


# Go to the astroparticle physics school with the Toledo Metro Station Totem-Telescope for cosmic rays

 A scuola di astroparticelle

M. Ambrosio, **C. Aramo**, A. Candela, P. Mastroserio

INFN, Sezione di Napoli  
LNGS-INFN







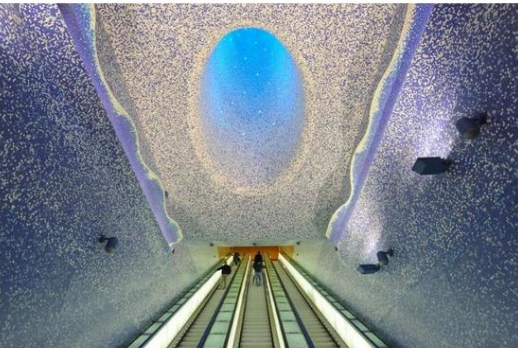
The installation of the underground cosmic ray telescope at the Toledo Metro Station in Napoli in May 2014 had a good impact, many people stop to look!

Search...

Travel - Rail journeys  
29 Nov 2012

## The most impressive underground railway stations in Europe

1 of 22 View All



Toledo Metro station in Naples





The telescope, composed of 10 xy scintillator planes 40x40 cm<sup>2</sup>, read by SiPM, allows observing the muons that reach 40 meters of depth in the Metro Station through the LEDs that indicate the trajectory of the particles.



At the end of September 2016, as part of **European researchers' night**, the telescope was upgraded with a multimedia **Totem**, which provides videos on cosmic ray physics, as well as on the activities of INFN and other project partners through multimedia links.

Logos: INFN, UNIVERSITÀ NAPOLI FEDERICO II, anm, Rotary, NOTTE EUROPEA 30 DEI RICERCATORI SETTEMBRE 2016

**SALA DEL MUSEO MINERALOGICO dell'Università di Napoli Federico II**  
via Mezzocannone, 8 - Napoli

**Un totem multimediale per il telescopio di raggi cosmici della stazione di Toledo**

La S. V. è invitata

sito web: [www.na.infn.it](http://www.na.infn.it)  
mail: [direzione@na.infn.it](mailto:direzione@na.infn.it)  
segreteria di direzione: 081.67.61.86  
facebook: INFN - Sezione di Napoli

14.30  
Benvenuto del Direttore della Sezione INFN di Napoli  
Giovanni La Rana  
Saluti delle Autorità

15.00  
Per il progetto Totem intervengono:  
Michelangelo Ambrosio  
ideatore del progetto  
Paolo Mastroserio  
responsabile tecnico  
Carla Aramo  
responsabile scientifico

16.30  
Conclusione dei lavori

17.00  
Stazione Metropolitana di Toledo:  
Inaugurazione del Totem Multimediale



IL NOSTRO MONDO Our world

## Un telescopio-Totem multimediale per raggi cosmici del Metrò di Napoli

G. LA RANA 28-10-2016 LEGGI IN PDF



Inaugurazione del Totem multimediale nella Stazione Toledo della Metropolitana di Napoli. In prima fila da sinistra: l'ideatore del progetto Michelangelo Ambrosio; l'Assessore alle Infrastrutture, Lavori Pubblici e Mobilità del Comune di Napoli Mario Calabrese; il responsabile tecnico Paolo Mastroserio; il responsabile informatico Francesco Taurino; l'Amministratore Delegato di ANM Alberto Ramaella; il Direttore della Sezione INFN di Napoli Giovanni La Rana; la responsabile scientifica Carla Aramo.

## Dal 30 a Toledo un totem dei ricercatori

28/09/2016, 17:50



Napoli- La "Notte Europea dei Ricercatori" vede protagonista quest'anno anche la metropolitana di Napoli. L'evento che coinvolge oltre 300 città europee, culminerà a Napoli venerdì 30 settembre a partire dalle ore 16.00 alla stazione Toledo con l'iniziativa *Toledo di notte, fisici underground*.

Nella spettacolare ambientazione architettonica della fermata Toledo, i ricercatori della sezione campana dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), in collaborazione con l'Azienda Napoletana Mobilità e l'Università Federico II, inaugurano un "Totem multimediale" per la divulgazione

scientifica del più ampio progetto "telescopio-rilevatore di raggi cosmici" già sperimentato con successo da oltre un anno nella galleria di scavalco della stazione all'altezza dell'opera di Bob Wilson.

L'inaugurazione del Totem multimediale sarà preceduta da una cerimonia alla quale prenderanno parte presso la Sala del Museo di Mineralogia dell'Università di Napoli Federico II in Via Mezzocannone, 8 che avrà inizio alle ore 14,30.

