

## ALLEGATO A

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di valutazione per la chiamata a professore di II fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 24, comma 6, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 02/D1 - Fisica Applicata, Didattica e Storia della Fisica , (settore scientifico-disciplinare FIS/07 - Fisica Applicata (a Beni Culturali, Ambientali, Biologia e Medicina)) presso il Dipartimento di FISICA- Aldo Pontremoli, Codice concorso \_4191\_

## Nicola Gherardo Ludwig CURRICULUM VITAE

### INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	LUDWIG
NOME	NICOLA GHERARDO
DATA DI NASCITA	[ 31.7.1966 ]

### Sommario

1- Curriculum sintetico	2
2- Titoli e formazione	3
3- Attività di ricerca	
a. Analisi con tecniche non distruttive su opere pittoriche	
3	
b. Termografia in ambito della diagnostica nei beni culturali	4
c. Termografia in ambito biologico e veterinario	4
d. Termografia in ambito delle scienze dello sport	4
e. Colorimetria	4
f. Multispectral imaging	5
g. Didattica della fisica	5
4- Pubblicazioni	
a. Articoli su rivista internazionale con peer review	6
b. Testi divulgativi, manuali, capitoli di libri	11
5- Progetti di ricerca e finanziamenti	12
6- Attività didattica e formazione	13
a. Insegnamenti universitari	
b. Formazione	
7- Attività di valutazione	15
8- Attività organizzative e gestionali	15
9- Terza missione	16

## 1- Curriculum sintetico

Titoli	<p>- Da ottobre 2006 Ricercatore Universitario (FIS07) presso Università degli Studi di Milano</p> <p>- Maggio 2004 Dottorato di ricerca presso Università degli Studi di Firenze</p> <p>- Novembre 1991 Laurea in fisica, Università degli Studi di Milano</p>
Attività di ricerca	<p>Dal 2009 coordino il gruppo di ricerca nell'ambito della fisica applicata allo studio dei Beni Culturali (archeometria) cui fanno capo tre laboratori (raggi X, Diagnostica per l'Arte e Fitotrone–prove materiali)</p> <p>180 pubblicazioni, 1197 citazioni, h-index 17, i10-index 33 (fonte google scholar)</p> <p>Pubblicazioni su rivista peer reviewed 63, h-index 13 (fonte Scopus al 2.9.2019)</p>
Progetti e finanziamenti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobartech – Regione Lombardia</li> <li>• Luini in nuova Luce - CARIPLO</li> <li>• Certosa di Pavia – Regione Lombardia</li> <li>• Il cortile del Richini – Regione Lombardia</li> <li>• HERITSOL, progetto Europeo, non approvato in seconda fase di valutazione</li> <li>• Responsabile attività di Conto terzi laboratorio di diagnostica per l'arte.</li> </ul>
Didattica	<p>2010 a oggi Metodi di analisi per lo studio dei Beni Culturali (corso fondamentale 9 CFU)</p> <p>2015 a oggi cotitolare del laboratorio di Tecniche fisiche avanzate per lo studio dei beni culturali (6CFU)</p> <p>2008 - oggi Analisi ottiche per i beni culturali (6 CFU)</p> <p>2014 - 2017 Laboratorio di Analisi non distruttive per lo studio dei Beni culturali (6 CFU)</p> <p>2007 - 2016 Misure fisiche sull'ambiente turno di archeometria (6 CFU)</p> <p>2009 - 2012 Metodi analitici per lo studio dei Beni Culturali (6 CFU)</p> <p>2006 - 2009 Analisi chimiche per i Beni Culturali (3 CFU)</p> <p>2018 Professore a contratto di Elementi di Fisica per il restauro presso Accademia di belle arti di Brera- corso di laurea a ciclo unico in Restauro</p>
Formazione e divulgazione	<p>Tutore di due tesi di dottorato in fisica</p> <p>Responsabile di tre assegni di ricerca di tipo B</p> <p>Nel corso della carriera da ricercatore ho seguito come relatore circa 50 tesi di laurea e 3 come correlatore presso il politecnico di Milano.</p> <p>Comitato scientifico congresso MODHIMA 2011 e 2018</p>
Attività di valutazione	<p>Referee per riviste del settore (fisica applicata):</p> <p>Journal of cultural heritage (guest editor)</p> <p>Applied Optics, Infrared technology and applications, Measurements, Quantitative infrared thermography journal, Electronics imaging,</p> <p>Valutatore per progetti di ricerca nazionali</p>
Attività gestionali	<p>Coordinatore CRC per le applicazioni in ambito clinico e di laboratorio di tecniche non invasive di analisi multispettrale e di ricerca traslazionale</p> <p>Membro giunta di Dipartimento dal 2012 al 2017</p> <p>Responsabile attività due tecnici laureati del Dipartimento di Fisica</p> <p>Rappresentante elettivo nel comitato di Direzione facoltà di scienze e tecnologie</p> <p>Collegio docenti scuola di giornalismo Walter Tobagi</p> <p>Referente Qualità per il CdL in Fisica</p>
Terza missione e divulgazione	<p>Coautore di 7 testi teatrali di fisica con deposito SIAE rivolti sia alle scuole che al pubblico per festival scientifici e opend day. Partecipazione a progetti europei LERU-KIDS e ESOF 2010. Trasmissioni televisive come ospite opinionista per SKY, MEDIASET e RAI.</p> <p>Autore di testi a carattere divulgativo a diffusione nazionale e di articoli in enciclopedie e monografie a carattere internazionale</p>

## 2- Titoli e formazione

Da ottobre 2006 **Ricercatore Universitario** settore scientifico disciplinare FIS/07 Fisica applicata a beni culturali, ambientali, biologia e medicina,

2018-2019 **Professore a contratto** corso Elementi di Fisica per il restauro presso Accademia di belle arti – Brera.

**Esaminatore ECDL** (european computing driving licence)

1999-2006 **Tecnico laureato** a tempo indeterminato presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano con compiti di assistenza al laboratorio didattico del corso di Laboratorio di fisica 3 e 4 (elettromagnetismo, ottica e fisica moderna).

1993-1999 contratto come tecnico laureato (ex art 26 DPR 382/80) con l'Istituto di Fisica Generale Applicata (Università degli Studi di Milano) per l'utilizzo di apparecchiature termografiche presso il laboratorio di Archeometria della cattedra di Metodologie Fisiche per i Beni Culturali (Prof. M. Milazzo).

