interesse per questo tipo di proprietà è molto esteso, essendo alla base di molte tecniche di misura di particelle, nonché dei modelli matematici e numerici che vengono utilizzati per determinare l'effetto delle particelle nei sistemi fisici: tutti gli effetti ottici, geometrici, microfisici e di interazione di particelle tra loro e con il mezzo circostante, ad esempio, sono fortemente determinati da proprietà non sempre accessibili, limitando in tal modo la effettiva applicabilità dell'informazione disponibile nel realizzare modelli realistici e predittivi. Lo sviluppo di tecniche ottiche capaci di misurare le proprietà di interesse per specifiche applicazioni si è dimostrato efficace e in molti casi risolutivo in problemi altrimenti non risolvibili in ambito scientifico e industriale.

Ho affrontato il problema sulla base di un'analisi delle leggi fondamentali dello scattering elastico di luce e di come l'onda emessa da una particella trasporti informazione non banale sotto forma di ampiezza, di fase e di polarizzazione. Questo aspetto porta un notevole incremento di informazione sulle particelle, che ha permesso di realizzare due metodi di misura del tutto innovativi: uno basato sulla misura del campo complesso diffuso da singole particelle (Single Particle Extinction and Scattering, SPES), l'altro su una misura delle proprietà di anisotropia ottica di nanoparticelle in un liquido (Confocal Depolarized Dynamic Light Scattering, cDDLS).

La prima tecnica, oggetto di brevetto UNIMI [B4] e alla base di una tecnologia del tutto innovativa discussa più avanti, permette di ricavare due parametri assoluti per ciascuna particella misurata, riconducibili all'ampiezza e alla fase del campo complesso diffuso ad angolo nullo. Sulla base di diversi lavori svolti da me e dedicati alla caratterizzazione di questa proprietà è emerso che l'informazione ottenuta con questa misura supera di gran lunga quella ricavabile con metodi tradizionali a singola particella.

Prendendo spunto da esigenze industriali nel mondo della nanoelettronica, nel 2009 ho partecipato ad un progetto europeo FP7 (IMPROVE - piattaforma ENIAC; 3 anni) di cui sono stato responsabile di unità per UNIMI. Tale progetto ha permesso di sviluppare la tecnologia SPES in liquido, nell'ambito dell'industria dei semiconduttori e in collaborazione con diverse realtà europee che sviluppano e operano strumenti di diagnostica nel campo.

Polveri e paleoclima

Successivamente ho cominciato una collaborazione con l'Università Bicocca, Dipartimento di Scienze Ambientali (Prof. Maggi), allo scopo di verificare la applicabilità della tecnica SPES al caso di micropolveri ottenute dalla fusione di carotaggi di ghiaccio alpino e polare. La tecnica si è rivelata molto preziosa per la determinazione di proprietà ottiche non note precedentemente che, mediante uno studio approfondito e una configurazione sperimentale opportuna, hanno permesso di misurare la forma delle particelle e la loro struttura interna. In collaborazione con la Cornell University (Prof. N. Mahowald, Dep. Earth and

Atmospheric Sciences) ho svolto uno studio sull'effetto delle forme sul trasferimento radiativo in atmosfera, dimostrando quanto la forma sia importante nel determinare gli effetti di trasmissione della luce solare.

Successivamente ho collaborato con il gruppo di ricerca danese impegnato nella caratterizzazione di polveri da carotaggi in Groenlandia e Antartide (Prof. P. Vallelonga, Center of Ice and Climate, Un. Copenhagen). Grazie alla tecnica SPES abbiamo dimostrato che una sistematica discrepanza tra misure di distribuzione dimensionale svolte con metodi diversi è del tutto attribuibile alla forma delle particelle, invisibile ad entrambi i metodi tradizionali (Abakus e Coulter).

Polveri eoliche in Antartide

Ho partecipato al bando 2016 del Progetto Nazionale Ricerca in Antartide, proponendo la tecnica SPES per misure in aria e per caratterizzare le polveri nei nuovi carotaggi. Entrambi i progetti sono stati finanziati, il primo di cui sono stato PI (2+2 anni). Nel corso del novembre 2018 ho installato con successo presso la base Concordia in Antartide uno strumento SPES appositamente realizzato. Le misure, in corso tutt'ora, permettono per la prima volta di misurare i parametri necessari ai modelli di trasferimento radiativo. L'obiettivo del progetto è di confrontare tali parametri con parametri analoghi ricavati da misure in ghiaccio, al fine di far luce sulla relazione tra misure di polveri estratte dal ghiaccio e le reali proprietà ottiche in atmosfera. Mediante approcci numerici per la soluzione dell'Equazione del Trasporto Radiativo sto valutando l'effetto delle misure dirette in atmosfera con quanto ricavabile dalle misure di polveri in ghiaccio.

Nanofarmaci

A partire dal 2014 ho svolto diversi studi di sospensioni di nanoparticelle nel campo della nanomedicina. Grazie alla capacità di distinguere particelle con proprietà ottiche differenti, la tecnica SPES è stata utile in altri ambiti molto disparati, che elenco brevemente qui sotto:

- Misure accurate su emulsioni di polimeri con forte polidispersità dimensionale, caricati con farmaco o costituite da sfere cave
- Misurare con accuratezza la degradazione dovuta alla permanenza in acqua
- Caratterizzare il grado di aggregazione di cluster di nanoparticelle
- Studio della distribuzione dimensionale di slurry di Ossido di Cerio
- Caratterizzare sospensioni di nanoparticelle d'oro anisotrope
- Studio *in vitro* di immunotossicità di nanoparticelle di Argento
- Studio *in vivo* di nanoparticelle di polimero in sangue intero
- Studio della fitotossicità dei residui di pastiglie dei freni

Cristallizzazione di proteine

L'attività è stata svolta in collaborazione con le Università di Bruxelles (VUB, Prof. D. Maes) e di Huston (Prof. P. Vekilov), nell'ambito di un progetto finanziato da ESA per la realizzazione di misure tradizionali di scattering di luce da proteine in microgravità (strumento COLIS, tutt'ora in fase di preparazione per l'installazione a bordo della Stazione Spaziale). Parallelamente ESA ha pagato uno studio di fattibilità per la realizzazione di uno strumento di cDDLs da installare a bordo della ISS. Nonostante il successo sperimentale ottenuto nel mio laboratorio, per motivi di budget lo strumento non è stato realizzato.

Acqua ultrafredda

Nel 2017 ho dato inizio a una collaborazione con un gruppo di Francoforte (Prof. R. Grisenti) per interpretare gli spettri Raman di gocce micrometriche d'acqua ultrapura sottoposte a un rapido processo di *evaporative cooling* in vuoto. Abbiamo studiato alcuni picchi nello spettro Raman, fino a quel momento interpretati da diversi gruppi come un disturbo strumentale, identificandoli come le risonanze di Mie dovute ai modi di oscillazione del campo elettromagnetico in una sfera dielettrica e fortemente dipendenti dal suo raggio. Questo ha permesso di mettere a punto un processo di misura molto preciso delle dimensioni, che ha portato alla misura della temperatura della goccia in maniera molto più precisa di quanto fatto precedentemente.



## Ottica coerente e misura della coerenza di fronti d'onda da sincrotroni e FEL

Studio della coerenza della radiazione di sincrotrone	<p>Da più di 12 anni lavoro alla caratterizzazione di fronti d'onda emessi da sincrotrone e da Free Electron Laser (FEL), collaborando con svariati enti di ricerca internazionali (CERN, ESRF, DESY, ELETTRA, ALBA).</p> <p>Sfruttando le proprietà dei fronti d'onda parzialmente coerenti ho messo a punto diverse tecniche di misura capaci di ricavare proprietà di coerenza spaziale e temporale del fascio.</p> <p>Dal 2016 ho provato con successo a sfruttare la misura di proprietà di coerenza per la caratterizzazione delle proprietà di fasci di particelle cariche ultrarelativistici che li emettono.</p> <p>L'attività, nata in seno ad una collaborazione con ESRF, è stata dapprima supportata da un progetto FIRB-Futuro in Ricerca, del quale sono stato responsabile di unità (3 anni, 234 keuro), poi con contratti con il CERN.</p>
Diagnostica di fascio	<p>Da quasi 10 anni ho attiva una collaborazione con il Beam Diagnostic Group del CERN a Ginevra e il gruppo di diagnostica di fascio di ALBA a Barcellona per la messa a punto di misure del fascio di elettroni mediante una tecnica di interferometria ad autoriferimento che sfrutta la radiazione X diffratta da sospensioni colloidali. La tecnica, collaudata per la prima volta a ESRF, è stata applicata con successo al FEL di Frascati, realizzando la prima misura di coerenza trasversa e longitudinale con metodo speckle.</p> <p>Il mio gruppo ha poi svolto molte campagne di misura ad ALBA, in collaborazione con il CERN, per verificare l'applicabilità per il Future Circular Collider (FCC). Alle energie di FCC le tecniche di diagnostica sono applicabili anche ai fasci di adroni ultrarelativistici.</p> <p>La collaborazione svolta con il CERN ha portato a due finanziamenti di cui sono stato responsabile (2 anni + 2 anni) per il supporto del personale.</p> <p>Ho preso parte alla stesura del Conceptual Design Review del futuro Multidisciplinary Advanced Research Infrastructure with X-rays (MARIX), con la responsabilità del WP dedicato alla diagnostica di fascio.</p>
Asymmetric Lateral Coherence	<p>Lo studio della fattibilità di misure di coerenza in fasci emessi in processi di <i>laser-plasma acceleration</i> nell'ambito del progetto FIRB ha portato a sviluppare anche una diagnostica di fascio innovativa e molto robusta, capace di ricavare le proprietà complesse di coerenza trasversa di fronti d'onda. La tecnica si basa su una variante della tradizionale interferometria di Young, realizzata disponendo opportunamente le fenditure rispetto alla direzione di propagazione del fascio. Si può dimostrare che la tecnica è in grado di fornire la parte reale del fattore complesso di coerenza spaziale di un fascio, ovvero della funzione di correlazione a due punti nel piano trasverso, mediante una scansione con le fenditure disposte in opportune configurazioni geometriche.</p> <p>Lo sviluppo di tale metodo fa parte del primo progetto sviluppato con il CERN.</p>
Analoghi ottici	<p>Uno degli elementi cardine della mia ricerca è basato sulla possibilità offerta dall'ottica di riprodurre in maniera relativamente semplice la fenomenologia di diversi sistemi, molto più complessi o costosi, o di difficile accesso.</p> <p>Al fine di esportare nei raggi X alcune tecniche, ho realizzato opportuni analoghi ottici riproducendo a banco le condizioni sperimentali che si presentano agli acceleratori. Questo ha richiesto lo sviluppo di opportuni dispositivi per riprodurre la radiazione emessa dai convertitori di radiazione X in luce visibile, o la validazione di schemi di raccolta e di analisi dati in grado di operare in automatico e in continuo agli acceleratori. L'utilizzo di tale approccio ha permesso di svolgere le misure agli acceleratori in condizioni di completa funzionalità della strumentazione e delle strategie di acquisizione e analisi dei dati, risparmiando notevoli quantità di tempo-macchina.</p> <p>Lo stesso approccio è stato adottato per la caratterizzazione di fronti d'onda con momento angolare orbitale, dimostrando la fattibilità della misura di asymmetric lateral coherence al caso dei fronti d'onda emessi agli acceleratori.</p>

## Metodi ottici per la termodinamica di non equilibrio in sospensioni colloidali e soluzioni di proteine

Aggregazione di  
colloidi in  
microgravità

Dal 2002, quando ho preso parte al gruppo di Ottica e di Ricerca in Microgravità (Prof. M. Giglio), mi sono occupato di sviluppare e validare una tecnica sviluppata nel 2000 dal gruppo di Milano per la misura di scattering a basso angolo (Near Field Scattering, NFS) con un approccio interferometrico ad autoriferimento.