ilmediano.it

CRONACA POLITICA SOCIALE TERRITORIO

CITTÀ AL SETACCIO SPORT

COMUNICATI STAMPA TERRITORIO

### Un totem multimediale per il telescopio per raggi cosmici della Stazione di Toledo della Metropolitana di Napoli

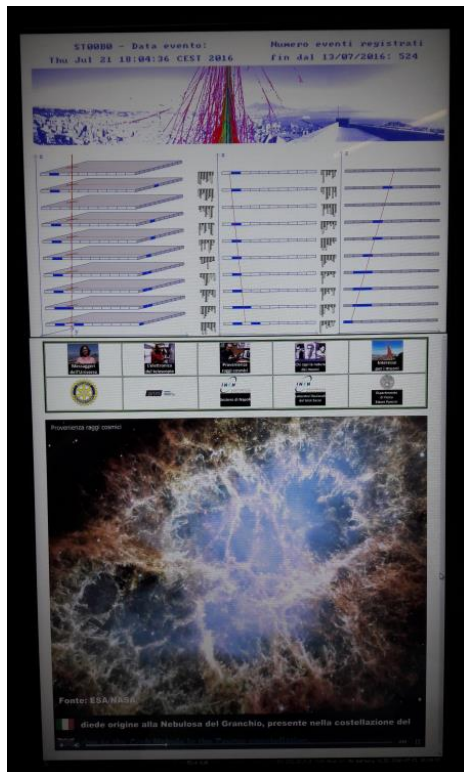
Di C.S. - 29 settembre 2016

SHARE Facebook Twitter g+ p Mi piace 9 Tweet

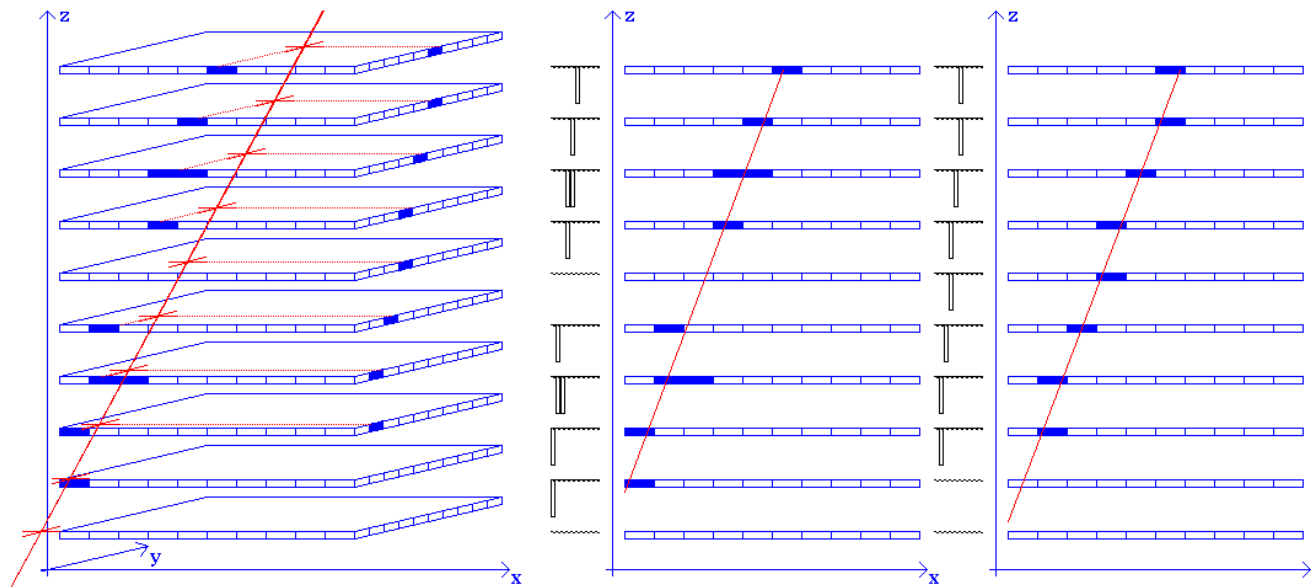
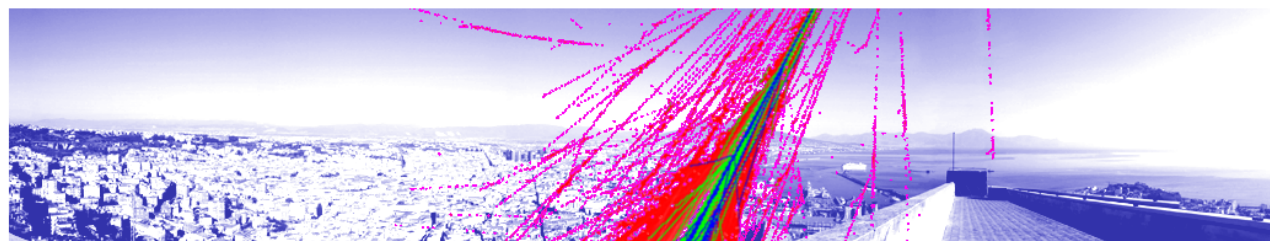


Il Totem, donato alla Sezione INFN di Napoli dal Rotary International, affiancherà il telescopio per raggi cosmici realizzato dai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN e installato presso la Stazione Toledo della Metropolitana di Napoli il 5 maggio del 2014.





**ST00A3 - Data evento:** mer 20 lug 2016, 12.18.56, CEST  
**Numero eventi registrati** fin dal 13/07/2016: 426



An important aspect is the real-time analysis of telescope data, which are transmitted to the web site of INFN-NA, and accessible to the students for educational purposes.

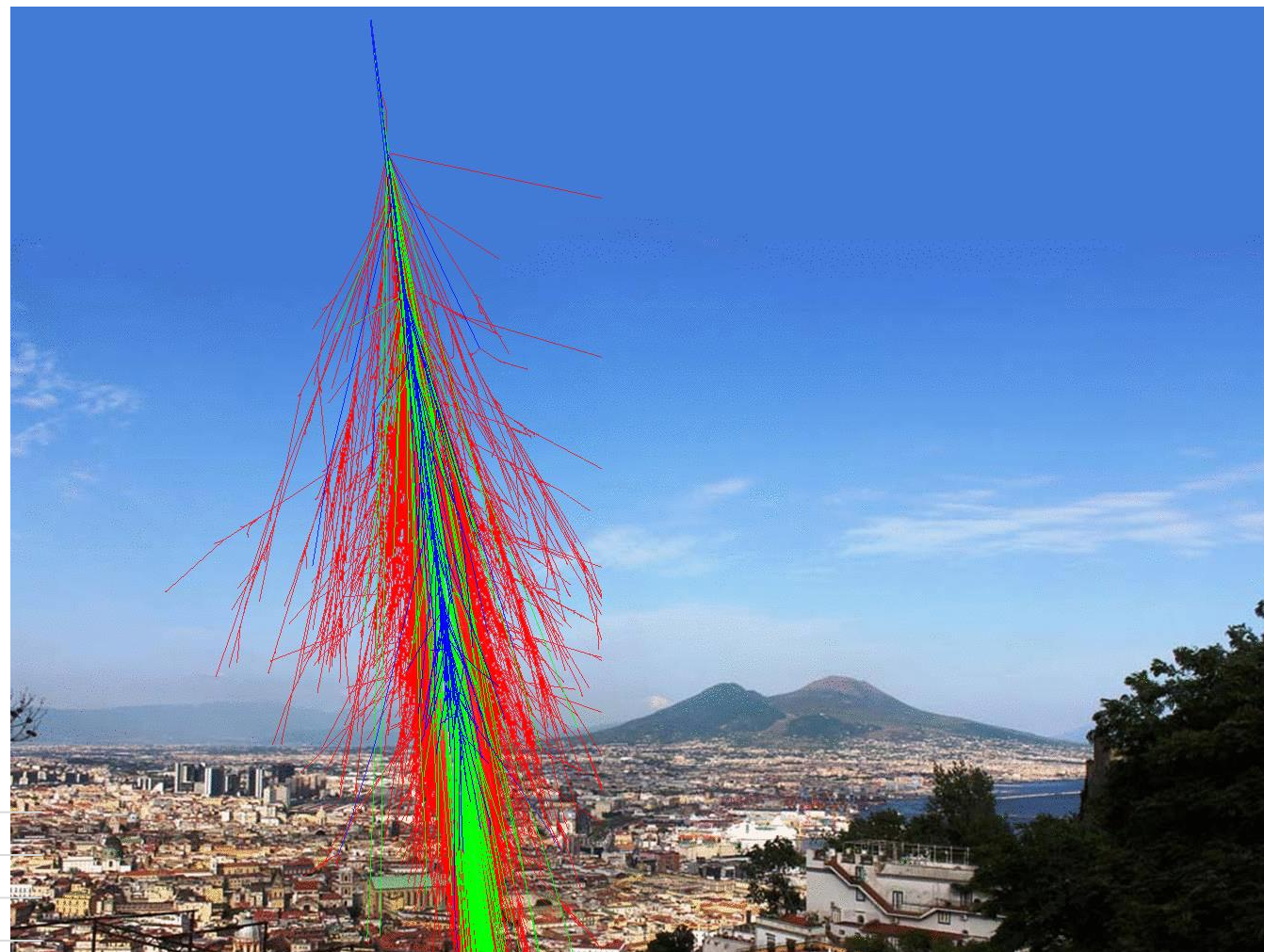


# Events

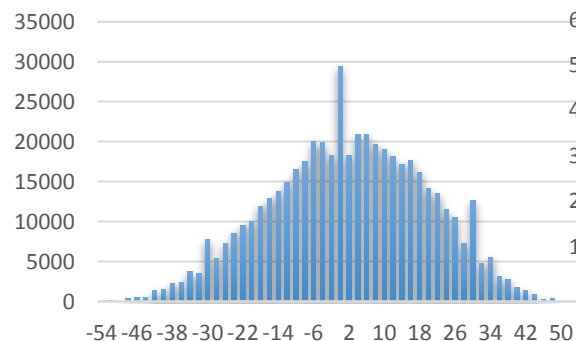
```
ST07EE
0100000120080200602200A0160100
00400402401001200800A006006005
ST07EF
000002004004008008010000000000
000001001001001002002002002002
ST07F1
00100200400400C010010020040000
0400480400400C0080180100100000
ST07F2
000000010010020020040040000000
0002003000C0020008004002000000
ST07F3
000002002002002002004000000000
000040020020010008004002001000
ST07F4
008208104100080040040000000000
022022001001008008004004000000
ST07F5
01A01F0C70BF0BF2AF17717F017287
2C203715F27F23F17E3EE3FA3D83E8
ST07F6
000000020020060100300000000000
200200304200200300100000000000
ST07F7
000060010010010008004000002000
300380140040020010008004004002
ST07F8
```

