



## Bando post-doc 2020

**ENTE**

### Dati generali

**Denominazione**

Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare e Settori Collegati - ECT

**Partita Iva**

02003000227

**Codice Fiscale**

02003000227



<b>Persona   SIMONI ANDREA</b>	
<b>Cognome Nome</b>	
	SIMONI ANDREA
<b>Codice Fiscale</b>	
	SMNNDR63T10L174M
<b>Ruolo</b>	
	Rappresentante legale
<b>Data di nascita</b>	
	10/12/1963
<b>Carica</b>	
	Direttore Generale
<b>Data scadenza carica</b>	
	31/12/2030
<b>Tipo di documento</b>	
	Carta di identità
<b>Data scadenza documento</b>	
	10/10/2020
<b>Telefono</b>	
	0461 314504
<b>E-mail</b>	
	segreteria.generale@fbk.eu

<b>Dati specifici</b>	
<b>Natura Giuridica</b>	
	Ente Privato
<b>Forma Giuridica</b>	



Fondazione

<b>Banca</b>
Banca
UniCredit S.p.A.
<b>Agenzia</b>
Filiale di via Galilei 1 TRENTO
<b>IBAN</b>
IT92K0200801820000040765411
<b>SWIFT</b>
UNCRITM10HV
<b>Intestatario</b>
FONDAZIONE BRUNO KESSLER



## PROGETTO

### Sintesi del progetto

#### TITOLO

Calcoli microscopici di struttura nucleare e la nucleosintesi di elementi pesanti durante il processo r.

#### SINTESI DEL PROGETTO

La metà dei nuclei atomici più pesanti del ferro che si trovano in natura sono stati creati nel processo r. Secondo i modelli più recenti, questo processo si verifica nelle collisioni tra due stelle di neutroni o tra una stella di neutroni e un buco nero. A seguito di processi radioattivi, i nuclei pesanti così sintetizzati producono un'emissione di luce caratteristica, detta kilonova. In questo processo di nucleosintesi stellare la formazione di elementi pesanti avviene attraverso la competizione di due reazioni nucleari: da una parte la cattura neutronica, che produce nuclei con un neutrone in più; dall'altra il decadimento beta, che trasforma un neutrone in un protone. Questa competizione produce nuclei via via più pesanti aprendosi un cammino nelle regioni più estreme della tavola dei nuclidi in prossimità della linea di sgocciolamento nucleare, fino a raggiungere la regione dove i nuclei decadono, attraverso fissione, in frammenti più piccoli.

Un ingrediente fondamentale nelle simulazioni di nucleosintesi da processo r sono i calcoli delle proprietà nucleari di migliaia di nuclei atomici instabili. L'obiettivo di questo progetto è quello di eseguire calcoli di struttura nucleare a partire da modelli microscopici nell'ambito della Density Functional Theory. Questi risultati verranno poi utilizzati in simulazioni dettagliate di nucleosintesi da processo r. Un aspetto cruciale del progetto sarà la stima delle barre di errore dei calcoli teorici, che saranno calcolate attraverso algoritmi di machine learning. Questo consentirà per la prima volta di stabilire con precisione la variazione nelle stime di osservabili astronomiche derivanti dalle incertezze dei calcoli nucleari, permettendo un'analisi più accurata di future osservazioni astronomiche delle controparti elettromagnetiche prodotte in eventi come la fusione di stelle di neutroni.

#### SETTORE DI INTERVENTO

Ricerca scientifica e tecnologica

#### AMBITO SCIENTIFICO - Settore scientifico di riferimento (selezionare l'area CUN)

02 - Scienze fisiche

#### MOTIVAZIONI DEL PROGETTO - Contesto in cui si inserisce il progetto di ricerca, stato dell'arte ed eventuali analisi preliminari