COLLOID

Ho preso parte fin dall'inizio al progetto COLLOID (Prof. G. Wegdam e Prof. P. Shall di Amsterdam), finanziato da ESA per la realizzazione di esperimenti su campioni di nanoparticelle colloidali fuori dall'equilibrio termodinamico.

Per conto delle aziende committenti di ESA ho svolto tutte le fasi di implementazione della tecnica NFS, portandola da un prototipo di laboratorio fino al massimo grado di abilitazione richiesto da ESA per l'installazione a bordo della Stazione Spaziale.

Nel 2010 lo strumento COLLOID è stato installato a bordo della ISS e ha prodotto dati come atteso. L'anno successivo, grazie al buon funzionamento della strumentazione, ESA e NASA hanno permesso di svolgere una ulteriore campagna di misure, non prevista inizialmente.

L'esperimento era volto allo studio dei processi di aggregazione di colloidi sotto l'azione di un potenziale attrattivo con intensità regolabile in funzione della temperatura del sistema grazie alle forze di Casimir critico. I campioni erano costituiti da sospensioni di nanoparticelle di teflon stabilizzate, immerse in una miscela di 3-metilpiridina, acqua e acqua pesante, con differenti concentrazioni di cloruro di sodio, che variava la lunghezza di screening di Debye da 4.8 a 14 nm. Le interazioni di Van der Waals erano rese trascurabili nella miscela, lasciando le particelle interagire solamente mediante il potenziale di Casimir critico, dipendente solo dal rapporto tra la lunghezza di correlazione delle fluttuazioni di densità e la lunghezza di screening di Debye. Tre ingredienti fondamentali hanno permesso l'esperimento: l'effetto Casimir Critico, la tecnica NFS e la microgravità, con un processo perfettamente *diffusion limited*.

Per la prima volta è stato evidenziato sperimentalmente come l'intensità dell'attrazione influenzi la struttura degli aggregati, fissandone la dimensione frattale. Inoltre, sfruttando la versatilità della tecnica NFS che nel frattempo avevo sviluppato in tutte le sue forme, è stato possibile indagare non solo il fattore di forma statico del sistema e la sua cinetica, che ho dimostrato avere un comportamento di tipo spinodale, ma simultaneamente anche la dinamica browniana del sistema. Questo ha permesso per la prima volta di risalire alla struttura interna degli aggregati sulla base del rapporto tra il raggio di girazione e il raggio idrodinamico, e alla sua dipendenza dall'intensità del potenziale. Si è dimostrato che la massa entro l'aggregato è sempre distribuita uniformemente indipendentemente dalla dimensione frattale, entro il range 1.78 - 2.55.

Proseguendo l'analisi dei dati ho poi evidenziato un comportamento inatteso, presente agli inizi del processo di aggregazione: misurando con precisione il tempo a cui il sistema mostra una crescita frattale e determinando il raggio critico corrispondente, ho evidenziato che negli stadi preliminari del processo il sistema mostra fluttuazioni stocastiche dovute all'assenza di nuclei stabili di aggregazione. L'energia libera della struttura di un aggregato non è in grado di superare quella del costo di formazione di una superficie, con la conseguenza che la crescita viene dominata dalla tensione superficiale. Una misura senza parametri liberi di tale tensione è in accordo con quanto previsto per altri liquidi.

Grazie all'attività svolta per la realizzazione dello strumento COLLOID, nel 2008 ho ricevuto il Premio Ricerca.Tissimi della Regione Lombardia.

Cristallizzazione di  
proteine

La comprensione della formazione di cristalli rappresenta un aspetto critico dell'aggregazione della materia nei sistemi termodinamici fuori equilibrio. Sembra che la cristallizzazione possa essere preceduta da fenomeni di fluttuazioni di densità delle proteine nel liquido, che creano strutture amorfe (cluster) che precedono la cristallizzazione. Misure dirette e indirette dei cluster hanno permesso di caratterizzarli in maniera approfondita, ma non è ancora

chiaro se la cristallizzazione avvenga entro i cluster, e in tal caso in che modo. A questo scopo nel 2009 ho sviluppato una tecnica di scattering che permette di selezionare la sola componente cristallina di una sospensione (cDDLs).

Negli anni tra il 2012 e il 2019, in collaborazione con i gruppi di Bruxelles (Prof. Maes) e Huston (Prof. Vekilov) ho esplorato il diagramma di fase di soluzioni di lisozima a differenti condizioni di supersaturazione, con esperimenti volti alla determinazione delle condizioni da realizzare negli esperimenti in microgravità.

**Formazione di fibrille** La collaborazione con Bruxelles e Huston a partire dal 2018 si è orientata anche verso lo studio della formazione di fibrille di lisozima. Abbiamo svolto misure con TEM e UV-VIS per cercare le regioni più interessanti del diagramma di fase, replicate poi a Milano con le tecniche di scattering dinamico e cDDLs.

Sempre con Bruxelles e Huston abbiamo partecipato ad una call ESA, ottenendo un finanziamento per svolgere misure presso la Large Diameter Centrifuge di ESTEC, dove sono state condotte le prime misure in ipergravità a febbraio 2019, con l'obiettivo di studiare il fenomeno a diversi valori di accelerazione, per stabilire l'influenza di quest'ultima sulla formazione delle fibrille.

### Caratterizzazione ottica di materiali e diagnostica mediante proprietà ottiche di materiali

**Caratterizzazione di nanocompositi metallo-polimero** Nel 2014 ho iniziato una collaborazione con il centro di eccellenza CIMaIna di UNIMI per la caratterizzazione ottica di proprietà di materiali. In particolare, mi sono dedicato allo studio di proprietà ottiche di nanocompositi metallo-polimero costituiti da un substrato elastomerico di poche centinaia di micron di spessore, in cui vengono impiantati cluster metallici neutri di pochi nanometri di diametro. Tali strutture mantengono le proprietà meccaniche del polimero ma possiedono le proprietà ottiche del metallo, permettendo in tal modo di realizzare a basso costo specchi e reticoli di diffrazione altamente deformabili. Mi sono occupato della caratterizzazione ottica di reticoli e specchi, dell'ottimizzazione di queste strutture, fino a realizzare dispositivi basati sulle proprietà elastomeriche. Sfruttando la conformabilità dei reticoli ho sviluppato due soluzioni innovative per la realizzazione di immagini iperspettrali: la prima basata su di un sistema che combina un reticolo disposto su di una superficie cilindrica (quindi geometricamente olografica al piano, garantendo di mantenere la geometria delle righe del reticolo), accoppiata ad un'ottica diffrattiva; la seconda realizzata controllando le distorsioni della metrica del reticolo disposto su un supporto conformato come un ellissoide di rotazione che coniuga il piano della fenditura di ingresso con il piano del sensore. In tal modo si realizza una camera iperspettrale composta esclusivamente dal reticolo curvo. In entrambi i casi la risoluzione spettrale è intorno al nm, mentre quella spaziale dell'ordine della decina di micron in entrambe le direzioni.

**Caratterizzazione delle proprietà di perovskiti** In collaborazione con un gruppo di ricerca del Weizmann Institute of Science (Prof. D. Cahen) ho sviluppato un metodo per caratterizzare l'intensità di un fascio laser fortemente focalizzato entro un materiale, nello specifico una perovskite per applicazioni fotovoltaiche, da caratterizzare mediante processi di assorbimento a due fotoni. La focalizzazione spinta, l'elevato indice di rifrazione e la necessità di avere un ottimo controllo del profilo di intensità del fascio hanno richiesto di sviluppare ad hoc algoritmi accurati per il calcolo delle aberrazioni, che permettono ora di eseguire misure ad elevata precisione.

**Misure di campi elettrici impulsivi** Dal 2015 al 2018 mi sono occupato di sviluppare un sensore di campo elettrico vettoriale e impulsivo tramite alcuni contratti di servizio per Ricerca sul Sistema Energetico (RSE). Abbiamo realizzato un sensore totalmente dielettrico capace di misurare il vettore campo elettrico con una banda tra 50 Hz a 70 MHz e con la risoluzione angolare dell'ordine del grado. Durante la collaborazione ho contribuito alla concezione e allo sviluppo di un prototipo che è stato validato con successo nel mio laboratorio e successivamente presso i laboratori di RSE. Lo strumento è basato sull'effetto Pockels indotto dal campo elettrico su un

cristallo di B-Barium Borate (BBO) tagliato opportunamente per risultare isotropo in assenza di campo. La polarimetria viene svolta mediante la misura risolta in tempo dei 4 parametri di Stokes, che permettono di risalire al campo elettrico, mentre l'elevata risoluzione temporale permette di misurare variazioni di campo tipiche, per esempio, delle scariche parziali. La risoluzione temporale e angolare nella determinazione del campo elettrico e della sua direzione ha superato tutti i sensori ottici finora disponibili. Lo strumento è stato realizzato interamente in materiale dielettrico in maniera tale da non perturbare il campo, come invece avviene per tutti i sensori tradizionali basati su proprietà capacitive. In seguito allo sviluppo è stato depositato un brevetto congiunto RSE-UNIMI [B7], internazionalizzato grazie all'interessamento del gruppo Prysmian per la realizzazione di sensori da utilizzare per il monitoraggio delle reti di media e alta tensione, per cui RSE ha svolto un contratto di servizio per la realizzazione di un prototipo pilota.