N. ev.	Time	Angle $\theta$	Angle $\phi$
ST07EE	10:46:58	18.7	-23.05
ST07EF	10:47:21	-7.24	-18.31
ST07F1	10:48:33	-14.77	-22.21
ST07F2	10:48:57	39.98	-15.95
ST07F3	10:49:41	26.56	-10.79
ST07F4	10:50:05	26.56	-37.67
ST07F5	10:50:23	-25.69	-37.67
ST07F6	10:50:52	-25.69	-33.77
ST07F7	10:52:10	26.85	20.1
ST07F8	10:53:05	-42.18	25.33
ST07F9	10:53:29	-45.46	-35.18
ST07FA	10:53:53	28.14	41.24
ST0805	11:02:18	7.84	-13.4
ST0806	11:02:42	40.1	-12.88
ST0807	11:03:06	21.77	25.05
ST0808	11:03:30	25.38	-12.88
ST0809	11:03:53	29.74	37.35
ST080A	11:04:35	26.94	11.68
ST080B	11:04:59	6.98	18.64
ST080C	11:06:53	-11.03	29.74
ST080D	11:08:02	8.64	-16.67
ST080E	11:09:44	28.99	-10.79
ST080F	11:10:08	-30.36	-10.79
ST0810	11:10:50	-9.28	10.78
ST0811	11:11:17	15	17.95
ST0812	11:12:00	-45.34	-26.2
ST0813	11:14:04	-45.34	42.87
ST0814	11:14:23	32.72	-11.27
ST0815	11:14:47	16.98	-13.99
ST0816	11:15:11	12.04	-18.11
ST0817	11:17:50	40.33	-21.77
ST0818	11:18:33	40.33	23.6
ST0819	11:18:51	27.91	-31.58
ST081A	11:19:58	-10.57	-16.95
ST081B	11:20:22	-10.79	37.09
ST081C	11:20:46	11.89	-30.13
ST081D	11:23:24	-10.26	-13.99

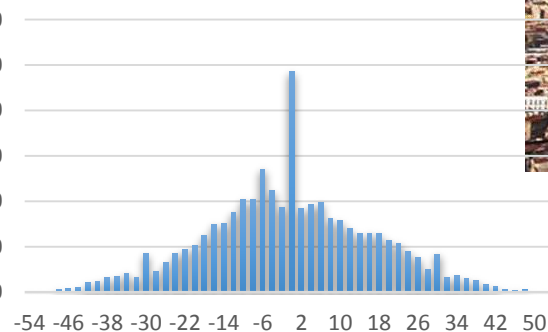
*Since September 2016, more than 500.000 events have been recorded: about 2000 events per day*



$N_{\text{measured events}} - \text{angle } \theta (^{\circ})$



$N_{\text{measured events}} - \text{angle } \phi (^{\circ})$

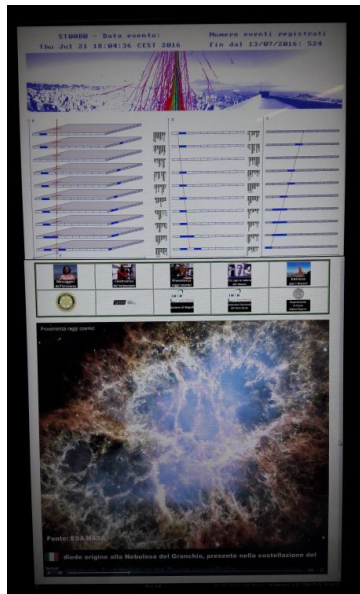


**The Telescope data are at the link**  
<http://people.na.infn.it/~totem/Eventi/>





A pilot competition was launched for high-schools, sponsored by Campania Ufficio Scolastico Regionale (USR), with the aim to engaging teachers and students in astroparticle physics projects.



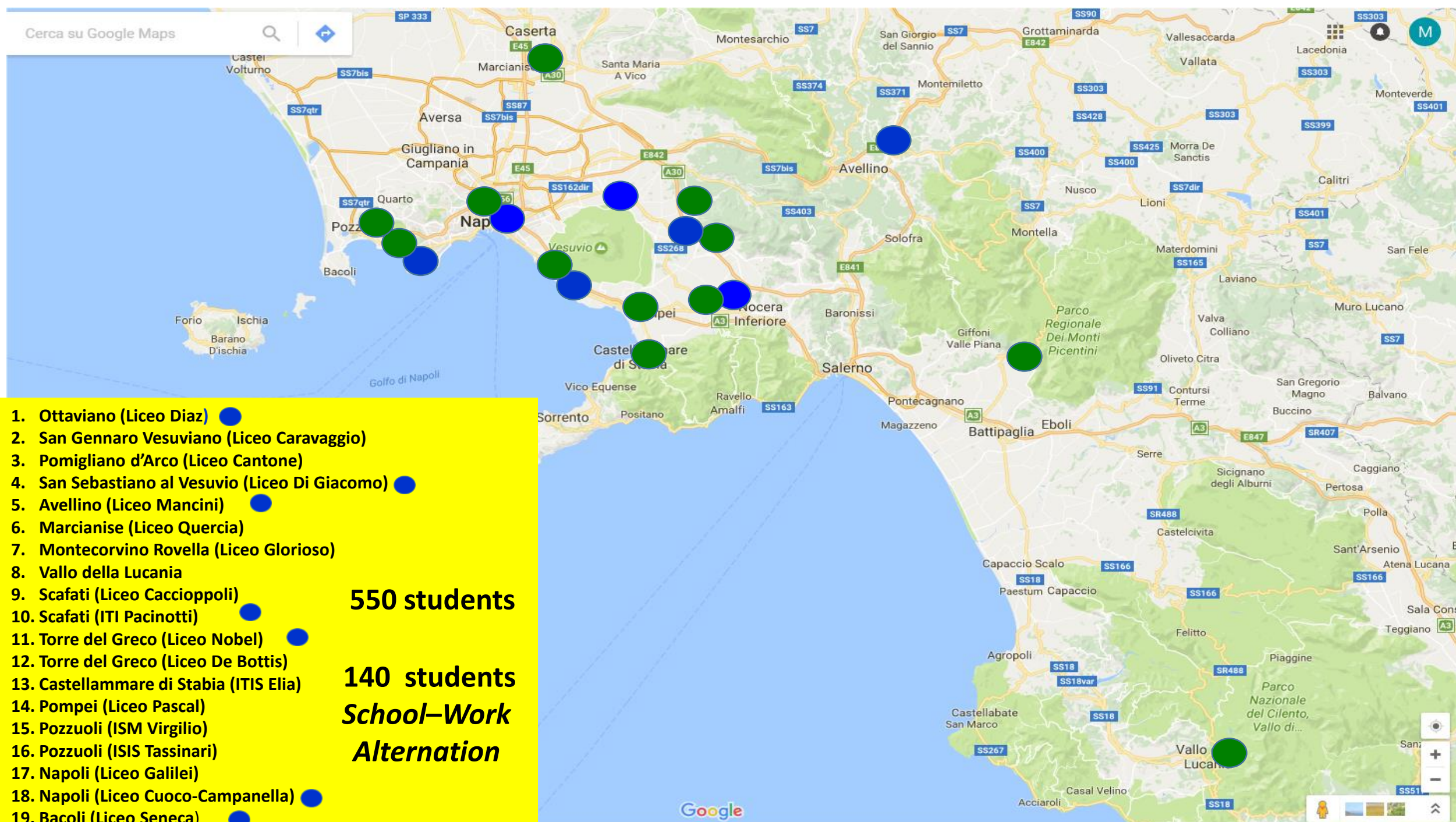
## “Go to the astroparticle physics school”