- 2004 Dottore di Ricerca, XVI ciclo, in Scienze per la Conservazione dei Beni Culturali presso Dipartimento di Chimica - Università degli Studi di Firenze. Tesi di dottorato su "Tecniche di spettroscopia d'immagine" relatore Prof. Mario Milazzo
- Gennaio-aprile 2004 Stage presso Laboratori di ricerca del Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) sede del Louvre – Parigi
- Giugno 2003 International School of Physics Enrico Fermi Corse CLIV "Physics methods in Archaeometry"
- 2002 stage presso Laboratorio di Ottica applicata ai Beni Culturali dell'Istituto Nazionale di Ottica Applicata presso l'Opificio delle Pietre Dure sede Fortezza da Basso, Firenze.
- 1991 Laurea in Fisica conseguita presso l'Università degli Studi di Milano con tesi sperimentale "Misure di ozono in atmosfera" relatore prof. Ugo Facchini.

## 3- Attività di Ricerca

**3.a** In ambito delle **analisi con tecniche non distruttive su opere pittoriche** (spettroscopia UV-Vis-NIR, riflettografia IR, Fluorescenza UV, XRF, radiografia). Dal 2012 partecipazione a 3 importanti progetti in area Lombarda sullo studio delle tecniche pittoriche con metodi non invasivi. Progetto TIVAL, Analisi sulle miniature dei gradualis della Certosa di Pavia (con Unimib, Unipavia e Politecnico di Milano). Progetto Luini in nuova luce, analisi sulla collezione di dipinti attribuiti a Bernardino Luini presso la Pinacoteca ambrosiana (con CNR, Unimib, Politecnico di Milano capofila Pinacoteca ambrosiana). Progetto MOBARTECH - *una piattaforma mobile tecnologica, interattiva e partecipata per lo studio, la conservazione e la valorizzazione di beni storico-artistici* (dal 2017 in corso) responsabile locale, con Unimib, Unicatt, CNR INF, e partner privati PMI, capofila Arteria srl. Dal 2003 ho lavorato nell'ambito del cofinanziamento MIUR (PRIN terzo rinnovo 2006-2007, responsabile UNIMI Prof. M. Milazzo) per lo sviluppo di tecniche non invasive sulle opere d'arte collaborazione con l'Università degli Studi di Bologna Dipartimento di Arti Visive (prof. Mauro Lucco) per lo sviluppo di sistemi portatili per la riflettografia IR ad alta definizione e con il CRIBECU (centro Ricerche Informatiche per i Beni Culturali) della scuola Normale di Pisa per la realizzazione dell'archivio generale delle indagini non invasive sulle opere d'arte (prof. M. Ferretti).

L'attività di ricerca del gruppo nell'ambito della riflettografia è stata citata sul numero di maggio 2005 di Europhotonics. Sempre nell'ambito delle applicazioni di riflettografia alla ricostruzione di testi andati perduti da alcuni anni si è sviluppata una collaborazione con il Centro di papirologia di

UNIMI per la messa a punto di tecnologie in grado di studiare reperti di difficile leggibilità (papiri, ostraka).

Fra le pubblicazioni di rilievo in questo settore quelle per la messa a punto e la caratterizzazione di nuovi strumenti per la riflettografia infrarossa nei quali ho operato come coordinatore di gruppo del dipartimento di fisica.

- Gargano, M., Cavaliere, F., Viganò, D., Galli, A. and Ludwig, N., *A new spherical scanning system for infrared reflectography of paintings*, *Infrared Physics & Technology*, 81 (2017), pp.128-136.
- Gargano M., Ludwig N, Poldi G., *A new methodology for comparing IR reflectographic systems*, *Infrared Physics & Technology*, 49 (2007), 249–253.

Per l'analisi sullo studio di pigmenti viene riportato il lavoro su *Microchemical Journal* nel quale ho contribuito alla presa dati, al coordinamento fra i diversi autori fra cui uno straniero, alla scrittura dei risultati e della discussione relativi alle tecniche di imaging e di spettroscopia in banda UV-VIS-NIR.

- Bonizzoni, L., Bruni, S., Gargano, M., Guglielmi, V., Zaffino, C., Pezzotta, A., Pilato, A., Auricchio, T., Delvaux, L. and Ludwig, N., *Use of integrated non-invasive analyses for pigment characterization and indirect dating of old restorations on one Egyptian coffin of the XXI dynasty*. *Microchemical Journal*, 138, 2018, 122-131.

**3.b Termografia in ambito della diagnostica nei beni culturali**, da oltre venti anni collaborazione con il Politecnico di Milano (Dipartimento ABC prof.ssa Rosina, Dipartimento di Conservazione e Storia dell'Architettura proff. Dezzi-Bardeschi e Cruciani-Fabozzi, Dipartimento di Ingegneria Strutturale prof.ssa Binda) e con l'istituto per la conservazione e la valorizzazione dei Beni Culturali (CNR-ICVBC) per la messa a punto di metodologie di indagine non distruttiva su manufatti architettonici mediante sistemi termografici. In particolare sono state messe a punto tecniche di monitoraggio non invasive dell'umidità di superficie. Organizzazione del congresso MODIHMA (MOisture Detection In Historic MASONry, nelle due edizioni, 2011 e 2018) <http://www.modihma2018.polimi.it/>.

La più recente pubblicazione riguarda lo studio critico dei sistemi per il risanamento da umidità basati su metodi elettrosmotici, nella pubblicazione della quale sono corresponding author, ho descritto le attività sperimentali, ho messo a punto i sistemi di indagine diagnostica e ho contestualizzato il lavoro nell'ambito della ricerca internazionale nel settore.

- Melada, J., Gargano, M., Veronese, I. and Ludwig, N., *Does electro-osmosis work in moisture damage prevention? Applicability of infrared-based methods to verify water distribution under electric fields*, *Journal of Cultural Heritage*, 31 (2018), S38-S45.

La parte più rilevante delle mie pubblicazioni come primo autore o corresponding author riguarda l'applicabilità di modelli analitici per la diffusione del calore in versione semplificata per l'impiego in indagini termografiche su opere in muratura. In questi 4 lavori che coprono circa 18 anni di lavoro ho contribuito nell'ideazione della parte sperimentale nella descrizione di materiali e metodi e nell'analisi dei risultati.

- Ludwig N., *Thermographic testing on building using a simplified heat transfer model*, *Materials evaluation* Vol.61, 5 (2003), 599-603.
- Ludwig, N., Redaelli, V., Rosina E. and Augelli, F., *Moisture detection in wood and plaster by IR thermography*, *Infrared Physics & Technologies* 46 (2004) 161-166, Elsevier ISSN 1350-4495
- Ludwig N., P. Teruzzi P., *Heat losses and 3D diffusion phenomena for defect sizing procedures in video pulse thermography*, *Infrared Physics & technology* 43 (2002) 297-301. Elsevier

- Ludwig, N., Rosina, E., Sansonetti, A., *Evaluation and monitoring of water diffusion into stone porous materials by means of innovative IR thermography techniques*, Measurement 118 (2018), 348-353.

Sempre in ambito termografico ho partecipato alla pubblicazione di un importante caso studio presentato su rivista con IF più alto rispetto alla media del settore dei Beni Culturali. Nel lavoro ho contribuito per la le parti delle misure termografiche, nella loro elaborazione ed interpretazione e nel confronto dei risultati con le altre tecniche impiegate nello studio.

