

A1 Titolo dell'attività di ricerca

DARKSIDE

A2 Responsabile

(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)

Responsabile: GIULIANA FIORILLO

Referente per il Dip.

A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Ordinari: Giuseppe Longo

Prof. Associati: Sergio Catalanotti, Giuliana Fiorillo, Vittorio Cataudella, Giulio De Filippis

Ricercatori universitari: Giovanni Covone, Antonio de Candia

RTDA:

RTDB:

A4 Collaborazioni con altri enti

INFN, INAF- Osservatorio Astronomico di Capodimonte

UNINA Dip. di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

A.G. Cocco (INFN), B. Rossi (INFN) in attesa di prendere servizio

P. Salatino, M. Simeone (prof. UNINA DICMAPI)

M. Della Valle (INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte)

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti:

Borsisti Post-doc:

Borsisti:

A7 Dottorandi di Ricerca

Susan Walker (29° ciclo)

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

(max 1000 caratteri)

La linea di ricerca sui rivelatori ad argon liquido (LAr) per la fisica astroparticellare è stata aperta a Napoli nel 2002. A più di quattordici anni dall'inizio delle attività, il gruppo si è dotato di un laboratorio tra i più avanzati al mondo per questo tipo di applicazioni, ha partecipato al successo del run di ICARUS T600 sul fascio CNGS e ha contribuito in modo fondante e determinante alla realizzazione del programma di ricerca di materia oscura con liquidi criogenici ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), iniziato sotto la guida di C. Rubbia con l'esperimento WARP e oggi in prosecuzione con DarkSide [2,3,4,5,6,9]. Il gruppo ha ottenuto negli anni risorse umane e strumentali dai programmi MIUR-PRIN e dal programma europeo FP7-ASPERSA, la cui prima call ha finanziato il progetto DARWIN proposto e coordinato in Italia da **G. Fiorillo**.

In quest'ambito sono state svolte a Napoli ricerche rivolte allo sviluppo di fotosensori di ultima generazione [1,8] e – con gli esperimenti SCENE e RED – allo studio delle proprietà del LAr come mezzo di rivelazione [7,10].

B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016

(max 2000 caratteri)

Il programma DarkSide per la ricerca di WIMP al LNGS si basa sulla tecnologia bifasica ad argon sviluppata originariamente nell'ambito di WARP. Dal 2013 è in presa dati il rivelatore DS-50, che utilizza una LAr-TPC dalla massa fiduciale di 50 kg, equipaggiata con fotomoltiplicatori criogenici appositamente prodotti da Hamamatsu in collaborazione con INFN-Napoli. Tutti i test di sviluppo e caratterizzazione sono stati svolti nel laboratorio napoletano. Dopo un primo run con argon di origine atmosferica [9], l'esperimento ha pubblicato i risultati ottenuti con argon da sorgenti sotterranee [6]. La non osservazione di eventi di WIMP nei due run ha consentito di porre il terzo miglior limite sulla sezione d'urto di interazione di WIMP. DS-50 ha inoltre dimostrato la scalabilità della tecnica ad un rivelatore di massa molto maggiore con "zero background".

Il gruppo di Napoli svolge un ruolo di leadership consolidata nell'esperimento, ricoprendo incarichi di massima responsabilità nella realizzazione del rivelatore, nel coordinamento dell'attività scientifica e nelle attività di ricerca e sviluppo. **G. Fiorillo** è responsabile nazionale del gruppo INFN e deputy Spokesperson dell'esperimento; è stata L2 manager nella fase di costruzione dei PMT criogenici; è stata membro eletto dello steering committee e chair dello speaker committee; guida infine lo sviluppo e realizzazione di una LAr-TPC di nostra concezione, la GAP-TPC [7], e l'R&D relativo ai nuovi fotomoltiplicatori a silicio o SiPM [8]. **A. Cocco** è stato responsabile della simulazione MonteCarlo e membro dello steering committee. **B. Rossi** è stato responsabile della prima fase di commissioning del rivelatore DS-50 ed è oggi L3 manager per i SiPM.

