

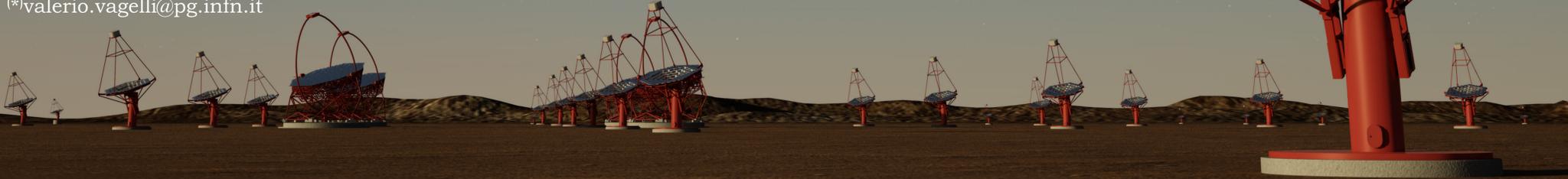
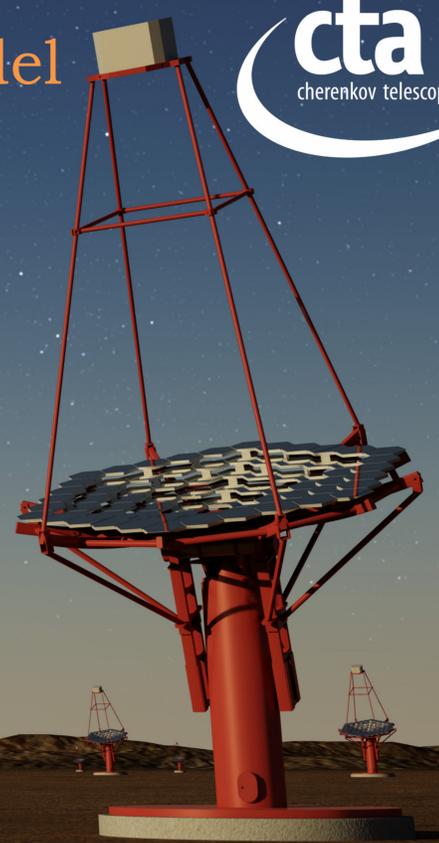
Sviluppo della camera a SiPM per il piano focale del telescopio SCT proposto per l'osservatorio CTA

M.Ambrosio¹, G.Ambrosi², C.Aramo¹, E.Bissaldi^{3,4}, A.Boiano¹, C.Bonavolontà¹, M.Caprai², E.Fiandrini^{2,5}, N.Giglietto^{3,4}, F.Giordano^{3,4}, M.Ionica², C. de Lisio^{1,6}, V.Masone¹, R.Paoletti^{7,8}, V.Postolache², A.Rugliancich^{7,8}, D.Simone⁴, L.Tosti^{2,5}, V.Vagelli^{(*)2,5}, M.Valentino^{1,9}, L. di Venere^{3,4}, for the CTA consortium¹⁰

¹INFN – Sezione di Napoli (IT), ²INFN – Sezione di Perugia, Università di Perugia (IT), ³Dipartimento Interateneo di Fisica, Università e Politecnico di Bari (IT), ⁴INFN – Sezione di Bari (IT), ⁵Università degli Studi di Perugia (IT), ⁶Università degli Studi di Napoli (IT), ⁷Università di Siena (IT), ⁸INFN – Sezione di Pisa (IT), ⁹CNR Spin Napoli (IT)

¹⁰See www.cta-observatory.org for full author & affiliation list

(*)valerio.vagelli@pg.infn.it



Il Cherenkov Telescope Array (CTA) Consortium sta sviluppando la nuova generazione di osservatorio a terra per la rivelazione di gamma-ray ad alte energie. L'INFN sta sviluppando una possibile soluzione per la camera di fotoni Cherenkov basata su rivelatori Silicon Photomultiplier (SiPM) di area 6x6mm² e sensibili a radiazione UV, prodotti da Fondazione Bruno Kessler (FBK). La meccanica e l'elettronica di lettura di moduli a SiPM che equipaggeranno un eventuale upgrade della camera del piano focale del telescopio pSCT, prototipo di un telescopio "Medium Size" con ottica Schwarzschild-Couder (SCT), sono attualmente in fase di sviluppo e assemblaggio. In questo contributo saranno presentati gli assemblaggi e le performance di moduli composti da matrici con 4x4 SiPM per l'upgrade della camera del piano focale di pSCT e le prospettive per ulteriori sviluppi e contributi alla realizzazione della camera del piano focale del telescopio SCT.