- Nava S., Becherini F., Bernardi A., Bonazza A., Chiari M., Garcia-Orellana I., Luccarelli F., Ludwig N., Migliori A., Sabbioni C., Udisti R., Valli G., Vecchi R., *A integrated approach to asses air pollution threats to cultural heritage in a semi-confined environment: The case study of Michelozzo's courtyard in Florence (Italy)*. Science of the total environment. - ISSN 0048-9697. - ISSN 1879-1026. - 408:6 (2010), 1403-1413.

Infine recentemente ho coordinato la collaborazione con il Politecnico di Milano in un campo innovativo di impiego della termografia legata alla protezione dei siti archeologici

- Gargano, M., Rosina, E., Monticelli, C., Zanelli, A. and Ludwig, N., *Characterization of aged textile for archeological shelters through thermal, optical and mechanical tests*, Journal of Cultural Heritage, Volume 26, 2017, 36-43, ISSN 1296-2074.

**3.c Termografia e applicazioni in ambito biologico e veterinario.** Dal 2014 ricopro l'incarico di coordinatore Centro di ricerca coordinata per le applicazioni in ambito clinico e di laboratorio di tecniche non invasive di analisi multispettrale e di ricerca traslazionale. Coordinated Research Center for clinical and laboratory applications of non-invasive multispectral analysis and translational research. Con sede presso il Dipartimento di Fisica. Il CRC ha stipulato due convenzioni di ricerca con Istituto farmacologico Mario Negri e con istituto Auxologico italiano per lo sviluppo di tecniche non invasive (termografia infrarossa) negli studi sul benessere animale in animali da laboratorio. (32) (49) (51)

Nel 2010 si è conclusa una lunga serie di sperimentazioni iniziate con un progetto finanziato dal ministero dell'agricoltura nel 1992 sull'uso della termovisione per la selezione di specie vegetali resistenti agli stress climatici. Il lavoro ha prodotto due articoli fra i più citati della mia produzione scientifica. (43) (47)

**3.d Termografia e applicazioni in ambito delle scienze dello sport,** dal 2011 una vivace collaborazione con il gruppo di lavoro raccolto attorno al prof. Alberti nel Dipartimento di scienze biomediche per la salute ha portato alla collaborazione ai temi di ricerca di dottorati di ricerca e a numerose pubblicazioni sull'impiego della termografia in studi di termoregolazione durante e in seguito all'esecuzione di specifici esercizi fisici. Alcuni lavori hanno in particolare analizzato i metodi statistici per l'analisi dati termici ottenuti con termografia. Nei due lavori evidenziati ho contribuito proponendo alla comunità scientifica che si occupa di analisi termiche un nuovo metodo per ottenere un dato termico statisticamente rilevante relativamente ad una superficie campionata. Il lavoro del 2013 del quale ho scritto le parti sulla tecnica termografica espone l'applicazione del metodo ed è stato selezionato per la copertina dell'importante rivista Annals of biomedical engineering. Nel secondo lavoro, a primo nome, il nuovo metodo da me proposto, viene confrontato con altri sistemi tradizionalmente usati per l'analisi statistica dei dati termici.

- Formenti, D., Ludwig, N., Gargano, M., Gondola, M., Dellerma, N., Caumo, A., Alberti, G., *Thermal Imaging of Exercise-Associated Skin Temperature Changes in Trained and Untrained*

*Female Subjects*, Annals of biomedical engineering, Vol. 41, 4 (2013), 863-871, doi:10.1007/s10439-012-0718-x

- Ludwig, N., Formenti, D., Gargano, M., Alberti G., *Skin temperature evaluation by Infrared Thermography: comparison of Image Analysis Methods*, Infrared physics & technology 62, (2014), 1-6.

**3.e Colorimetria co-organizzatore del meeting italiano del programma Colour Research for European Advanced Technology Employment (CREATE), MSCF-CT-2006-045963, FP6 European Community Marie Curie Conferences and Training Courses Project, 2007-2009 (prof. A. Rizzi, Dip. di Informatica – UNIMI).**

Dal 2011 collaborazione in ambito clinico con il Dipartimento di Odontoiatria –UNIMI (prof G. Lodi) per la valutazione colorimetrica con dispositivi di spettrofotometria a fibre ottiche appositamente adattati per la cavità orale del colore in odontoiatria clinica (uso di impianti, uso di clorexidina, mucose orali). (18) (20) (22) (26) (35) (44)

**3.f Multispectral imaging**, l'attività di ricerca del dottorato svolta nell'ambito del progetto europeo CRISATEL – Conservation Restoration Innovation Systems for image capture and digital Archiving to enhance Training Education and lifelong Learning (Dr. Christian Lahanier) è proseguita negli anni ed è attualmente in fase di sviluppo all'interno del progetto MOBARTeCH dove è prevista la realizzazione di strumentazione portatile in grado di identificare pigmenti pittori senza prelievi di materiale con tecniche di machine-learning sulla classificazione degli spettri nell'UV-VIS-NIR. (61)

**3.g Didattica della fisica**, dal 2010 collaborazione ai progetti di ricerca e di sviluppo nell'ambito della didattica della fisica attraverso le attività del gruppo dello spettacolo della Fisica, In particolare sono state sviluppate tecniche di engaging attraverso l'impiego di dispositivi di visione a infrarossi nella didattica e nei laboratori IBSE svolti dal gruppo attivo a Milano. (2) (42) (53)

Membro dell'associazione Italiana di Archeometria e della Società Italiana di Ottica e Fotonica.

Associato CNR –ICVBC - 2010

Associato INFN per il 2004 e il 2005 nell'ambito del progetto MASAI – unità operativa di Milano.

Comunicazione su invito a congressi della Società Italiana di Fisica:

1999 Pavia : “La termografia nella diagnostica delle superfici murarie.”

2007 Pisa “Nuovi sviluppi delle tecniche di riflettografia IR per lo studio di opere pittoriche

#### **4- Pubblicazioni**

Dal 1992 al 2019 ha pubblicato oltre 180 lavori (fonte Google scholar al 3/9/2019 con 1197 citazioni) in compartecipazione o come singolo autore, di questi 66 articoli su rivista o proceedings sottoposti a peer-review e indicizzati su banche dati riconosciute Scopus o WoS. La produzione scientifica principale si è sviluppata nel contesto delle metodologie di Fisica per lo studio e la diagnostica dei Beni Culturali con particolare riferimento alle tecniche di indagine ottica non invasiva in infrarosso (termografia e riflettografia) e alla spettroscopia visibile-infrarossa applicata allo studio dei pigmenti pittorici. Altri lavori spaziano in diversi ambiti della fisica applicata e sono il frutto delle numerose collaborazioni a carattere fortemente interdisciplinare attivate nel corso degli anni: fisica terrestre e ambientale, fisica applicata alla biologia e al comportamento animale, alle scienze dello sport, in odontoiatria e alla didattica della fisica.