- ✓ Participation of students with seminars and laboratory activities.
- ✓ Realization of posters, videos, artefacts and experiments to be presented to the public exhibition named “Futuro Remoto” at Piazza del Plebiscito – Napoli.
- ✓ Prize: one day stage @ LNF
- ✓ *School–Work Alternation*



A way to realize training and educational pathways, implemented and evaluated by the schools in partnership with business-organizations, **guaranteeing young people, both the basic knowledge, and the acquisition of skills that they can use in the world of work** → mandatory for all students of Italian high-schools.









Carla Aramo ha aggiunto 3 nuove foto — 😊 soddisfatta con Paolo Mastroserio e altre 5 persone presso Dipartimento di Fisica Università degli studi di Napoli Federico II.

1 aprile alle ore 0:15 · Napoli, Campania · 🌐 ▼

Mercoledì 29 marzo l'ITI Pacinotti di Scafati ha trascorso la giornata in alternanza scuola-lavoro tra il telescopio nella stazione della metropolitana di Toledo per la rivelazione dei muoni dello sciame cosmico e il pomeriggio a MSA a progettare il lavoro sul radon da presentare al prossimo Futuro Remoto di maggio a Piazza Plebiscito! #Ascuoladiastroparticelle, #TotemToledo, #infn



👍 Mi piace    💬 Commenta    ➦ Condividi

👍 🎉 🗣️ Emilia Viscardi, Raffaele Verdezza e altri 46



Live on  
Facebook



Carla Aramo con Paolo Mastroserio e altre 2 persone presso Metropolitana Via Toledo.

16 marzo alle ore 12:04 · Napoli, Campania · 🌐 ▼

Continuano le visite alla metropolitana di Toledo delle scuole che partecipano al progetto "a scuola di astroparticelle" della Sezione di Napoli dell'INFN, per parlare di raggi cosmici grazie al telescopio e al totem! Grande Paolo! #Ascuoladiastroparticelle, #TotemToledo, #infn



15 mar 2017 - Liceo Di Giacomo (San Sebastiano) in visita al Telescopio - Totem nella stazione ANM di Toledo



15 mar 2017 - Liceo Di Giacomo (San Sebastiano) in visita al Telescopio - Totem nella stazione ANM di Toledo



15 mar 2017 - Liceo Di Giacomo (San Sebastiano) in visita al Telescopio - Totem nella stazione ANM di Toledo



+4

Paolo Mastroserio ha aggiunto 8 nuove foto.

15 marzo alle ore 21:29 · 🌐





Carla Aramo ha condiviso il post di Maurizio Fimiani.

13 maggio alle ore 17:01 · 🌐 ▼



## An example of School–Work Alternation:

Hundreds interviews  
at “La Cartiera”  
shopping centre in  
Pompei: RADON –  
Invisible Danger!

Maurizio Fimiani

13 maggio alle ore 14:39 · 🌐

Attività di divulgazione del rischio Radon in collaborazione tra l' ITI Pacinotti, l'Istituto di Fisica Nucleare e l'Università Federico II di Napoli presso " La Cartiera" di Pompei. Bravissimi i nostri ragazzi che con spigliatezza e cordialità hanno intervistato centinaia di persone su questo nuovo pericolo per la ns. salute. Un grazie particolare alla Prof. Carla Aramo tenace paladino ambientale!!!





250.000  
Visitors!



« Tutti gli Eventi

A scuola di astroparticelle

25 maggio/ 28 maggio

9 projects per day in 5 gazebo for a total of 27 projects over 3 days, plus Sunday with **School-Work Alternation** and in the afternoon the award ceremony.

A cura di Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Napoli

Laboratorio – Dimostrazione

L' Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – Sezione di Napoli e i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), in collaborazione con ANM, hanno installato nel 2014 nella stazione metropolitana di Toledo, un telescopio in grado di rivelare la radiazione cosmica che arriva dall'Universo anche alla profondità di 40 metri nella stazione. Dal 30 settembre 2016 al telescopio è stato affiancato un totem multimediale con filmati di fisica e che permette di registrare e trasmettere i dati alla sede dell'INFN di Napoli e inseriti sul sito web della Sezione: [www.na.infn.it](http://www.na.infn.it). E' stato bandito un concorso rivolto alle scuole secondarie superiori della Regione Campania per coinvolgere docenti e gli studenti in progetti di fisica astroparticellare, sfruttando le informazioni e i dati scientifici registrati dal telescopio di Toledo, per preparare elaborati concernenti la tematica studiata e mostrarli sotto forma di poster, presentazioni al computer, manufatti ed esperimenti didattici. Nel corso dell'edizione 2017 di Futuro Remoto i lavori realizzati sono esposti al pubblico e una Commissione di esperti valuta e assegna premi per i lavori migliori, che sono premiati successivamente sul palco allestito in piazza.





# Piazza del Plebiscito - Napoli

## The award ceremony





# Istituzione Scolastica Liceo Galileo Galilei NAPOLI

**Istituzione Scolastica Liceo Galileo Galilei**  
**NAPOLI**  
[www.liceogalileinapoli.gov.it](http://www.liceogalileinapoli.gov.it)

**Dirigente Scolastico: Prof.ssa Rosa Cirillo**

**Classe 3 A**  
 Cammarota Lorenzo  
 Cammarota Lorenzo  
 Caputo Mattia  
 Cardone Pia  
 Castellammare Giorgio  
 Cecere Raffaella  
 Giarravino Simona  
 De Martino Antonio  
 Drakakis Alessandro  
 Esposito Fabrizio  
 Esposito Fabrizio  
 Ellope Alessia

Falzarano Chiara  
 Marazita Mario  
 Marazita Mario  
 Pellegri Fabrizio

**Classe 3 C**  
 De Luca Roberto  
 De Luca Francesco  
 Favichio Fabiana  
 Manfredonia Ciro  
 Monti Maria Giulia  
 Liciardi Alessandra  
 Nevano Alessia

