

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

selezione pubblica per n.1 posto di Ricercatore a tempo determinato ai sensi dell'art.24, comma 3, lettera a) della Legge 240/2010 per il settore concorsuale: 02/A1 Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali, settore scientifico-disciplinare: FIS/04 - Fisica Nucleare e Subnucleare, presso Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli", (avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 30 del 14/04/2020) Codice concorso 4336

[Vito Antonelli] CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME E NOME	ANTONELLI VITO
DATA DI NASCITA	07/01/1967
RECAPITO E-MAIL	vito.antonelli@mi.infn.it

OCCUPAZIONE ATTUALE

INCARICO	STRUTTURA
DOCENTE DI FISICA DI SCUOLE SECONDARIE SUPERIORI Inoltre, collaboro come volontario all'attività didattica e di ricerca del Dipartimento di Fisica di Unimi e dell'I.N.F.N. (Sezione di Milano)	I.T.I.S. MAGISTRI CUMACINI (COMO)

ABILITAZIONI CONSEGUITE

A GENNAIO 2014 (TORNATA CONCORSUALE) 2012 HO CONSEGUITO L'ABILITAZIONE ALLO SVOLGIMENTO DEL RUOLO DI PROFESSORE UNIVERSITARIO DI SECONDA FASCIA (ASSOCIATO) NEL SETTORE SCIENTIF. DISCIPL. 02/A2 FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI.

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

TITOLO	CORSO DI STUDI	UNIVERSITÀ	ANNO CONSEGUIMENTO TITOLO
LAUREA VECCHIO ORDINAMENTO	LAUREA IN FISICA, 110/110 E LODE	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO	1992 - TESI: SU FENOMENOLOGIA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI (FISICA DEL LEP); - RELATORI: PROF. A. PULLIA (MILANO) E PROF. L. TRENTADUE (PARMA)
DOTTORATO DI RICERCA	PH. D. IN FISICA (EQUIPOLLENTE A DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA)	S.I.S.S.A. (SCUOLA INTERNAZIONALE SUPERIORE DI STUDI AVANZATI) DI TRIESTE SETTORE PARTICELLE ELEMENTARI	21/10/1996 - <u>ESAMI DOTTORATO SUPERATI TUTTI COL MASSIMO DEI VOTI.</u> - SOSPENSIONE DEL DOTTORATO DI 1 ANNO PER SVOLGERE IL SERVIZIO MILITARE DI LEVA - TESI DI DOTTORATO: "ASPECTS OF KAON PHYSICS IN CHIRAL PERTURBATION THEORY AND CHIRAL QUARK MODEL"; RELATORI DI TESI: DR. S.BERTOLINI E DR. M. FABBRICHESI (I.N.F.N. E S.I.S.S.A. TRIESTE).

PREMI, RICONOSCIMENTI E BORSE DI STUDIO E RICERCA

ANNO	DESCRIZIONE
DA 1/11/96 A 30/9/98	VINCITORE DI BORSA POST-DOTTORATO PRESSO L'UNIVERSITÀ DI BERNA , COL GRUPPO DEI PROFF. J. GASSER E H. LEUTWYLER (FONDATORI DI TEORIA DELLE PERTURBAZIONI CHIRALI)
DA 01/10/1998 A 04/06/2000	VINCITORE DI BORSA POST-DOTTORATO BIENNALE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO (PROF. RESPONSABILE G. MARCHESINI)
DA 01/11/2001 A 31/10/2005	VINCITORE ASSEGNO DI RICERCA DI 4 ANNI (2 +2 DI RINNOVO) PRESSO DIP. DI FISICA UNIVERSITÀ STUDI DI MILANO (PROF. RESPONSABILE G. PROSPERI)
DA SETTEMBRE 2001 A NOVEMBRE 2001 E DAL NOVEMBRE '05	DOCENTE DI FISICA PRESSO I.T.I.S. MAGISTRI CUMACINI DI COMO, IN SEGUITO A VINCITA NEL 2000 DI CONCORSO ABILITANTE PER L'INSEGNAMENTO DI FISICA NELLE SCUOLE SECONDARIE SUPERIORI: PRIMO IN GRADUATORIA PER LA PROVINCIA DI COMO. STO CONTINUANDO A COLLABORARE (A TEMPO PARZIALE) CON IL DIPARTIMENTO DI FISICA DELL'UNIVERSITÀ DI MILANO (NELL'ATTIVITÀ SIA DIDATTICA CHE DI RICERCA).
ANNO SCOLASTICO 2011/2012	Un progetto da me ideato e diretto su "Occhialini e la camera a nebbia controllata" ha vinto il primo premio nel concorso su "Scienziati tecnici e inventori dell'ottocento e novecento" indetto dal Centro per la Qualità dell'Insegnamento e Apprendimento (CQIA) dell' Università di Bergamo e aperto a tutte le scuole di Lombardia.

ATTIVITÀ DIDATTICA A LIVELLO UNIVERSITARIO : PRIMAPARTE

Svolgo da **diversi anni attività didattica** (corsi di Laurea e Master) in **Italia e estero**. In dettaglio:

ANNO ACCADEMICO	CORSO DI STUDIO/INSEGNAMENTO	STRUTTURA	ORE
1996/97	ESERCITATORE CORSO "QUANTENTHEORIE I" (PROF. P. HASENFRATZ)	UNIVERSITÀ DI BERNA	CIRCA 60-70
DAL 2002/03 AD OGGI	HO CREATO E GESTISCO INSIEME AL DR. M. AIROLDI (MEDIOBANCA) IL MODULO DI "CALCOLO STOCASTICO ED ECONOFISICA" (APPLICAZIONE DI METODI NUMERICO-COMPUTAZIONALI E MODELLI FISICO-MATEMATICI ALLO STUDIO DI PROBLEMI DI MECCANICA STATISTICA E SISTEMI COMPLESSI ED ECONOMICO-FINANZIARI), DEL CORSO DI "METODI COMPUTAZIONALI DELLA FISICA" (TITOLARI CORSO PROF. R. FERRARI E POI PROF. A. VICINI)	DIPARTIMENTO DI FISICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO	CIRCA 20 ORE OGNI ANNO

ATTIVITÀ DIDATTICA A LIVELLO UNIVERSITARIO : SECONDA PARTE

ANNO ACCADE- MICO	CORSO DI STUDIO/INSEGNAMENTO	STRUTTURA	ORE
DAL 2015/16 AD OGGI (5 ANNI ACCADEMI CI)	HO TENUTO <u>CICLI DI LEZIONI</u> SULLE OSCILLAZIONI DEI NEUTRINI E LO STATO ATTUALE E PROSPETTIVE FUTURE DI <u>FISICA DEI NEUTRINI NEL CORSO DI “ASTROPARTICELLE”</u> DEL CORSO DI LAUREA IN FISICA DELL’UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO. PARTECIPÒ ANCHE AGLI ESAMI DEL CORSO SUDDETTO. TITOLARI DEL CORSO PROF. L. MIRAMONTI E DR. D. D’ANGELO (E PROF. G. BATTISTONI IL PRIMO ANNO).	DIPARTIMENTO DI FISICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO	CIRCA 8-10 ORE OGNI ANNO
2004/05	<u>DOCENTE COTITOLARE DEL CORSO DI “TECNICHE STATISTICHE PER L’ANALISI DEI DATI” E DEL CORSO “ELEMENTI DI MATEMATICA FINANZIARIA E STRUMENTI FINANZIARI DERIVATI” NEL MASTER in “METODOLOGIE E MODELLI PER LA FINANZA QUANTITATIVA” DI UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO.</u>	DIPARTIMENTO DI FISICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO	CIRCA 20 ORE OGNI CORSO
2004	ESERCITATORE “CORSO INTEGRATO DI FISICA E STATISTICA” (TITOLARI CORSO PROF. L. CONTE E PROF.SSA A. MIRA)	LAUREA IN SCIENZE MOTORIE UNIVERSITÀ INSUBRIA	CIRCA 15-20 ORE
DAL 2000 IN POI	CORRELATORE DI CIRCA 10 TESI DI LAUREA SU FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI (PREVALENTEMENTE FISICA DEL NEUTRINO E SU IMPLICAZIONI E SUL MODELLO STANDARD E TEORIE BEYOND THE STANDARD MODEL) E SU APPLICAZIONI DI MODELLI FISICO-MATEMATICI A PROBLEMI ECONOMICI E FINANZIARI. QUASI TUTTE QUESTE TESI SI SONO CONCLUSE CON VOTAZIONI MOLTO BUONE (SPESSO 110 O 110 E LODE) E IN MOLTI CASI HO CONTRIBUITO ANCHE A PROPORRE L’ARGOMENTO DI TESI SU TEMI DI ATTUALITÀ E CON CONTATTI ANCHE ESTERNI AL DIPARTIMENTO.	DIPARTIMENTO DI FISICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO	

ULTERIORE ATTIVITA' LAVORATIVA E CONOSCENZE INFORMATICHE

ANNO	ATTIVITA'
DA GIUGNO 2000 AD AGOSTO 2001	Responsabile informatico (Collaboratore elaborazione dati) presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano . Mi sono occupato prevalentemente del cluster di circa 40 PC della Sezione Teorica e dell'attività del Laboratorio di Calcolo e Multimedia , nell'ambito del quale ho contribuito anche a sviluppare e coordinare progetti innovativi (come descritto nella sezione sull'attività di ricerca). Ho anche approfondito le conoscenze sulle tecniche di gestione di reti informatiche e clusters di PC, sui protocolli di comunicazione e le problematiche di sicurezza. - Buona conoscenza di linguaggi di programmazione e di elaborazione matematica numerica e simbolica (Mathematica, Maple, etc.); - Buona conoscenza di metodi Monte Carlo, reti neurali e altre tecniche di simulazione e analisi numerica .

LINGUE STRANIERE CONOSCIUTE

LINGUE	LIVELLO DI CONOSCENZA
INGLESE	MOLTO BUONO
FRANCESE	SCOLASTICO
TEDESCO E SPAGNOLO	ALCUNE CONOSCENZE DI BASE

ATTIVITA' DI DIVULGAZIONE SCIENTIFICA

- Ho svolto un'intensa attività di promozione e divulgazione scientifica per il pubblico in generale ed in particolare per gli studenti delle scuole secondarie superiori e dei precedenti ordini scolastici, come descritto in parte nel seguito del CV.

- Insieme a colleghi del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano, **ho pubblicato il volume di divulgazione scientifica:**

“ Il calore della Terra e del Sole (Dalle dispute tra Kelvin e Darwin ai neutrini) ”

L. Belloni, L. Miramonti, V. Antonelli, G. Parravicini

Casa Editrice Aracne

Il Nucleare (Collana diretta da E. Gadioli; Comitato Scientifico ed Editoriale: I. Licata, E. Sindoni, G. Battistoni, L. Sajo Bohus)

HO ANCHE **PRESENTATO**, INSIEME AL PROF. G. PARRAVICINI, **IL SUDETTO VOLUME** IN UNA SERATA PUBBLICA TENUTASI (CON ANNESSA DISCUSSIONE SULLE TEMATICHE DEL LIBRO) IN OCCASIONE DI **“MILANO BOOKCITY”** GIOVEDÌ 14/11/19 PRESSO IL DIPARTIMENTO DI FISICA DEGLI UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO (AULA CONSIGLIO)

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E DI RICERCA

Ho svolto la mia ricerca nel campo della fisica subnucleare. Pur rimanendo nell'ambito della **fenomenologia delle interazioni fondamentali e delle particelle elementari**, ho avuto modo di **variare più volte i temi** di ricerca di cui mi sono occupato, sia nella **fisica delle alte energie** (Bhabha scattering, correzioni radiative, problemi di risommazione e QCD perturbativa), **che in quella delle energie medio basse** (teorie effettive e chirali e fisica dei mesoni e, **soprattutto, fisica del neutrino**). **Negli ultimi 15-20 anni la mia attività si è incentrata soprattutto sullo studio di diversi esperimenti di fisica dei neutrini.**

In parallelo alla fisica delle particelle mi sono occupato **anche di sistemi complessi, econofisica e matematica finanziaria**, con modelli fisico-matematici e tecniche numerico-computazionali e statistiche.