4.a articoli peer-reviewed  
(+) corresponding author

Anno 2019

1. Gargano, M., Galli, A., Alberti, R., Aresi, N., Caccia, M., Castiglioni, I., Interlenghi, M., Salvatore, C., Ludwig, N., Martini M., The Giotto's workshop in the XXI century: looking inside the "God the Father with Angels" Gable, *Microchemical Journal* 36, (2019), 255-263.
2. Carpineti, M., Cazzaniga, L., Perotti, L., Giliberti, M., Cavinato, M., & Ludwig, N. (2019). Embedding Physics into technology: Infrared thermography and building inspection as a teaching tool-a new participated strategy approach to the physics of heat transfer and energy saving for professional schools. *Canadian Journal of Physics*, doi.org/10.1139/cjp-2018-0554
3. S. Gallo, G. Gambarini, I. Veronese, S. Argenti, M. Gargano, L. Ianni, C. Lenardi, N. Ludwig, E. Pignoli, F. d'Errico, Does the gelation temperature or the sulfuric acid concentration influence the dosimetric properties of radiochromic PVA-GTA Xylenol Orange Fricke gels?. *Radiation Physics and Chemistry* 160, (2019), pp 35-40. doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.03.014

2018

4. Rossi, A., Formenti, D., Cavaggioni, L., Morgante, A., Caruso, P., Gargano, M., Ludwig, N., Merzagora, I. and Alberti, G., Facial asymmetry in the resting state reflects anxiety status on young males, *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 23, (2018) n 4, pp. 462-478.
5. Ludwig, N., Rosina, E., Sansonetti, A., Evaluation and monitoring of water diffusion into stone porous materials by means of innovative IR thermography techniques, *Measurements* 118 (2018), 348-353. (+)
6. Bonizzoni, L., Bruni, S., Gargano, M., Guglielmi, V., Zaffino, C., Pezzotta, A., Pilato, A., Auricchio, T., Delvaux, L. and Ludwig, N., Use of integrated non-invasive analyses for pigment characterization and indirect dating of old restorations on one Egyptian coffin of the XXI dynasty. *Microchemical Journal*, 138, 2018, 122-131.
7. Galli, A., Gargano, M., Bonizzoni, L., Giorgione, C., Ludwig, N., Maspero, F., Orlandi, M., Zoia, L. and Martini, M., A multidisciplinary investigation on a pair of Leonardesque canal lock gates. *Microchemical Journal* 138 (2018), 408-417.
8. Melada, J., Gargano, M., Veronese, I. and Ludwig, N., 2018. Does electro-osmosis work in moisture damage prevention? Applicability of infrared-based methods to verify water distribution under electric fields. *Journal of Cultural Heritage*, 31, S38-S45. (+)
9. Rosina, E., Sansonetti, A. and Ludwig, N., Moisture: The problem that any conservator faced in his professional life. *Journal of Cultural Heritage*, 31, 2018, S1-S2
10. Formenti, D., Ludwig, N., Rossi, A., Trecroci, A., Alberti, G., Gargano, M., Merla, A., Ammer, K. and Caumo, A., 2018. Is the maximum value in the region of interest a reliable indicator of skin temperature? *Infrared Physics & Technology* 94 (2018), 299-304.
11. Gallo, S., Cremonesi, L., Gambarini, G., Ianni, L., Lenardi, C., Argenti, S., Bettega, D., Gargano, M., Ludwig, N. and Veronese, I., 2018. Study of the effect of laponite on Fricke xylenol orange gel dosimeter by optical techniques. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 272, pp.618-625.
12. G.M. Liosi, G. Gambarini, E. Artuso, S. Benedini, E. Macerata, F. Giacobbo, M. Gargano, N. Ludwig, M. Carrara, E. Pignoli, and M. Mariani, Study on Characteristics of Fricke Xylenol Orange Gelatin Dosimeters, *IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 65, NO. 9, SEPT 2018

13. Ludwig, N., Bonizzoni, L., Caccia, M., Cavaliere, F., Gargano, M., Viganò, D., Salvatore, C., Interlenghi, M., Martini, M. and Galli, A., *Giotto Unveiled: New Developments in Imaging and Elemental Analysis Techniques for Cultural Heritage. Toward a science campus in Milan*, 57-66. Springer 2018. (+)

14. Trecroci, A., Formenti, D., Ludwig, N., Gargano, M., Bosio, A., Rampinini, E., & Alberti, G., Bilateral asymmetry of skin temperature is not related to bilateral asymmetry of crank torque during an incremental cycling exercise to exhaustion. *PeerJ*, 6, (2018), e4438.

2017

15. Gargano, M., Rosina, E., Monticelli, C., Zanelli, A. and Ludwig, N., Characterization of aged textile for archeological shelters through thermal, optical and mechanical tests, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 26, 2017, 36-43, ISSN 1296-2074.

16. Formenti, D., Ludwig, N., Rossi, A., Trecroci, A., Alberti, G., Gargano, M., Merla, A., Ammer, K., Caumo, A., Skin temperature evaluation by infrared thermography: Comparison of two image analysis methods during the non-steady state induced by physical exercise. *Infrared physics & technology* 81, 2017, 32-40.

17. Bonizzoni, L., Gargano, M., Ludwig, N., Martini, M. and Galli, A., Looking for Common Fingerprints in Leonardo's Pupils Using Nondestructive Pigment Characterization. *Applied Spectroscopy* 71, no 8 (2017) 1915-1926.

18. Plutino, A., N. Richard, H. Deborah, C. Fernandez-Maloigne, and N. G. Ludwig. "Spectral Divergence for Cultural Heritage applications." In *Color and Imaging Conference*, Vol. no. 25, 141-146. Society for Imaging Science and Technology, 2017.

19. Gambarini G. et al., Study of optical absorbance and MR relaxation of Fricke xylenol orange gel dosimeters. *Radiation Measurements* 106 (2017), 622-627.

20. Varoni E., Moltrasio M., Gargano M., Ludwig N., Lodi G. and Scaringi R., Color Analysis of Periimplant Soft Tissues Focusing on Implant System: A Case Series, *Implant dentistry* 26 (2), 2017, 217-224.

21. Gargano M., Cavaliere F., Viganò D., Galli A. and Ludwig N., A new spherical scanning system for infrared reflectography of paintings. *Infrared Physics & Technology*, 81, 2017, 128-136.

22. Varoni E.M., Gargano M., Ludwig N., Lodi G., Sardella A., Carrassi A., Lilaj B., Franz A., Dengl V., Dauti R. and Moritz A., Efficacy of an anti-discoloration system (ADS) in a 0.12% chlorhexidine mouthwash: A triple blind, randomized clinical trial. *American journal of dentistry*, 30(5), (2017), 235-242.