Nel corso del 2014 due studenti della LM in Fisica hanno potuto svolgere un trimestre presso la Princeton University grazie al programma Messaggeri della Conoscenza (finanziato con 54k€). Una borsa di dottorato (29° ciclo) è stata finanziata su fondi esterni per questa attività. Nel 2016 è stata finanziata presso il dipartimento di Fisica una posizione RTDa sulla base di una convenzione INFN. Nel periodo considerato, il gruppo ha inoltre partecipato all'esperimento SCENE, presso il laboratorio dell'acceleratore di Notre Dame, IL (USA), i cui risultati hanno fornito le prime indicazioni di una possibile sensibilità della LAr-TPC alla direzione dei rinculi nucleari, una caratteristica di assoluta rilevanza nel campo della ricerca diretta di materia oscura [10]. La proposta di un esperimento dedicato (RED) presso il Tandem di Napoli è stata valutata molto positivamente nell'ambito di un proposal ERC-AdG-2015 (PI **G. Fiorillo**).

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019

(max 2000 caratteri)

La collaborazione DarkSide ha proposto al comitato scientifico di LNGS e agli enti

finanziatori un nuovo rivelatore, DS-20k, che avrà rispetto a quello attuale una sensibilità 100 volte migliore grazie ad una massa fiduciale di 20 tonnellate di argon radiopuro. Il management dell'INFN ha assicurato ampio sostegno al progetto, che compare tra quelli più strategicamente rilevanti per la ricerca svolta a LNGS¹. Il programma – di durata più che decennale – ambisce a coprire l'intero spazio dei parametri (sezione d'urto di interazione e massa delle WIMP) fino al cosiddetto “neutrino floor”, il limite di sensibilità al quale le interazioni coerenti dei neutrini atmosferici su nuclei di argon diventano un fondo irriducibile alla ricerca di WIMP in assenza di rivelazione direzionale [M. Cadeddu,..., and G. Fiorillo [arXiv:1704.03741](https://arxiv.org/abs/1704.03741)², G. Fiorillo and M. Cadeddu, [Proceedings of NOW2016](https://pos.sissa.it/archive/conferences/283/091/NOW2016_091.pdf)³].

La proposta di esperimento DS-20k presentata nel corso del 2016 è stata approvata dalla CSN2 dell'INFN e dal comitato scientifico di LNGS nell'aprile del 2017. L'integrazione nei prossimi due anni del prototipo da 1 tonnellata di massa fiduciale è in capo a **G. Fiorillo**.

Tra le tecnologie abilitanti per questo progetto è quella basata su SiPM. Le ottime performance, l'elevata radiopurezza ed il basso costo di questi dispositivi consentiranno di scalare la tecnologia a rivelatori di dimensioni due o tre ordini di grandezza maggiori di quelli attuali. Il cuore delle nostre attività di R&D mira alla realizzazione di una TPC a LAr con readout basato su matrici di SiPM specialmente sviluppate per l'uso in ambiente criogenico (GAP-TPC) [7]. Il primo dimostratore della tecnologia è in fase di realizzazione a Napoli, dove il sistema di infrastrutture site nel laboratorio criogenico è stato recentemente integrato in una camera pulita di classe 1000 e predisposizione “radon-free” (627k€, fondi POR FESR 2007/2013) e dove la camera prototipo sarà esposta a fasci di neutroni nell'esperimento RED. Al momento 4 tesi di dottorato (di diverse università italiane) si svolgono su RED.

A Napoli vengono anche svolti i test di sviluppo dei SiPM criogenici realizzati da FBK, il nostro partner industriale. Il piano strategico dell'INFN per questo sviluppo prevede la realizzazione di una filiera industriale interamente italiana, con ampie ricadute relativamente alle applicazioni di questi dispositivi, ed un finanziamento da parte di Regione Abruzzo e altri partner industriali superiore a 50M€.