Le problematiche affrontate e le **conoscenze e l'attitudine mentale acquisite in tutta la mia ricerca in fisica delle particelle** si sono rivelate **utili anche nello studio e l'analisi di aspetti più prettamente sperimentali**. Mi riferisco in particolare all'attitudine ad affrontare problemi scientifici complessi, alla ricerca e allo sviluppo di algoritmi e strumenti di calcolo numerico ed analitico e, soprattutto, alla **conoscenza di diverse tecniche sperimentali e di analisi statistica** per la soluzione di questi problemi. Per molte delle analisi a cui ho preso parte, sia per la fisica degli acceleratori, sia soprattutto per la fisica dei neutrini è stato fondamentale proprio **sviluppare una buona conoscenza delle diverse problematiche e tecniche sperimentali**. Ad esempio la **conoscenza delle diverse caratteristiche e peculiarità dei vari esperimenti** è stata indispensabile per gli studi sulle correzioni radiative al Bhabha scattering, per quelle sulla risommazione nel Deep Inelastic Scattering e, soprattutto, per le analisi globali e lo studio delle potenzialità future nella fisica dei neutrini solari. Durante questi studi **ho spesso collaborato strettamente con gruppi sperimentali (in particolare con quelli degli esperimenti Borexino e JUNO e faccio parte della Collaborazione JUNO Italia) e, se mi verrà data l'opportunità, sono sicuramente interessato a focalizzare la mia analisi futura su tutti gli aspetti sperimentali** (non solo quelli di analisi dati, ma anche quelli più "strumentali").

Venendo ad una descrizione più dettagliata dell'attività svolta, i **principali temi di ricerca** su cui ho lavorato **nell'ambito della fisica subnucleare** sono:

- 1) **processi d'urto** tra particelle elementari **ad alta energia** (soprattutto nella tesi di Laurea e durante il primo post-doc a Milano);
- 2) **analisi, con "teorie effettive"**, di processi ad **energie medio basse**, per studio delle **interazioni nucleari deboli e forti**, della **fisica adronica** e degli **stati legati** (durante il Dottorato e nel post-doc a Berna);
- 3) **fisica dei neutrini (aspetti sperimentali e fenomenologici) e sue implicazioni** sul Modello Standard e sulla costruzione di modelli al di là del Modello Standard.

Su questi ultimi temi a Milano, ho dato un contributo significativo alla creazione di un gruppo di ricerca a livello internazionale.

L'attività su questi 3 temi è descritta qui di seguito più in dettaglio, in ordine cronologico.

Nella **tesi di laurea**, con i Proff. A. **Pullia** (Milano) e L. **Trentadue** (Parma) ho studiato le **correzioni radiative a processi d'urto** come lo scattering Bhabha, ($e^+e^- \Rightarrow e^+e^-$), sia con il calcolo diretto dei **grafici di Feynmann**, sia con l'utilizzo delle **funzioni di struttura**, ed in

particolare di quelle **dipendenti dal momento trasverso**, adatte a descrivere la distribuzione angolare dei fotoni. Il nostro studio è utile anche per processi diversi dal Bhabha scattering. Le funzioni di struttura dipendenti dal momento trasverso erano già utilizzate per processi di canale s; noi abbiamo studiato in particolare anche a processi di canale t.

Le **correzioni radiative** sono molto importanti in fisica delle particelle elementari e, in particolare, degli acceleratori (ad esempio per LEP e per LHC) e il loro studio mi ha permesso di **acquisire una vasta conoscenza della Teoria dei Campi (in particolare del Modello Standard)** e degli aspetti sperimentali connessi allo studio dei processi d'urto.

Mi sono **rioccupato del Bhabha radiativo successivamente, in collaborazione con il Prof. Kuraev**, uno dei massimi esperti del settore. In 2 lavori su Nucl. Phys. B e JETP abbiamo studiato il **Bhabha scattering a grande angolo**, ampiamente utilizzato per la **calibrazione a colliders e+e-** di energie moderatamente elevate (come le ϕ , J/ψ , B e c/τ factories). Abbiamo calcolato la sezione d'urto per il Bhabha a grande angolo **con emissione di un "fotone duro" quasi collineare** a uno dei fermioni, includendo le correzioni radiative per l'emissione di fotoni aggiuntivi virtuali, soffici e duri nell'approssimazione dei logaritmi dominanti.

Ho ripreso a lavorare su processi d'urto ad alte energie e funzioni di struttura **a Milano, nel post-doc con il gruppo dei Proff. Marchesini e Dokshitzer**. Ci siamo occupati di diversi aspetti di **QCD perturbativa e di interazioni adroniche ad alte energie** e in particolare abbiamo ottenuto, per processi di **Deep Inelastic Scattering (DIS)**, l'espressione **risommata** per le distribuzioni differenziali e le sezioni d'urto integrate rispetto alla variabile di "thrust", che descrive l'allineamento spaziale delle particelle prodotte nello scattering. L'analisi delle **distribuzioni rispetto ad "event shape variables"** come il **thrust** viene effettuata in molti esperimenti (ad esempio ad Hera), ma non era ancora disponibile nessun calcolo risommato (all'ordine next to leading) nel caso del DIS, dove l'analisi cinematica è particolarmente complicata. Noi abbiamo svolto per la prima volta questo calcolo per due varianti diverse del thrust. Il **calcolo da noi sviluppato è stato ripreso da molti studi** successivi e i nostri risultati (pubblicati in due lavori, tra cui un JHEP) sono comunemente utilizzati dai gruppi **sperimentali**.

Le competenze acquisite in questi studi sulle alte energie sarebbero molto utili per l'analisi di temi di attualità, come lo studio della fisica di LHC.

Tornando agli altri 2 temi di ricerca di fisica delle particelle indicati inizialmente, **alla SISSA e a Berna** ho lavorato prevalentemente sulle **teorie chirali e le loro applicazioni soprattutto alla fisica adronica**.

Alla **SISSA** mi sono occupato delle applicazioni di queste teorie ai **mesoni K** e alla **violazione della CP** parità. Con i **Proff. Bertolini e Fabbrichesi** (in **3 lavori pubblicati su Nucl. Phys. B e nella mia tesi di Dottorato**) ho **sviluppato un modello** che spiegasse alcuni dati sperimentali (come la regola di selezione $\Delta I=1/2$, per i decadimenti dei K in pioni) e fornisse stime relative a processi che erano di interesse attuale, tra cui la determinazione del **rapporto ϵ'/ϵ** , che era al centro di molti studi teorici e sperimentali. Con **teorie di campo effettive**, abbiamo ricavato la **lagrangiana chirale debole** all'ordine $O(p^2)$ per processi con $\Delta S=1$ e $\Delta S=2$ e ne abbiamo **determinato per la prima volta tutti i coefficienti**, mediante il confronto col **Modello a Quark Chirale**, che permette di descrivere le interazioni tra i quarks ed i mesoni. Nel nostro modello abbiamo **riprodotto la regola di selezione $\Delta I=1/2$** per valori ragionevoli dei parametri di input, per i quali si può ottenere una **stima di ϵ'/ϵ in buon accordo coi dati sperimentali**. Abbiamo anche **esteso questo formalismo a processi con variazione di stranezza $\Delta S=2$** , come il mixing $K^0-\bar{K}^0$, e il confronto coi dati sperimentali ci ha fornito un importante test di consistenza del modello. **In**

questi lavori ho contribuito in particolare al calcolo di tutti gli elementi di matrice utilizzati.

A Berna, col Prof. **Gasser**, mi sono occupato principalmente dello sviluppo di un modello basato su **teorie effettive non relativistiche** per studiare le proprietà di **stati legati**, come il **pionio** (stato legato $\pi^+ \pi^-$) **e altri atomi esotici adronici**, che forniscono importanti informazioni sulle **interazioni forti a basse energie**. L'esperimento **DIRAC** al **CERN** ha misurato la **vita media del pionio** e da questa misura è possibile ricavare il valore del **condensato di quark**, parametro fondamentale per la **rottura spontanea della simmetria chirale**. Utilizzando un modello di prova riprodotto le caratteristiche essenziali del sistema fisico in esame, **abbiamo confermato la possibilità di estendere agli atomi adronici un approccio basato sull'uso di teorie effettive non relativistiche**, studiando in dettaglio i **problemi di fondamento** legati alla loro applicazione. I nostri risultati, pubblicati su **Annals of Physics**, sono stati il punto di partenza per il calcolo dell'ampiezza di decadimento del pionio, svolto in seguito dal gruppo di Berna con questo formalismo.

A Berna ho partecipato **anche ad altri due progetti di ricerca**, relativi allo studio di stati legati con diverse tecniche sia relativistiche che non relativistiche. Uno riguardava il calcolo, in collaborazione col Prof. Kuraev, di una classe di **correzioni radiative del secondo ordine all'ampiezza di decadimento dell'ortopositronio**, stato legato e^+e^- il cui studio richiede la conoscenza anche dell'**equazione di Bethe-Salpeter ed analoghe tecniche relativistiche e non relativistiche**. I nostri risultati (pubblicati su **European Physics Journal C** e in un mio articolo di review) hanno contribuito a ridurre in parte il disaccordo tra teoria ed esperimento.

L'altro progetto era, invece, un'**analisi quanto-meccanica della formula di Deser** e di formule analoghe per gli stati legati negli **atomi esotici e, in generale, in sistemi, anche di interesse per la fisica nucleare, in cui si ha interazione tra forze nucleari ed elettromagnetiche**. Abbiamo costruito un **modello** nel quale viene introdotto un **potenziale** atto a descrivere queste forze di diversa natura. Abbiamo **risolto analiticamente un'equazione di Schroedinger** radiale per un **sistema a multicanali** e derivato formule che permettono di studiare, ad esempio, i **livelli energetici e le ampiezze di decadimento** per questi stati legati. La nostra tecnica è applicabile anche ad altri sistemi la cui evoluzione sia regolata da varie forze di natura diversa. I nostri risultati sono pubblicati su **Physical Review A**.

Negli ultimi 15-20 anni mi sono occupato prevalentemente di fisica del neutrino, settore di interesse per le verifiche del Modello Standard e dei modelli oltre il Modello Standard e le implicazioni cosmologiche ed astrofisiche.

Ho contribuito significativamente a **creare a Milano un gruppo di ricerca in questo campo, proponendo temi di attualità** (come, ad esempio, l'analisi degli esperimenti **SNO** e **KamLAND**, lo studio delle prospettive per **Borexino** e per gli esperimenti **long baseline** con fasci di neutrini artificiali) analizzati con successo, **contribuendo a formare diversi studenti, sviluppando collaborazioni scientifiche internazionali ed interagendo fortemente con vari gruppi sperimentali e in particolare coi membri, soprattutto di Milano, di Borexino, ICARUS, AUGER e JUNO**. Da diversi anni **faccio parte della Collaborazione JUNO**.

Su questi temi ho collaborato **dapprima col gruppo di R. Ferrari e con E. Torrente** (Cern e Spagna), **poi con S. Forte e G. Battistoni e negli ultimi anni coi membri di JUNO**.

Inizialmente ci siamo occupati delle "**oscillazioni**" dei **neutrini**, della **determinazione della loro massa e di modelli** che spieghino la **struttura di massa dei leptoni**. Abbiamo **costruito un modello e sviluppato dei codici numerici** per descrivere la propagazione dei neutrini e la loro

interazione coi rivelatori e calcolare le loro probabilità di oscillazione, senza dover ricorrere alle approssimazioni semi analitiche spesso adottate in letteratura. Abbiamo così analizzato diversi esperimenti sui neutrini solari e da reattori e sviluppato delle analisi globali (basate sull'utilizzo del metodo del χ^2 , in diverse varianti, e di altre tecniche statistiche), **estraendo i valori dei parametri di massa e mixing** compatibili con gli esperimenti. Abbiamo analizzato le potenzialità di esperimenti come **Borexino e KamLAND** e sviluppato diverse analisi globali dei neutrini solari e, soprattutto, **siamo stati tra i primi gruppi al mondo ad analizzare i dati di KamLAND** (sui neutrini da reattore) **e** delle diverse fasi dell'esperimento **SNO** (sui solari), 2 esperimenti determinanti per risolvere il problema dei neutrini solari, provare che i neutrini sono particelle massive ed oscillanti e determinare sempre più accuratamente i parametri di mixing. **In tutti questi lavori sono stati essenziali lo studio e la conoscenza dei dettagli sperimentali dei diversi esperimenti** (tipo di rivelatore e sue caratteristiche, tecniche di rivelazione, discriminazione del background, etc.)

I nostri **lavori sono pubblicati su riviste prestigiose** (Nucl. Phys. B, Phys. Rev. D, JHEP, etc.) e sono **molto citati**, nonostante fossimo un gruppo relativamente “nuovo” nel campo.