2016

23. Bonizzoni, L., Bruni, S., Galli, A., Gargano, M., Guglielmi, V., Ludwig, N., and Martini, M., Non-invasive in situ analytical techniques working in synergy: the application on graduals held in the Certosa di Pavia. *Microchemical Journal* 126 (2016): 172-180.

24. Fermo P., Andreoli M., Bonizzoni L., Fantauzzi M., Giubertoni G., Ludwig N., Rossi A., Characterisation of Roman and Byzantine glasses from the surroundings of Thugga (Tunisia): raw materials and colours, *Microchemical Journal* 126: (2016), 172-180

25. Formenti D., Ludwig N., Trecroci A., Gargano M., Michielon G., Caumo A., and Alberti G., Dynamics of thermographic skin temperature response during squat exercise at two different speeds. *Journal of Thermal Biology*, (2016) 59, 58-63.

26. Gargano, M., Ludwig, N., Federighi, V., Sykes, R., Lodi, G., Sardella, A., Carrassi, A. and Varoni, E.M., 2016. Fiber optics reflectance spectroscopy (45 x: 45) for color analysis of dental composite. *American Journal Of Dentistry*, 29(4), pp.223-228.



27. Ludwig, N., Trecroci, A., Gargano, M., Formenti, D., Bosio, A., Rampinini, E. and Alberti, G., Thermography for skin temperature evaluation during dynamic exercise: a case study on an incremental maximal test in elite male cyclists. *Applied optics*, 55(34), D126-D130. (+)

2015

28. Di Tuccio, M. C., Ludwig, N., Gargano, M., & Bernardi, A., Thermographic inspection of cracks in the mixed materials statue: Ratto delle Sabine. *Heritage Science* 3, (1), 10, (2015).

29. De Mattia, C., Veronese, I., Fasoli, M., Chiodini, N., Mones, E., Cantone, M.C., Cialdi, S., Gargano, M., Ludwig, N., Bonizzoni, L. and Vedda, A., 2015, August. Ionizing radiation detection by Yb-doped silica optical fibers. In *Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XVII* (SPIE Vol. 9593, p. 95931G). International Society for Optics and Photonics.

30. Liosi G.M., Gambarini G, Artuso E, Benedini S, Macerata E, Giacobbo F, Gargano M, Ludwig N, Carrara M, Pignoli E, Mariani M. Study of Fricke-gel dosimeter calibration for attaining precise measurements of the absorbed dose. In 2015 4th International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA) (pp. 1-5). IEEE.

2010-2014

31. Bonizzoni L., Canevari, C., Galli, A., Gargano, M., Ludwig, N., Malagodi, M., Rovetta, T., A multidisciplinary materials characterization of a Joannes Marcus viol (16th century). *Heritage Science* 2, no. 1 (2014): 15

32. Redaelli V., Ludwig, N., Nanni Costa, L., Crosta, L., Riva, J., and Luzi F., Potential application of thermography (IRT) in animal production and for animal welfare. A case report of working dogs. *Annali dell'Istituto superiore di sanità* 50, no. 2 (2014): 147-152.

33. Ludwig, N., Formenti, D., Gargano, M., Alberti G., Skin temperature evaluation by Infrared Thermography: comparison of Image Analysis Methods. *Infrared physics & technology* 62, (2014), 1-6.

34. Formenti, D., Ludwig, N., Gargano, M., Gondola, M., Dellerma, N., Caumo, A., Alberti, G., Thermal Imaging of Exercise-Associated Skin Temperature Changes in Trained and Untrained Female Subjects, *Annals of biomedical engineering*, Vol. 41, 4 (2013), 863-871, doi:10.1007/s10439-012-0718-x

35. Gargano, M., Ludwig, N., Pandini, D., Use of optical fiber in spectrometry and colorimetry with remote probes, *Journal of the international colour association*. - ISSN 2227-1309. (8 2012), 36-43.

36. Ludwig N., Gargano M., Formenti D., Bruno D., Ongaro L., Alberti G., Breathing training characterization by thermal imaging: a case study. *Acta of bioengineering and biomechanics*, vol. 14, 41-47, (2012). (+)

37. Ludwig, N., Rosina, E., Caglio, S., Gargano, M. and Redaelli, V., Heat Diffusion in Klinker Facade: The Study Case of a Gio Ponti Building, *Advances in Optical Technologies* (2012).

38. Sansonetti, A., Rosina, E., Ludwig, N., Moisture damage, *Materials evaluation* 69, 1 (2011), 41-46.

39. Bison, P., Cadelano, G., Capineri, L., Capitani, D., Casellato, U., Faroldi, P., Grinzato, E., Ludwig, N., Olmi, R., Priori, S. and Proietti, N., Limits and advantages of different techniques for testing moisture content in masonry. *Materials evaluation* 69, 1 (2011), 111-116.

40. Bonizzoni, L., Colombo, C., Ferrati, S., Gargano, M., Greco, M., Ludwig, N. and Realini, M., A critical analysis of the application of EDXRF spectrometry on complex stratigraphies. *X-ray spectrometry* 40: 4 (2011), 247-253.

41. Grinzato, E., Ludwig, N., Cadelano, G., Bertucci, M., Gargano, M., and Bison, P., Infrared thermography for moisture detection: a laboratory study and on the field test, *Materials evaluation* 69, 1 (2011), 97-104.

42. Carpineti, M. , Cavinato, M., Giliberti, M. A. L., Ludwig, N. G., Perini, L., Theatre to motivate the study of physics. *JCOM: Journal of science communications*, vol. 10, p. 1-10, (2011). ISSN: 1824-2049

43. Ludwig, N., Cabrini, R., Faoro, F., Gargano, M., Gomarasca, S., Iriti, M., Picchi, V. and Soave, C., Reduction of evaporative flux in bean leaves due to chitosan treatment assessed by infrared thermography. In *Infrared Physics & technology* (2010), vol. 53, 65-70, ISSN: 1350-4495 (+)

44. Varoni, E., Franchini, R., Federighi, V., Gargano, M., Ludwig, N., Iriti, M., and Lodi, G., A novel spectrophotometer in the colorimetric analysis of oral mucosa, *EAOM* (Vol. 16, No. 6, pp. 529-529), 2010 Wiley.

45. Bertucci, M., Bonizzoni, L., Ludwig, N. and Milazzo M., A new model for X-ray fluorescence autoabsorption analysis of pigment layers. *X-ray spectrometry*. - 39:2 (2010), 135-141.

46. Nava, S., Becherini, F., Bernardi, A., Bonazza, A., Chiari, M., García-Orellana, I., Lucarelli, F., Ludwig, N., Migliori, A., Sabbioni, C., Udisti, R., Valli, G., Vecchi, R., An integrated approach to assess air pollution threats to cultural heritage in a semi-confined environment: The case study of Michelozzo's courtyard in Florence (Italy). *Science of the total environment*, 408:6 (2010), 1403-1413.