La descrizione accurata del processo r e l'identificazione del sito astrofisico nel quale si instaura è uno dei grandi obiettivi della fisica moderna, e coinvolge aspetti fondamentali della ricerca che spaziano dall'astrofisica all'astronomia, dalla fisica nucleare a quella atomica. Dal punto di vista della fisica nucleare, la modellazione del processo r richiede la conoscenza delle proprietà di migliaia di nuclei esotici, le cui vite medie sono in molti casi troppo brevi per poter essere sintetizzati nei laboratori. Le simulazioni del processo r devono quindi basarsi su calcoli teorici di fisica nucleare, le cui barre di errore sono difficilmente quantificabili, introducendo grandi incertezze nel calcolo di osservabili come le abbondanze di elementi pesanti o le curve di luce delle kilonove, transienti elettromagnetici prodotti dal decadimento



radioattivo dei nuclei sintetizzati. Queste incertezze rendono dubbia l'identificazione del sito astrofisico nel quale avviene il processo  $r$  attraverso una discriminazione su basi nucleari, riducono l'informazione estraibile dalle osservazioni astronomiche, come nel caso della recente curva di luce AT2017gfo prodotta dalla fusione di due stelle di neutroni, e introducono grandi incertezze negli studi dell'evoluzione chimica galattica. Calcoli affidabili di struttura nucleare sono quindi un ingrediente essenziale nella ricerca dell'origine degli elementi più pesanti dell'Universo. I modelli di Density Functional Theory (DFT) costituiscono lo stato dell'arte per quanto riguarda i calcoli di struttura nucleare su larga scala, in quanto forniscono una descrizione microscopica dei nuclei atomici come sistemi quantistici fermionici a molti corpi applicabile a tutta la tavola dei nuclidi. Recentemente, i calcoli DFT sono stati combinati con successo con tecniche di machine learning per fornire barre di errore teoriche e migliorare il potere predittivo dei modelli. Ma nonostante il crescente numero di calcoli DFT e la grande potenzialità delle tecniche di machine learning, finora ci sono stati pochissimi tentativi di utilizzare questi metodi nei calcoli della nucleosintesi da processo  $r$ .

### **OBIETTIVI DEL PROGETTO**

L'obiettivo principale di questo progetto è quello di impiegare modelli DFT e tecniche di inferenza bayesiana per fornire calcoli globali di proprietà nucleari all'avanguardia che possano essere impiegati in calcoli di nucleosintesi stellare. Le barre di errore ottenute nei calcoli di struttura saranno consistentemente propagate in simulazioni del processo  $r$  per esplorare l'impatto delle proprietà nucleari sulle abbondanze di elementi pesanti e sulle curve di luce delle kilonovae. Questi risultati aiuteranno a discriminare con maggiore accuratezza i possibili siti astrofisici nei quali si instaura il processo  $r$ , muovendo un passo importante verso la soluzione all'enigma sull'origine degli elementi pesanti che si trovano in natura. Inoltre, i risultati di questo studio identificheranno i nuclei chiave non solo per le osservabili astronomiche ma anche per la prossima generazione di modelli DFT, guidando in questo modo gli esperimenti con fasci radioattivi dedicati all'esplorazione dei limiti della tavola dei nuclidi.

### **RISULTATI ATTESI - Elenco per punti**

- Sviluppo di modelli DFT che permettano un calcolo d'avanguardia delle masse nucleari e delle proprietà di fissione su tutta la tavola dei nuclidi utilizzando diverse forme di funzionale della densità nucleare.
- Calcolo delle incertezze sistematiche e statistiche sulle osservabili di struttura nucleare attraverso l'impiego di tecniche di inferenza bayesiana basate sulle discrepanze ottenute tra risultati teorici e sperimentali.
- Calcolo delle sezioni d'urto e dei tassi di reazione stellari basati sui calcoli microscopici di struttura nucleare sopra elencati.
- Simulazione del processo  $r$  attraverso calcoli di nuclear network e stima delle abbondanze di isotopi pesanti e delle curve di luce prodotte dalle controparti elettromagnetiche di collisioni di stelle di neutroni.

### **TERRITORIO COINVOLTO - Comunità di valle**

L'ente di ricerca ospitante è lo European Centre for Theoretical Studies in Nuclear Physics and Related Areas (ECT\*), situato a Trento in località Villazzano. Questo polo di ricerca rappresenta una delle eccellenze italiane, europee ed internazionali nell'ambito della ricerca in fisica nucleare teorica. L'ente ospita ogni anno decine di conferenze, seminari, scuole e workshop internazionali dedicati ai diversi temi e branche di ricerca che ruotano intorno alla fisica nucleare, incluse l'astrofisica, la fisica delle particelle, la fisica dello stato solido, il quantum computing, etc. Inoltre questo progetto si svilupperà a stretto contatto



con l'Università degli Studi di Trento (cf "Rete di collaborazione"), il cui dipartimento di Fisica ha una forte tradizione nell'ambito della fisica nucleare (sia teorica che applicata), della fisica computazionale applicata alla fisica nucleare e dell'astrofisica nucleare.