## Trasferimento radiativo in nubi di polveri - Astrofisica e Fisica dell'atmosfera

Astrofisica	Lo studio dello scattering di luce, in particolar modo dell'estinzione, mi ha portato ad aprire una collaborazione con Hubble Space Telescope (Dr. M. Robberto), sviluppando un metodo di analisi applicato al caso di un disco protoplanetario (Orion 114-426) illuminato posteriormente dalla nebulosa di Orione. Questa particolare configurazione ha permesso di misurare con precisione l'estinzione di diverse zone del disco alle 6 lunghezze d'onda di Hubble Space Telescope, ottenendo in tal modo una curva di estinzione per ciascun pixel delle immagini. Lo studio ha permesso di mappare la dimensione tipica dei grani di polvere nel disco, mostrando come le regioni esterne del disco siano sottoposte a fotoevaporazione da parte della radiazione della nebulosa, permettendo di stimare per la prima volta il tasso di perdita di massa e quindi il tempo scala di distruzione del disco.
Trasferimento radiativo in una nube illuminata da una sorgente estesa	A partire dallo studio del disco 114-426, sempre in collaborazione con Hubble Space Telescope, ho sviluppato un modello che descrive la propagazione della radiazione proveniente da una sorgente estesa che attraversa una nube di particelle. Si tratta di una soluzione non banale dell'Equazione del Trasporto Radiativo. Sfruttando opportune semplificazioni è stato possibile fornire una soluzione analitica, validata da simulazioni numeriche e soprattutto da un analogo ottico del sistema, che ho realizzato con una cella di scattering illuminata da una sorgente estesa di luce bianca. Il modello è stato validato in laboratorio, riproducendo di fatto le condizioni rilevanti per il caso astrofisico.
Trasferimento radiativo in atmosfera	Applicando i metodi di misura di scattering e di estinzione da parte di polveri, ho proposto e vinto un finanziamento su fondi FSE in Regione Valle d'Aosta, per la realizzazione di strumentazione volta alla caratterizzazione di polveri a partire da misure spettrali e bolometriche della radiazione solare, diretta e diffusa. Sono stato responsabile scientifico dell'Unità di Ricerca GAIA (3.5 anni). Il progetto ha portato alla realizzazione di strumenti che sono stati validati per periodi di tempo estesi presso ARPA Valle d'Aosta e il vicino Osservatorio Astronomico, OAVdA. Gli strumenti sono stati oggetto di diverse campagne internazionali di intercomparison organizzate dal JRC di Ispra.
Didattica: studio dello scattering in atmosfera	Prendendo spunto da questi lavori ho pubblicato due articoli di didattica della Fisica, basati sulla misura dello scattering di luce dalle molecole d'aria. In un lavoro ho mostrato come sia possibile, sfruttando una comune macchina fotografica digitale, fornire una stima del Numero di Avogadro dalla misura dell'irradianza del cielo diurno. Nell'altro, svolto in collaborazione con l'Osservatorio astronomico della Valle d'Aosta e il Liceo Parini di Milano, abbiamo applicato le leggi dell'estinzione spettrale alla misura di temperature stellari ricostruendo lo spettro al di fuori dell'atmosfera.

Riassumo qui brevemente altre attività che ho sviluppato in passato.

Near Field Scattering  
(dal 2001)

Fin dall'inizio dell'attività presso il gruppo di Ottica e Ricerca in Microgravità (Prof. M. Giglio) mi sono dedicato all'utilizzo di una tecnica ottica basata sul fenomeno delle *deep Fresnel speckles* (Near Field Scattering, NFS). Illuminando un campione costituito da una sospensione di particelle micrometriche o submicrometriche con luce coerente o parzialmente coerente, la luce diffusa da queste interferisce con quella trasmessa, molto più intensa, realizzando uno schema interferometrico ad autoriferimento (schema eterodino). L'analisi di Fourier del segnale formato dalla modulazione spaziale di intensità ha le caratteristiche di un ologramma in linea e fornisce la distribuzione angolare del campo diffuso dal campione, ovvero al fattore di forma statico. Infine, l'analisi dinamica delle fluttuazioni nel tempo delle speckle di eterodina generate da un campione in moto browniano permette di risalire al coefficiente di diffusione di massa del campione.

Lo schema ottico della tecnica NFS risulta molto compatto e robusto, ma soprattutto gode dei seguenti vantaggi: 1) la misura simultanea della luce diffusa e dell'intensità della luce trasmessa fornisce una misura di scattering assoluta; 2) la distribuzione di intensità nel campo vicino contiene l'informazione relativa alla luce stray, che può essere misurata e rigorosamente sottratta al segnale: questo elemento risulta particolarmente vantaggioso per eseguire misure a bassissimo angolo; 3) il sistema non necessita di un allineamento accurato. Per questi motivi la tecnica è stata oggetto di brevetto [B1].

Nel 2003 il brevetto [B1] è stato premiato dalla Regione come il migliore brevetto accademico della Lombardia.

Nel 2005 è stato giudicato un prodotto di ricerca *eccellente* nell'ambito della valutazione CIVR.

Nel 2007 Gli Stati Uniti, rappresentati dalla Segreteria della Marina Militare, hanno depositato una domanda di brevetto simile alla nostra [B1], basata esplicitamente su tutti i nostri lavori e sul nostro stesso brevetto, sottolineando l'importanza del metodo ai fini metrologici.

Nuova tecnica di  
velocimetria ottica  
(2003-2007)

Ho sviluppato una tecnica innovativa per la mappatura di campi di velocità di fluidi. La tecnica si basa sulla generazione di un campo speckle di eterodina nella *deep Fresnel region* di una sospensione di traccianti in un campione fluido. Le speckle si muovono seguendo i traccianti, quindi la correlazione di due campi speckle fornisce l'informazione locale sull'atto di moto del fluido, permettendo di misurare la distribuzione di probabilità di velocità nel fluido.

Una proprietà fondamentale di questa tecnica che la distingue dalle tecniche tradizionali è che, basandosi sull'analisi statistica dei campi diffusi dalle particelle, non necessita di risolvere otticamente i singoli traccianti. Questo permette l'utilizzo di traccianti tanto piccoli (anche decine di nm) da non perturbare il flusso in esame e risultare perciò perfettamente lagrangiani.

Total Internal  
Reflection Scattering  
(2002-2004)

Ho sviluppato una tecnica di misura basata sulla perturbazione di un fronte d'onda piano riflesso totalmente all'interfaccia tra due mezzi, quando il mezzo a indice di rifrazione inferiore presenti fluttuazioni spaziali. Il fronte d'onda riflesso totalmente viene perturbato in fase in maniera tale da fornire informazioni sul fattore di struttura del mezzo ad indice di rifrazione inferiore, in prossimità della superficie ma oltre ad essa.

Poiché la regione del campione che perturba il fronte d'onda è entro poche centinaia di nm dalla superficie, la tecnica è in grado di fornire fattori di struttura anche per campioni in cui lo scattering multiplo sia rampante.

Sono stati misurati campioni colloidali ad elevata concentrazione, che presentano il fenomeno del *close packing* in prossimità della superficie: in alcuni casi è stato possibile osservare i picchi di diffrazione da parte di singoli domini ordinati.

Olografia di impulsi  
laser strutturati  
(2001-2004)

Questa linea di ricerca è nata dall'unione delle mie precedenti esperienze nel campo dell'olografia e degli impulsi ultracorti (vedi lettera allegata). Si tratta di ricostruire con un processo di olografia dinamica il campo generato nell'interazione a tre onde tra un impulso "oggetto" e un impulso, molto più breve, di riferimento. L'interazione non lineare produce un gating temporale che genera un campo proporzionale ad una zona dell'oggetto limitata temporalmente. Tradizionalmente, registrando il campo generato dall'interazione con diversi ritardi tra i due impulsi si risale alla struttura tridimensionale dell'oggetto (2D + il tempo). Ho dimostrato che il processo di ricostruzione olografica permette di applicare il temporal gating anche al campo dell'impulso (nel caso specifico un solitone spaziale) in completa diffrazione, quando ha completamente perso le strutture caratteristiche, e di ricostruire il profilo di intensità dell'impulso focalizzato. Studiando le eventuali differenze tra la ricostruzione tradizionale dell'impulso focalizzato e l'ologramma dell'impulso diffratto, si ottengono importanti informazioni sull'evoluzione temporale dell'impulso e sulla sua struttura spaziotemporale. L'attività è stata gestita da me, in collaborazione con l'Università di Barcellona, l'Università dell'Insubria e l'Università di Vilnius.

All-optical  
computing  
(1999-2000)

Nell'ambito di un assegno di ricerca post-doc erogato da INFM ho svolto un'attività di ricerca rivolta allo sviluppo di un dispositivo di calcolo tutto-ottico basato sulle interazioni a tre onde in mezzi a non linearità quadratica. Ho realizzato un half-adder, l'elemento fondamentale di calcolo, in grado di elaborare in parallelo 1 kbit di informazione, registrata in fronti d'onda di impulsi a picosecondo mediante opportune maschere d'ampiezza.

Laser a impulsi  
ultracorti  
(1996-1999)

L'attività del mio dottorato ha riguardato lo studio di uno schema vettoriale e non-collineare di interazione a tre onde in mezzi a non linearità quadratica. Questo ha portato a tre linee di ricerca:

- Conversione di impulsi ultracorti, con esperimenti svolti nel 1998 presso il laboratorio del Prof. Krausz della Technische Universitaet di Vienna, dove era disponibile un laser a 5 fs (al tempo il più breve al Mondo)
- Metodi per la selezione in fase dei fotoni balistici che attraversano mezzi ad elevatissimo scattering multiplo, in collaborazione con l'Università di Napoli
- Nuova tecnica di olografia, basata sulle proprietà dei campi in interazione in un cristallo non lineare nell'approssimazione di undepleted pump. Ho realizzato tutti gli esperimenti per caratterizzare il fenomeno utilizzando un laser a ns. In questo caso l'ologramma viene scritto e ricostruito simultaneamente, e questo comporta che, a differenza dell'olografia tradizionale, il grado di coerenza della luce non influenza la qualità dell'ologramma.