1992-2009

47. Iriti M., Picchi V., Rossoni M., Gomarasca S., Ludwig N., Gargano M., Faoro F., Chitosan antitranspirant activity is due to abscisic acid-dependent stomatal closure, *Environmental and experimental botany* 66, (2009), 493-500.

48. Rosina E., Ludwig N., Della Torre S., D'Ascola, S., Sotgia C., Cornale P. Thermal and hygroscopic characteristics of restored plasters with different surface textures. *Materials Evaluation* 66, 12, (2008), 1271-1278

49. Ludwig, N., Gargano, M., Luzi, F., Carenzi, C., Verga, M., Technical note: Applicability of infrared thermography as a non-invasive measurement of stress in rabbit. *World Rabbit Science* 15, (4) (2007).

50. Gargano M., Ludwig N., Poldi G., A new methodology for comparing IR reflectographic systems, *Infrared Physics & Technology* 49, (2007) 249–253.

51. Luzi, F., Ludwig, N., Gargano, M., Milazzo, M., Carenzi, C., Verga M., Evaluation of skin temperature change as stress indicator in rabbit through infrared thermography, *Italian Journal of Animal Science*. - ISSN 1594-4077. - 6:suppl. 1, (2007), 769-769.

52. Baldelli P., Bonizzoni L., Gambaccini M., Gargano M., Ludwig L., Milazzo M., Pasetti L., Petrucci F., Prino F., Ramello L., Scotti M., Application of the K-edge X-ray technique to map pigments of art paintings: Preliminary results. *Il nuovo cimento della Società Italiana di Fisica. C, Geophysics and space physics*. - ISSN 1124-1896. - 29 C:6 (2006), 663-672.

53. Carpineti, M., Cavallini, G., Giliberti, M., Ludwig, N., Mazza, C., and Perini, L., Let's throw light on matter: a physics show for primary school. *Il nuovo cimento della Società Italiana di Fisica. B, General physics, mathematical methods in physics, astrophysics and cosmology, relativity and gravitation*. - ISSN 1594-9982. - 121:8 (2006), 901-911.

54. Ludwig, N. and Rosina, E., Dynamic IRT for the frescoes assessment: The study case of Danza Macabra in Clusone (Italy), *Thermosense XXVII, SPIE Vol. 5782*, 2005, 272-280. International Society for Optics and Photonics.

55. C. Bonifazzi, E. Lodi, G. Maino, V. Muzzioli, N. Ludwig, M. Milazzo e A. Tartari: Investigation of defects in fresco substrates by means of the EcoSp imaging System and the principal component image analysis. *Nuclear instruments & methods in physics research B*, Vol. 213, jan 2004, 707-711.

56. Ludwig N., Thermographic testing on Historic building. *Proc. of the International School of Physics Enrico Fermi*, Vol 154, 2004, 481-496.

57. Ludwig, N., Redaelli, V., Rosina E. and Augelli, F., Moisture detection in wood and plaster by IR thermography. *Infrared Physics & Technologies* 46 (2004) 161-166, Elsevier ISSN 1350-4495 (+)
58. Rosina, E., Ludwig, N., Redaelli V. and Robinson E., IRT techniques for the detection of timber moisture. *Proceedings of Thermosense XXV, SPIE 2003*, Vol. 5073, 100-108.
59. Ludwig, N., Thermographic testing on building using a simplified heat transfer model, *Materials evaluation* 2003, Vol.61, 5, 599-603.
60. Ludwig, N. and Teruzzi P., Heat losses and 3D diffusion phenomena for defect sizing procedures in video pulse thermography, *Infrared Physics & technology* 43 (2002) 297-301. (+)
61. Bruni S., Cariati F., Consolandi L., Galli A., Guglielmi V., Ludwig N. and Milazzo M., Field and laboratory spectroscopic methods for the identification of pigments in a northern italian eleventh century fresco cycle. *Applied spectroscopy* 2002, Vol. 56,7, 827-833. (+)
62. Ferrarin, M. and Ludwig, N., Analysis of thermal properties of wheelchair cushions with thermography, *Medical & Biological Engineering & Computing*, 2000, Vol.38. ISSN 0140-0118, 31-34.
63. Rosina, E., and Ludwig, N. (1999, September). Optimal thermographic procedures for moisture analysis in building materials. In *Diagnostic Imaging Technologies and Industrial Applications* (Vol. 3827, pp. 22-33). International Society for Optics and Photonics.
64. Rosina, E., Ludwig, N. and Rosi, L., Optimal environmental conditions to detect moisture in ancient buildings: case studies in Northern Italy, *Thermosense XX. SPIE Vol. 3361*. International Society for Optics and Photonics, 1998.
65. Ludwig, N., Rosina, E., Moisture detection through thermographic measurements of transpiration. *Thermosense XIX, SPIE vol 3056*, Orlando, 1997, 78-86
66. Vecchi, R., Valli, G., De Dosso, L., Ludwig, N., and Maugeri, M., Ozone measurements and correlations with Be-7 in an Alpine Italian Valley. *Journal of Aerosol Science*, 23, (1992), 961-964.

#### **4.b Testi divulgativi, manuali, capitoli:**

- Ludwig N., *Reflectometry*. The Encyclopedia of Archaeological Sciences (2018): 1-6, (invited).
- Ludwig N., *Storia dei materiali e delle tecniche artistiche: le analisi scientifiche per lo studio di falsi e contraffazioni*. Atti ciclo di convegni L'arte non vera non può essere arte, Comando Carabinieri TPC MIBAC Ed. Efesto Roma 2018 - ISBN 978-88-94855-89-0 (invited)
- Ludwig N., *L'energia*, Quaderni di fisica ed. Corriere della sera, novembre 2018.
- Ludwig N., *Vapotranspiration in Biological System by Thermal Imaging*, in Application of infrared to biomedical sciences, Eddie YK Ng and M. Etehadtavakol editors, 2017, Springer, ISBN 978-981-10-3147-2, 417-428. (invited).
- Ludwig N., *Kelvin, il secondo principio della termodinamica*, a cura di, ed. Grandangolo Corriere della sera, Vol. 36, giugno 2017.
- *La termografia teoria e applicazioni*, a cura di N. Ludwig, F. Luzi, R. Ricca, 2015, Point Veterinaire Italie.
- Ludwig N. e Bonizzoni L., *Misurare l'arte Vol 1. Tecniche analitiche per i Beni Culturali*, 2016, Ed. Youcanprint.