Uno dei nostri obiettivi era lo **sviluppo di un'analisi completa dei dati della fisica dei neutrini** da diverse categorie di esperimenti e lo **studio di modelli in grado di giustificare questi dati e spiegare l'origine ed i valori delle masse**. **In collaborazione col Prof. R. Ferrari ed il suo gruppo** ho svolto proprio uno **studio** (basato anche sull'uso di metodi Monte Carlo e dell'analisi del χ^2) di diversi possibili **modelli di massa per i neutrini ed i leptoni carichi**, al fine di individuare le caratteristiche (patterns) essenziali delle matrici di massa, richieste dai dati sperimentali. In 2 lavori (uno dei quali su Phys. Lett. B) ci siamo concentrati sulla vasta classe di modelli con una **simmetria orizzontale non abeliana per i leptoni carichi**.

In seguito la mia attenzione si è focalizzata sull'**analisi, in collaborazione coi Prof. S. Forte e G. Battistoni**, di altri aspetti **di fisica dei neutrini e delle loro connessioni con la fisica delle particelle**. Un ruolo sempre più essenziale in fisica del neutrino è svolto da esperimenti con fasci “artificiali”, **da acceleratori e da reattori**. Già oggi (con T2K e NOvA) e ancor più in un futuro prossimo sarà possibile disporre di **esperimenti, come i superbeams** (ed eventualmente i β beams), che utilizzeranno **fasci di neutrini da acceleratori molto intensi ad energie relativamente basse**. Progettati per studiare le oscillazioni, essi potrebbero permettere anche di **effettuare misure** di alcuni **parametri del Modello Standard**, come ad esempio **l'angolo di Weinberg, ad energie medio-basse** (di pochi GeV od inferiori) per le quali le misure realizzate in passato non hanno la stessa precisione disponibile ad alte energie, grazie ai dati di colliders come il LEP ed il Tevatron. Migliorare la determinazione dei parametri a basse energie permette di **testare la stabilità della teoria su un range di energie molto vasto** e di cercare eventuali discrepanze come segnali di nuova fisica al di là del Modello Standard. **Abbiamo sviluppato un'analisi (non presente nella letteratura precedente)** di tali potenzialità, **in particolare per i cosiddetti “superbeams”**, focalizzando l'attenzione sullo studio **dello scattering quasi elastico neutrino-neutrone** (il cui risultato dipende, oltre che dall'**angolo di Weinberg**, anche dai **fattori di forma adronici**). Abbiamo mostrato che è effettivamente possibile ottenere una **determinazione dell'angolo di Weinberg ad energie attorno al GeV con un'incertezza dell'ordine del per cento (o inferiore)**. I nostri **risultati** sono stati da me **presentati** a varie conferenze internazionali e **pubblicati** sui relativi proceedings ed in un lavoro inviato all'archivio hep-ph. Il **rivelatore ideale**, da usare leggermente off-axis come near detector, sarebbe ad **Argon liquido**. Si potrebbe anche **studiare la possibilità di applicare** la nostra analisi anche **a fasci previsti per altri esperimenti**

(in fase di realizzazione), come quelli che mirano allo studio delle oscillazioni di neutrini anomale (in neutrini sterili) mediante il fascio del Fermilab e con l'uso sempre di rivelatori ad Argon liquido, come ICARUS.

Negli ultimi anni ho sviluppato una stretta collaborazione con il gruppo milanese dell'esperimento Auger e, soprattutto, dell'esperimento JUNO, in particolare con i Prof. G. Ranucci, L. Miramonti, M. Giammarchi ed E. Meroni.

Ho svolto, in collaborazione ad L. Miramonti, uno studio approfondito delle problematiche relative alla fisica dei neutrini solari, con particolare attenzione agli sviluppi degli ultimi anni, all'impatto dei risultati ottenuti sulla fisica delle particelle e sui modelli solari e delle questioni aperte in questo campo: problema della metallicità, studio della parte di più bassa energia dello spettro dei neutrini solari e delle eventuali connesse “anomalie” e di possibili “non standard interactions”. Su questi temi abbiamo pubblicato dei lavori comuni, tra cui un'analisi approfondita che ci è stata richiesta per un volume monotematico (Special Issue) sulla fisica dei neutrini e ho presentato seminari a diverse conferenze internazionali. Il nostro studio prosegue con particolare attenzione anche agli sviluppi offerte dai diversi esperimenti progettati in questo campo per il prossimo futuro (in particolare JUNO).

Sono membro della collaborazione JUNO Italia e del gruppo di lavoro che si occupa delle potenzialità e delle problematiche legate al futuro esperimento JUNO, che si sta per realizzare in CINA e che svolgerà un ruolo molto importante nella fisica dei neutrini, soprattutto per lo studio della loro gerarchia di massa. Mi sono occupato dell'analisi delle potenzialità dell'esperimento e del confronto con esperimenti simili: ho steso personalmente questa parte della relazione che la collaborazione ha presentato al CTS (Comitato Tecnico Scientifico) dell'INFN e ho contribuito attivamente alla realizzazione e stesura dello Yellow Book di JUNO (già “famous paper” secondo gli archivi hep di Spires).

Nello Yellow Book sono stato, in particolare, uno dei “curatori principali” del capitolo sui neutrini solari. Sui neutrini solari ho anche studiato con altri membri di JUNO Italia le potenzialità dell'esperimento e la possibile ricerca di “Non Standard Neutrino Interactions” e le nostre analisi sono confluite nel lavoro che presto sarà pubblicato dalla Collaborazione. Mi sto occupando anche dello studio delle migliori strategie di analisi statistica per la determinazione della gerarchia con i dati di JUNO.

Infine, ho recentemente proposto un possibile studio della simmetria di Lorentz mediante l'analisi a JUNO dei neutrini atmosferici di alta energia (tema descritto sotto).

Nel 2017 sono stato scelto per rappresentare la Collaborazione JUNO alla conferenza Neutrino Telescopes a Venezia (una delle più importanti del settore) e in altre conferenze italiane e internazionali. In particolare diverse edizioni di IFAE (Incontri della Fisica delle Alte Energie), conferenza caratterizzata da una forte interazione tra teorici e sperimentali. Ad Ottobre 2018 sono stato scelto dalla Collaborazione per rappresentare JUNO allo “European Neutrino Town Meeting”, tenutosi al CERN, per fare il punto sul settore di ricerca e definire una strategia europea per la fisica del neutrino “accelerator-based” da inserire nella “European Strategy for Particle Physics” che il CERN ha inviato come raccomandazione alla Comunità Europea (vedi anche arXiv:1812.06739). Tutti questi interventi hanno portato anche ad analisi ulteriormente sviluppate da me e pubblicate su riviste internazionali.

Nell'ultimo periodo ho svolto e sto continuando a sviluppare, con L. Miramonti e con un suo ex dottorando, M. Torri, uno studio di modelli che prevedono possibili violazioni dell'invarianza di Lorentz (LIV) e delle conseguenze che queste correzioni avrebbero sulle

oscillazioni dei neutrini e su altri aspetti fenomenologici delle particelle elementari. Nel nostro approccio i termini che possono violare la **Lorentz invarianza ad alte energie** sono introdotti **a partire da “relazioni di dispersione modificate”**, con correzioni che dipendono dal momento di una particella e con conseguenze sulla sua velocità limite. Questa idea, proposta da Coleman e Glashow è stata ripresa in letteratura. Nel nostro modello i potenziali termini di violazione della Lorentz invarianza sono scelti in modo da **salvaguardare una struttura metrica valida nella geometria di Finsler** (estensione di quella usualmente utilizzata in relatività) e **di preservare la CPT invarianza, l'isotropia spaziale e le simmetrie di gauge tipiche del Modello Standard.** Abbiamo **costruito** una sorta di **“Modello Standard esteso”**, nel quale **la presenza di LIV** non modifica la forma delle interazioni, ma semplicemente determina un cambiamento cinematico nell'evoluzione delle singole particelle. **Le probabilità di oscillazione**, che regolano le oscillazioni di sapore **dei neutrini, vengono modificate** con l'aggiunta di **termini correttivi**, che non cambiano le caratteristiche generali delle oscillazioni, ma **possono diventare non trascurabili ad alte energie.**

Il nostro modello e le sue applicazioni al calcolo delle probabilità di oscillazione (in particolare per le energie e baselines di maggior rilevanza fenomenologica) sono riportati in **un primo lavoro pubblicato su European Physics Journal C**, nel quale abbiamo anche confrontato i nostri risultati con i limiti sulla LIV presenti in letteratura (in particolare da SuperKamiokande). Una descrizione più approfondita dei fondamenti del nostro modello ed il confronto con altri modelli disponibili in letteratura per la LIV sono contenuti in un **secondo lavoro** pubblicato su **EPJC**.

Ora ci stiamo **dedicando all'applicazione dei nostri risultati allo studio dettagliato** (inclusendo assieme alle probabilità di oscillazione anche le informazioni sui flussi di neutrini e sulle sezioni d'urto) **di diversi casi di interesse fenomenologico:** dai **neutrini atmosferici ad alte energie studiabili a JUNO** e, soprattutto, coi cosiddetti **neutrino telescopes**, all'analisi dei **“neutrini cosmici” di alta ed altissima energia.** Quest'ultimo aspetto è connesso con la “analisi multi-messenger”, campo di sempre maggior interesse e attualità, a seguito della scoperta delle onde gravitazionali e del recente risultato di ICECube, sul quale potremmo concentrarci in futuro.

Ancora una volta, negli studi per la LIV in JUNO è essenziale l'approfondimento dei dettagli sperimentali per capire come discriminare un segnale da neutrino atmosferico o da neutrino elettronico in un rivelatore a scintillazione (che presenta maggiori difficoltà rispetto ad un Cerenkov) e come riuscire a ricostruire l'energia anche di segnali a valori fortemente energetici.

In parallelo a questi studi abbiamo analizzato **l'impatto potenziale della LIV nel nostro modello sullo studio di processi adronici ad alte energie**, quali il Deep Inelastic Scattering e i risultati da noi ottenuti potrebbero portare a pubblicazioni future.

Infine, ma non da ultimo, in questi anni **ho contribuito come membro di JUNO Italia ad altre analisi, che sono state pubblicate su diverse riviste internazionali, sulle tecniche e le potenzialità dell'esperimento** ed in particolare ad un lavoro relativo alla tecniche di **analisi per la ricostruzione del segnale nei fotomoltiplicatori.** Questo è un aspetto che sarà fondamentale per **l'analisi dei dati di JUNO** e i risultati ottenuti dalla parte italiana della collaborazione sono contenuti in un lavoro **pubblicato sulla rivista JINST (Journal of Instrumentation).** Ho contribuito a questa analisi anche mediante le discussioni tenutesi durante le diverse edizioni dei workshop di JUNO a Ferrara, di cui parlerò qui di seguito.

Negli scorsi anni ho anche partecipato attivamente alla **formazione dei laureandi e dottorandi** che sono entrati a far parte della collaborazione JUNO ed in particolare **JUNO Italia.** In particolare in 3 diverse occasioni ho contribuito attivamente, con vari interventi di carattere

seminariale, ai **workshops** organizzati a tal fine (in concomitanza o in seguito ai meetings di JUNO Italia) dai responsabili **del gruppo di ricerca di JUNO dell'Università di Ferrara, Prof. F. Mantovani e Prof.ssa B. Ricci**. Allego anche lettere di certificazione relative alla mia partecipazione attiva a 2 di questi meetings e workshops.

Infine, recentemente ho pubblicato, insieme a L. Miramonti e G. Ranucci, un **lavoro** sulla rivista Universe (facente parte di una Special Collection sulle "Oscillazioni dei neutrini") nel quale abbiamo studiato in dettaglio i **principali risultati dei neutrini da reattore e le potenzialità future** di questo settore di ricerca, con particolare attenzione a JUNO.

Attività su sistemi complessi e in campo numerico-computazionale ed informatico

Per quanto riguarda i **sistemi complessi e l'Econofisica**, oltre ad una vasta attività didattica ed organizzativa già descritta precedentemente, ho svolto ricerca centrata sull'applicazione di tecniche fisico-matematiche allo studio di questi sistemi (in particolare per problemi economico-finanziari). Mi sono avvalso della conoscenza (ulteriormente approfondita) di **modelli matematici e tecniche di analisi statistica e numerica**, spesso **utilizzati anche in fisica teorica delle particelle ed in meccanica statistica** (come i modelli di spin, le approssimazioni di campo medio, il metodo Monte Carlo e altre tecniche di simulazione numerica, l'integrale sui cammini, varie tecniche di analisi di sistemi complessi).