L'attività del mio dottorato è stata svolta in collaborazione con il Prof. Yuri Denisyuk di St. Pietroburgo, con il quale ho lavorato personalmente per un periodo di circa due anni non consecutivi che ha trascorso in Italia per sviluppare le tecniche di ottica non lineare descritte sopra (vedi lettera allegata).

## Attività per lo Spazio

COLIS fase A/B  
(2015)

Sono stato responsabile per un contratto in cui il mio laboratorio è stato subcontractor della ditta committente di ESA per la realizzazione di un dimostratore per uno strumento per valutare la fattibilità di misure di cDDLs nell'ambito di una facility da installare a bordo della Stazione Spaziale. Ho realizzato uno strumento dedicato, che ha superato con successo la *final presentation*, mostrando la piena funzionalità dell'apparato e la fattibilità dell'esperimento. ESA ha poi deciso di sospendere la realizzazione dello strumento per motivi di costo, a favore di una collocazione più consona.

Sempre nell'ambito dello stesso progetto, sono stato responsabile di un Technology Research Program di ESA volto a stabilire l'integrabilità di uno strumento di cDDLs a bordo della Stazione Spaziale. Ho dimostrato la completa integrabilità del sistema e realizzato una breadboard con la società contraente.

EOCCI validator  
(2013-2014)

Sono stato chiamato da ESA a agire da laboratorio indipendente per stabilire la effettiva fattibilità di un dispositivo basato sulla dielettroforesi inversa per la concentrazione di sospensioni colloidali in campioni destinati a misure sulla Stazione Spaziale. Mi sono occupato della realizzazione di un validatore ottico, progettando personalmente lo strumento (Electrophoretic Optical Cells for Colloid Interrogation), che è stato poi realizzato per la parte ottica nel mio laboratorio e per la parte di controllo elettronico e fluidico dalla ditta belga Qinetiq Space. La final presentation è stata svolta presso il mio laboratorio con pieno successo.

COLLOID Experiment  
(2008-2018)

Sono stato Instrument Scientist all'interno dello Scientific Team dell'esperimento COLLOID. Attività decennale svolta in collaborazione con l'Università di Amsterdam, Prof. G. Wegdam e Prof. P. Shall e con ESRF, Dr. T. Narayanan. L'esperimento è stato svolto a bordo della Stazione Spaziale nel 2010 all'interno della facility Selectable Optical Diagnostic (SODI).

COLLOID, fasi A/B e C/D

Ho svolto il compito di Technical Manager per i contratti tra UNIMI e le ditte committenti per ESA durante le fasi A/B e C/D del progetto COLLOID. Mi sono occupato della validazione della tecnica di misura, portandola al massimo grado di ingegnerizzazione richiesto da ESA per l'installazione a bordo della Stazione Spaziale. Ho svolto personalmente la calibrazione dello strumento di volo presso la ditta committente di ESA, Verhaert Space. Ho scritto il software di analisi dati e analizzato personalmente tutti i dati presenti nelle pubblicazioni. Ho partecipato alla stesura di numerosi documenti per ESA relativi allo strumento, all'esperimento, alla definizione delle procedure in volo per la raccolta dati e per le analisi.

Gradflex fase A/B  
(2003-2004)

Il gruppo di Ottica e Ricerca in Microgravità è stato Prime Contractor nella fase A/B del progetto Gradflex per lo studio di fluttuazioni fuori dall'equilibrio in condizioni di microgravità. Nell'ambito di questo contratto ESA ha richiesto di sviluppare un mock-up funzionante di uno strumento di Near Field Scattering per dimostrare la fattibilità di misure di aggregazione colloidale. Ho quindi svolto il compito di Technical Manager di questa parte del progetto, realizzando uno strumento che è stato presentato alla Final Presentation in ESTEC nel luglio 2004. Nell'ambito del progetto Gradflex mi sono inoltre occupato di definire i requisiti per i sensori e il layout ottico dello strumento.



## PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Riporto di seguito la lista delle pubblicazioni, numerate in ordine cronologico. Riporto in grassetto il mio nome quando sono corresponding author e lo riporto quando appaio come ultimo autore, avendo ideato e coordinato il lavoro. Nelle liste troppo estese riporto tra parentesi il numero degli autori omessi.

108) Cialdi S. *et al.* (7), Local discrimination of orbital angular momentum in entangled states, PRA 110(2024)043701

107) Teruzzi L., Cremonesi L., Potenza M.A.C., DEDALO: Device for Enhanced Dust Analyses with Light Obscuration sensors, Journal of Instrumentation 19(2024)P04035

106) Siano M, Paroli B, Cialdi S, Olivares S, Paris M, Suerra E, Potenza M, Experimental high sensitive local identification of azimuthal index of Laguerre-Gauss beams, Opt. Comm. 557(2024)130349

105) Ravasio C., Teruzzi L., Siano M., Cremonesi L., Paroli B., Potenza M.A.C., A Customizable Digital Holographic Microscope, HardwareX 19(2024)e00569

104) Pallavera M., Sanvito T., Cremonesi L., Artoni C., Falqui A., Potenza M.A.C., Evidence of Sub-Micrometric Plastic Release When Heating Food Containers Based on Light Scattering Measurements, Particle and Particle Systems Characterization (2024)00029

103) Paroli B, Martini G, Potenza MAC, Siano M, Mirigliano M, Milani P, Solving classification tasks by a receptron based on nonlinear optical speckle fields, Neural Networks 166(2023)634

102) **M.A.C. Potenza**, Year-round study of the optical properties of airborne dust in Antarctica, Il Nuovo Cimento 46C(2023)69

101) Melzi G, *et al.* (8), Toxicological Profile of PM from Different Sources in the Bronchial Epithelial Cell Line BEAS-2B, Toxics 11(2023)413

100) Potenza M.A.C., Cremonesi L., An overview of the optical characterization of free microparticles and their radiative properties, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 311(2023)108773  
**INVITED**

99) Scalcinati L, Paroli B, Zannoni M, Gervasi M, Potenza M.A.C., A Local Two-Port Interferometer to Detect Radio-Vortices at 30 GHz, Progress In Electromagnetics Research M 116(2023)119

98) Siano M., (9), M.A.C. Potenza, FOCUS: fast Monte Carlo approach to coherence of undulator sources, JSR 30(2023)

97) Goy C., *et al.* (7), Refractive Index of Supercooled Water Down to 230.3 K in the Wavelength Range between 534 and 675 nm, JPCLetters 13(2022)11872

96) B. Paroli, L. Cremonesi, M. Siano, M.A.C. Potenza, Hybrid OAM-Amplitude multiplexing and demultiplexing of incoherent optical states, Opt. Comm. 254(2022)128808

95) D. Ceratti, *et al.* (9), Self-Healing and Light-Soaking in MAPbI<sub>3</sub>: The Effect of H<sub>2</sub>O, Advanced Materials 34(2022)2110239

94) Aharon S. *et al.* (7), 2D Pb-Halide Perovskites Can Self-Heal Photodamage Better than 3D Ones, ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS 32(2022)1

93) M. Siano *et al.* (13), Two-dimensional electron beam size measurements with X-ray heterodyne near field speckles, PRAB 25(2022)05281

92) **M.A.C. Potenza**, L. Cremonesi, On the quasi-universality of the forward scattering lobe for micrometric objects, JQSRT 278(2022)108028



- 91) C. Ravasio, L. Cremonesi, C. Artoni, B. Delmonte, V. Maggi, M.A.C. Potenza, Optical Characterization of Mineral Dust from the EAlIST Project with Digital Holography, ACS Earth and Space Chemistry 5(2021)2855
- 90) B. Paroli, M. Siano, M.A.C. Potenza, Dense-code free space transmission by local demultiplexing optical states of a composed vortex, Opt. Expr. 29(2021)14412
- 89) D. Ceratti, *et al.* (16), The pursuit of stability in halide perovskites: the monovalent cation and the key for surface and bulk self-healing, Materials Horizons 8(2021)1570
- 88) **M.A.C. Potenza**, An extremely simplified optics laboratory for teaching the fundamentals of Fourier analysis, Eur. J. Phys. 42(2021)035304
- 87) M. Siano, B. Paroli, M.A.C. Potenza, Heterodyne Near Field Speckles: from laser light to X-rays, Adv. Phys. X 6(2021)1891001  
**INVITED**
- 86) F. Simonetto, M. Marmonti, M.A.C. Potenza, Effects of radiation damage on the optical properties of glass, Journal of Astronomical Telescopes, Instruments and Systems 6(3)(2020)038004
- 85) L. Cremonesi, (10) M.A.C. Potenza, Light extinction and scattering from aggregates composed of submicron particles, Journal of Nanoparticle Research 22(2020) 344
- 84) L. Scalcinati, B. Paroli, M. Zannoni, M.A.C. Potenza, Measurement of the local intrinsic curvature of a  $l=1$  radio vortex at 30 GHz, Progress in Electromagnetic Research M 94(2020)1
- 83) L. Cremonesi, M. Siano, B. Paroli, M.A.C. Potenza, Near Field Scattering under Forced Flow, Review of Scientific Instruments 91(2020)075108
- 82) B. Paroli, M. Siano, M.A.C. Potenza, A composite beam of radiation with orbital angular momentum allows effective local, single shot measurement of topological charge, Opt. Comm. 459(2020)125049
- 81) L. Cremonesi, (10), M.A.C. Potenza, Multiparametric optical characterization of airborne dust with single particle extinction and scattering, Aerosol Science and Technology 54(2020)353
- 80) B. Paroli, M. Siano, M.A.C. Potenza, The local intrinsic curvature of wavefronts allows to detect optical vortices, Opt. Expr. 27(2019)17550
- 79) B. Paroli, M. Siano, L. Teruzzi, M.A.C. Potenza, Single-shot measurement of phase and topological properties of orbital angular momentum radiation through asymmetric lateral coherence, Phys. Rev. Accel. Beams 22(2019)032901
- 78) L. Serafini, *et al.* (>90), MariX, an advanced MHz-class repetition rate X-ray source for linear regime time-resolved spectroscopy and photon scattering, Nucl. Instr. Meth. A 930(2019)167
- 77) C. Minnai, L. Cremonesi, P. Milani, **M.A.C. Potenza**, A very simple scheme for spectrally resolved imaging by means of curved polymeric gratings, Mater. Res. Express 6(2019)065044
- 76) S. Maiorana, *et al.* (6), Phytotoxicity of wear debris from traditional and innovative brake pads, Environment International 123(2019)156-163
- 75) **M.A.C. Potenza**, S.J. Veen, P. Shall and G.H. Wegdam, Nucleation of weakly attractive aggregates in microgravity, EPL 124(2018)28002
- 74) B. Paroli, M. Siano and **M.A.C. Potenza**, Asymmetric lateral coherence allows precise wavefront characterization, EPL 122(2018)44001
- 73) B. Paroli, A. Cirella, I. Drebot, V. Petrillo, M. Siano and M.A.C. Potenza, Asymmetric lateral coherence of OAM radiation reveals topological charge and local curvature, J. Opt. 20 (2018) 075605
- 72) M.F. Simonsen, *et al.* (9), Particle Shape accounts for instrumental discrepancy in ice core dust size distributions, Climate of the Past 14(2018)601