## Dati aggiuntivi

### PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' per precise fasi di sviluppo ed eventuali sotto-fasi in funzione dei risultati attesi sopra individuati

Nella sezione "RISULTATI ATTESI" sono stati individuati quattro gruppi di risultati comprendenti i diversi obiettivi di questo progetto. Di seguito si esplicitano le fasi e sottofasi di sviluppo di questi diversi gruppi.

- G1) Sviluppo di modelli DFT da avanguardia.

Il G1 sarà dedicato alla modifica e all'estensione di codici precedentemente sviluppati dal giovane ricercatore atti a calcolare in modo efficiente le proprietà di struttura nucleare usando: 1) diverse approssimazioni per nuclei con un numero dispari di protoni e/o neutroni (i cosiddetti nuclei dispari); 2) diverse forme del funzionale della densità nucleare; e 3) l'inclusione di effetti correlati al ripristino di simmetrie violate nelle teorie di campo medio.

- Studio degli algoritmi di avanguardia attualmente utilizzati in calcoli di DFT.
- Progettazione, sviluppo, test ed esecuzione di un programma numerico efficiente e parallelizzabile che: i) generalizzi il termine centrale di Gogny ad un numero arbitrario di gaussiane e che consenta l'uso di altri funzionali (Skyrme, BCPM e Yukawa); ii) calcoli i nuclei dispari attraverso la rottura dell'inversione temporale e la conservazione della simmetria assiale; e iii) proietti le funzioni d'onda su un adeguato numero di particelle.
- Studio dei problemi di struttura nucleare, con particolare attenzione a: i) il confronto con dati sperimentali delle masse nucleari per i nuclei dispari; e ii) il confronto tra diversi metodi a molti corpi e interazioni nucleari per calcoli sistematici di energie di legame e barriere di fissione dei nuclei di interesse per il processo r.

- G2) Stima delle barre di errore nei calcoli DFT

L'obiettivo principale del G2 è la progettazione, sviluppo, test ed esecuzione di un nuovo software dedicato alla stima delle incertezze statistiche dei calcoli DFT usando tecniche di machine learning. Il nucleo di questo software sarà la costruzione di emulatori di residui e intervalli di credibilità utilizzando processi gaussiani (GP) e reti neurali bayesiane (BNN). Tali emulatori e intervalli di credibilità saranno quindi utilizzati per ridurre le discrepanze con i dati sperimentali, definire le incertezze statistiche e valutare la valenza predittiva dei modelli nucleari.

- Studio della letteratura scientifica sulle tecniche di machine learning bayesiano.
- Progettazione, sviluppo, test ed esecuzione di un programma numerico che: i) costruisca un simulatore di residui che imiti le discrepanze tra calcoli numerici e dati sperimentali; ii) valuti la qualità di tali emulatori confrontando le previsioni con nuovi dati sperimentali; iii) stimi le correzioni residue e le incertezze associate ai calcoli numerici.



- Applicazione a problemi di struttura nucleare, con particolare attenzione ai sistemi ricchi in neutroni.
- G3) Calcolo dei tassi di reazione stellari e simulazione del processo r

G1 e G2 forniranno un insieme di dati riguardanti le proprietà nucleari globali e le barre di errore associate. L'obiettivo di G3 è quello di convertire tali dati in input nucleari adatti ai codici di nuclear network e includerli in calcoli di nucleosintesi da processo r.

- Studio della struttura dei codici di reazione nucleare (Talys) e di nuclear network (GSINet) e adattamento a calcoli su larga scala.
- Calcolo dei tassi di reazione stellare utilizzando il codice Talys e input nucleari teorici all'avanguardia ottenuti nei punti G1 e G2.
- Studio dei problemi di nucleosintesi del processo r utilizzando tassi di reazioni stellari delineati in G3.2 e input nucleari ottenuti in G1 e G2. L'attenzione sarà focalizzata sulle distribuzioni di abbondanze di isotopi pesanti e sulle curve di luce prodotte da controparti elettromagnetiche, esplorando diverse condizioni astrofisiche.