Mi sono occupato soprattutto della **costruzione e utilizzo di modelli** in grado di **descrivere la dinamica dei mercati azionari** più accuratamente di quelli usati solitamente in letteratura, basati sull'analisi di Black Scholes e Merton, nella quale ogni singola azione evolve indipendentemente dalle altre. **La nostra analisi** si basa, invece, sull'idea che il **mercato** possa essere descritto **come un sistema stocastico caratterizzato da moti collettivi**, che possono spiegare fenomeni osservati empiricamente. Abbiamo, quindi, **sviluppato un modello** che considera anche l'influenza esercitata sull'evoluzione della singola azione dall'andamento complessivo del mercato e che **riproduce** alcune delle caratteristiche essenziali **dell'andamento dei mercati reali**. Questi risultati sono contenuti in 2 tesi di laurea (Martinelli e Della Savia) disponibili in rete ed in **una pubblicazione** inviata ad un archivio elettronico di economia. **Ci sarebbero possibili interessanti sviluppi di queste analisi**, che finora non ho potuto analizzare per motivi di tempo.

Ci siamo occupati anche dello **studio di correlazioni non lineari tra insiemi di azioni**, utilizzando per tale scopo anche **metodi statistici, come il metodo delle copule**, alternativi alle tecniche generalmente utilizzate in finanza quantitativa per l'analisi delle correlazioni tra serie storiche. I risultati ottenuti sono contenuti in una tesi disponibile in rete (Facchinetti). Uno dei nostri obiettivi è sfruttare lo studio delle correlazioni tra azioni per **ricostruire la struttura del network di interazioni**, tema di interesse attuale anche per le **applicazioni in diversi campi** di ricerca e in generale **nell'analisi di sistemi complessi**.

L'utilizzo di **strumenti e algoritmi informatici** sempre più evoluti è importante **nell'attività di ricerca a cui ho preso parte in questi anni, in particolare sulla fisica del neutrino e sulla fisica delle alte energie**. Gli algoritmi per calcolare le probabilità di oscillazione dei neutrini richiedono di risolvere **problematiche numeriche piuttosto complesse**. **Su questi argomenti abbiamo scritto un lavoro**, nel quale sono presentati e discussi dei **codici numerici da noi sviluppati**, adatti per la soluzione di una classe di equazioni differenziali ordinarie. Questi programmi si basano su una implementazione in C++ di un algoritmo di Runge-Kutta semi-implicito adattivo di quinto ordine e possono essere utilizzati per risolvere problemi

connessi con l'evoluzione di diversi sistemi fisici.

Al tempo stesso l'**utilizzo** di potenti strumenti di calcolo (in particolare di un **cluster di computers paralleli** di tipo beowulf) si è rivelato **utile** sia **per** il calcolo delle probabilità di oscillazione per i **neutrini**, sia, soprattutto, nell'analisi fatta della struttura delle matrici di massa per i leptoni **e**, in parte, anche **negli studi** a cui ho preso parte **sui sistemi complessi**. **Al Centro di Calcolo del Dip. di Fisica**, ho approfondito le **conoscenze delle tecniche di gestione di reti e di clusters di PC** e delle problematiche di sicurezza. Da vari anni **partecipo all'attività del Laboratorio di Calcolo e Multimedia del Dipartimento**. **In particolare** (soprattutto come tecnico informatico e come post-doc) **ho contribuito allo sviluppo ed al coordinamento di progetti innovativi**, come un sistema di videoconferenza interattiva basato su una piattaforma LINUX e l'installazione di **clusters di computers per il calcolo parallelo**. **Ho collaborato e collaboro anche con l'attività didattica del laboratorio**; in particolare ho partecipato **all'ideazione di un modulo didattico su sistemi complessi ed econofisica, che gestisco, insieme ad un esperto esterno, nel corso di "Metodi Computazionali per la Fisica"**.

ATTIVITÀ PROGETTUALE

ANNO	PROGETTO
2003/2004 E 2004/2005	In collaborazione col Prof. R. Ferrari, con un collega assegnista e due professionisti esterni ho ideato e realizzato il Master in "Metodologie e Modelli per la Finanza Quantitativa" della Facoltà di Scienze dell'Università degli Studi di Milano, che si è svolto nel 2005/06 (vedi http://www.le.infn.it/~picariel/master_sito/ e http://pcferrari.mi.infn.it/master03_04/). Ero uno dei 5 membri del Comitato di progettazione del Master . Il nostro progetto ha vinto anche un finanziamento del Fondo Sociale Europeo (FSE) (160.000 Euro) .
1994/2000	Ho contribuito alla stesura dei progetti di ricerca per la creazione di Network Europei: Flavourdynamics, QCDnet durante il post-doc a Milano e, in particolare, EuroDaΦne (durante il post-doc a Berna 1996/98).
2015, 2016 E 2017	Ho contribuito alla stesura di diversi progetti proposti da parte del gruppo di ricerca italiano dell' esperimento JUNO per finanziamenti italiani ed internazionali. In particolare mi sono occupato, insieme ad un altro collega, della stesura della parte tecnica (scientifica) della relazione presentata al CTS (Comitato Tecnico Scientifico) dell' INFN nel 2015/16 e recentemente (2017) ho scritto il proposal scientifico per un bando ministeriale di collaborazione italo-cinese (sullo studio dei neutrini solari e la ricerca di Non Standard Neutrino Interactions con l'esperimento JUNO) e la maggior parte della relazione scientifica di un analogo proposal per un PRIN .
DAL 2008 IN POI	Ho progettato e realizzato una rete di scuole di diverso ordine e grado della provincia di Como, che stanno svolgendo (in collaborazione con istituti universitari ed in particolare con l'Università dell'Insubria) una serie di attività didattiche e di ricerca descritte nel successivo punto del CV su "ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO DI GRUPPI DI RICERCA" . Come responsabile per il mio istituto scolastico ho progettato ogni anno le attività svolte in questo ambito nel Piano di Offerta Formativa della mia scuola. Questi progetti hanno ottenuto anche dei finanziamenti ministeriali (ad esempio nell'ambito dei progetti "Scuole Aperte" e "Insegnare Scienze Sperimentali" e "Laboratori Scientifico-Tecnologici") e vinto dei concorsi (vedi pag. 2 del presente curriculum).

CONGRESSI, CONVEGNI E SEMINARI

DATA	TITOLO	SEDE
2009	SCELTO COME CONVENER DELLA SESSIONE SU “NEUTRINI E FISICA ASTROPARTICELLARE” ALLA CONFERENZA IFAE (INCONTRI DI FISICA DELLE ALTE ENERGIE) 2009	BARI APRILE 2009
<p>Partecipazione come relatore, quasi sempre su invito, a più di 30 conferenze internazionali tra le principali del settore della Fisica teorica e fenomenologica delle particelle elementari, tra cui: meeting e workshops dei networks europei “Flavourdynamics”, “EuroDance”, “QCDNET” e progetto “GRID” per il calcolo distribuito; “TAUP” (diverse edizioni); “Neutrino 2002 e 2004”, “NOW-Neutrino Oscillation Workshop-2006, ’08 e 2010”; “UK Phenomenology Workshop on Collider Physics –Durham 1999”; “International Workshop on Hadronic Atoms and Positronium in the Standard Model–Dubna ’98”; “Third Tropical Workshop on Particle Physics and Cosmology: Neutrino, Branes and Cosmology” – Puerto Rico 2002; “ICATPP 2007, 2009, 2010, 2011 e 2013” – Villa Olmo, Como; “4th International School Bruno Pontecorvo on Neutrino Oscillation, CP and CPT violations...” - Capri 2003; diverse edizioni di “IFAE (Incontri di Fisica delle Alte Energie)” e del Convegno Nazionale di Fisica Teorica a Cortona; “Les Rencontres de Physique de la Vallée d’Aoste”-La Thuille 2002; “Frontier Science 2005- New Frontiers in Subnuclear Physics”-Bicocca.; Incontro “WHAT NEXT” organizzato dall’I.N.F.N. (2014) (gruppi di lavoro su neutrini e su fisica del Modello Standard); Neutrino Telescopes (Venezia 2017). Anche recentemente relatore a Meeting di JUNO Italia, JUNO Europa e International JUNO Collaboration Meeting (Pechino 2018 e 2019).</p>		
<p>Relatore di seminari su invito su fisica teorica e modelli e metodi fisici, matematici e statistici per l’economia in Università italiane e straniere (Zurigo, Berna, SISSA, Torino, Parma, Insubria, Milano, Milano-Bicocca, etc.).</p>		

In conclusione vorrei sottolineare il fatto che **da diversi anni posso, purtroppo, svolgere la mia attività di ricerca solo a tempo parziale, in quanto sono impegnato nella mia attività di insegnante di scuola media superiore.** Ciò ha inevitabilmente limitato il mio tasso di produttività scientifica negli ultimi anni, ma **non mi ha impedito di continuare a partecipare attivamente alla ricerca e all’organizzazione dell’attività didattica e di ricerca dei gruppi con cui ho collaborato** (approfondendo le mie competenze e conoscenze su vari aspetti e tecniche sopra descritti) e credo, che se potessi tornare ad occuparmi di ricerca a tempo pieno, saprei mettere pienamente a frutto tutte queste esperienze maturate.

Le dichiarazioni rese nel presente curriculum sono da ritenersi rilasciate ai sensi degli artt. 46 e 47 del DPR n. 445/2000.

Data

14/05/2020

Luogo

Como

ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO GRUPPI DI RICERCA

ANNO	GRUPPO DI RICERCA	STRUTTURA
DAL 1999 IN POI	- Dal 1999 al '05 ho contribuito significativamente con Prof. R. Ferrari a <u>creazione e sviluppo</u> al Dip. di Fisicaa Milano di <u>gruppo di ricerca di fenomenologia</u> ed in particolare sulla fisica <u>del neutrino</u> , proponendo temi di ricerca, poi sviluppati con successo, sviluppando collaborazioni internazionali e interne (anche con gruppi sperimentali, come Borexino e più recentemente JUNO, Auger ed ICARUS) e seguendo diversi laureandi e dottorandi (spesso anche come correlatore).	Dipartiment o di Fisica della Università degli Studi di Milano.
2001-2005	Ho sviluppato, in collaborazione con R. Ferrari, B. Bassetti e un collega assegnista, un gruppo di ricerca sull'applicazione di metodi e modelli fisico-matematici allo studio di sistemi complessi ed in particolare di sistemi economico finanziari . Abbiamo pubblicato dei lavori e fornito delle tesi di Laurea su questi temi e dato supporto ad una tesi di Dottorato .	Dipartiment o di Fisica della Università degli Studi di Milano
2004-2005 e 2005-2006	Membro di Comitato Organizzatore e contributo significativo a organizzazione e coordinamento (presso il Dip. di Fisica) del Master in "Metodologie e Modelli per la Finanza Quantitativa" (già descritto sotto la voce "Attività progettuale"). Mi sono occupato anche dello sviluppo dei contatti con i docenti e con le società esterne . Questa rete di contatti è ancora attiva con la collaborazione di altri Atenei ed istituti bancari e <u>si potrebbe pensare a riedizione del Master</u> .	Dipartiment o di Fisica della Università degli Studi di Milano
Dal 2000 in poi	Ho collaborato , soprattutto durante il post-doc e l'assegno di ricerca e durante l'attività come "collaboratore di elaborazione dati" del Dipartimento di Fisica <u>all'organizzazione del Laboratorio di Calcolo e Multimedia (responsabile Prof. R. Ferrari) e al coordinamento dei diversi progetti innovativi realizzati in questo Laboratorio</u> , tra cui soprattutto lo sviluppo di un sistema di videoconferenza interattiva, basato su piattaforme di tipo Linux e l'installazione di un cluster di computer di tipo beowulf per il calcolo parallelo.	Dipartiment o di Fisica della Università degli Studi di Milano
Dal 2008 in poi	Ho coordinato e diretto gruppi di docenti del mio Istituto secondario superiore e di altre scuole della provincia di Como, nella diffusione della cultura scientifica presso scuole di diverso ordine e grado, realizzazione di laboratori interattivi , promozione delle eccellenze (tra gli studenti) e collaborazione scuole-Università . In particolare sono stato responsabile (per la mia scuola e altri istituti aderenti a questa rete) dei progetti ministeriali "Insegnare Scienze Sperimentali" , "Scuole Aperte" . L'attività svolta è descritta nella voce precedente del CV "ATTIVITA' DI FORMAZIONE O DI RICERCA". Nel 2015/16 ho scritto, come referente per la mia scuola ed in collaborazione con colleghi di altre 3 scuole della zona di Como e Milano, un progetto per un bando di finanziamento molto importante del MIUR, mirante alla creazione di "Laboratori Territoriali" . Il nostro progetto ha superato la prima fase di selezione ministeriale .	Istituto Scolastico ITIS Magistri Cumacini Como e rete di scuole collegate.