Santini Rita  
**Classe3 AT**  
 De Luca Andrea  
 Minino Davide

**Classe 3 BT**  
 Bramante Salvatore  
 Marcone Antonio

**Classe V B**  
 Manna Lorenzo



**Istituzione Scolastica Liceo Galileo Galilei**  
**NAPOLI**  
[www.liceogalileinapoli.gov.it](http://www.liceogalileinapoli.gov.it)

**Dirigente Scolastico: Prof.ssa Rosa Cirillo**

**Classe 3 A**  
 Cammarota Lorenzo  
 Cammarota Lorenzo  
 Caputo Mattia  
 Cardone Pia  
 Castellammare Giorgio  
 Cecere Raffaella  
 Giarravino Simona  
 De Martino Antonio  
 Drakakis Alessandro  
 Esposito Fabrizio  
 Esposito Fabrizio  
 Ellope Alessia

Falzarano Chiara  
 Marazita Mario  
 Marazita Mario  
 Pellegri Fabrizio

**Classe 3 C**  
 De Luca Roberto  
 De Luca Francesco  
 Favichio Fabiana  
 Manfredonia Ciro  
 Monti Maria Giulia  
 Liciardi Alessandra  
 Nevano Alessia

Santini Rita  
**Classe3 AT**  
 De Luca Andrea  
 Minino Davide

**Classe 3 BT**  
 Bramante Salvatore  
 Marcone Antonio

**Classe V B**  
 Manna Lorenzo



## A scuola di astroparticelle

La ricerca entra nelle scuole  
 attraverso la disseminazione  
 di dati scientifici reali



sito web: [www.na.infn.it](http://www.na.infn.it)  
 mail: [direzione@na.infn.it](mailto:direzione@na.infn.it)  
 facebook: [ascuoladiastroparticelle](https://www.facebook.com/ascuoladiastroparticelle)  
 facebook: INFN Sezione di Napoli

### A SCUOLA DI ASTROPARTICELLE : I RAGGI COSMICI

#### SCOPERTA DEI RAGGI COSMICI

Sono particelle di altissima energia (fino a oltre  $10^{20}$  eV) provenienti dal cosmo che quotidianamente impattano l'atmosfera terrestre da tutte le direzioni. Dai grandi ricerche dimostrarono agli inizi del '900 che le radiazioni ionizzanti a livello del mare provenivano in parte dal suolo e per la parte restante da particelle di origine extraterrestre. L'italiano Domenico Pacini registrò la diminuzione della radioattività dell'atmosfera delle profondità del mare, mentre l'austriano Victor Hess (Nobel nel 1936) registrò l'aumento della radioattività con l'altezza in un volo su un pallone aerostatico.



**DOVE SI STUDIANO I RAGGI COSMICI**

Nelle spazio (primari fino a  $10^{19}$  eV), secondari.

A bordo di satelliti, i rivelatori intercettano i raggi cosmici prima che interagiscano con l'atmosfera, passando dal stato "solido" (cristallo di rocce, come quelli dell'antichità). I veicoli di particelle possono essere per esempio nella spina limitare le dimensioni degli strumenti che non riescono a intercettare il decadimento lasso di raggi cosmici in grande energia.

**A Terra (Secondari con energie fino a  $10^{20}$  eV)**  
 Si studiano gli sciami di particelle e i segnali di luce, indotti da sciami di muoni su grandi superfici. Dalle caratteristiche delle particelle rivelate e dalle loro tracce si ricostruiscono direzione, energia e natura del raggio cosmico primario.

**INFIN** nella prima grande struttura raggi cosmici di altissima energia, mentre CTA (Grazie tra La Palma e il Cile) è dedicato alla rivelazione di raggi gamma.

**Nel mare**  
 I telescopi sottomarini sfruttano l'effetto Cherenkov, come volume di interazione e cercano i muoni estremamente energetici provenienti dall'interno della Terra, prodotti dai neutroni che hanno penetrato in Terra nel punto opposto del globo.

**In laboratorio sotterranei**

Prodotto da un di roccia sovrastante, nei laboratori sotterranei arriva dopo un milione di anni un raggio cosmico misurato in superficie. Sono l'ambiente ideale per rivelare segnali deboli e rari dei neutroni delle particelle di natura oscura che, interagendo debolmente con la materia, penetrano facilmente a profondità termali. I laboratori sotterranei con grandi scavi (LUNA) del 1970 sono una struttura all'avanguardia nel mondo per questo ricerca.

**PERICOLOSITA**  
 Alle sommità dell'atmosfera arrivano 1000 particelle/m<sup>2</sup>/sec. Circa un fattore 100 volte più abbondanti che al suolo. L'atmosfera blu le assorbe parte della radiazione cosmica. Le alte montagne e nei voli aerei si sente nella radiazione cosmica. L'esplosione nucleare del 1945 è stata tradita soprattutto dalle particelle di natura oscura che, interagendo debolmente con la materia, penetrano facilmente a profondità termali. I laboratori sotterranei con grandi scavi (LUNA) del 1970 sono una struttura all'avanguardia nel mondo per questo ricerca.

Sulla stessa principio della trasparenza del vetro si è pensato di sviluppare dei piccoli rivelatori di muoni da installare a bordo dei mezzi che servono a monitorare la protezione geologica a difesa delle montagne e scoprire eventuali cunicoli che possono essere sfruttati.

**UN ESPERIMENTO ITALIANO DEDICATO ALLA RACCOLTA DEI RAGGI COSMICI E ALLA LUNA**  
 Tre studenti napoletani hanno progettato il BICO (Biosfera Integrata Cosmica) per la segnalazione di raggi cosmici e la loro interazione con la materia.

**PRIMARI**  
 Protoni (~84%)  
 Neutroni (~16%)  
 Nuclei pesanti (~0.1%)  
 Raggi gamma (~0.1%)

**SECONDARI**  
 Neutroni (~10%)  
 Muoni (~80%)  
 Pioni (~10%)  
 Raggi gamma (~10%)

Spiega di sorgenti extragalattiche:  
 Accelerazione di luce nei supermassivi in nuclei di galassie attive.  
 Collasso di nuclei stellari in buchi neri con emissione di radiazioni gamma di particelle e di luce (lampi di raggi gamma).

**RAGGI COSMICI E NUVOLE**  
 I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

I raggi cosmici che provengono dallo spazio interstellare sono originati dalle formazioni di gas nel nostro sistema e da vari fenomeni climatici di origine galattica. Al CERN di Ginevra, durante l'esperimento di rilevamento di particelle, si è osservato il decadimento di particelle in particelle più piccole.

**COMPOSIZIONE E PROVENIENZA**  
 I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

I raggi cosmici sono principalmente protoni (90%) e nuclei pesanti (10%). La loro provenienza è ancora sconosciuta, ma si ritiene che provengano da sorgenti extragalattiche.

### A SCUOLA DI ASTROPARTICELLE : I RAGGI COSMICI

#### NUOVA PIATTAFORMA ONLINE PER IL TELESCOPIO DI TOLEDO

Nuova piattaforma per il totem online, utilizzabile da tutti, con uno stile semplice e lineare per poter essere intuitiva e semplice da usare. La piattaforma è composta da una schermata principale con una barra di collegamento a tutte le parti della piattaforma, quattro sezioni di collegamento veloce al resto della piattaforma e una barra sul fondo per accedere ai video divulgativi.