#### **Indicatori quantitativi e/o qualitativi per la valutazione del raggiungimento dei risultati (elenco per punti)**

Per ognuna delle tre fasi di sviluppo sono stati individuati due tipi diversi di indicatori: uno computazionale (C), legato allo sviluppo di codici numerici e alla raccolta dei risultati in database da condividere con la comunità scientifica, e uno di divulgativo (D), legato alla pubblicazione dei risultati scientifici su prestigiose riviste internazionali soggette a pratiche di referaggio anonimo.

- G1) Sviluppo di modelli DFT d'avanguardia.
- C1: Ultimazione del codice di programma DFT necessario al calcolo delle proprietà nucleari.
- P1: Pubblicazione di un articolo contenente i risultati dei calcoli globali delle proprietà nucleari.
- G2) Stima delle barre di errore nei calcoli DFT.
- C2: Ultimazione del codice di programma per il calcolo bayesiano delle incertezze teoriche.
- P2: Pubblicazione di un articolo contenente un'analisi delle stime delle barre di errore dei calcoli di struttura.
- G3) Calcolo dei tassi di reazione stellari e simulazione del processo r.
- C3: Creazione di un database contenente i tassi di reazione stellari per i processi di cattura neutronica e fissione.
- P3: Pubblicazione di due articoli che spieghino l'impatto delle incertezze derivanti dai calcoli di struttura nucleare sulle osservabili astrofisiche.

#### **Risultati e ricadute conoscitive e/o applicative attese in relazione al contesto trentino**

Uno degli aspetti più importanti di questo progetto è che aprirà un nuovo filone di ricerca nell'astrofisica nucleare dentro l'ente di ricerca ospitante, l'ECT\*, in una delle aree di ricerca più stimolanti e in espansione degli ultimi anni. Questo comporterà una maggiore visibilità del centro a livello internazionale, favorendo nuove collaborazioni tra i suoi membri e la comunità scientifica, aiutando a mantenere l'elevato



livello scientifico e accademico presente a Trento. Fin dalla sua fondazione, l'ECT\* ha rappresentato uno dei simboli delle molteplici ricadute positive che la ricerca teorica di base può avere sulla vita quotidiana delle persone, dal campo tecnologico a quello medico. Un legame ben testimoniato dalla persona del professore Renzo Leonardi, uno dei padri fondatori dell'ECT\*. Per questo il giovane ricercatore si impegnerà nella diffusione della scienza a livello scolastico e ad un pubblico generale, come descritto nella sezione "PIANO DI COMUNICAZIONE" sottostante. Inoltre, grazie alle opportunità di incontro e di scambio offerte dall'ECT\* e dei suoi programmi, guarderà con interesse a possibili applicazioni dei suoi risultati ad ambiti di ricerca solo apparentemente distinti.

#### **PIANO DI COMUNICAZIONE - Canali e modalità che si intende utilizzare per promuovere l'iniziativa al pubblico**

Una pagina web dedicata a questo progetto sarà creata insieme ad un repository Git. Oltre a riferire di tutte le attività svolte nell'ambito di questo progetto (pubblicazione di articoli scientifici e programmi, diapositive delle presentazioni tenute dal giovane ricercatore, etc.), la pagina web conterrà anche una sezione specificamente dedicata al finanziamento da parte della fondazione Caritro e una alla diffusione della fisica nucleare e dell'astrofisica ad un pubblico più vasto. In quest'ultima saranno caricati:

- Brevi articoli particolarmente adatti a lettori non esperti che riassumono la fisica principale di questo progetto.
- Una sezione contenente i principali risultati nell'ambito della fisica nucleare e dell'astrofisica di interesse generale.
- Annunci di attività di sensibilizzazione dedicate alla diffusione della fisica nucleare, dell'astrofisica e delle scienze fisiche in generale.

Oltre a questa pagina web, il giovane ricercatore visiterà le scuole del Trentino per promuovere la diffusione della scienza a livello scolastico e parteciperà alle attività promosse dalle maggiori strutture di divulgazione scientifica del territorio come il Museo delle scienze di Trento (MUSE), il Museo civico di Rovereto e l'Osservatorio astronomico Terrazza delle stelle.