Elenco cronologico di tutte le mie pubblicazioni. Ho allegato alla domanda solo 12 pubblicazioni (come indicato nell'elenco delle pubblicazioni allegate) nel rispetto del limite previsto dal bando. N.B: In questo elenco indico il n. di citazioni solo per i lavori che hanno superato 10 citazioni negli archivi di Inspire hep e per alcuni recenti.

-
- Insieme al Prof. L. Miramonti (Unimi) sono stato scelto dalla rivista Universe (ISSN 2218-1997) (<https://www.mdpi.com/journal/universe>) come Guest Editor (Responsabile Scientifico) per una raccolta (**Collection**) sulle **“Oscillazioni dei neutrini”**, pubblicata online con formula **open access**. La collection contiene **contributi di diversi esperti internazionali** di fisica dei neutrini, vedi https://www.mdpi.com/journal/universe/special_issues/neutrino_oscillations
 - Collaboro come **referee** per le riviste **European Physics Journal C** e **Nuclear Physics A**
-

PUBBLICAZIONI DA ME REALIZZATE

- 1) “The $\Delta S = 1$ weak chiral lagrangian as the effective theory of the chiral quark model”
V. Antonelli, S. Bertolini, J. O. Eeg, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin
Nuclear Physics B, Vol. 469 (1996) N.1, 2, pagg. 143-180. **TOP CITED 50+: 64 citazioni già ricevute**
- 2) “The $\Delta I = 1/2$ selection rule”
V. Antonelli, S. Bertolini, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin
Nuclear Physics B, Vol. 469 (1996) N.1, 2, pagg. 181-201. **Citazioni già ricevute 47**
- 3) “The physics of $K_0 - \bar{K}_0$ mixing: \hat{B}_K and ΔM_{LS} in the chiral quark model”
V. Antonelli, S. Bertolini, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin
Nuclear Physics B, Vol. 493 (1997), pagg. 281-304. **Citazioni già ricevute 17**
- 4) “Solution to a multichannel Bethe potential and its application to pion-nucleus reactions”
V. Antonelli, E. Torrente Lujan, **Physical Review A**, Vol. 58, N. 3, (1998), pagg.1980-1987
- 5) “Some $O(\alpha^2)$ annihilation type contributions to the orthopositronium width”
V. Antonelli, V. Ivanchenko, E. Kuraev, V. Laliena
The European Physical Journal C 5 (1998), pagg.535-543
- 6) “Discussion about the orthopositronium decay rate and analysis of some $O(\alpha^2)$ contributions”
V. Antonelli (hep-ph/9807542 e BUTP-98/17 ; Berna, luglio '98)
Proceedings of the International Workshop on Hadronic Atoms and Positronium in the Standard Model
- 7) “Collinear radiative electron-positron scattering in the leading logarithmic approximation”
V. Antonelli, E. A. Kuraev, B. G. Shaikhatdenov **JETP Letters**, Vol.69, n.12, (1999), pagg. 900-905.
- 8) “Radiative large-angle Bhabha scattering in collinear kinematics”
V. Antonelli, E.A. Kuraev, B.G. Shaikhatdenov
Nuclear Physics B, Vol. 568, Issues 1-2, (2000), pagg. 40-59
- 9) “Resummation of thrust distributions in DIS”
V. Antonelli, M. Dasgupta and G.P. Salam
JHEP (Journal of High Energy Physics) 0002 (2000), 001 ; **TOP CITED 50+: 59 Citazioni già ricevute**
- 10) “Effective Lagrangians in Bound State Calculations”
V. Antonelli, A. Gall, J. Gasser and A. Rusetsky
Annals of Physics Vol. 286 (2000) N.1, pagg. 108-156 - **Citazioni già ricevute: 27**
- 11) “The resummed thrust distribution in DIS” V. Antonelli, M. Dasgupta and G.P. Salam –
Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics, Vol. 26 (2000) N.5, pag. 658-662

- 12) “Global analysis of Solar neutrino oscillation evidence including SNO and implications for Borexino”
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
Nuclear Physics B, Vol.634 (2002), pagg. 393-409 - **Citazioni già ricevute: 43**
- 13) “Solar neutrino experiments and Borexino perspectives”
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
Nuclear Physics B Proc. Suppl., Vol.110 (2002), pagg. 361-363 - **Citazioni già ricevute: 16**
- 14) “Solving the solar neutrino problem with KamLAND and BOREXINO”
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan (Arxiv: hep-ph/0205061)
“Electroweak Inter. and Unified Theories: Moriond Particle Phys. meeting” pag.329-332, **Citazioni: 16**
- 15) “The solar neutrino puzzle: present situation and future scenarios”
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
Publicato su “Les Rencontres de Physique de la Vallée d’Aoste: Results and Perspectives in Particle Physics” (Vol. XXVII di Frascati Physics Series), pagg. 151-170 - **Citazioni già ricevute: 21**
- 16) “Determination of neutrino mixing parameters after SNO oscillation evidence”
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
Physical Review D, Vol.67 (2003), 013006 **TOP CITED 50+: Citazioni già ricevute: 64**
- 17) “Neutrino masses and non abelian horizontal symmetries”
V. Antonelli, F. Caravaglios, R. Ferrari, M. Picariello
Physics Letters B, Vol. 549, n. 3-4, (2002), pagg. 325-336 - **Citazioni già ricevute: 11**
- 18) “KamLAND and the determination of neutrino mixing parameters in the post SNO-NC era”
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
New Journal of Physics, Vol. 5 (2003), 2 - **Citazioni già ricevute: 30**
- 19) “KamLAND solar antineutrinos and their magnetic moment”
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
JHEP (Journal of High Energy Physics) 02 (2003) 025 - **Citazioni già ricevute: 21**
- 20) “Neutrino mass parameters from KamLAND, SNO and other solar evidence”
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
Physical Review D, Vol. 69 (2004) 013005 - **TOP CITED 50+: Citazioni già ricevute: 75**
- 21) “Phenomenological implication of KamLAND on lepton mass matrices”
V. Antonelli, F. Caravaglios, R. Ferrari, M. Picariello
“XXXVIIIth Rencontres de Moriond, Electroweak Interactions and Unified Theories”, 15-22 March 2003,
Les Arcs, Francia (2003), Editore Tran Than Van e-print arXiv: hep-ph/0305169
- 22) “After SNO and before KamLAND: present and future of Solar and reactor neutrino physics”
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
“Particle Physics and Cosmology (3rd Tropical Works. on Part. Phys. and Cosmology-Neutrinos, Branes, and Cosmology)” AIP (American Institute of Physics) Conf. Proc, 655, pagg. 103-121 **Citazioni già ricevute: 10**
- 23) “The Neutrino mass matrix after Kamland and SNO salt enhanced results”
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan
Archivio: e-print ArXiv: hep-ph/0309156 – 15/09/2003 **TOP CITED 50+: Citazioni già ricevute: 51**
- 24) “KamLAND, neutrino transition magnetic moments and the solar magnetic field”
V. Antonelli, Bhag. C. Chauhan, Joao Pulido, E. Torrente-Lujan **hep-ph/0310264 – 29/10/03**
Proceedings of “8th International Workshop on Topics in Astroparticle and Underground Physics” (TAUP 2003).

25) "Analysis of neutrino Oscillation Data with the Recent KamLAND results"

P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan

Archivio elettronico: e-print ArXiv: hep-ph/0406182

Citazioni già ricevute: 12

26) "Phenomenological implication for lepton mass matrices"

V. Antonelli, F. Caravaglios, M. Picariello

Nuclear Physics B Proc. Suppl., Vol.143 (2005), pagg. 562

27) "Updated global analysis of Solar and reactor neutrino physics and future perspectives"

P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, F. Terranova, E. Torrente-Lujan

Nuclear Physics B Proc. Suppl., Vol.143 (2005), pag. 483

28) "Global determination of mixing parameters from solar and reactor neutrinos and future perspectives"

V. Antonelli, P. Aliani, M. Picariello, E. Torrente-Lujan

Pubblicato su Volume:

"Milan 2005, New frontiers in subnuclear physics" (4th Intern. Works. on Frontier Science 2005, Milan, Bicocca)
, pagg.169-174 Disponibile a server elettronico: <http://www.lnf.infn.it/sis/frascatiseries/Volume40/volume40.pdf>

29) "Tests of the Standard Model with Low-Energy Neutrino Beams"

V. Antonelli, G. Battistoni, P. Ferrario and S. Forte

Nuclear Physics B Proc. Suppl., Vol.168 (2007), pagg. 192-194

Citazioni già ricevute: 9

30) "Low energy Weinberg angle determination by present and future accelerator neutrino experiments"

Vito Antonelli

Pubb. su Astroparticle, Particle and Space Physics, Detect and Medical Phys. Applications, pagg. 421-425

Vol. 5 di serie libri "Astroparticle, Particle, Space Physics, Radiation Interaction, Detectors and Medical Physics Applications" ISSN serie: 2010-0868; **DOI: 10.1142/9789814307529 0069.**

ISBN Volume: ISBN:978-981-4307-51-(hardcover) e ISBN:978-981-4464-85-7(e-book).

DOI: **10.1142/9789814307529 0069.** E-book ed e-proceedings: www.worldscientific.com/series/apsprdma ;
www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/7764 ; <http://eproceedings.worldscinet.com/physics.shtml>)

31) "Accelerator Neutrino Physics and Low Energy Tests of Standard Model with High Intensity Neutrino Beams"

V. Antonelli, P. Ferrario

Pubb. su Astroparticle, Particle and Space Physics, Detectors and Medical Phys. Applications., pag.398-402

DOI: **10.1142/9789812819093 0070**

Vol. 4 serie "Astroparticle, Particle, Space Physics, Rad. Inter., Detect and Medical Physics Applications"

<http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/6906> <http://eproceedings.worldscinet.com/physics.shtml>

32) "High Intensity Neutrino Beams and Standard Model Precision Measurements"

Vito Antonelli

Pubblicato su: Volume "IFAE 2007 (Italian Meeting on High Energy Physics)", pagg. 271-274

DOI: **10.1007/978-88-470-0747-5_43** (http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-88-470-0747-5_43)

33) "Neutrino Physics and the Standard Model: Precision Measurements with High Intensity Future Beams"

V. Antonelli - **Nuclear Physics B (Proceedings Supplements)** Vol. 188 (2009), pagg. 46-48

34) "Neutrino and Astroparticle Physics"

V. Antonelli and F.S. Cafagna - **Il Nuovo Cimento Vol. 32 C, N. 3-4** (2009), pagg. 291-298

(DOI 10.1393/ncc/i2009-10489-1) (<http://www.sif.it/riviste/ncc/econtents/2009/032/03-04/article/31>)

35) "T2K and future neutrino experiments as probes to investigate elementary particle physics and astroparticle"

V. Antonelli

Pubblicato su "Cosmic Rays for Particle and Astroparticle Physics" - Vol. 6 serie "Astroparticle, Particle, Space Phys., Rad. Inter., Detectors and Medical Physics Applications" Proceedings di "ICATPP Conference on Cosmic Rays for Particle and Astroparticle Physics" (Villa Olmo, 7-8 October, 2010), CNUM: C10-10-07.1

ISBN: 978-981-4329-02-6(hardcover) e ISBN:978-981-4462-40-2(ebook) World Scientific Publishing Co.Pte.Ltd