L'osservatorio CTA

Scienza: fenomeni astrofisici di altissima energia, propagazione dei raggi cosmici, ricerca indiretta di Materia Oscura mediante l'analisi delle proprietà dei fotoni cosmici ad alta energia.
Tecnica: Imaging Air Cherenkov Telescopes (IACTs), basata su rivelazione della luce Cherenkov ultravioletta prodotta dagli sciami atmosferici.
Progetto: Installazione di telescopi di diverse dimensioni (Large, Medium e Small Size) ed accettanze su due array operati a partire dal 2025 come osservatorio aperto accessibile da una vasta comunità astrofisica.

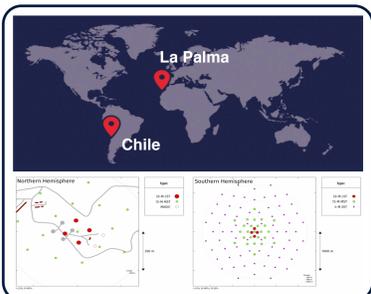


Fig. 1: Siti designati per la costruzione degli array CTA North e CTA South e una possibile soluzione per i layout degli array

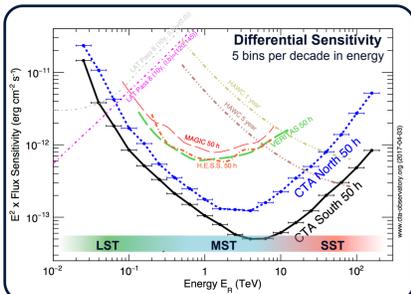


Fig. 2: Sensitività differenziale ad una sorgente gamma puntiforme per i siti CTA Nord e CTA South [1,2]

SCT: Telescopio Medium Size con ottica Schwarzschild-Couder per CTA

Concetto: telescopi Medium Size con ottica a doppio specchio (aberrazione dell'immagine limitata, concentrazione dell'immagine su una camera compatta a SiPM).
Prospettive: Miglioramento della risoluzione angolare e della Point Spread Function (PSF) rispetto ad ottica singolo specchio.
Difficoltà tecnologica: stabilità e allineamento degli specchi
Prototipo pSCT [3] in costruzione in Fred Lawrence Whipple Observatory (AZ).

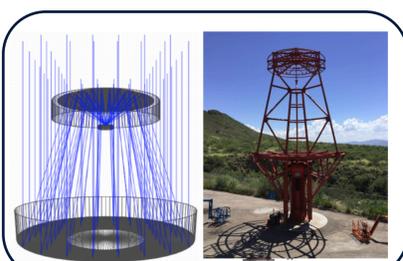


Fig. 3: Schema di ottica SC (doppio specchio), struttura meccanica di pSCT assemblata in FLWO (AZ).

- Excellent optical resolution, small plate scale of dual-mirror telescope well matched to fine pixelation supported by SiPM and TARGET readout electronics
- 11,328 6x6 mm² pixels (temperature stabilized SiPMs)
- 81 cm diameter, 0.4m² active area
- 0.067° pixel size (high-res. imaging), 8° field of view
- Readout directly behind focal plane
- 1 GSa/s, 10 bits effective (TARGET 7)
- 3 kW power budget

Fig. 4: Concetto e performance di disegno del telescopio pSCT [3]

Disegno e prototipo dei moduli per il piano focale dei telescopi

Collaborazione INFN con Fondazione Bruno Kessler [4] per produrre SiPM con specifiche adatte per equipaggiare camere di telescopi CTA (vedi L.Tosti, IFAE 2017).
 SiPM di tecnologia NUV-HD (6x6mm² con microcella da 30x30μm²) utilizzati per assemblare prototipi di moduli composti da 16 NUV-HD SiPM da equipaggiare sul piano focale di pSCT.
 I moduli sono assemblati e allineati entro 40μm su PCB di supporto con macchine die-bonder, testati e ricoperti da strato protettivo di resina epossidica trasparente a radiazione UV. Il processo completo di packaging e test avviene presso i laboratori di sedi INFN.