# Istituto Scolastico ITI "Renato Elia" Castellammare di Stabia (Na)

## A scuola di astroparticelle

La ricerca entra nelle scuole  
attraverso la disseminazione  
di dati scientifici reali



sito web: [www.na.infn.it](http://www.na.infn.it)  
 mail: [direzione@na.infn.it](mailto:direzione@na.infn.it)  
 segreteria di direzione: 081.67.61.86  
 facebook: [ascuoladiastroparticelle](https://www.facebook.com/ascuoladiastroparticelle)  
 facebook: [INFN Sezione di Napoli](https://www.facebook.com/INFNSezioneDiNapoli)




Istituto Scolastico ITI "Renato Elia"  
 Castellammare di Stabia (Na)  
 sito: [www.itielia.gov.it](http://www.itielia.gov.it)

Docenti: Prof.sse Manzi Marcella, Esposito Emilia, Prof. Lamberti Catello  
 Dirigente Scolastico: Prof.ssa Giordano Giovanna

**Classe 2 F**  
 Vanacore Antonio  
 Attena Davide  
 Berrino Mario

**Classe 2C**  
 Sabatino Simone  
 Nocera Angelo

**Classe 2D**  
 D'Amato Luigi

**Classe 2E**  
 Di Bianco Luca  
 Palomba Federico  
 Schettino Ferdinando

**Classe 2H**  
 Corsini Alessio  
 Ponticorvo Dino  
 Abagnale Giuseppe  
 Coppola Ugo  
 Sorrentino Alfonso

**Classe 2G**  
 Ammendola Lorenzo  
 D'Antonio Francesco  
 Mascolo Eliodoro



## Vedere l'invisibile viaggio di esplorazione



### Il nostro rivelatore

Ciascuno di noi in questo momento sta usando il suo rivelatore di particelle, proprio sopra il suo naso. Si tratta dell'occhio umano, capace di rivelare un determinato tipo di particelle, i fotoni e quanti di luce, cioè ciò che chiamiamo onde elettromagnetiche.

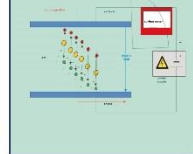


### I rivelatori sono strumenti di misura che permettono di:

segnalare il passaggio di una particella ed in particolare possono effettuare una misura precisa del tempo a cui avviene il passaggio. Misurare l'energia rilasciata dalla particella nel rivelatore che può essere una frazione trascurabile dell'energia totale, tutta l'energia della particella (a bassa energia si parla di spettroscopia ad alta energia si parla di calorimetria). Sistemi composti da molti rivelatori permettono misure della traiettoria e della quantità di moto della particella (utilizzando anche un campo magnetico) della velocità (tempo di volo) e dell'energia totale di una particella (calorimetri).

### Rivelatori a gas:

E' il rivelatore più semplice ed è costituito da due elettrodi immersi in un gas tra i quali si produce un campo elettrico. Una particella ionizzante che attraversa il rivelatore collide con le molecole del gas e produce coppie di elettroni e ioni positivi. Il campo elettrico separa le cariche che muovendosi verso gli elettrodi producono un segnale elettrico.



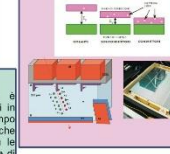
### Come si osserva una particella

I primi esperimenti in questo campo risalgono agli inizi del XX secolo e cercavano di riprodurre in un certo verso quello che compie l'occhio umano: come i fotoni rimbalzano e vengono catturati dal nostro occhio, nello stesso modo facendo rimbalzare particelle riusciamo a capire molte caratteristiche del bersaglio. Le particelle prodotte da acceleratori colpiscono la materia subatomica e successivamente rimbalzano su di un rivelatore.



### Rivelatori a semiconduttore

Il principio di funzionamento è analogo a quello dei rivelatori a gas. Al posto del gas il mezzo è ora un volume di semiconduttore in cui una radiazione ionizzante crea coppie elettrone-lacuna che possono essere raccolte per mezzo di un campo elettrico. Il fenomeno di conduzione elettrica per un semiconduttore è dovuto a due effetti: quello degli elettroni che si muovono nella banda di conduzione e quello delle lacune che si muovono nella banda di valenza.



### Particelle forza e particelle materia

**BOSONI** (sono 8 – Mediano l'interazione nucleare forte)  
 Fotoni (Mediano l'interazione elettromagnetica)  
 Bosoni W e Z (sono 3 – Mediano l'interazione nucleare debole)  
 Gravitoni? (Mediano l'interazione gravitazionale)  
**Barioni** (3 quark) (protoni, neutroni,...)  
 Adroni Mesoni (1 quark e 1 antiquark) (pione, kaone,...)  
 Mesoni esotici (pentaquark)

### FERMIONI

Elettroni  
 Muoni  
 Tauoni  
 Neutrini

Istituto Scolastico ITI "Renato Elia"  
 Castellammare di Stabia (Na)  
 sito: [www.itielia.gov.it](http://www.itielia.gov.it)

Docenti: Prof.sse Manzi Marcella, Esposito Emilia, Prof. Lamberti Catello  
 Dirigente Scolastico: Prof.ssa Giordano Giovanna

**Classe 2 F**  
 Vanacore Antonio  
 Attena Davide  
 Berrino Mario

**Classe 2C**  
 Sabatino Simone  
 Nocera Angelo

**Classe 2D**  
 D'Amato Luigi

**Classe 2E**  
 Di Bianco Luca  
 Palomba Federico  
 Schettino Ferdinando

**Classe 2H**  
 Corsini Alessio  
 Ponticorvo Dino  
 Abagnale Giuseppe  
 Coppola Ugo  
 Sorrentino Alfonso

**Classe 2G**  
 Ammendola Lorenzo  
 D'Antonio Francesco  
 Mascolo Eliodoro



## Vedere l'invisibile viaggio di esplorazione



### La Cella

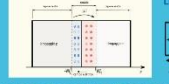
La conversione diretta della radiazione luminosa in energia elettrica è stata sperimentata per la prima volta nel 1839 dal fisico Edmond Becquerel.  
 Esistono differenti tipologie di celle fotovoltaiche:

- > a silicio cristallino
- > a silicio policristallino
- > a film sottile



### Caratteristiche della cella

La cella è un dispositivo formato da due strati congiunti, costituiti da silicio drogato con atomi di fosforo (conduttore di tipo n cioè ha carica negativa) e da silicio drogato con atomi di boro (conduttore di tipo p cioè ha carica positiva).  
 La generazione della corrente elettrica è quindi conseguenza dell'assorbimento della luce solare da parte delle celle fotovoltaiche.