- 71) V. Galbiati, *et al.* (6), In vitro assessment of silver nanoparticles immunotoxicity, Food and Chemical Toxicology 122(2018)363-374
- 70) C. Goy, M.A.C. Potenza, *et al.* (14), Shrinking of Rapidly Evaporating Water Microdroplets Reveals their Extreme Supercooling, PRL 120(2018)015501
- 69) D. R. Ceratti, *et al.* (9), Self-Healing Inside APbBr<sub>3</sub> Halide Perovskite Crystals, Advanced Materials (2018)1706273
- 68) L. Barbieri, M. Gondola, **M. Potenza**, Andrea Villa, R. Malgesini, A sensor for vector electric field measurements through a nonlinear anisotropic optical crystal, RSI 88 (2017) 113114
- 67) T. Sanvito, (7) **M.A.C. Potenza**, Single particle extinction and scattering optical method unveils in real time the influence of the blood components on polymeric nanoparticles, Nanomedicine 13(2017)2597
- 66) F. Mariani, (7) **M.A.C. Potenza**, Single Particle Extinction and Scattering allows novel optical characterization of aerosols, JNR 19(2017)291
- 65) **M.A.C. Potenza**, et al. (7), Single-Particle Extinction and Scattering Method Allows for Detection and Characterization of Aggregates of Aeolian Dust Grains in Ice Cores, Earth and Space Chemistry 1(2017)261
- 64) Biganzoli D., **Potenza M.A.C.**, Robberto M., Radiative Transfer in a Translucent Cloud Illuminated by an Extended Background Source, Astroph. J. 840(2017)55
- 63) Paroli B., **Potenza M.A.C.**, Radiation Emission Processes and Properties: synchrotron, undulator and betatron radiation, Adv. Phys. X 2(2017)978-1004 **INVITED**
- 62) **M.A.C. Potenza**, *et al.* (10), Detecting the Shape of Anisotropic Gold Nanoparticles in Dispersion with Single Particle Extinction and Scattering, Nanoscale 9(2017)2778
- 61) **Potenza, M. A. C. et al.** (9), Shape and size constraints on dust optical properties from the Dome C ice core, Antarctica. Sci. Rep. 6, 28162 (2016)
- 60) S. Villa, T. Sanvito, B. Paroli, A. Pullia, B. Delmonte and **M.A.C. Potenza**, *Measuring shape and size of micrometric particles from the analysis of the forward scattered field*, Journal of Applied Physics 119(2016)224901
- 59) B. Paroli, E. Chiadroni, M. Ferrario, and M.A.C. Potenza, A systematic study of the asymmetric lateral coherence of radiation emitted by ultrarelativistic particles in laser-driven accelerators, NIMA 839(2016)59330
- 58) M. Siano, B. Paroli, E. Chiadroni, M. Ferrario, and M.A.C. Potenza, Nanosecond LED-based source for optical modeling of scintillators illuminated by partially coherent X-ray radiation, RSI 87(2016)126104
- 57) B. Paroli, E. Bravin, S. Mazzoni, G. Trad and **M.A.C. Potenza**, A modified two-slit interferometer for characterizing the asymmetric lateral coherence of undulator radiation, EPL 115(2016)14004
- 56) B. Paroli and M.A.C. Potenza, Two-dimensional mapping of the asymmetric lateral coherence of thermal light, Optics Express 24,22(2016)25676
- 55) M. Siano, B. Paroli, E. Chiadroni, M. Ferrario, M.A.C. Potenza, Measurement of power spectral density of broad-spectrum visible light with Heterodyne Near Field Scattering and its scalability to betatron radiation, Optics Express 23(2015)252608
- 54) B. Paroli, E. Chiadroni, M. Ferrario, M.A.C. Potenza, *Analog optical simulation of the asymmetric lateral coherence of betatron radiation*, Optics Express 23(2015)29912

- 53) **Potenza, M.A.C.** et al. (6) Single particle optical extinction and scattering allows real time quantitative characterization of drug payload and degradation of polymeric nanoparticles. *Sci. Rep.* 5(2015)18228
- 52) **M.A.C. Potenza**, T. Sanvito, F.P. Mariani, P.G. Vekilov, D. Maes, *Confocal Depolarized Dynamic Light Scattering: a Novel technique for the Characterization of Nanoparticles in Complex Fluids*, *MRA Medical Advances* 2(2015)1
- 51) **M.A.C. Potenza**, T. Sanvito, G. Fazio, *Optical characterization of industries slurries*, *KONA Particle and Particle Journal review* (2015) **INVITED**
- 50) **M.A.C. Potenza**, T. Sanvito, A. Pullia, *Measuring the complex field scattered by single submicron particles*, *AIP Advances* 5(2015)117222
- 49) **M.A.C. Potenza**, *The daylight sky and Avogadro's number*, *European Journal of Physics* 36(2015)065040
- 48) B. Paroli, et al. (7), *Asymmetric lateral coherence of betatron radiation emitted in laser-driven light sources*, *Eur. Phys. Lett.* 111(2015)44003
- 47) B. Paroli, et al. (7), *Coherence properties and diagnostics of betatron radiation emitted by an externally-injected electron beam propagating in a plasma channel*, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B* 355, 217-220 (2015)
- 46) D. Maes, M.A. Vorontsova, M.A.C. Potenza, T. Sanvito, M. Sleutel, M. Giglio, P. Vekilov, *Do Protein Crystals Nucleate within Dense Liquid Clusters?* *Acta Cryst.* F71 (2015)815-822
- 45) **M.A.C. Potenza**, T. Sanvito, A. Pullia, *Accurate Sizing of Ceria Oxide Nanoparticles in Slurries by the Analysis of the Optical Forward Scattered Field*, *Journal of Nanoparticle Research* 17(2015)110
- 44) M. Morelli, A. Masini, F. Ruffini, **M.A.C. Potenza**, *Web tools concerning analysis and planning support for solar Energy plants starting from remotely sensed optical images*, *Environ. Impact Asses Rev* 52(2015) 18-23
- 43) M. Manfreda, M.D. Alaimo, M. Giglio, M.A.C. Potenza, *Probing Transverse Coherence with the Heterodyne Speckle Approach: Overview and Perspectives*, *Physics Procedia* 62(2015)59-64
- 42) M. Alaimo, et al. (29), *Mapping the transverse coherence of the Self Amplified Spontaneous Emission of a Free-Electron Laser with the heterodyne speckle method*, *Optics Express* 22 (2014)30013-30023
- 41) **M.A.C. Potenza**, P. Milani, *Free nanoparticle characterization by optical scattered field analysis: opportunities and perspectives*, *Journal of Nanoparticle Research* (2014) 16: 2680
- 40) **M.A.C. Potenza**, A. Manca, S. J. Veen, B. Weber, S. Mazzoni, P. Schall and G. H. Wegdam, *Dynamics of colloidal aggregation in microgravity by critical Casimir forces*, *Europh. Lett.* 106(2014)68005
- 39) C. Ghisleri, M. A. C. Potenza, L. Ravagnan, A. Bellacicca, and P. Milani, *A simple scanning spectrometer based on a stretchable elastomeric reflective grating*, *Appl. Phys. Lett.* 104(2014)061910
- 38) C. Ghisleri, M. Siano, L. Ravagnan, **M.A.C. Potenza**, P. Milani, *Nanocomposite-based stretchable optics*, *Laser Photonics Rev.* 7(2013)1020
- 37) T. Sanvito, F. Zocca, A. Pullia and **M.A.C. Potenza**, *A method for characterizing the stability of light sources*, *Optics Express* 21(2013)24630
- 36) S. Mazzoni, M.A.C. Potenza, M.D. Alaimo, S. J. Veen, M. Dielissen, E. Leussink, J-L. Dewandel, O. Minster, E. Kufner, G. Wegdam, and P. Schall, *SODI-COLLOID: a combination of static and dynamic light scattering on board the International Space Station*, *Rev. Sci. Instr.* 84(2013)043704