#### **PIANO DI COMUNICAZIONE - Modalità per disseminare i risultati raggiunti dal progetto di ricerca**

I risultati ottenuti durante questo progetto saranno diffusi in diverse forme e attraverso molteplici mezzi di comunicazione:

- I risultati più importanti saranno pubblicati su riviste scientifiche di alto impatto come Nature, Science o Physical Review Letters. Altri risultati di interesse per la comunità saranno pubblicati in riviste dedicate alla fisica nucleare (Physical Review C, European Physical Journal A, Journal of Physics G) e all'astrofisica (The Astrophysical Journal, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society). Una versione elettronica degli articoli sarà reperibile sulla piattaforma di accesso pubblico ArXiv ogni volta che la politica di pubblicazione della rivista lo consentirà.
- I risultati saranno presentati nei molteplici seminari, workshop e scuole annualmente organizzate dall'ECT\*. Da questo punto di vista, la realtà ospitante garantisce un livello di visibilità internazionale riconosciuto in tutto il mondo.
- Sempre che se ne presenterà l'opportunità, i risultati saranno presentati alle conferenze internazionali più importanti del settore (Nuclear Structure, Nuclei in the Cosmos, ecc.) e seminari di fisica nucleare e astrofisica nucleare utilizzando fondi per i viaggi concessi dagli organizzatori locali.
- I codici sviluppati in questo progetto saranno resi pubblici attraverso un repository Git, nel quale verranno raccolti anche i risultati numerici dei calcoli globali (proprietà nucleari e tassi di reazione). Questo permetterà l'accesso dei risultati a tutta la comunità scientifica.





In tutti gli articoli pubblicati e seminari tenuti dal giovane ricercatore, il sostegno da parte della Fondazione Caritro sarà debitamente evidenziato.

**PIANO DI COMUNICAZIONE - Materiale video o fotografico che si prevede di realizzare per la valorizzazione del progetto, anche con l'eventuale supporto della Fondazione**

La realtà di ricerca ospitante ECT\* ha un proprio canale di Youtube che viene usato per la diffusione di video a contenuto scientifico. Il giovane ricercatore potrà usufruire di questa piattaforma e dell'esperienza degli addetti alla comunicazione dell'ECT\* per creare materiale video di due tipologie. Una dedicata a un'udienza specializzata, per esempio attraverso la registrazione di webinar, dove i progressi scientifici verranno spiegati in maniera dettagliata affinché la comunità scientifica possa propriamente valutarli. L'altra tipologia di video invece sarà rivolta a un pubblico più ampio, e servirà a spiegare i progressi scientifici più importanti a livello internazionale che hanno un legame con la ricerca di questo progetto.

**MONITORAGGIO E AUTO-VALUTAZIONE - Modalità previste per la verifica e l'analisi dei risultati raggiunti**

I progressi scientifici ottenuti durante questo progetto verranno gestiti attraverso una comunicazione attiva e continua tra il giovane ricercatore e il referente della realtà di ricerca ospitante, il dottor Simone Taioli. Inoltre, il collaboratore Albino Perego dell'Università di Trento sarà coinvolto nell'analisi dei risultati relativi alle applicazioni e ricadute astrofisiche del progetto. Per garantire un adeguato monitoraggio, saranno attuate cinque misure principali:

- Riunioni giornaliere tra il giovane ricercatore e il referente della ricerca ospitante Simone Taioli.
- Riunioni bisettimanali con il collaboratore Albino Perego.
- Presentazioni informali rivolte a collaboratori esterni internazionali a cadenza mensile per riassumere gli ultimi progressi del progetto scientifico.
  - Seminari da parte del giovane ricercatore all'ECT\* e all'Università di Trento dedicati a un pubblico più ampio.
  - Auto-valutazione.