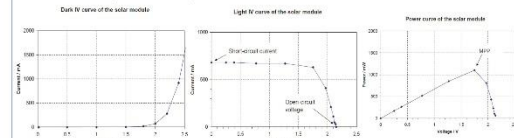
### I parametri caratteristici delle celle fotovoltaiche sono:

- > Voc – voltaggio a circuito aperto
- > Isc – corrente a circuito chiuso
- > Pm – punto di massima potenza
- > Im, Vm – corrente e tensione nel punto di massima potenza
- > FF – Fattore di riempimento (Fill factor)
- > η – Efficienza
- > Ra – resistenza in serie
- > Rsh – resistenza shunt (parallelo)



### Il nostro apparato

L'apparato consente di mostrare alla classe il principio di funzionamento di una cella a combustibile e quindi la tecnologia legata al solare e all'idrogeno. L'energia prodotta attraverso il modulo solare è utilizzata per l'elettrolisi e l'acqua viene separata all'interno dell'elettrolizzatore in idrogeno ed ossigeno. I gas vengono poi stoccati all'interno di cilindri di misura. Attraverso la doppia cella a combustibile è possibile dimostrare sia la connessione elettrica in serie che in parallelo. Il modulo resistivo e l'unità di misura permettono di avere diversi flussi di corrente. La creazione di corrente elettrica può essere quindi dimostrata sia attraverso misuratori posti sul pannello che attraverso una ventolina (energia meccanica).  
 Da misure effettuate è stata ricavata la curva caratteristica tensione-corrente (curva I-V) sia senza illuminazione che con illuminazione ed il punto di massima potenza.



### L'elettrolisi

In una cella elettrolitica applicando una differenza di potenziale, un elettrodo, il CATODO, si carica negativamente, perché verso di esso vengono spinti gli elettroni, mentre l'altro, dal quale vengono portati via gli elettroni, si carica positivamente ed è l'ANODO. Di conseguenza a causa dell'attrazione elettrostatica fra cariche opposte, i cationi (positivi) migreranno verso il catodo (negativo) e gli anioni (negativi) si sposteranno verso l'anodo (negativo), dando luogo ad una corrente elettrica.

### La fuel cell

La fuel cell è un dispositivo che consente di produrre energia elettrica e acqua calda partendo da idrogeno e ossigeno. Il processo che avviene al loro interno è esattamente opposto a quello dell'elettrolisi, che per scindere l'H<sub>2</sub>O in H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> ha bisogno di energia. Una cella composta da due elettrodi separati che grazie a specifiche reazioni consumando H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> producono H<sub>2</sub>O, attivando un passaggio di corrente elettrica.



### Possibili sviluppi

Lo studio su sistemi ad energia alternativa in un futuro non molto lontano porterà alla realizzazione e quindi alla commercializzazione di dispositivi per la normale vita quotidiana sempre più performanti e a basso fattore inquinante. Già oggi con la semplice tecnologia a film sottile, per quanto riguarda il fotovoltaico si è arrivati ad avere abiti, tende da sole, vetrate, etc., capaci di produrre energia elettrica pulita. Con le tecnologie invece delle fuel cells si potrà arrivare ad avere automobili alimentate semplicemente con la sola ACQUA.



# I.T.I. Antonio Pacinotti Scafati (SA)

I.T.I. Antonio Pacinotti  
Scafati (SA)  
sito: [www.itipacinotti.gov.it](http://www.itipacinotti.gov.it)

Prof. Alfonso Coccia, Prof. Maurizio Fimiani

Classe 3B

Ambruso Orazio  
Bifulco Giuseppe  
Cassese Paolo  
Cirillo Salvatore  
Coppola Gennaro  
Criscuolo Antony,  
D'Agostino Federica  
De Rosa Raffaele

Fattoruso Damiano  
Guarracino Giuseppe  
Iacomino Vincenzo  
Longobardi Carmine  
Nappo Tommaso  
Orlando Antonio  
Raiola Domenico  
Roma Raffaele  
Russo Daniele  
Santarpia Roberto  
Serrapica Raffaele

Sorrentino Gennaro  
Sorrentino Mariano  
Vespe Luigi  
Vitiello Gennaro



I.T.I. Antonio Pacinotti  
Scafati (SA)  
sito: [www.itipacinotti.gov.it](http://www.itipacinotti.gov.it)

Prof. Alfonso Coccia, Prof. Maurizio Fimiani

Classe 3 B

Ambruso Orazio  
Bifulco Giuseppe  
Cassese Paolo  
Cirillo Salvatore  
Coppola Gennaro  
Criscuolo Antony,  
D'Agostino Federica  
De Rosa Raffaele

Fattoruso Damiano  
Guarracino Giuseppe  
Iacomino Vincenzo  
Longobardi Carmine  
Nappo Tommaso  
Orlando Antonio  
Raiola Domenico  
Roma Raffaele  
Russo Daniele  
Santarpia Roberto  
Serrapica Raffaele



## A scuola di astroparticelle

La ricerca entra nelle scuole  
attraverso la disseminazione  
di dati scientifici reali



sito web: [www.na.infn.it](http://www.na.infn.it)  
mail: [direzione@na.infn.it](mailto:direzione@na.infn.it)  
segreteria di direzione: 081.67.61.86  
facebook: [ascuoladiastroparticelle](https://www.facebook.com/ascuoladiastroparticelle)  
facebook: INFN Sezione di Napoli

### UN PERICOLO INVISIBILE NELLE NOSTRE CASE

L'organizzazione Mondiale della Sanità ha stabilito che il gas Radon è la seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo di tabacco

Concentrazione media di Radon (Bq/m³)	Rischio di tumore per non fumatori	Rischio di tumore per fumatori
0	1%	25%
600	2%	50%

In Italia, secondo le aziende sanitarie locali, ogni anno sono oltre 3000 le morti per tumore polmonare causate da Radon

### CHE COS'È IL RADON?

E tu, sai che cos'è il Radon? No? Non preoccuparti, la maggioranza delle persone ignora l'esistenza di questa sostanza e convive con essa.

Il Radon è un gas radioattivo inodore e incolore che spesso si accumula nelle nostre abitazioni. Il Radon, presente quasi ovunque nel suolo e nelle rocce (soprattutto Lave, tufi, alcuni graniti etc.), è prodotto dal decadimento radioattivo dell'uranio. Questo gas si diffonde nell'aria dal suolo e dall'acqua (nella quale può disciogliersi). In un ambiente chiuso, il Radon può accumularsi e raggiungere concentrazioni pericolose per la salute.

### PERCHÉ È NOCIVO PER LA SALUTE?

I suoi prodotti di decadimento si depositano facilmente sulle pareti dei bronchi e dei polmoni ed emettono radiazioni ionizzanti che possono danneggiare il DNA delle cellule. La maggior parte dei danni al DNA viene riparata da appositi meccanismi cellulari, ma, alcuni di essi possono persistere e, col tempo, dar luogo a tumori polmonari.

Sono stati effettuati studi epidemiologici i quali, hanno evidenziato che:

- ♦ I tumori polmonari sono rari fino all'età di 45 anni;
- ♦ Il rischio di tumore polmonare aumenta proporzionalmente all'aumento della concentrazione di Radon inalata e alla durata dell'esposizione, se l'esposizione è accompagnata dall'azione sinergica di altre sostanze cancerogene (in particolare quelle contenute nel fumo di sigaretta).

### LA MIA CASA PUÒ ESSERE A RISCHIO?

Non c'è zona che si possa considerare indenne, quindi, conviene misurare la concentrazione di Radon, soprattutto dove il rischio è più alto: nei locali interrati e in edifici di vecchia realizzazione.

### COME POSSO MISURARE IL RADON NELLA MIA ABITAZIONE?

La conoscenza della concentrazione di Radon in un'abitazione consente di valutare l'opportunità o meno di intraprendere azioni di rimedio. La misurazione può essere effettuata in modo semplice, affidabile e poco costoso attraverso dispositivi di piccole dimensioni (dosimetri) sensibili alle radiazioni. Questi ultimi vanno posizionati negli ambienti da monitorare per un periodo di alcuni mesi, dopodiché, vengono analizzati da un laboratorio certificato.