- 35) S.J. Veen, O. Antoniuk, B. Weber, M.A.C. Potenza, S. Mazzoni, P. Schall, and G.H. Wegdam, Colloidal aggregation in microgravity by critical Casimir forces, PRL 109(2012)248302
- 34) A. Pullia, T. Sanvito, M.A.C. Potenza, and F. Zocca, *A Low-Noise Large Dynamic-Range Readout Suitable for Laser Spectroscopy with PIN Diodes*, Rev. Sci. Instrum. 83(2012)104704
- 33) A. Miotello, M. Robbeto, M.A.C. Potenza, L. Ricci, *Evidence of photoevaporation and spatial variation of grain sizes in the Orion 114-426 protoplanetary disk*, Astro Phys. J. 757(2012)78
- 32) D. Cenadelli, M.A.C. Potenza, M. Zeni, *Stellar Temperatures via Wien's Law: So Basic*, Amer. J. Physics 80:5(2012)931
- 31) **M.A.C. Potenza**, T. Sanvito, V. Degiorgio and M. Giglio, *Confocal Depolarized Dynamic Light Scattering*, Adv. Chem. Phys. 151(2012)61
- 30) **M.A.C. Potenza**, K.P.V. Sabareesh, M. D. Alaimo, M. Carpineti, M. Giglio, *How to measure the optical thickness of scattering particles from the phase delay of scattered waves: Application to turbid samples*, Phys. Rev. Lett. 105(2010)193901
- 29) **M.A.C. Potenza**, T. Sanvito, M. Alaimo, V. Degiorgio, M. Giglio, *Confocal, zero-angle dynamic depolarized scattering* EPJ E 31, 69(2010)72
- 28) M.D. Alaimo, M.A.C. Potenza, M. Manfreda, G. Geloni, M. Szutcki, T. Narayanan and M. Giglio, *Probing the transverse coherence of an Undulator X-Ray Beam Using Brownian Particles*, Phys. Rev. Lett. 109(2009)194805
- 27) V. Degiorgio, **M.A.C. Potenza**, M. Giglio, *Scattering from anisotropic particles: A challenge for the optical theorem?*, EPJE 29(2009)379
- 26) A. Campagnoli, *et al.*, *Feed particle size evaluation: conventional approach versus digital holography based image analysis*, Italian Journal of Animal Science 8(2009)283
- 25) S. Minardi, J. Trull, **M.A.C. Potenza**, *Holographic Properties of Parametric Image Conversion for Spatiotemporal Imaging of Ultra Short Pulses*, Journal of Holography And Speckles 5(2009)85  
INVITED
- 24) D. Magatti, M.D. Alaimo , M.A.C. Potenza and F. Ferri, *Dynamic Near Field Scattering*, Appl. Phys. Lett. 92(2008)241101
- 23) R. Cerbino, L. Peverini, M.A.C. Potenza, A. Robert, P. Bösecke, M. Giglio, *X-Ray-Scattering Information Obtained From Near-Field Speckle*, Nature Physics 4(2008)238
- 22) M.D. Alaimo, D. Magatti, M.A.C. Potenza, F. Ferri, *Heterodyne Speckle Velocimetry of Poiseuille Flow*, Journal of Applied Physics 102(2007)1
- 21) M.D. Alaimo, **M.A.C. Potenza**, D. Magatti, F. Ferri, *Heterodyne Speckle Velocimetry*, Appl. Phys. Lett. 88(2006)191101
- 20) **M.A.C. Potenza**, M.D. Alaimo, D. Magatti, D. Pescini, F. Ferri, M. Giglio, *A new technique for fluid velocimetry*, Optics and lasers in Engineering 44(2006)722-731
- 19) **M.A.C. Potenza**, D. Pescini, D. Magatti, F. Ferri, M. Giglio, *A new particle sizing technique based on near field scattering*, Nucl. Phys. B, 150(2006)334
- 18) **M.A.C. Potenza**, D. Brogioli, M. Giglio, *Total Internal Reflection Scattering*, Appl. Phys. Lett. 85(2004)2730
- 17) F. Ferri, D. Magatti, M.A.C. Potenza, M. Giglio, *Heterodyne Near Field Scattering: a new technique for complex fluids*, Phys. Rev. E, 70(2004)041405

- 16) D. Brogioli, A. Vailati, M. Giglio, **M.A.C. Potenza**, *Near Field Scattering*, Physical Chemistry and Chemical Physics 7(2004)1547
- 15) **M.A.C. Potenza et al.** (7), *Three Dimensional Imaging of Ultrashort Pulses*, Opt. Comm. 229(2004)381
- 14) A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, Y. N. Denisyuk, E. Puddu, *Boolean algebra operations performed on optical bits by the generation of holographic fields through second-order nonlinear interactions*, Rev. Sci. Instr. 72(2001)2525
- 13) A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, *Combinational tasks performed by second-harmonic-generated holograms*, Opt. Lett 25(2000)1570
- 12) Y. N. Denisyuk, A. Andreoni, M. Bondani, M. A. C. Potenza, *Real time holograms generated by second harmonic cross correlation of object and reference optical fields*, Opt. Lett 25(2000)890
- 11) Yu. N. Denisyuk, A. Andreoni, M. A. C. Potenza, *Formation of the holographic image of a diffuse object in second harmonic radiation generated by a nonlinear medium*, Opt. & Spectr. 89(2000)476-483  
**INVITED**
- 10) Yu. N. Denisyuk, A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, *Holographic properties of the second harmonic cross-correlation of object and reference wave fields*, JOSA B 17,6(2000)966-972
- 9) Yu. N. Denisyuk, A. Andreoni, M. A. C. Potenza, *Recording of a hologram by using the second-order nonlinearity*, Opt. & Spectr. 89(2000)113-120  
**INVITED**
- 8) Yu. N. Denisyuk, A. Andreoni, M. Bondani, M. A. C. Potenza, *Transformation of holographic wave-fields under the influence of the second order non-linearity of a nonlinear material*, Opt. Mem. Neural Netw. 9(2000) 201-207  
**INVITED**
- 7) A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, F. Villani, *"Viewing" objects hidden in scattering media by frequency-doubling the Fourier-transform of the image*, Opt. Comm. 174 (2000) 487-497
- 6) A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, F. Villani, *Relevance of temporal coherence in the second-harmonic cross-correlation measurement of a multiply scattered laser pulse*: European Physics Journal D 8, 111-116 (2000)  
**INVITED**
- 5) A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, *Control of the effects of crystal dispersion at different orders in the mixing of free phase-matched waves on a 5- to 100- fs time scale*, J. Telecomm. Inf. Techn. 1,2 (1999) 16
- 4) Yu. N. Denisyuk, A. Andreoni, M. A. C. Potenza, *Holographic properties of the effect of second order harmonic cross-correlation of optical wavefields*, Optical Memory and Neural Network 8, 3(1999)123
- 3) A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, F. Villani, *Phase-selection of image-bearing field components by frequency up-conversion in non-linear crystals*, Journal of Non linear Optical Physics and Materials, 8(1998)55  
**INVITED**
- 2) A. Andreoni, M. Bondani, **M.A.C. Potenza**, *Ultra-broadband and chirp-free frequency doubling in  $\alpha$ -barium borate*, Opt. Comm. 154, 376 - 382 (1998)
- 1) G. Boella, M. Gervasi, **M.A.C. Potenza**, P.G. Rancoita and I. Usoskin, *Modulated antiproton fluxes for interstellar production models*, Astroparticle Physics 9, 3, 261 - 267 (1998)

## ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO DI CENTRI O GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI O PARTECIPAZIONE AGLI STESSI

Dal 2010 ho fondato e coordino il Laboratorio di Strumentazione Ottica e il relativo gruppo di ricerca, presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano.

Dal 2023 sono Direttore del Centro di Eccellenza CIMaNa dell'Università di Milano.

Mi occupo di sviluppare e validare strumentazione ottica innovativa con applicazioni in diversi ambiti scientifici e industriali e con forti collaborazioni interdisciplinari nazionali e internazionali.

Negli anni ho sviluppato tecnologie di punta che spesso sono risultate di interesse per enti nazionali, esteri, sovranazionali e industrie. Ho sviluppato strumentazione per lo spazio e per ambienti estremi (spazio, freddo, caldo, alta quota, incluse entrambe le regioni polari).

Il mio laboratorio opera come una facility dedicata allo sviluppo e alla caratterizzazione di sistemi ottici, aperto alle collaborazioni e all'erogazione di servizi.

Il mio gruppo di ricerca dispone attualmente di uno spazio di circa 100 mq, più circa 60 mq dedicati all'attività didattica per il corso di Laurea in Fisica. Dispone inoltre di una zona di aggiustaggio meccanico e un laboratorio di elettronica.

A partire dal 2014 ho attivato una Convenzione Quadro con il Dipartimento di Scienze Ambientali di Bicocca per estendere la mia attività anche presso il laboratorio EUROCOLD. Coordino le attività di caratterizzazione ottica e di supporto tecnologico ai gruppi di ricerca impegnati in aree polari.

A partire dal 2016 ho attivato una collaborazione presso il Laboratorio CNR di Testa Grigia per svolgere ricerca in ambiente estremo (3500 mslm).

Da novembre 2018 ho installato uno strumento presso la stazione Concordia, in Antartide Orientale. Da marzo 2022 ho installato uno strumento identico presso la stazione di ricerca artica "Dirigibile Italia", a Ny Alesund (Isole Svalbard). Entrambi sono tutt'ora operativi.

Nell'ambito del progetto SOLARIS ho coordinato le attività tecnologiche per la riqualificazione di due telescopi presso le basi italiane in Antartide, il primo dei quali è operativo da fine novembre 2024.

Dal 2004 al 2009 ho coordinato per conto di ESA le attività di sviluppo tecnologico dello strumento COLLOID, installato a bordo della Stazione Spaziale. Negli anni successivi (2009-2017) ho coordinato e svolto gran parte delle attività di analisi dei dati raccolti dallo strumento.

Da più di dieci anni coordino le attività di sviluppo di diagnostica avanzata per fasci di particelle, prima in collaborazione con INFN-Frascati, dal 2015 per conto del Beam Diagnostic Group del CERN.

A partire dal 2023 ho dato inizio ad attività bilaterali tramite il Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale. Sto coordinando tre azioni:

- 1) Nel 2024, con il supporto dell'Ambasciata Italiana a Stoccolma, ho coordinato la stesura di un MoU tra il mio Ateneo, l'Istituto Nazionale di Astrofisica, lo Swedish Institute of Space Physics e la Swedish Space Corporation allo scopo di coordinare una azione per la realizzazione di osservatori per il monitoraggio solare a radiofrequenza, nel quale il mio gruppo fornisce il supporto tecnologico.

- 2) Sto organizzando per il 2025 una azione analoga con l'Ambasciata Italiana a Oslo per finalizzare un MoU volto alla realizzazione di strutture analoghe in Norvegia e alle isole Svalbard.

Lo scopo di queste due azioni è di arrivare a fondare il primo sistema di monitoraggio solare continuo con due telescopi in area Artica e due sul continente Antartico.

- 3) Sto coordinando la stesura di un Mou tra il mio Ateneo, l'Università Milano Bicocca e l'Università di Stoccolma per la caratterizzazione di polveri in atmosfera e criosfera in Artico e Antartide.

## ATTIVITÀ QUALI LA DIREZIONE O LA PARTECIPAZIONE A COMITATI EDITORIALI DI RIVISTE SCIENTIFICHE

Associate Editor per la rivista Scientifica Reports di Nature publishing group.

## FINANZIAMENTI COMPETITIVI OTTENUTI IN QUALITÀ DI RESPONSABILE DI PROGETTO

Riporto decorrenza e termine (per i progetti conclusi), il nome del progetto, una breve descrizione e il relativo budget tra parentesi.