- 36) “Standard Model tests with T2K and other neutrino superbeams and by means of liquid-argon detectors”
V. Antonelli, G. Battistoni, S. Forte (Contribution to IFAE 2011)
Il Nuovo Cimento C, Vol. C034 N6 (2011), pagg. 91-93, ISSN: 2037- 4909, doi: 10.1393/ncc/i2011-11042-5
- 37) “Standard Model tests with man-made neutrino beams and liquid Argon detectors”
V. Antonelli
Publicato su “Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications”, pag 297-301,
DOI: **10.1142/9789814405072_0043** Proceed. of 13th ICATPP Conference (Villa Olmo, 3 –7 Ottobre 2011),
Vol.7 serie libri “Astroparticle, Particle, Space Phys., Rad. Inter., Detectors and Med. Physics Applications”
ISBN: 978-981-4405-06-5 (hardcover) e ISBN: 978-981-4405-08-9 (ebook) World Scientific Publ. Co.Pte.Ltd.
- 38) “Solar Neutrinos”
V. Antonelli, L. Miramonti, C. Pena-Garay, A. Serenelli
Advances in High Energy Physics, Vol. 2013 (2013) 351926, **Citazioni già ricevute: 55**
Special Issue on Neutrino Physics, (<http://www.hindawi.com/journals/ahep/si/437630/>)
Article ID 351926, 34 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/351926>
Guest Editors: Jose Bernabeu, Gian Luigi Fogli, **Arthur B. McDonald**, and Koichiro Nishikawa
- 39) “Advancements in Solar Neutrino Physics”
L. Miramonti, V. Antonelli, - **International Journal of Modern Physics E-Nuclear Physics** Vol. 22 Issue 5,
Maggio (2013), 1330009 16 pagine ISSN: 0218-3013; DOI: 10.1142/S0218301313300099 **Citazioni ricevute: 9**
- 40) “Solar Neutrino Physics: status and perspectives”
V. Antonelli and L. Miramonti - **Il Nuovo Cimento C** 037 (2014) 01, pagg.263-264 (IFAE 2013)
DOI: 10.1393/ncc/i2014-11701 - (<http://www.sif.it/riviste/ncc/econtents/2014/037/01/article/26>)
- 41) “Present and future of solar neutrino physics”
Vito Antonelli, Lino Miramonti, Carlos Pena- Garay, Aldo Serenelli
PoS Neutel 2013 (2014) 064 (http://inspirehep.net/record/1298164/files/Neutel%202013_064.pdf)
Pubblicato nella primavera 2014 **nella serie elettronica POS (Proceedings of Science)** (<http://pos.sissa.it>) -
- 42) “Impact on Astrophysics and Elementary Particle Physics of recent and future solar neutrino data”
Vito Antonelli, Lino Miramonti
Pubb. su “Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications” pagg. 233-237
Proceedings “14th ICATPP Conference” (Villa Olmo, 2013) **Vol. 8 serie “Astropart, Part, Space Phys., Rad. Inter., Detectors and Med. Phys. Applications”** <http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/9166>
ISBN: 978-981-4603-15-7(hardcover); ISBN: 978-981-4603-17-1(ebook) ; DOI: 10.1142/9789814603164_0035
- 43) “JUNO Conceptual Design Report”
Z. Djurcic et al. (JUNO Collaboration) - **Archivio:e-print:arXiv:1508.07166[physics.ins-det]**, pag.1-300
TOP CITED 100+: 168 Citazioni ricevute
- 44) “Neutrino physics with JUNO”
F. An, G. An, Qi. An, V. Antonelli et al.
Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics , Vol. 43 Issue 3 (2016) Article Number 030401, 189 pagine
(Sono stato uno dei 4 “major contributors” ufficiali dell’intero capitolo sui neutrini solari
DOI: 10.1088/0954-3899/43/3/030401 **TOP CITED 500+: Citazioni già ricevute: 527**
- 45) The neutrino properties and mass determination
V. Antonelli
Nuovo Cim. C40 (2017) no.1 , 68, 5 pagine (Contribution to IFAE 2016) DOI: 10.1393/ncc/i2017-17068-7
- 46) “Status and potentialities of the JUNO experiment”
V. Antonelli, L. Miramonti
-

POS (Proceedings of Science) NEUTEL2017 (2018) 056 (vedi <https://pos.sissa.it/307/>)

Bibliographic code: 2017arXiv171007401A DOI: 10.22323/1.307.0056

Talk su invito tenuto da V. Antonelli (rappresentante scelto dalla Collaborazione JUNO) alla conferenza XVII International Workshop on Neutrino Telescopes, 13-17 Marzo 17, Venezia. Citazioni già ricevute: 4

47) Charge reconstruction in large-area photomultipliers

M. Grassi et al.- **JINST** (Journal of Instrumentation) Vol.13 (2018) n.02 P02008; DOI:10.1088/1748-0221/13/02/P02008 Disponibile anche su: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-0221/13/02/P02008/pdf>

48) “Neutrino oscillations and Lorentz Invariance Violation in a Finslerian Geometrical model”

V. Antonelli, L. Miramonti, M.D.C. Torri

EPJC (European Physics Journal C) 78 (2018) no.8, 667

Citazioni già ricevute: 11

DOI: <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-018-6124-2> Online ISSN 1434-6052

49) The neutrino mass ordering and the JUNO experiment

V. Antonelli (for the JUNO Collaboration)

Nuovo Cim. C 41 (2018) no.1-2, 55 – **Scelto dalla Collaborazione come speaker a IFAE 2017**

DOI: 10.1393/ncc/i2018-18055-2 <https://www.sif.it/riviste/sif/ncc/econtents/2018/041/01-02/article/54>

50) Future Opportunities in Accelerator-based Neutrino Physics

A. Dell'Acqua et al. - **Archivio : e-print: arXiv:1812.06739[hep-ex]**. Conference: C18-10-22.4FERMILAB-CONF-18-688-ND. Report di **European Neutrino Town Meeting**, tenutosi al CERN 22–24 Ottobre '18, per definire la strategia della fisica del neutrino “accelerator-based” in Europa da inserire nella “**European Strategy for Particle Physics**”. Al meeting ero **speaker su invito, scelto da JUNO per rappresentare la Collaborazione e ho presentato un talk di rassegna su “Stato e potenzialità della fisica dei neutrini da reattore”**.

51) GIGJ: a crustal gravity model of the Guangdong Province for predicting the geoneutrino signal at the JUNO experiment - Reguzzoni, M. et al.

Journal of Geophysical Research: Solid Earth, Vol. 124 Issue 4 (2019) pagg. 4231- 4249

DOI: 10.1029/2018JB01668; <https://doi.org/10.1029/2018JB016681>

52) Distillation and stripping pilot plants for the JUNO neutrino detector: Design, operations and reliability

P. Lombardi et. al - **Nucl. Instrum. and Meth. in Physics Research Section A** (Accelerat., Spectrom., Detectors and Associated Equipment) Vol. 925 (2019) pag.6-17 -DOI:10.1016/j.nima.2019.01.071- **Già ricevute 8 citazioni**

53) Homogeneously Modified Special Relativity (HMSR) - A new possible way to introduce an isotropic Lorentz Invariance Violation in particle Standard Model

M.D.C. Torri, V.Antonelli e L. Miramonti

European Physics Journal C 79 (2019) 9, 808

54) Present and Future Contributions of Reactor Experiments to Mass Ordering and Neutrino Oscillation Studies

V. Antonelli, L. Miramonti e G. Ranucci

Universe 6 (2020) 4, 52 - L'articolo fa parte di una “Collection” su “Neutrino Oscillations”

<https://www.mdpi.com/2218-1997/6/4/52>

55) ²²²Rn contamination mechanisms on acrylic surfaces

M. Nastasi, A. Paonessa et. al

Archivio: **arXiv:1911.04836 [physics.ins-det]** - **Sottomesso a rivista per la pubblicazione**

56) Embedded Readout Electronics R&D for the Large PMTs in the JUNO Experiment

M. Bellato, A. Bergnoli, et.al

Archivio e-Print: **2003.08339 [physics.ins-det]** - **Sottomesso a rivista per la pubblicazione**

57) Homogeneously Modified Special Relativity applications for UHECR and Neutrino oscillations

L. Miramonti, V. Antonelli, M.D.C. Torri

Apparirà su Journal of Physics – Conference Series (Proceedings di “Tenth International Conference on High Energy and Astroparticle Physics – TIC –HEAP” – Constantine, Algeria, 2019)
<https://indico.cern.ch/event/776520/page/15523-proceedings> - Editore da Institute of Physics (IOP) Science

58) Geometrical models with Lorentz Invariance Violation and Neutrino Oscillations

V. Antonelli, L. Miramonti, M.D.C. Torri

Apparirà su Nuovo Cimento C – Colloquia on Physics – Proceedings di **IFAE 19** (Incontri di Fisica delle Alte Energie), Napoli, 8-10 Aprile 2019 – **Contributo di V. Antonelli** - Editore da SIF (Società Italiana di Fisica)

59) Features and perspectives of the JUNO experiment

V. Antonelli (On behalf of the JUNO Collaboration)

Apparirà su Nuovo Cimento C – Colloquia on Physics – Proceedings di **IFAE 19**, Napoli, 8-10 Aprile 19

Da **contributo di V. Antonelli (Scelto)** come rappresentante **dalla Collaborazione JUNO** a IFAE 19

Pubblicazioni di Econofisica, Calcolo Numerico e Metodi Computazionali per Sistemi Complessi

60) “Hamevoll1.0: a C++ code for differential equations based on Runge Kutta algorithm. An application to matter enhanced neutrino oscillation”

P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan

Archivio: Computational Engineering, Finance and Science: cs.CE/0307053 <http://cds.cern.ch/record/852024>

61) “Long Range Interactions Generating Fat Tails in Finance”

M. Airoidi, V. Antonelli, B. Bassetti, A. Martinelli, M. Picariello

Archivio: (EconWPA): ewp-gg/0404006 ; sito: <http://econpapers.repec.org/paper/wpawuwpgg/0404006.htm>

Tesi del Dottorato di Ricerca (Ph. D.) in Fisica

“Aspects of Kaon Physics in Chiral Perturbation Theory and Chiral Quark Model”

Vito Antonelli, 1996 (172 pagine) **Siti:** https://inspirehep.net/record/1312814/files/PhD_Antonelli_Vito.pdf

e al sito <http://urania.sissa.it/xmlui/handle/1963/5617>

Altri contributi principali a proceedings di conferenze pubblicati in forma cartacea

(1) “Cortona 97” - Convegno informale di Fisica Teorica delle Particelle-(giugno 97 - Como) ; (2) “LNFN Spring School in Nuclear and Subnuclear Physics” (Frascati, aprile 1997) ; (3) “Hadam 99” – Workshop on Hadronic Atoms (Berna, ottobre 1999) ; (4) “Cortona 2000” - (Cortona 31 maggio-3 giugno 2000)

PUBBLICAZIONI DI DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA

1) “ Il calore della Terra e del Sole. Dalle dispute tra Kelvin e Darwin ai neutrini”

L. Belloni, L. Miramonti, V. Antonelli, G. Parravicini - Codice ISBN 978-88-255-0165-0 -192 pagine-

Volume Editore da Aracne Editrice e Gioacchino Onorati editore S.r.l., Aprile 2017, Canterano (RM)

2) “Un'esperienza di integrazione scuole università: recupero e valorizzazione didattica del laboratorio storico”, Antonelli V. et al., - Data di pubblicazione 2012

capitolo, da pag.285 a pag.326, di libro “**Fare laboratorio Scenari Culturali ed esperienze di ricerca nelle scuole del secondo ciclo**”, a cura di Giuseppe Bertagna, - Editrice La Scuola, Brescia ISBN: 8835033217

N.B. i miei lavori su rivista o archivio (la maggior parte dei quali individuali o con pochi autori) hanno più di **1400 citazioni** negli archivi hep di Inspire (<http://inspirehep.net>). **il lavoro 44)** di questo elenco è classificato (secondo Spires) come “**Renowned Paper**” (+ di **500 c. tazioni**). **Il lavoro n. 43)** come “**Very well known paper**” (+ di **100 citaz.**). I lavori **1), 9), 16), 20), 23), 38)** dell’elenco sono classificati come “well known papers” (più di **50 citaz. ognuno**) ed altri 13 miei lavori sono classificati come “known papers”(più di 10 citazioni ognuno).

Como 13/05/2020

Antonelli Vito



DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI CERTIFICAZIONE E DI ATTO DI NOTORIETÀ

(artt. 46 e 47 del DPR 28.12.2000 n. 445)

Relazione attestante il contributo di V. Antonelli alle pubblicazioni allegate alla domanda

Il sottoscritto

Cognome Nome
Nato a Provincia il

Residente in:

Comune Provincia
Indirizzo Numero

consapevole delle conseguenze penali previste dall'art. 76 del D.P.R. n. 445/2000 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci, sotto la propria responsabilità

DICHIARA

che corrisponde al vero quanto sotto esplicitamente enunciato (nei punti da 1) a 10) compresi) relativamente al suo contributo alle pubblicazioni allegate alla presente domanda di concorso.