### COME FARE PER PROTEGGERSI DAL RADON?

In generale si può distinguere tra il risanamento del Radon in una casa esistente e la prevenzione in un edificio nuovo, tuttavia, è impossibile eliminarlo completamente. Nel caso del risanamento, le contromisure vanno adeguate ad una struttura esistente, di conseguenza, i risultati non sempre saranno soddisfacenti. Le azioni di abbattimento del Radon più diffuse sono le seguenti:

- ♦ Areare gli ambienti chiusi, in particolare, quelli seminterrati o interrati (quest'ultimo è considerato un accorgimento provvisorio a causa della notevole perdita di calore).
- ♦ Sigillare le vie di ingresso.
- ♦ Areare la cantina o il vespatoio mediante metodi attivi (ventilatori).

Per un fumatore, invece, l'azione più efficace è smettere di fumare: in tal caso si riducono non solo i rischi di tumore polmonare dovuti al Radon e alla sua sinergia con il fumo di sigaretta, ma, anche tutte le altre numerose problematiche connesse al tabacco.

Per info: [pugliese@na.infn.it](mailto:pugliese@na.infn.it)

### AN INVISIBLE DANGER AT HOME

The World Health Organization has determined that Radon gas is the second leading cause of lung cancer after tobacco smoke

Average Radon concentration (Bq/m³)	Cancer risk for a non smoker	Cancer risk for a smoker
0	1%	25%
600	2%	50%

In Italy, according to local health authorities, every year there are more than 3000 deaths from lung cancer caused by Radon

### WHAT IS RADON?

Do you know what Radon is? Don't you? Don't worry, most people ignore the existence of this substance. Radon is a radioactive gas that is odorless and colorless and it often accumulates in our houses. The Radon is present almost everywhere in soil and rocks, it is produced by the uranium's radioactive decay. This gas fills the air from the ground and from the water. In a closed environment, Radon can accumulate and reach hazardous concentrations.

### WHY IT IS HARMFUL TO YOUR HEALTH?

Its decay products may be deposited on the walls of the bronchus and lungs they decay by emitting ionizing radiation that can damage the DNA of cells. Most DNA damages is repaired by specific cellular mechanisms, but some of them may eventually develop into a lung tumor.

Epidemiological studies showed that:

- ♦ Lung tumors are rare until the age of 45 years;
- ♦ The risk of lung cancer increases proportionally to the increase of the concentration of Radon inhaled and duration of exposure, if the exposure is accompanied by the synergic action of other carcinogenic substances (in particular those contained in cigarette smoke).

### MAY MY HOUSE BE AT RISK?

This radioactive gas is everywhere, so, we should measure the concentration of radon, especially where the risk is higher: in basements and old buildings.

### CAN I MEASURE THE RADON IN MY HOUSE?

Knowledge of the radon's concentration in a house allows you to evaluate whether to undertake remedial actions. The measurement can be carried out in a simple, reliable and inexpensive way through small devices (dosimeters) sensitive to radiations. Dosimeters have to be placed in the areas to be monitored for few months and then they will be analyzed by a certified laboratory.

### HOW TO PROTECT YOURSELF FROM RADON?

In general we can distinguish between the remediation of radon in an existing house and the prevention in a new building, however, it is impossible to completely eliminate this problem. In the case of restoration, the countermeasures should be adapted to an existing structure, as a consequence, the results are not always satisfactory. The main abatement actions are:

- ♦ Ventilate closed environments, in particular, the basements (it is considered a provisional measure because of the significant loss of heat).
- ♦ Seal the routes of entry.
- ♦ Ventilate the basement or the crawl space by means of active methods (fans).

For a smoker, instead, the most effective action is to quit smoking: in this way lung cancer risks due to radon and its synergy with cigarette smoke are reduced.

For info: [pugliese@na.infn.it](mailto:pugliese@na.infn.it)



Moreover, one school of **School–Work Alternation** will carry the telescope activities in Japan

*Go to SKYSEF with your research*



LICEO SCIENTIFICO 'A.NOBEL'  
TORRE DEL GRECO  
ITALY

'GO TO SKYSEF WITH YOUR RESEARCH'



## TOLEDO MUON DETECTOR AND MUOGRAPHY

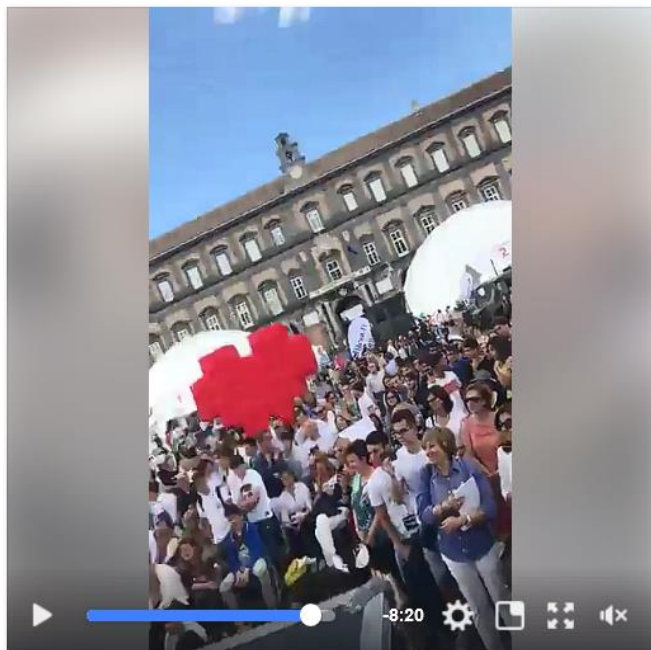
MARCO COSTABILE  
DANIELE DATO  
EMMANUEL GRAZIOLI

*The non-profit Association "Science and School" operates in the domain of education, training and promotion of Science and Technology, with open mind to Humanities. It involves students, teachers, researchers on the same ground and closely collaborates with Schools, Universities, Research Institutions and other Organizations. The ultimate aim is to enhance the students' potentialities in an international context and in a spirit of social solidarity. These aims are pursued by "bridging" School, Science, Humanities and Society over the World, involving people in different environments, personal conditions or countries.*



A scuola di astroparticelle ha condiviso il tuo video in diretta.

28 maggio · 🌐



Visualizzazioni: 1642

Carla Aramo era in diretta.  
28 maggio · 🌐

## The award ceremony Facebook LIVE



<https://www.facebook.com/ascuoladiastroparticelleINFN/>

## Conclusions

- ✓ The Telescope/Totem is very useful instrument for outreach activity thanks to the possibility to **remotely access for the schools**
- ✓ The school-work alternation program **has been highly valued** by all participants both for organization and activities.
- ✓ **Not just astroparticle physics** but also radioactivity, nano-optics, biosensors, accelerators, theoretical physics, data acquisition techniques, etc. → more than 15 researchers have been involved.
- ✓ The Totem and its connection to the Toledo telescope open **new perspectives for communication and dissemination** of scientific culture, through the technique of learning by doing, especially for high-school students.
- ✓ New way to perform **school-work alternation program**.
- ✓ **Stay tuned for the next edition....**