2023- PI del progetto “INSPIRED”, finanziato dal MUR per lo sviluppo di tecniche innovative di trasmissione di grandi quantità di dati mediante multiplexing di stati con diverso momento angolare orbitale, ottici e a radiofrequenza, e di metodi di calcolo ottico non convenzionale. (> 4 M€)

2023- Co-PI del progetto-osservatorio “SOLARIS”, per la realizzazione di osservatori per il monitoraggio del Sole a radiofrequenza dall’Antartide e in Artico. (40 k€)

2020-2021: Responsabile del progetto IMPACT finanziato dal programma di trasferimento tecnologico di UNIMI Seed4Innovation (55 k€)

2019- Responsabile di unità del progetto “ICE-OPT”, finanziato dal Programma Nazionale di Ricerca in Antartide per l’installazione di uno strumento per la caratterizzazione di cristalli di neve in atmosfera presso la stazione Italo-Francese Concordia, sul plateau antartico. (40 k€).

2017- Responsabile Nazionale del progetto “OPTAIR”, finanziato dal Programma Nazionale di Ricerca in Antartide per l’installazione di uno strumento permanente per la caratterizzazione di aerosol in atmosfera presso la stazione Italo-Francese Concordia, sul plateau antartico orientale (234 k€).

2017-2019 Responsabile per un progetto co-finanziato da ESA volto allo studio di cristallizzazione di proteine in ipergravità, in collaborazione con le Università di Bruxelles e di Huston (finanziato il tempo macchina presso la Large Diameter Centrifuge di ESA).

2016-2019 Responsabile Scientifico di un progetto FESR, “Geolocalized Aerosol characterization by Integrated Array” (GAIA) finanziato dalla Regione Valle d’Aosta, volto allo sviluppo di strumentazione automatica per la caratterizzazione ottica di aerosol in atmosfera. (600 k€)

2013-2016 Responsabile di un finanziamento nazionale FIRB Giovani per lo studio di fasci di radiazione X emessi da fasci di elettroni relativistici in plasma (287 k€)

2009-2012- Responsabile per l’Università di Milano all’interno di progetto europeo finanziato nell’ambito FP7-ENIAC per lo studio di diagnostica ottica innovativa nelle linee di produzione della nanoelettronica (309 k€)

**Totale > 5.5 M€**

## FINANZIAMENTI OTTENUTI CON PROCEDURE NON COMPETITIVE O CON CONTRATTI DI SERVIZIO

Riporto le fonti di finanziamento che ho acquisito con contratti o finanziamenti tramite procedure non competitive.

2024- Responsabile di un finanziamento di Venture Capital per sviluppare il proof of concept di tecnologie abilitanti alla trasmissione tutto-ottica di dati ad altissima densità mediante multiplexing nella variabile momento angolare orbitale (326 k€)

2023- Responsabile di un finanziamento da parte del CERN per lo sviluppo della diagnostica di fascio in FCC mediante la caratterizzazione di proprietà di coerenza del fronte d'onda emesso per emissione di sincrotrone (50 kCHF)

2020- Responsabile di un finanziamento per la realizzazione di un validatore ottico di una tecnologia brevettata da Unilock srl (20 k€)

2019- Responsabile per un contratto di servizio per conto della DLR (agenzia spaziale tedesca) per lo svolgimento di misure di light scattering (18 k€)

2018-2022 Responsabile di un finanziamento da parte del CERN nell'ambito di una collaborazione con CERN e ALBA (Barcellona) volta alla diagnostica di fasci di particelle ultrarelativistiche mediante la caratterizzazione di proprietà di coerenza del fronte d'onda emesso per sincrotrone (60 kCHF)

2015- Responsabile di progetti per conto di ESA, in collaborazione con aziende del settore spazio e le università di Bruxelles e Huston, per la realizzazione di strumentazione ottica da installare a bordo della Stazione Spaziale allo scopo di studiare la cristallizzazione di proteine (50 k€)

2012-2015 Responsabile di un contratto con RSE per lo studio di fattibilità e la realizzazione di diagnostiche ottiche (80 k€)

2014-2015-Responsabile dello studio e della realizzazione di un dimostratore ottico per conto di ESA, in collaborazione con la ditta belga Qinetiq space e l'università di Utrecht (40 k€).

2005-2009- Responsabile tecnico di contratti per conto di ESA con le ditte responsabili dello sviluppo della strumentazione di volo per l'esperimento COLLOID, installato a bordo della Stazione Spaziale nel 2009. L'attività ha permesso di portare lo strumento da un livello TRL3 a TRL9. (40 k€)

Altri contratti minori (20 k€)

**Totale > 730 k€**



## TITOLARITÀ DI BREVETTI

B.12) V. Maggi, C. Artoni, M.A.C. Potenza, *Method and apparatus for the characterization of a non-homogeneous solid*

PCT: PCT/IB2024/051164 del 08 Febbraio 2024 - IT: N. 102023000002175 del 09 Febbraio 2023

B.11) P. Milani, B. Paroli, M.A.C. Potenza, *Metodo per calcolare otticamente funzioni booleane ad m ingressi e relativo sistema elettro-ottico di calcolo*

PCT: PCT/IB2023/050877 del 1 Febbraio 2023 - IT: N. 102022000001982 del 4 Febbraio 2022

B.10) M.A.C. Potenza, B. Paroli, M. Siano, *Method and system for demultiplexing and demodulating signals multiplexed in the variable optical angular momentum*

PCT: PCT/IT2020/053395 del 9 Aprile 2020

B.9) M.A.C. Potenza, B. Paroli, M. Siano, *Method and system for transmitting and receiving an electromagnetic radiation beam with detection of orbital angular momentum and related telecommunication method and system*

PCT: PCT/IB2020053150 del 2 Aprile 2020 - IT: 102019000005706 del 12 Aprile 2019

B.8) M.A.C. Potenza, *Apparatus for the characterization of objects by analysis of scattered radiation*

PCT: PCT/IT2018/000076 del 22 Maggio 2018

B.7) R. Malgesini, L. Barbieri, M. Gondola, A. Villa, M.A.C. Potenza, *Metodo per la misura di campi elettrici e relativa apparecchiatura*

PCT: PCT/IB2017/052532 (E0113666) - IT: 102017000040531 (I0169224)

B.6) M.A.C. Potenza, *A method for the characterization of objects by means of scattered radiation analysis and related instrumentations*

PCT: PCT/IB2018/053525 del 18 Maggio 2018 - IT: 102017000073456 del 30 Giugno 2017

B.5) M.A.C. Potenza, T. Sanvito, P. Milani, *A method for the characterization of particle-particle and particle-medium interactions*

PCT/EP2015/056591 del 26 Marzo 2015 - USA provisional 62/005453 del 30 maggio 2014

B.4) M. Giglio, M.A.C. Potenza, *A method of measuring properties of particles and corresponding apparatus*

PCT: 2005-06-22 PCT/IT/2005/000362

USA: 2005-06-22 US 2010/0141945

B.3) M. Giglio, M.A.C. Potenza, *A method for measuring properties of particles by means of interference fringe analysis and corresponding apparatus*

PCT: PCT/IB2005/000411 del 18 Febbraio 2005 -

UE: EP1721144 del 18 Febbraio 2005

USA: US 589514 del 18 Febbraio 2005

B.2) M. A. C. Potenza, D. Brogioli, M. Giglio, *Descrizione di un procedimento per la misurazione di proprietà di materiali torbidi, e relativa apparecchiatura*

Estensione Nazionale 2003-10-22 TO2003A000830

B.1) D. Brogioli, A. Vailati, M. Giglio, M. Potenza, *Method for measuring properties of particles immersed in a body and corresponding apparatus*

PCT: 2002-06-17 PCT/IT02/00396 - WO02/103332

UE: 2002-06-17 EP1409994

Jap: 2003-12-18 JP2003000505599

USA: 2004-07-06 US20040239932 - US7268874

## PREMI E RICONOSCIMENTI NAZIONALI E INTERNAZIONALI PER ATTIVITÀ DI RICERCA

2023: Premio “Raymond Zreick per la tecnologia e l’innovazione”

2022: Premio per la seconda migliore comunicazione nella sessione “Geofisica e Fisica dell’Ambiente” durante il 108° Congresso della Società Italiana di Fisica

2021: Premio per la Didattica della Società Italiana di Fisica con la motivazione “Per l’ideazione e la realizzazione di procedure innovative che consentono di avvicinare gli studenti della triennale all’analisi spettrale e alla teoria dei sistemi lineari mediante esperimenti di ottica”

2020: Riconoscimento del lavoro “Paroli B., et al, Single-shot measurement of phase and topological properties of orbital angular momentum radiation through asymmetric lateral coherence”

2015: Riconoscimento per il lavoro “M.A.C. Potenza, The Daylight Sky and Avogadro's Number, Eur. J. Phys. 36(2015)065040” [49] tra gli Highlights 2015 della rivista, con la motivazione “Your paper has been chosen for its outstanding quality and valuable contribution to the physics-teaching community”

2013: 2° Premio Start-Cup Milano Lombardia per l’idea imprenditoriale di una Start-up basata su una tecnologia da me sviluppata e oggetto di brevetto dell’Università di Milano [B4]

2008: Premio Ricerca.tissimi della Regione Lombardia per la collaborazione alla realizzazione della strumentazione di volo dello strumento sulla Stazione Spaziale

2003: Premio della Provincia di Milano per il brevetto relativo alla tecnica di Near Field Scattering [B1] come migliore brevetto accademico della Lombardia

## APPARTENENZA AD ACCADEMIE SCIENTIFICHE DI RICONOSCIUTO PRESTIGIO

2023- Membro del Tavolo Artico

2022- Membro dell’Istituto di Scienze Polari del CNR

2021- Membro del Polar Expert Group per le nuove tecnologie in Antartide

2020- Membro del centro internazionale CMWS (Centre for Molecular Water Studies)

## PARTECIPAZIONE IN QUALITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI DI INTERESSE NAZIONALE E INTERNAZIONALE

Riporto alcuni dei talk più recenti che ho tenuto presso qualificati convegni internazionali, inclusi due invited tenuti precedentemente.