**RICADUTE ATTESE nel biennio successivo alla conclusione del progetto**

Questo progetto aiuterà il giovane ricercatore ad affermarsi in uno dei campi più promettenti della fisica nucleare teorica e dell'astrofisica, rafforzando le sue competenze tanto teoriche quanto computazionali e favorendone lo sviluppo della carriera futura. Allo stesso tempo, questo progetto amplierà la sua esperienza nell'ambito del machine learning, un settore che avrà un forte impatto sulle sue prospettive professionali grazie alla crescente domanda sia nel settore della ricerca pubblica come in quella privata. La pubblicazione di numerosi articoli scientifici, la partecipazione a conferenze internazionali e seminari, la possibile collaborazione con ricercatori di primo livello dell'ECT\* e dell'Università di Trento aumenteranno lo spessore scientifico del suo CV e lo aiuteranno nel proseguimento della sua carriera scientifica. Il piano a lungo termine del giovane ricercatore è quello di trovare una posizione permanente nel mondo accademico o in un centro di ricerca pubblico, possibilmente in Italia. Il conseguimento di questa borsa aumenterà la sua visibilità a livello nazionale e le possibilità di ottenimento di un contratto da ricercatore a tempo determinato di tipologia A (RTDa). Infine, le capacità computazionali, gestionali e comunicative acquisite dal giovane ricercatore durante questo progetto saranno estremamente spendibili nella prospettiva di una carriera nel settore privato, in particolare nel campo della data science e in riferimento ad aziende che investono in progetti ad alto contenuto tecnologico. Aziende di questo profilo sono molto



presenti nel territorio Trentino, e potrebbero rappresentare uno sbocco lavorativo importante per il giovane ricercatore.

## Tempistiche

### Data di avvio

01/12/2020

### Data di conclusione

30/11/2022

## Giovane ricercatore

### Nome

Samuel Andrea

### Cognome

Giuliani

### Data di nascita

05/07/1988

### Telefono

+1 517 580 9084

### Email

giuliani@nscl.msu.edu

### Titolo del dottorato

Fission and r-process nucleosynthesis in neutron star mergers

## Rete di collaborazione

### Esistenza Partner

Sì

### Modalità organizzative previste per il coordinamento e funzionamento della rete di partner



Il giovane ricercatore sarà il responsabile del coordinamento della rete di partner. Come descritto nella sezione "MONITORAGGIO E AUTO-VALUTAZIONE", verranno organizzate riunioni a cadenza bisettimanale con il collaboratore Albino Perego (UniTrento) per discutere i progressi nei diversi aspetti riguardanti il progetto di ricerca. Con i collaboratori internazionali Gabriel Martinez Pinedo (GSI, Darmstadt) e Luis Miguel Robledo (UAM, Madrid) verranno organizzate riunioni mensili per riassumere lo status del progetto, discutere le strategie di ricerca e analizzare i risultati più importanti. Queste riunioni si aggiungeranno a tutti i possibili meeting individuali tra il giovane ricercatore e i diversi partner che verranno organizzati per discutere aspetti specifici del progetto di ricerca.

Lo sviluppo e mantenimento dei codici numerici attraverso la piattaforma Git (cf. "PIANO DI COMUNICAZIONE") permetterà di coordinare in modo efficiente le modifiche apportate dai diversi partner. Inoltre, a tutti i partner verrà data la possibilità di partecipare alla stesura degli articoli scientifici da sottoporre alle riviste scientifiche ed essere inseriti nella lista di autori.



## Elenco partner

### Partner | Luis Miguel Robledo (Universidad Autónoma de Madrid)

#### Denominazione

Luis Miguel Robledo (Universidad Autónoma de Madrid)

#### Tipologia

Organizzazioni estere

#### Ruolo

Realtà di ricerca

#### Descrizione partner

Il Prof. Luis Miguel Robledo è uno dei maggiori esperti internazionali nell'ambito della Density Functional Theory e dei calcoli di struttura nucleare. La sua partecipazione sarà un valore aggiunto nello sviluppo del codice DFT descritto alla voce G1 della sezione "PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ" e nell'interpretazione dei risultati numerici riguardo le proprietà di struttura nucleare di nuclei atomici instabili.

#### Partner straniero

Si

### Partner | Gabriel Martínez Pinedo (GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research e Technische Universität Darmstadt)

#### Denominazione

Gabriel Martínez Pinedo (GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research e Technische Universität Darmstadt)

#### Tipologia

Organizzazioni estere

#### Ruolo

Realtà di ricerca

#### Descrizione partner

Il Prof. Gabriel Martínez Pinedo è uno dei maggiori esperti di astrofisica nucleare a livello internazionale e uno dei pionieri nei calcoli delle controparti elettromagnetiche prodotte nelle fusioni di stelle di neutroni. Il suo apporto sarà un valore aggiunto nello sviluppo delle simulazioni del processo r descritte alla voce G3 della sezione "PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ" (è uno degli sviluppatori del codice GSINet) e



nell'interpretazione delle variazioni nelle stime delle osservabili astronomiche derivanti dalle incertezze nei calcoli nucleari.