- Ludwig N., *Misurare l'arte Vol 2. Tecniche di datazione e di imaging per i Beni Culturali*, 2015, Ed. Youcanprint.
- Ludwig N., Riccardi M.P., Bonizzoni L., Cantù M., Gargano M., Giacometti F., *Scientific Analysis of the mural paintings of Aruch, Kobayr and Akhtalà*. In The Politecnico di Milano in Armenia. Venice, May 2014, OEMME Ed. ISBN 978-88-85822-42-9
- Ludwig N., *Thermal Imaging in biological applications*. In Thermography, current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine. Publisher: Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche - Brescia, 2013, Editors: F. Luzi, M. Mitchell, L. Nanni Costa, V. Redaelli, 27-40. (invited)
- Ludwig N., Guerrierio G., *La scienza nel pallone. I segreti del calcio svelati con la fisica*. BOLOGNA, (2011). Zanichelli, ISBN: 9788808199751
- Milazzo M, Ludwig N. *Misurare l'arte*. CAMPUS MANUALI, Bruno Mondadori, Milano (2010), ISBN: 978-88-6159-372-5, ISSN: 1970-3619
- Ludwig N., *Tecniche termografiche per la diagnostica sull'edilizia storica*. In Elementi di Archeometria ed EGEA Milano 2007, ISBN 88-238-2009-X, 290-313.
- Ludwig N., *Importanza, fondamenti fisici ed evoluzione tecnologica della riflettografia in infrarosso*. La collezione Mattioli, catalogo scientifico, Skira ed. Milano 2003, 403-407
- Bonizzoni L. e Ludwig N., *La campagna di indagini fisiche sui dipinti di palazzo Chiericati*. Catalogo scientifico delle collezioni Pinacoteca Civica di Vicenza Vol. 1 Vicenza 2003, pp.487-493

## 5- Progetti e finanziamenti

2018 – 2020 responsabile locale progetto MOBARTECH una piattaforma mobile tecnologica, interattiva e partecipata per lo studio, la conservazione e la valorizzazione di beni storico-artistici, con Unimib, Unicatt, CNR INF, e partner privati PMI, capofila Arteria srl), Regione Lombardia ID 24096, Azione I.1.b.1.3 - Sostegno alle attività collaborative di R&S per lo sviluppo di nuove tecnologie sostenibili, di nuovi prodotti e servizi. Valore del progetto per l'unità operativa UNIMI da me diretta 752'000€ (cofinanziati al 50%)

2018 progetto HERITSOL, PREVENTIVE CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE BASED ON PASSIVE AND ACTIVE SOLUTIONS, RISK PARAMETERS MONITORING AND DAMAGE MODELLING (proposal n° 814556-1, presentato con altri due dipartimenti di Unimi (Dip. Chimica e DISTAM) nell'ambito del bando Europeo (call H2020-NMBP-ST-IND-2018), valutato positivamente in prima fase, ma non approvato in seconda fase di valutazione.

2016 -2017 LUINI IN NUOVA LUCE. Approccio interdisciplinare per lo studio, l'archiviazione dei dati e la comunicazione. Progetto cofinanziato da Fondazione CARIPO in collaborazione con Unimib, CNR, Politecnico di Milano, Pinacoteca Ambrosiana per lo studio con tecniche analitiche e di imaging non distruttive sui dipinti attribuiti a Bernardino Luini e alla sua scuola. Costo del progetto per Unimi 20'000€ (cofinanziati al 50%).

2011-2012 Progetto TIVaI (Tecnologie integrate per la documentazione e la valorizzazione dei beni culturali lombardi), coordinato da Università degli Studi di Milano Bicocca progetto di ricerca

finanziato da regione Lombardia per la diagnostica e la valorizzazione del complesso monumentale della Certosa di Pavia, in collaborazione con UNIMI, Politecnico di Milano, Università degli Studi di Pavia. Al gruppo del Dipartimento di Fisica da me coordinato il finanziamento completo assegno di ricerca B (di 12 mesi 25'000€) più un importo di circa 10'000€ per strumentazione e consumo.

2009-2010 Il cortile del Richini Bando Fondazione Cariplo "Conservazione e metodologie innovative-2009" responsabile prof. P. Tucci (Centro interdipartimentale di Ricerca e servizi per i Beni Culturali - UNIMI). Progetto interuniversitario con Politecnico di Milano finanziato da Fondazione Cariplo e Regione Lombardia per lo studio dello stato di conservazione del cortile d'onore dell'Università degli studi di Milano.

Sono responsabile delle attività di **Conto terzi** dei laboratori di diagnostica per l'arte (DIART), e del laboratorio raggi X. Nei laboratori operano a tempo pieno 2 tecnici laureati e gli assegnisti di ricerca approvati nei progetti di cui sopra. Le attività sono rivolte a enti di diritto pubblico e privato (musei, sovrintendenze, CNR, altre università, imprese, associazioni culturali, privati) per la valutazione dell'autenticità e dello stato di conservazione di dipinti su differente supporto e manufatti archeologici. Le attività che fatturano circa 12'000 euro /anno non hanno solo lo scopo di finanziare la ricerca mantenendo la strumentazione utilizzata ma anche quello di raccogliere dati su oggetti originali non altrimenti accessibili alla ricerca e utili alla costruzione di specifici database per la caratterizzazione dei materiali pittorici.

In questo ambito, di particolare rilevanza sono state le collaborazioni con l'Arma dei Carabinieri (Nucleo carabinieri per la tutela del patrimonio culturale) con la nomina a perito da parte del giudice interessato a casi di sequestro di opere contraffatte.

## 6- Attività didattica e di formazione

Dall'entrata in servizio come RU (ottobre 2006) ho avuto affidamenti con continuità come Professore aggregato (art. 1 DPR230 del 4/11/2005) prima (AA 2006/2007 – AA 2009/2010) nell'ambito della Facoltà di lettere e filosofia (corsi scientifici per il corso di laurea in Beni Culturali e in Storia e critica dell'arte) successivamente (AA 2010/2011 - oggi) nella Facoltà di Scienze e tecnologie (corsi di laurea in Fisica e in Scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei Beni Culturali LT ed LM).

- corso di laurea in FISICA (LM 43):
  - Laboratorio di Misure Fisiche per l'Ambiente e l'Arte, Turno di "Fisica per l'Arte" LEZIONI e LABORATORIO , (66 ore) FIS07
  - Analisi ottiche per i beni culturali (48 ore) FIS07
- corso di laurea in SCIENZE E TECNOLOGIE PER LO STUDIO E LA CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI E DEI SUPPORTI DELLA INFORMAZIONE (L-43):
  - Metodi di analisi per i beni culturali (72 ore) FIS07 corso fondamentale
  - Laboratorio di Analisi non distruttive per i Beni Culturali (48 ore) ING/IND23- FIS07
- corso di laurea magistrale in SCIENZE PER LA CONSERVAZIONE E LA DIAGNOSTICA DEI BENI CULTURALI (LM-11):
  - Tecniche fisiche avanzate applicate ai beni culturali, laboratorio- (codocenza 24 ore) FIS07

- corso di laurea magistrale in STORIA E CRITICA DELL'ARTE
  - Metodi analitici per lo studio dei beni culturali (40 ore) FIS07 corso fondamentale
- corso di laurea in SCIENZE DEI BENI CULTURALI (laurea triennale)
  - Analisi chimiche (20 ore) corso fondamentale
- Dal 2018 professore a contratto di Elementi di Fisica per il restauro presso Accademia di belle arti di Brera- corso di laurea a ciclo unico in Restauro
- Responsabile esame di lingua inglese 1 e 2 per il biennio 2013-2014 corso di laurea in fisica.