- Set 2024: Invited talk alla sezione giovani del Congresso SIF, Bologna
- Giu 2024: Invited talk al Convegno Internazionale OSCA Workshop 2024, ONERA, Tolosa
- Dic 2023: Invited talk alla Giornata Nazionale dello Spazio, Stoccolma, iniziativa bilaterale Italo-Svedese organizzata dall’Ambasciata Italiana in Svezia
- Set 2023: Presentazione al Convegno “Astronomy and Astrophysics from Antarctica”, Longyearbyen
- Giu 2022: Invited talk al convegno XIX European Light Scattering Conference,
- Ott 2022: Presentazione al Convegno internazionale “Optics, Photonics and Lasers”
- Giu 2019: Presentazione al Convegno internazionale “Astronomy and Astrophysics from Antarctica”, Pavillon (AO)
- Giu 2015 Invited talk alla Gordon Conference “Clusters & Nanostructures”, Girona Spagna
- Apr 2012: Invited talk al Convegno ESA “Dust and grains in low gravity and space environments”, ESTEC, Olanda

## **ATTIVITÀ DI VALUTAZIONE NELL'AMBITO DI PROCEDURE DI SELEZIONE COMPETITIVE NAZIONALI E INTERNAZIONALI**

Ho fatto parte di numerose commissioni di concorso e di ammissione a posizioni in ambito universitario. Di seguito riporto le procedure nelle quali sono stato in commissione negli ultimi 4 anni.

2024 Assegno di Ricerca di tipo B presso il Dipartimento di Fisica Università di Milano  
2024 Assegno di Ricerca di tipo B presso il Dipartimento di Fisica Università di Milano  
2024 Presidente della Commissione di valutazione per la selezione di Collaboratori - Fondazione UNIMI  
2024 Presidente della Commissione di valutazione per la selezione di Collaboratori - Fondazione UNIMI  
2023 Assegno di Ricerca di tipo B presso il Dipartimento di Fisica Università di Milano  
2023 Selezione di Collaboratori - progetto PNRR\_MUSA  
2023 RTDA presso il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano  
2022 RTDA presso il Dipartimento di Fisica Università di Milano  
2022 Assegno di Ricerca di tipo B presso il Dipartimento di Fisica Università di Milano  
2021 RTDB presso il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano  
2021 Assegno di Ricerca di tipo A presso il Dipartimento di Fisica Università di Milano  
2021 Assegno di Ricerca di tipo B presso il Dipartimento di Fisica Università di Milano

Ho fatto parte della Commissione per la ammissione al Dottorato in Fisica, Astrofisica e Fisica Applicata nel 2023, 2015, 2008.

Nel 2021 sono stato referee per i progetti del Marsden Fund Neozelandese.

Sono stato referee per i progetti bilaterali italo-francesi.

## **ATTIVITÀ GESTIONALI, ORGANIZZATIVE, DI SERVIZIO**

**INCARICHI DI GESTIONE ED IMPEGNI ASSUNTI IN ORGANI COLLEGIALI E COMMISSIONI, PRESSO RILEVANTI ENTI PUBBLICI E PRIVATI E ORGANIZZAZIONI SCIENTIFICHE E CULTURALI, OVVERO PRESSO L'ATENEO O ALTRI ATENEI**

2024- Membro della Commissione Brevetti di Ateneo (nomina rettorale)  
2023- Direttore del Centro di Eccellenza CIMaNa (nomina rettorale)  
2023- Membro del Tavolo Artico (su invito dell'Ambasciatore per l'Artico)  
2019-2023 Membro del Comitato Esecutivo del Centro CIMaNa (nomina rettorale)  
2010-2023 Membro della Giunta del Dipartimento di Fisica (2010-2014 eletto, 2015-2023 designato)  
2023- Membro del Collegio di Dottorato in Scienze Polari  
2005-2008: Membro della Commissione di Orientamento in Uscita del Dipartimento di Fisica  
2003- Membro del Collegio di Dottorato in Fisica, Astrofisica e Fisica Applicata

## ATTIVITÀ DI TERZA MISSIONE

### Attività di trasferimento tecnologico

2024 - Finanziamento pre-seed da parte di Galaxia-Obloo (Cassa Depositi e Prestiti) per la validazione di metodi per il downlink ottico da satellite [B9, B10]

2014 - Fondazione di una start-up, EOS S.r.l., oggi una società che opera nel campo della realizzazione e produzione di strumentazione ottica per la caratterizzazione di nano e microparticelle [B4]. Attualmente lo strumento basato sul brevetto in licenza è diventata lo standard per la caratterizzazione ottica delle polveri in acqua di fusione da campioni di criosfera. Recentemente lo stesso strumento è entrato in fasi di validazione per il controllo qualità di processi di produzioni attivi presso aziende del settore farmaceutico.

2020 - Contratto di servizio con la ditta OPTEC S.p.a. per la caratterizzazione ottica a temperature criogeniche delle superfici di uno specchio per la missione JUNO di ESA per l'esplorazione di Giove.

2019-2020: Contratto di servizio con la ditta Unilock Srl per lo sviluppo di una tecnologia proprietaria per la caratterizzazione ottica di emulsioni lubrorefrigeranti per macchine utensili.

2019: Sono stato incaricato dall'istituto tedesco INM - Leibnitz-Institut für Neue Materialien gGmbH, Prof. Tobias Kraus, di svolgere misure con un apparato da me sviluppato in laboratorio per la caratterizzazione della aggregazione di nanoparticelle d'oro in un fluido complesso.

2014-2016: Collaborazione con Ricerca sul Sistema Energetico per lo sviluppo di un nuovo sensore elettroottico per la misura di campi elettrici impulsivi. E' stato realizzato un prototipo funzionante, che ha portato RSE a un contratto di sviluppo con Prysmian per l'ingegnerizzazione. L'attività ha portato all'ottenimento di un brevetto internazionale [B7].

2013-2015: Collaborazione con Ricerca sul Sistema Energetico per lo sviluppo di un nuovo dispositivo per la caratterizzazione chimica mediante Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) di carbone per le centrali elettriche. E' stato realizzato un prototipo perfettamente funzionante, collaudato presso i laboratori di RSE.

Grazie al taglio tecnologico delle mie attività e al tempo stesso al forte coinvolgimento nella ricerca fondamentale, sono stato chiamato a far parte di Scientific Advisory Board di aziende ad alto potenziale tecnologico, tra cui:

- EOS srl: studio di sospensioni in liquido e termodinamica fuori equilibrio di sospensioni colloidali
- Corporate Hangar: valutazione delle soluzioni tecnologiche in vista della protezione della PI
- Out Of: sostenibilità ambientale, soprattutto in relazione alla criosfera

Negli anni ho anche partecipato ad attività interdisciplinari che hanno portato le mie attività di ricerca e trasferimento tecnologico presso eventi con il grande pubblico. Durante alcuni di questi eventi ho ricevuto alcuni riconoscimenti, tra i quali:

2018: Premio ECotechGREEN, meeting internazionale nel settore dell'Architettura del Paesaggio e Verde tecnologico, in relazione alle attività di diagnostica integrata di sistemi di produzione di microverdure in ambiente estremo

2015: Premio Milano Montagna "Per il lavoro sul tema della sicurezza e dell'emergenza in condizioni estreme", in relazione alle attività di ricerca in quota.

### Attività di diffusione della cultura scientifica

Dal 1997 svolgo attività di conferenziere presso il Civico Planetario di Milano.  
Tengo abitualmente conferenze presso scuole e centri culturali.  
Ho tenuto in tutto più di 250 conferenze a carattere divulgativo.

Società Italiana di Scienze Naturali  
1998-1999 Vice-Presidente con delega alla diffusione della Scienza.

### Editoria scientifica

Ho pubblicato i seguenti libri:

L'Universo di Einstein - Hoepli 2001 - ISBN 88-203-2984-0

Dio non gioca a dadi - Hoepli 2011 - ISBN 978-88-2034702

Ho svolto la traduzione del testo "Sky in a bottle" di Peter Pesic:

"Il cielo in bottiglia" - Bollati Boringhieri 2005 - ISBN 978-88-339-1810-5

Per diversi anni ho curato la rubrica delle recensioni di libri per la rivista "L'Astronomia", Ed. Orione.

Sono stato consulente scientifico per la casa editrice De Agostini, collaborando alla realizzazione di alcune pubblicazioni tra le quali:

GEDEA Scienze - De Agostini (1997-2000)

Enciclopedia Alla scoperta del Mondo - De Agostini (2000)

### Interventi televisivi

2022: Partecipazione a diverse edizioni di TG2 Scienza, durante la mia spedizione in Artico

2015: Intervista su RAI3, 7 marzo 2015, per i lavori sul paleoclima

2013: Intervista a LA7, novembre 2013, per l'assegnazione del Nobel per la Fisica

2013: Ospite presso due serate di CNMB news dedicate alla tecnologia

Data

9 dicembre 2024

Luogo

Milano

Prof. Yury N. Denisyuk

Ioffe Physico-Technical Inst, Politekhnicheskaya Str.26,S.Petersburg 194021,Russia

***Letter of Presentation of Ph.D. Marco Potenza.***

It is a pleasure to me to say some words of recommendation in favour of Ph.D. Marco Potenza who was my colleague on joint research for 2 years. The object of this research was a new type of holograms recorded in a nonlinear material capable of second-order nonlinearity. We refer to holograms of such a type as Second Harmonic Generated Holograms (SHG holograms ). Rules that determine the process of image formation strongly differ in this case from rules of conventional holograms.

Ph.D. Marco Potenza was responsible for designing and embodiment of experimental setup for recording SHG holograms and carrying out experiments on their investigation.

The experiments confirmed the ability of SHG holograms to form high quality image of recorded objects. In accordance with theory the distance from the image to hologram was two times more then that of from hologram to object. The frequency of the light that formed the reconstructed image was also doubled. The most striking result of the experiments was the fact that unlike a conventional hologram the degree of coherence of an object and reference waves did not influenced the quality of the reconstructed image. In fact this effect was a direct result of the fast response of SHG hologram.

The above considered works of Marco Potenza present the good contribution to the scientific base of the new type of holograms

Other important works of Ph.D. Marco Potenza are devoted to the problems of the application this type of holograms.

The most important of these works are: Scheme of "all optical gates " for super-fast switching of optical signals; Experiments on "all optical" computing; Experiments on wave-front conjugation.

In the whole Ph.D. Marco Potenza is an experienced, talented and workable scientist in the field of nonlinear optics, and holography who is able of obtaining successful final result using the methods of theoretical and experimental physics. I am sure that he is capable to be the scientific leader in the field of holography.

Yury N. Denisyuk

 25.08.05

Member of the Academy of Science of Russia, Fellow of SPIE, Recipient of Lenin and State Prizes of USSR and R.W. Wood Prize of OSA

---