1) La pubblicazione “The $\Delta S = 1$ weak chiral lagrangian as the effective theory of the chiral quark model”, V. Antonelli, S. Bertolini, J. O. Eeg, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin, **Nuclear Physics B**, Vol. 469 (1996) N.1, 2 , pagg. 143-180 contiene parte dei risultati che abbiamo ottenuto in un lavoro di ricerca svolto in stretta collaborazione durante il mio Dottorato alla SISSA di Trieste. Il tema di ricerca ed il modello sviluppati in questo lavoro sono stati proposti da S. Bertolini e M. Fabbrichesi (miei supervisori di dottorato) e da J. Eeg e sono stati ulteriormente sviluppati anche grazie a discussioni comuni a cui abbiamo partecipato io e l'altro autore (altro dottorando dello stesso gruppo). Tutti i calcoli sviluppati per ottenere i risultati ottenuti sono stati svolti indipendentemente da me e da alcuni degli altri autori in modo da avere un controllo multiplo sui risultati ottenuti. Ho partecipato anche alla stesura del lavoro;

2) La pubblicazione “Resummation of thrust distributions in DIS”, autori V. Antonelli, M. Dasgupta and G.P. Salam, **JHEP (Journal of High Energy Physics)** 0002 (2000), 001 è frutto di un progetto di ricerca sviluppato in comune dal sottoscritto con gli altri due autori durante il mio post-doc a Milano e di idee discusse in comune con gli altri due autori. Tutti i calcoli contenuti nel lavoro sono stati svolti indipendentemente dal sottoscritto e dagli altri autori per avere un controllo multiplo sui risultati ottenuti e il sottoscritto ha anche partecipato alla stesura del lavoro. Il sottoscritto ha, inoltre, presentato i risultati di questo lavoro anche ad una conferenza internazionale e la presentazione ha dato luogo ad un altro lavoro comune (non contenuto tra i 12 allegati alla presente domanda);

3) Le 3 seguenti pubblicazioni:

a) “Global analysis of Solar neutrino oscillation evidence including SNO and implications for Borexino”, autori P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan, **Nuclear Physics B**, Vol.634 (2002), pagg. 393-409

b) “Determination of neutrino mixing parameters after SNO oscillation evidence”, autori P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan, **Physical Review D**, Vol.67 (2003), 013006

c) “Neutrino mass parameters from KamLAND, SNO and other solar evidence”, autori P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan, **Physical Review D**, Vol. 69 (2004) 013005

fanno parte di un progetto di ricerca sulla fisica del neutrino durato diversi anni, presso l’Università di Milano, al quale ho partecipato dal 2000 al 2005 in collaborazione con il Professor Ruggero Ferrari e con altri assegnisti, dottorandi e laureandi del suo gruppo di ricerca. Ho contribuito a formare questo gruppo (anche seguendo questi dottorandi e laureandi nei loro lavori di tesi, spesso come correlatore). Tutti i temi trattati in questi lavori sono frutto di discussioni tra il sottoscritto e gli altri membri del gruppo e molti di essi sono stati proposti proprio dal sottoscritto agli altri membri del gruppo. Il sottoscritto (come la maggior parte degli altri membri del gruppo) ha svolto direttamente tutti i calcoli contenuti in questi lavori, per avere un controllo multiplo sui risultati ottenuti, e ha partecipato anche allo sviluppo dei codici numerici utilizzati. Ho anche partecipato direttamente, in maniera molto significativa alla stesura di tutte e tre le pubblicazioni;

4) La pubblicazione “Neutrino Physics and the Standard Model: Precision Measurements with High Intensity Future Beams”, autore V. Antonelli, **Nuclear Physics B (Proceedings Supplements)** Vol. 188 (2009), pagg. 46- 48, è frutto di una presentazione da me svolta ad una conferenza internazionale e del successivo lavoro di approfondimento e ricerca. Il tema trattato è stato sviluppato in un progetto di ricerca che ho svolto in collaborazione con i Prof. Stefano Forte e Giuseppe Battistoni presso l’Università di Milano. Questo progetto ha avuto origine da una tesi di laurea su un argomento che il Prof. Forte ha proposto ad una sua laureanda (P. Ferrario) e che è poi stato sviluppato, con discussioni comuni anche col sottoscritto e con un lavoro di ricerca svolto in stretta collaborazione col sottoscritto, che ha portato anche ad altre pubblicazioni comuni. Ho svolto direttamente tutti i calcoli necessari per ottenere i risultati presentati. La redazione di questo lavoro è ovviamente stata effettuata solo da me;

5) La pubblicazione “Solar Neutrinos”, autori V. Antonelli, L. Miramonti, C. Pena-Garay, A. Serenelli, **Advances in High Energy Physics**, Vol. 2013 (2013) 351926, **Special Issue on Neutrino Physics**, è frutto di un mio lavoro di ricerca ed approfondimento che è durato per diversi anni e dura tuttora, in collaborazione con il Prof. Lino Miramonti sulla fenomenologia dei neutrino solari. Nella pubblicazione in questione il mio contributo è stato paritario a quello degli altri autori per quanto riguarda il lavoro di ricerca, approfondimento e calcolo. In particolare io ed il Prof. Miramonti ci siamo occupati maggiormente di tutti gli aspetti particellari, mentre gli altri due autori hanno seguito maggiormente la parte connessa con le proprietà astrofisiche dei modelli solari. Abbiamo comunque

interagito tutti su tutti gli aspetti trattati. Il mio contributo alla stesura del lavoro è stato più che paritario;

6) La pubblicazione “Neutrino physics with JUNO”, autori F. An, G. An, Qi. An, V. Antonelli et al., **Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics**, Vol. 43 Issue 3 (2016) Article Number 030401 è lo Yellow Book dell’esperimento JUNO, della cui collaborazione faccio parte attivamente. In questa pubblicazione mi sono occupato principalmente del capitolo sui neutrini solari, al quale ho dato un contributo molto rilevante per quanto riguarda tutti i calcoli e l’analisi dei risultati ottenuti ed ho contribuito a buona parte della stesura, come certificato dal fatto che sono indicato nel capitolo come uno dei “Major contributors”;

7) La pubblicazione “The neutrino properties and mass determination”, autore V. Antonelli, **Nuovo Cim. C40** (2017) no.1, 68, è frutto del mio lavoro di studio, ricerca ed analisi. Tutti i risultati originali in essa riportati sono stati derivati dal sottoscritto o sono frutto di ricerca bibliografica effettuata dal sottoscritto stesso. La stesura del lavoro è ovviamente stata svolta dal sottoscritto V. Antonelli;

8) La pubblicazione “Status and potentialities of the JUNO experiment”, autori V. Antonelli e L. Miramonti, **POS (Proceedings of Science) NEUTEL2017** (2018) 056, è frutto di analisi e di un approfondimento da me svolti, anche in funzione della presentazione che ho tenuto su invito (essendo stato scelto per tale scopo dalla Collaborazione JUNO) alla Conferenza “XVII International Workshop on Neutrino Telescopes”, 13-17 Marzo 2017, Venezia. Nello svolgimento di tale analisi mi sono avvalso anche della consulenza del Prof. L. Miramonti, che per questo motivo figura tra gli autori. La stesura del lavoro è stata svolta dal sottoscritto V. Antonelli;

9) La pubblicazione “Neutrino oscillations and Lorentz Invariance Violation in a Finslerian Geometrical model”, autori V. Antonelli, L. Miramonti, M.D.C. Torri, **EPJC (European Physics Journal C)** 78 (2018) no.8, 667, è frutto di un progetto di ricerca svolto in stretta collaborazione dal sottoscritto con L. Miramonti e con un suo dottorando Marco Torri, che ho contribuito a seguire durante la Tesi di Dottorato. Il modello utilizzato in tale pubblicazione e la sua applicazione alle oscillazioni dei neutrini sono stati sviluppati grazie anche ad idee discusse e approfondite in comune. Io e gli altri autori (soprattutto M. Torri) abbiamo svolto separatamente tutti i calcoli contenuti nel lavoro, per avere un controllo multiplo sui risultati ottenuti, ed abbiamo collaborato strettamente allo sviluppo dei programmi utilizzati e all’analisi e interpretazione dei risultati ottenuti. In particolare, però, M. Torri si è concentrato maggiormente sugli aspetti collegati con la geometria di Finsler e la relatività, mentre io mi sono occupato prevalentemente di tutti gli aspetti relativi al calcolo delle probabilità di oscillazione e allo studio fenomenologico di

tutti i diversi casi analizzati. Entrambi abbiamo lavorato in parallelo sullo sviluppo di una versione estesa del Modello Standard. La stesura del lavoro è stata svolta prevalentemente da me, con la collaborazione soprattutto di M. Torri.

10) Il mio contributo, maggioritario, alla pubblicazione dal titolo “Presente and Future Contributions of Reactor Experiments to Mass Ordering and Neutrino Oscillation Studies” è certificato sulla pubblicazione stessa.

Data Luogo Como, 15/05/2020

Il dichiarante Antonelli Vito



L'Amministrazione si riserva di procedere a controlli a campione sulla veridicità delle dichiarazioni sostitutive. Ai sensi del D.lgs. n. 196/2003 e del D.lgs. n. 51/2018, si informa che i dati contenuti nel presente modulo verranno trattati nel rispetto della normativa vigente, esclusivamente per le finalità per cui sono richiesti.

L'Aquila, 14 maggio 2020

Alla cortese attenzione della Commissione del concorso per un posto di ricercatore a tempo determinato presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano (Codice 4336).

Settore concorsuale: 02/A1 - Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali.
Settore scientifico-disciplinare: FIS/04 - Fisica Nucleare e Subnucleare

Cari Colleghi,

Sperando di fare cosa utile, mi prego di inviarvi la presente lettera di presentazione per il collega Vito Antonelli. Ho accettato lietamente di prepararla su sua richiesta, in quanto lo conosco da vari anni e lo rispetto convintamente.

Ho conosciuto Vito durante il Dottorato di Ricerca (Ph.D.) in Fisica delle Particelle Elementari, che ha svolto a qualche anno di distanza da me presso la S.I.S.S.A. di Trieste. Ho poi avuto modo di seguire negli anni il suo cammino professionale, interagendo con lui e scambiando diverse opinioni su temi di ricerca di interesse comune. Le occasioni si sono intensificate negli ultimi anni, dato il comune interesse per la fisica astroparticellare e in particolare per i neutrini.

Terminato il Dottorato, nel quale Vito si è occupato di fisica dei mesoni K (processi con variazione di stranezza $\Delta S = 1$ e $\Delta S = 2$ e studi di violazione di CP parità con modelli fenomenologici e teorie chirali), egli ha svolto un post-doc all'Università di Berna, lavorando coi Proff. Gaisser e Leutwyler, i celebri fondatori della teoria delle perturbazioni chirali. Rientrato in Italia, ha poi collaborato su diversi temi di fisica delle particelle all'Università di Milano, dapprima come post-doc e assegnatario di borsa di studio e, in seguito, come collaboratore scientifico esterno, in parallelo all'insegnamento in una scuola secondaria superiore che svolge da diversi anni.

Vito s'è occupato di molti aspetti della fisica delle particelle con studi fenomenologici, in stretta collaborazione coi gruppi sperimentali. I temi hanno spaziato dalla fisica delle alte energie (dapprima la fisica del LEP al Cern e dei colliders, in collaborazione con autorevoli scienziati italiane come il Prof. Pullia e teorici), alle già menzionate teorie chirali (applicate ai mesoni K e π per studi su esperimenti come quelli sulla determinazione di ϵ/ϵ' o come *Dirac* al Cern), per arrivare alla fisica dei neutrini.

Vito ha focalizzato l'attenzione da diversi anni quest'ultimo tema di ricerca, dando un contributo, a mio parere, molto significativo allo sviluppo del settore e all'attività di vari gruppi sperimentali, soprattutto nello studio delle potenzialità e criticità di diversi esperimenti e l'analisi e interpretazione dei dati raccolti.

Insieme al Prof. R. Ferrari ha creato un gruppo di ricerca sulla fenomenologia dei neutrini, che non esisteva a Milano e che ha svolto diverse analisi di spessore internazionale, soprattutto sui neutrini solari e le problematiche connesse con le oscillazioni di sapore e la determinazione della massa dei neutrini. Questo gruppo è stato tra i primi ad analizzare i dati di esperimenti come SNO, KamLAND, Borexino, anche in sinergia coi membri delle suddetti collaborazioni sperimentali. In seguito Vito ha studiato coi Proff. Battistoni e Forte le possibilità di misure di precisione del Modello Standard ad energie medio-basse ($\sim 1\text{GeV}$) con fasci ad alta intensità di neutrini da acceleratori (LBL e superbeams) e rivelatori ad Argon Liquido, come Icarus. Negli ultimi anni sta collaborando strettamente coi gruppi sperimentali di Borexino, Auger e soprattutto JUNO (Miramonti, Giammarchi, Ranucci, E. Meroni) all'analisi di problematiche rilevanti per gli esperimenti, con impatto sullo studio dei neutrini solari, della gerarchia di massa, dei neutrini da reattore in genere e sulla ricerca di ipotetici segnali di violazione della invarianza di Lorentz.