**Partner straniero**

Si

**Partner | Albino Perego (Università degli Studi di Trento - Dipartimento di Fisica)**

**Denominazione**

Albino Perego (Università degli Studi di Trento - Dipartimento di Fisica)

**Codice Fiscale**

00340520220

**Tipologia**

Enti dell'amministrazione pubblica locale e statale

**Ruolo**

Realtà di ricerca

**Descrizione partner**

Il Dr. Albino Perego è un ricercatore RTDb nel Dipartimento di Fisica all'Università degli Studi di Trento. Come testimoniato dalle sue pubblicazioni e la sua affiliazione al gruppo Virgo, è uno dei maggiori esponenti nel campo dell'astrofisica nucleare, in particolare nello studio delle controparti elettromagnetiche prodotte nella fusione di oggetti celesti superdensi come stelle di neutroni e buchi neri. La collaborazione con il Dr. Albino Perego sarà un valore aggiunto nella simulazione delle osservabili elettromagnetiche prodotte dal processo r e nell'analisi dei risultati prodotti dai calcoli di nuclear network (cf. obiettivo G3 descritto nella sezione "PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ").

**Partner straniero**

No

**Realtà di ricerca ospitante**

**Referente della realtà di ricerca ospitante**

Simone Taioli è ricercatore senior presso ECT\*, nella divisione di fisica computazionale. Il suo background di ricerca spazia dalle scienze della vita ai sistemi complessi a molti corpi, anche in scenari astrofisici ed in ambienti estremi. Ha ottenuto la Laurea cum laude (2000) ed un primo dottorato di ricerca (2004) in Ingegneria Nucleare presso l'UNIBO e un secondo PhD in Fisica presso UNITN (2013). Ha ottenuto 3 abilitazioni nazionali (prima e seconda fascia in Fisica Teorica della Materia, seconda fascia in Chimica-Fisica) e 2 internazionali (professeur des universités e Maître de conférences en Milieux denses et



matériaux, Francia). È autore o coautore di circa 70 lavori pubblicati su riviste peer review (H-index = 22 fonte: GS).

#### **Precedenti esperienze nell'ambito scientifico del progetto**

Il Dr. Taioli è un teorico della materia condensata con particolare esperienza nel campo dello sviluppo di metodi teorici, computazionali e numerici per la soluzione del problema della correlazione nei sistemi a molti corpi, anche in ambiente stellare. Ha inoltre utilizzato sovente la teoria del funzionale densità (DFT) nel calcolo della struttura elettronica dei solidi anche in relazione alla loro interazione con campi elettromagnetici, per caratterizzare le proprietà ottiche, di trasporto e meccaniche. Si occupa attivamente di nucleosintesi stellare nel Sole e nelle Stelle del ramo asintotico (AGB e RGB). Ha sviluppato, in collaborazione, un codice di calcolo ab-initio relativistico per la determinazione accurata degli spettri beta e di cattura elettronica in ambiente stellare, correggendo il precedente rate solare del litio.

#### **Ultime 5 pubblicazioni scientifiche della realtà di ricerca sui temi relativi al progetto**

Titolo: Setting nonperturbative uncertainties on finite-temperature properties of neutron matter.

Autori: A. Carbone

Rivista: Phys. Rev. Res. 2, 023227 (2020)

Titolo: Ab initio constraints on thermal effects of the nuclear equation of state.

Autori: A. Carbone, Achim Schwenk

Rivista: Phys. Rev. C 100, 025805 (2019)

Titolo: Nuclear matter properties at finite temperatures from effective interactions.

Autori: J. Xu, A. Carbone, Z. Zhang, C. M. Ko

Rivista: Phys. Rev. C 100, 024618 (2019)

Titolo: Effects of a revised  ${}^7\text{Be}$  e-capture rate on solar neutrino fluxes.