Il secondo importante campo di sviluppo tecnologico e riconversione industriale connesso a DS-20k risiede nell'estrazione e purificazione dell'argon da sorgenti sotterranee. L'estrazione di imponenti quantità di argon da sorgenti fossili di CO₂ è necessario elemento per la realizzazione degli esperimenti di prossima generazione. L'INFN sostiene questa attività tramite il progetto premiale URANIA – coordinato da **M. Simeone** – che fornirà la tecnologia necessaria per la separazione dell'argon dal flusso primario di CO₂. La purificazione del prezioso gas avviene in una colonna criogenica collocata nella miniera di Seruci presso gli impianti della Carbosulcis in Sardegna e destinata a dimostrare la fattibilità della separazione isotopica di gas leggeri (progetto premiale ARIA, PI **G. Fiorillo** & C. Galbiati).

¹ Giornate di studio sul piano triennale INFN, Catania 3-4 dicembre 2015.

² <https://arxiv.org/abs/1704.03741>

³ https://pos.sissa.it/archive/conferences/283/091/NOW2016_091.pdf

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016/7

(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))

N. complessivo: ~30

Pubblicazioni più significative:

1. Y. Wang et al. JINST 12 (2017) 02, P02019
2. P. Agnes et al., JINST 12 (2017) 01, P01021
3. P. Agnes et al., JINST 11 (2016) 12, P012007
4. P. Agnes et al., JINST 11 (2016) 3, P03016
5. D. Franco et al., JCAP 08 (2016) 017
6. P. Agnes et al., Phys. Rev. D 93, 081101 (2016)
7. B. Rossi, A. Anastasio, A. Boiano, S. Catalanotti, A. G. Cocco, G. Covone, P. Di Meo, G. Longo, A. Vanzanella, S. Walker, H. Wang, Y. Wang and G. Fiorillo, JINST 11 (2016) 02, C02041
8. S. Catalanotti, A. G. Cocco, G. Covone, M. D Incecco, G. Fiorillo, G. Korga, B. Rossi, S. Walker, JINST 10 (2015) 08, P08013;
9. P. Agnes et al., Phys.Lett. B743 (2015) 456-466
10. H. Cao et al., Phys. Rev. D91 (2015) 092007

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)

Dark Matter direct searches, G. Fiorillo at XVII International Workshop on Neutrino Telescopes, Venezia, March 13-17, 2017

Directional Dark Matter detection, NOW 2016, G. Fiorillo at Neutrino Oscillation Workshop, Otranto, September 4-11, 2016

The DarkSide Program for Direct Dark Matter Search, G. Fiorillo at IDM2016 - Identification of Dark Matter 2016, Sheffield, July 19, 2016

The GAP-TPC: a detector for direct dark matter search – B. Rossi at IWORID2016 Barcellona, Spain July 4th, 2016

The DarkSide Program for Direct Dark Matter Search, G. Fiorillo at 6th Roma International Conference on Astroparticle Physics, Frascati, June 23, 2016

RED – Recoil Directionality with Liquid Argon Detectors, G. Fiorillo at CYGNUS-TPC International Workshop, Laboratori Nazionali di Frascati, April 7, 2016

Catching the Light from LAr, G. Fiorillo at the International Workshop on Next generation Nucleon Decay and Neutrino Detectors, Paris, November 4 – 6, 2014

LAr directional TPC, G. Fiorillo at What Next Workshop on the perspective scientific role of LNGS, Assergi, October 15 – 16, 2014

Darwin: Dark Matter WIMP search with noble liquids, G. Fiorillo at UCLA's 11th Symposium on Sources and Detection of Dark Matter and Dark Energy in the Universe, Los Angeles, February 26 – 28, 2014

The DarkSide Program, G. Fiorillo at the XVI Lomonosov Conference on Elementary Particle Physics, Moscow, August 22 – 28, 2013

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

--

D1 Progetti di ricerca attivi

(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)

DARKSIDE (INFN-CSN2) - finanziamento gruppo di Napoli pari a 193k€ per il 2017, 594k€ per il periodo 2014-2016. Finanziamento approvato da CSN2-INFN per i prossimi 5 anni pari a 5M€.

URANIA (INFN) – finanziamento 5M€.

ARIA (INFN) – finanziamento circa 7M€.

Convenzione con **T.Am.Co. S.r.l.** per “Sviluppo di rivelatori ad alta sensibilità per la ricerca di eventi rari con liquidi criogenici” – finanziamento pari a 69k€ per una borsa di studio triennale (2014-2017).