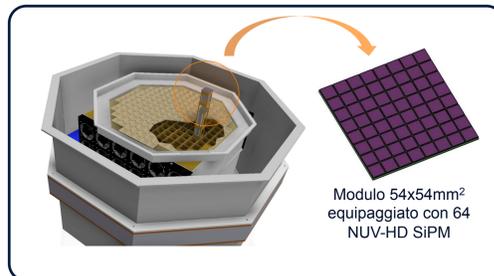


Fig. 5: Disegno del piano focale del telescopio pSCT equipaggiato con 4 moduli da 16 SiPM

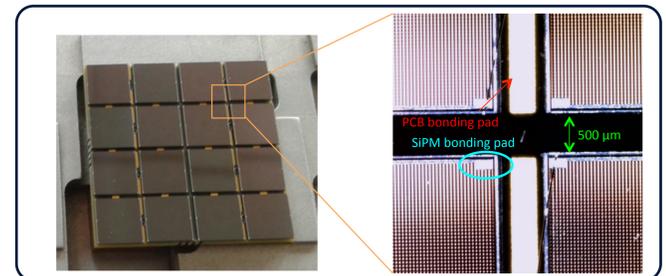


Fig. 6: Modulo equipaggiato con 16 sensori NUV-HD assemblati su PCB di supporto con macchina die-bonder.

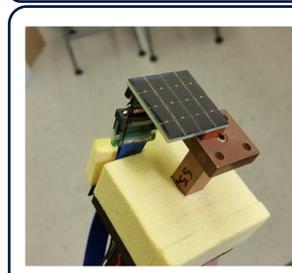


Fig. 7: Modulo assemblato sulla meccanica di supporto di pSCT

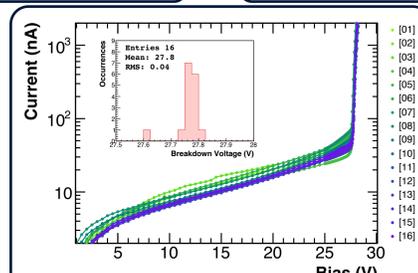


Fig. 8: Curve corrente-tensione per test dei sensori assemblati. In dettaglio, tensione di breakdown estratta dai dati

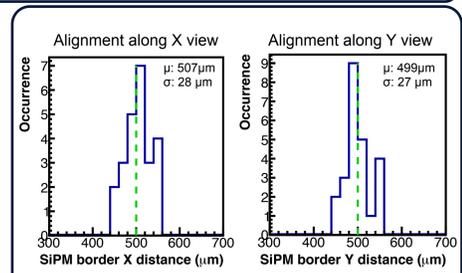


Fig. 9: Verifica ottica dell'allineamento dei sensori posizionati con die-bonder machine rispetto alla posizione nominale (500μm)

Caratterizzazione dei moduli

Caratterizzazione dei moduli assemblati con elettronica di acquisizione in corso

- modulo CAEN V792 (16 channel QDC), per campagne di test
- ASIC TARGET-7 [5] (16 channel waveform sampler and digitizer), per verificare accoppiamento della DAQ con elettronica TARGET-7 utilizzata per pSCT



Fig. 10: ASIC TARGET-7 con struttura di supporto per accoppiamento con la meccanica del piano focale di pSCT.

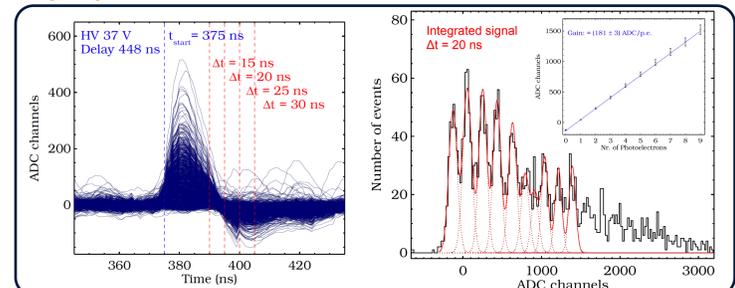


Fig. 11: Segnale digitalizzato con TARGET-7 di un sensore NUV-HD stimolato con luce pulsata a 400nm e distribuzione in carica integrata

RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato sviluppato nell'ambito del progetto premiale TELESCOPI Cherenkov made in Italy, TECHE.it. Gli autori desiderano ringraziare il supporto ricevuto dalle agenzie e dalle organizzazioni nominate in Funding Agencies presso www.cta-observatory.org

REFERENZE

- [1] www.cta-observatory.org
- [2] T. Hassan *et al.*, arXiv:1508.06075
- [3] A. Otte *et al.*, arXiv:1509.02345
- [4] www.fbke.eu
- [5] K. Bechtol *et al.*, Astroparticle Physics 36-1, pp 156-165 (2016)

Prospettive e sviluppi futuri

36 moduli equipaggiati e testati per metà 2017 su pSCT. Nuovo ASIC di digitalizzazione e acquisizione è in fase di sviluppo per massimizzare le performance dei nuovi dispositivi nel setup di SCT