Lo svolgimento delle ricerche sopra citate ha richiesto, oltre ad un deciso orientamento al *problem solving* e a una solida padronanza delle tecniche di analisi dati e di calcolo analitico e numerico, una forte conoscenza delle problematiche sperimentali. Nelle nostre frequenti interazioni ho constatato come Vito conosca a fondo negli anni, anche grazie all'interazione con numerosi colleghi sperimentali, le tematiche sperimentali, soprattutto di fisica dei neutrini, e le padroneggi molto bene. Non solo Vito è pronto focalizzare ancor più la sua ricerca su questi temi, ma soprattutto, è *fortemente motivato* a farlo.

Ritengo, pertanto, che Vito potrebbe dare un contributo significativo all'attività di fisica del neutrino nei gruppi sperimentali dell'Università degli Studi di Milano e più in generale italiani, in particolare per quanto riguarda l'attività della Collaborazione JUNO. Questo esperimento, di forte interesse anche per l'INFN, sta per entrare nella fase di presa dati e in questi anni si dovrà impostare un delicato lavoro di preparazione dell'analisi. Una figura come quella di Vito, che già fa parte della Collaborazione e conosce le problematiche dell'esperimento, potendosi avvalere di solide competenze sia teorico/fenomenologiche che sperimentali, potrebbe indubbiamente fungere da prezioso raccordo tra

GSSI Gran Sasso Science Institute

Viale Francesco Crispi, 7 - 67100 L'Aquila, Italia - www.gssi.it Tel. +39 0862 4280262 email: info@gssi.it
C.F. 01984560662

L'Aquila, 14 maggio 2020

teoria ed esperimento. Vito sta già svolgendo in parte questo lavoro, con risultati significativi, nonostante in tutti questi anni abbia potuto dedicarsi solo a tempo molto ridotto, perché impegnato come insegnante nella scuola secondaria superiore. Da un suo impiego a tempo pieno nella ricerca trarrebbe, a mio parere, giovamento tutta la Collaborazione italiana.

Altra caratteristica utile di Vito è la capacità didattica, consolidata dall'attività di insegnamento nella scuola secondaria e a livello universitario, e all'interesse per aspetti di storia della scienza e di divulgazione scientifica, che l'ha portato a pubblicare dei bei lavori in questo settore. Questa capacità didattica si fonda su una significativa chiarezza espositiva e su un ampio bagaglio di conoscenze scientifiche ed è testimoniata dal fatto che in questi anni è stato più volte scelto dalla Collaborazione JUNO per rappresentarla ad importanti convegni internazionali. Per questi motivi sono sicuro che potrebbe dare un contributo molto importante alla formazione dei giovani dottorandi e ricercatori, che entrano adesso a far parte della Collaborazione. Vito ha già svolto con successo questa attività in occasione delle scuole di formazione interna organizzate dalla Collaborazione JUNO Italia e in particolare dai membri della Sezione INFN di Ferrara.

Da ultimo, basandomi sulla mia conoscenza personale e sull'attività da lui svolta, mi sento di sostenere che il carattere di Vito, fattivo, generoso e tranquillo, gli consentirebbe di collaborare fruttuosamente con i vari colleghi e ne renderebbe desiderabilissimo l'inserimento in un gruppo di ricerca.

Per i motivi sopra esposti, mi sento di sostenere caldamente la candidatura del Dr. Vito Antonelli per la posizione in questione.

Cordialmente vostro,
Francesco VISSANI, PhD


(FRANCESCO VISSANI)

Direttore di Ricerca INFN presso il
Gran Sasso National Laboratories, Assergi (AQ)
Professore presso il
Gran Sasso Science Institute (GSSI) L'Aquila
Tel: +39 346 73 28 009
Email viissani@lngs.infn.it

Ferrara

1 luglio 2016

Egregio Dirigente Scolastico,

con la presente lettera desidero informarla che il Prof. Vito Antonelli, che presta servizio presso la sua scuola, ha partecipato al meeting italiano dell'esperimento JUNO (Jiangmen Neutrino Underground Observatory) che si è svolto presso il Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Ferrara dal 1 al 5 febbraio 2016.

L'iniziativa, sostenuta dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, ha coinvolto altri 13 ricercatori e docenti di diversi istituti di ricerca ed università europee ed ha permesso di approfondire le seguenti tematiche:

- proprietà dei liquidi scintillatori: lunghezza di attenuazione, caratteristiche di assorbimento ed emissione;
- fisica dei reattori nucleari: composizione del combustibile nucleare e sua evoluzione nel corso del tempo;
- formazione di isotopi cosmogenici nel detector JUNO: efficienza di ricostruzione della traccia Čerenkov per definire correttamente la regione di veto all'interno del rivelatore.

Contestualmente allo sviluppo di questi argomenti, il Prof. Vito Antonelli ha portato un fondamentale contributo a supporto della comprensione dei complessi algoritmi matematici che verranno impiegati per studiare le incertezze statistiche e sistematiche nell'analisi finale delle misure realizzate nell'esperimento JUNO. Pertanto, anche a nome dell'intera collaborazione italiana dell'esperimento JUNO, desidero ringraziare il Prof. Vito Antonelli per gli eccellenti stimoli intellettuali e didattici che ha saputo portare all'intera comunità scientifica coinvolta nell'esperimento JUNO.

Ringraziandola per l'attenzione e la collaborazione,
le porgo i migliori saluti.

Prof. Fabio Mantovani

Responsabile dell'esperimento JUNO per la sezione di Ferrara dell'INFN



Ferrara
1 luglio 2016

Egregio Dirigente Scolastico,

con la presente lettera desidero informarla che il Prof. Vito Antonelli, che presta servizio presso la sua scuola, ha partecipato al meeting italiano dell'esperimento JUNO (Jiangmen Neutrino Underground Observatory) che si è svolto presso il Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Ferrara dal 1 al 5 febbraio 2016.

L'iniziativa, sostenuta dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, ha coinvolto altri 13 ricercatori e docenti di diversi istituti di ricerca ed università europee ed ha permesso di approfondire le seguenti tematiche:

- proprietà dei liquidi scintillatori: lunghezza di attenuazione, caratteristiche di assorbimento ed emissione;
- fisica dei reattori nucleari: composizione del combustibile nucleare e sua evoluzione nel corso del tempo;
- formazione di isotopi cosmogenici nel detector JUNO: efficienza di ricostruzione della traccia Čerenkov per definire correttamente la regione di veto all'interno del rivelatore.

Contestualmente allo sviluppo di questi argomenti, il Prof. Vito Antonelli ha portato un fondamentale contributo a supporto della comprensione dei complessi algoritmi matematici che verranno impiegati per studiare le incertezze statistiche e sistematiche nell'analisi finale delle misure realizzate nell'esperimento JUNO. Pertanto, anche a nome dell'intera collaborazione italiana dell'esperimento JUNO, desidero ringraziare il Prof. Vito Antonelli per gli eccellenti stimoli intellettuali e didattici che ha saputo portare all'intera comunità scientifica coinvolta nell'esperimento JUNO.

Ringraziandola per l'attenzione e la collaborazione,
le porgo i migliori saluti.

Prof. Fabio Mantovani

Responsabile dell'esperimento JUNO per la sezione di Ferrara dell'INFN



SISSA ISAS

SCUOLA INTERNAZIONALE SUPERIORE DI STUDI AVANZATI - INTERNATIONAL SCHOOL FOR ADVANCED STUDIES

34014 Trieste ITALY - Strada Costiera 11 - tel. 040-37871 - telefax: 040-3787249 - telex 460269 - SISSA

Cert. S.A. no.: 146/96

Trieste, 21 ottobre 1996

Compilatore: *Ri*

CERTIFICATO

Dagli atti esistenti presso questa Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste, istituita con D.P.R. 6.3.1978 no. 102, risulta che il dott. Vito ANTONELLI, nato a Como il 7 gennaio 1967, è stato ammesso a seguito di pubblica selezione per titoli ed esami, è stato iscritto in qualità di allievo al I, II e III anno di corso nel Settore di Teoria delle Particelle Elementari rispettivamente per gli anni accademici 1992/93, 1994/95 e 1995/96, con interruzione dal 22.03.1993 al 09.02.1994 per assolvere gli obblighi militari.

Si dichiara inoltre che il dott. ANTONELLI ha sostenuto i seguenti esami nelle date e con le votazioni di seguito riportate:

ESAME	DATA	VOTO
Teoria delle Interazioni Deboli	25.05.1994	30/30
Teorie Quantistiche	31.05.1994	30/30
Supersimmetrie	29.06.1994	30/30 L
Fisica in 2D	27.07.1994	30/30
Grande Unificazione e Supersimmetria	27.09.1994	30/30
Simmetrie in Fisica	28.09.1994	30/30 L

Si attesta inoltre che il dott. ANTONELLI ha sostenuto e superato il giorno 21 ottobre 1996 l'esame generale per l'ottenimento dell'attestato di ricerca denominato:

DOCTOR PHILOSOPHIAE
IN PARTICELLE ELEMENTARI

La tesi intitolata "Aspects of Kaon Physics in Chiral Perturbation Theory and Chiral Quark Model", è stata redatta con la supervisione dei dott. S. Bertolini e M. Fabbrichesi.

Il predetto attestato di ricerca è stato dichiarato equipollente a tutti gli effetti al titolo di "Dottore di ricerca in Fisica" con il D.M. 24.04.87, pubblicato sulla G.U. no. 239 del 13.10.87.

Si rilascia il presente certificato in carta semplice e in triplice copia, a richiesta dell'interessato, per gli usi consentiti dalla legge.



Il Responsabile della Segreteria Studenti

(Sig.ra A. Meehan Poretti - Coll. Amm.vo)

A. Meehan Poretti




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

(21/96) REGISTRATO AL N.: 0083001 , ANNO ACCADEMICO: 1995/96 MATRICOLA: 341214

SI ATTESTA CHE DAGLI ATTI ESISTENTI PRESSO QUESTA SEGRETERIA, RISULTA CHE
IL SIG. ANTONELLI VITO GIOVANNI
NATO A COMO (COMO) IL 07/01/67
HA SOSTENUTO PRESSO QUESTA UNIVERSITA' IN DATA 14/07/92
L' ESAME DI LAUREA IN: FISICA
CON VOTI 110/110 E LODE CONSEGUENDO LA QUALIFICA ACCADEMICA DI
DOTTORE IN FISICA
SI CERTIFICA INOLTRE CHE IL DOTT. ANTONELLI VITO GIOVANNI
DURANTE LA SUA CARRIERA SCOLASTICA HA SUPERATO I SEGUENTI ESAMI,
RIPORTANDO LA VOTAZIONE A FIANCO DI CIASCUNO INDICATA, ESPRESSA
IN TRENTESIMI:

CHIMICA CON ESERCIT. DI LABOR.	VENTOTTO-----	13/02/87
ANALISI MATEMATICA I	VENTOTTO-----	17/06/87
GEOMETRIA I	TRENTA-----	02/10/87
FISICA GENERALE I	VENTISETTE-----	24/11/87
ESPERIMENTAZIONI DI FISICA I	TRENTA-----	27/11/87
PROVA LINGUA FRANCESE	APPROVATO-----	12/05/88
ANALISI MATEMATICA II	VENTITRE-----	29/06/88
FISICA GENERALE II	TRENTA-----	19/10/88
ESPERIMENTAZIONI DI FISICA II	VENTISEI-----	26/10/88
MECCANICA RAZIONALE	VENTOTTO-----	26/01/89
LABORATORIO DI FISICA I	VENTINOVE-----	26/05/89
ISTITUZIONI DI FISICA TEORICA	VENTOTTO-----	19/07/89
METODI MATEMATICI DELLA FISICA	TRENTA-----	10/10/89
PROVA LINGUA INGLESE	APPROVATO-----	20/12/89
FISICA SUPERIORE	TRENTA-----	15/01/90
STRUTTURA DELLA MATERIA	VENTISEI-----	27/03/90
LABORATORIO DI FISICA II	TRENTA-----	25/10/90
FISICA NUCLEARE ALTE ENERGIE	TRENTA E LODE--	30/01/91
FISICA PARTICELLE ELEMENTARI	TRENTA E LODE--	09/07/91
ONDE ELETTROMAGNETICHE	TRENTA-----	27/03/92

IL PRESENTE CERTIFICATO SI RILASCIATA IN CARTA LIBERA, A RICHIESTA
DELL'INTERESSATO, PER GLI USI CONSENTITI DALLA LEGGE.

IL  MILANO, 18/04/96

IL CAPO UFFICIO
MARIO QUATRINI

FIRMA SOSTITUITA DAL NOMINATIVO DEL RESPONSABILE AI SENSI ART.3 D.L.12/2/93 N.59
CERTIFICATO RILASCIATO SU CARTA FILIGRANATA A DUE COLORI.