Autori: D. Vescovi, L. Piersanti, S. Cristallo, M. Busso, F. Vissani, S. Palmerini, S. Simonucci, S. Taioli

Rivista: Astron. Astrophys. 623 A126 (2019)

Titolo: Nuclear Beta Decay: Relativistic Theory and Ab Initio Simulations of Electroweak Decay Spectra in Medium-Heavy Nuclei and of Atomic and Molecular Electronic Structure

Autori: T. Morresi, S. Taioli, S. Simonucci

Rivista: Advanced Theory and Simulation 1 (11), 1870030 (2018)

#### **Coinvolgimento attivo del giovane ricercatore nelle attività previste dal progetto**

Il giovane ricercatore sarà il principale sviluppatore dei codici numerici di questo progetto (cf. "PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ") e analista dei risultati ottenuti durante l'intero progetto (cf. "RISULTATI ATTESI"). Egli si occuperà anche della raccolta dati nel repository Git (cf. "PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ") e dello sviluppo e manutenzione della pagina web devota a questo progetto (cf. "PIANO DI COMUNICAZIONE").

Inoltre, il giovane ricercatore scriverà articoli per riviste scientifiche e articoli devoti a un ampio pubblico, parteciperà a conferenze e seminari internazionali e prenderà parte alle attività di divulgazione scientifica presenti sul territorio (cf. Sezioni "PIANO DI COMUNICAZIONE"). Queste azioni lo aiuteranno ad aumentare le sue capacità di divulgazione in entrambi i contesti specializzati e divulgativi.





<b>Budget</b>	
<b>Costo totale del progetto</b>	
50.000,00	
<b>Contributo richiesto alla Fondazione</b>	
50.000,00	
<b>Percentuale importo richiesto alla Fondazione</b>	
100,00 %	
<b>Risorse della realtà di ricerca ospitante</b>	
0,00	
<b>Cofinanziamento richiesto</b>	
0,00	
<b>Cofinanziamento ottenuto</b>	
0,00	
<b>Altre tipologie di entrate</b>	
0,00	

<b>Elenco spese raggruppate per finalità</b>	
<b>Finalità</b>	<b>Importo</b>
Risorse umane	50.000,00

<b>Elenco spese</b>						
<b>Finalità</b>	<b>Dettaglio finalità</b>	<b>Importo unitario</b>	<b>Numero</b>	<b>Ore</b>	<b>Importo</b>	<b>Descrizione</b>
Risorse umane	Borsa/assegno/contratto di ricerca per il giovane post-doc		1		50.000,00	La borsa rappresenterà lo stipendio del giovane ricercatore durante la sua attività di ricerca per una





						durata di due anni.
--	--	--	--	--	--	------------------------



## Elenco accettazioni in inserimento

### Accettazione Bando

#### Dichiarazione

Dichiaro di avere preso visione ed accettare integralmente il bando proposto dalla Fondazione

#### Accettata

Si

### Accettazione Guida generale richieste di contributo

#### Dichiarazione

Dichiaro di aver preso visione e di accettare i contenuti della Guida generale per la presentazione e gestione delle richieste di contributo

#### Accettata

Si

### Documenti ente

#### Dichiarazione della realtà di ricerca ospitante

Dich.\_realta\_di\_ricerca\_ospitante.pdf

#### Attestazione ai fini civilistici

Attestazione\_fini\_civilistici.pdf

### Documenti progetto

#### CV dettagliato del giovane ricercatore

CV-Giuliani(2).pdf

#### Attestato di conseguimento del titolo di dottorato di ricerca

PhD\_diploma.pdf

#### Dichiarazione del giovane ricercatore di non fruire di altre borse



Modello Dichiarazione giovane ricercatore_ Bando post doc.pdf
<b>Attestazione ai fini tributari</b>
Attestazione_ai_fini_tributari.pdf



## Elenco accettazioni

### Accettazione risultato selezione

#### Dichiarazione

Il sottoscritto dichiara di accettare incondizionatamente il risultato della selezione dei progetti

#### Accettata

Si

### Disponibilità presentazione pubblica

#### Dichiarazione

Il sottoscritto conferma la disponibilità della realtà proponente a concordare con la Fondazione forme di presentazione pubblica dei risultati ottenuti e di fornire informazioni sulle ricadute riscontrate dopo la conclusione del progetto

#### Accettata

Si

### Questionario

### Dati invio progetto

#### Data Invio

19/06/2020