### Master e formazione

- International Master in Color Design & Technology, Politecnico di Milano per la II (2014-2015) e III edizione (2018-2019), docente di History and perception of color e Colorimetry and color systems.
- Uso della termografia in ambito veterinario ed etologico, Corso di perfezionamento benessere dell'animale da laboratorio ed animal-care (roditori lagomorfi specie acquatiche), 2018/2019 UNIMI.
- *Tecniche di Termografia per l'Architettura* e di *Riflettografia IR* nelle 9 edizioni della Scuola estiva di Archeometria organizzata dall'Università degli Studi di Lecce (1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011);
- 2004 "Master per ricercatori esperti nel monitoraggio e diagnostica dei B.C." nell'ambito del progetto SIDART dell'Università degli Studi di Lecce-ISUFI.
- Collaborazioni come docente di Fisica e di Termografia e di Tecniche di indagine non distruttive presso corsi di formazione FSE in collaborazione con soggetti pubblici e privati:
- Corso di Laurea in Tecnologie per la Conservazione dei Beni Culturali Università di Bologna (Ravenna 2004);
- 2001-2002 Master di Scienze Applicate ai Beni Culturali presso la Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali dell'Università degli Studi di Milano-Università degli Studi di Milano Bicocca, corso di *Tecniche di Imaging per i Beni Culturali*.
- Corso di Restauro di Opere d'Arte Moderna e Contemporanea presso l'Università degli Studi di Ferrara (A.A. 1996/97);
- **Professore a Contratto** (ex art 25 DPR 382/80) del corso di "Tecniche infrarosso per lo studio dei beni culturali" integrativo dell'insegnamento di Laboratorio di Archeometria presso il Corso di Laurea in Fisica dell'Università degli Studi di Milano dall'A.A. 1997/98.

Responsabile tre **assegni di ricerca** di tipo B presso il Dipartimento di Fisica per un totale di 60 mesi uomo (dott. M. Gondola, Dott.ssa Grifoni, Dott. Melada)

Tutor **dottorato di ricerca** in fisica dott. Pandini Davide e dott.ssa Di Tuccio Maria

Relatore e correlatore di circa 50 tesi di laurea in Fisica, Scienze dei Beni Culturali e scienze per lo studio e la conservazione dei beni Culturali e dei supporti dell'informazione (L-43 e LM-11).- Università degli studi di Milano e correlatore di 3 tesi presso il Politecnico di Milano (facoltà di Architettura).

## 7- Attività di valutazione

Referee per riviste del settore (fisica applicata):

Journal of cultural heritage (guest editor 2018)  
Applied Optics,  
Infrared Physics & technology,  
Measurement,  
Quantitative infrared thermography journal,  
Archaeometry,  
Measurement Science and Technology  
Wood Material Science and Engineering  
Journal of Equine Veterinary Science,  
Sensors,  
Annali dell'Istituto Superiore di Sanità  
Rumin,  
Journal of Nondestructive Evaluation,  
Sport Sciences for Health.

Valutatore per MIUR:

- Valutatore progetti Futuro in ricerca 2013
- Valutazione PRIN 2012
- VQR 2011-2014 per la valutazione di pubblicazioni conferite dalle Istituzioni (2016)

## 8- Attività organizzative e gestionali

Dal 2014 coordinatore Centro di ricerca coordinata per le applicazioni in ambito clinico e di laboratorio di tecniche non invasive di analisi multispettrale e di ricerca traslazionale. Dipartimento di Fisica, Dip. di medicina Veterinaria, Dip. Scienze Biomediche per la Salute, Dipartimento di Scienze Farmacologiche e Biomolecolari.

Responsabile dei laboratori del dipartimento di Fisica che si occupano di Analisi con Raggi X, DIART (diagnostica per l'arte) e Fitotrone (prove materiali e termografia) all'interno dei quali operano due tecnici laureati a tempo indeterminato del Dipartimento di Fisica (dott. M. Gargano e dott.ssa Letizia Bonizzoni) entrambi hanno conseguito ASN.

Sono stato membro di giunta del Dipartimento di Fisica per il periodo 2012 - 2017,

Membro elettivo come rappresentante dei ricercatori nel **Comitato di direzione della Facoltà di scienze e tecnologie** (triennio 2014-2017).

A tutt'oggi ricopro gli incarichi di responsabile per l'orientamento in ingresso e in uscita del Corso di laurea in scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell'informazione.

Dal 2017 rappresentante per l'area di Scienze nel comitato scientifico della **Scuola di Giornalismo Walter Tobagi**.

**Referente assicurazione qualità** per il Corso di laurea in Fisica.

## 9- Terza missione

Dal 2004 ho scritto 7 testi teatrali di fisica con deposito SIAE. L'iniziativa nata per l'anno mondiale della fisica è rivolta alla divulgazione dell'approccio sperimentale agli aspetti di base della conoscenza della luce e della materia. Il primo spettacolo rappresentato nel novembre 2004 al Festival della Scienza di Genova ha partecipato su invito all'open-day dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso – INFN (2005 2007 2009 e 2015). All'inizio del 2019 gli spettacoli rivolti a diverse tipologie di pubblico dalle scuole elementari alle superiori al pubblico generico hanno avuto più di 400 repliche e circa 120'000 spettatori. (<http://spettacolo.fisica.unimi.it/>).

Nel 2007 e nel 2015 le opere, tradotte in inglese, sono state eseguite all'estero nell'ambito progetti europei dedicati alla didattica (LERU-KIDS e TEMI).

Nel 2010 – 2015 partecipazione a trasmissioni televisive come ospite opinionista:

Come è fatto il calcio (Discovery Channel, 10 puntate), Fenomenal (MEDIASET, 2 stagioni), GEO&GEO (RAI, 4 interventi fra il 2011 e il 2015).

Svolgo attività di stage (scuola lavoro) per studenti di liceo coordinati nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche di Fisica (dott. M. Giliberti)

Conferenze annuali in licei collegati al medesimo programma PLS.

Autore di testi a carattere divulgativo a diffusione nazionale e articoli in enciclopedie e monografie a carattere internazionale (vedi 4.b)

1997-2002 Collaboratore a le Scienze- Scientific American

Data

4.9.2019

Luogo

Milano