

Lo sguardo infinito

Abbiamo passato una notte nel **telescopio ottico più grande del mondo**, alle Canarie. Fra sensori ultrapotenti, galassie lontanissime e dati da decifrare.

di Vito Tartamella

MULTIMEDIA

Focus+

INFOGRAFICA

Alla scoperta del GranTeCan, il telescopio ottico più grande del mondo.

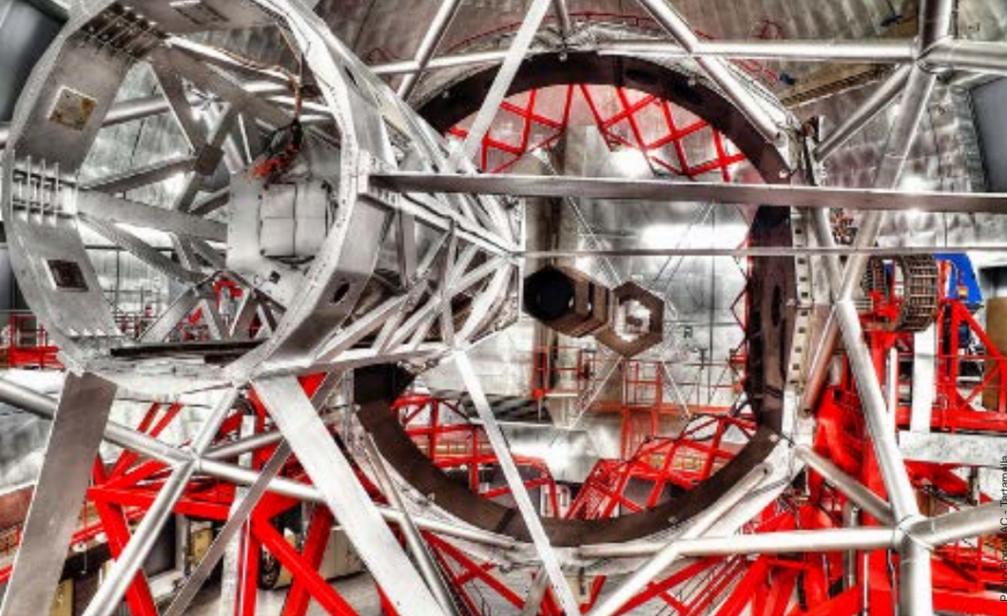


INQUADRA IL QR CODE

Oppure vai su www.focus.it/scienza/spazio/telescopio-grantecan

IL GIGANTE

Il GranTeCan (Gran Telescopio Canarias): è stato costruito su una cima dell'isola di La Palma. Con uno specchio di 10,4 metri è il più grande del mondo.



Il suo grande occhio coglie le deboli luci degli astri più **lontani**: potrebbe vedere una candela accesa su **Marte**

«**V**amos!». La voce di Antonio Cabrera Lavers mi dà una scarica d'adrenalina: è arrivato il momento tanto atteso. Indossiamo caschi protettivi e saliamo due rampe di scale: sbuchiamo in un hangar circolare, alto come un palazzo di 13 piani. Al centro c'è una struttura in tubolari d'acciaio rosso. È il Gran Telescopio Canarias (GTC, per gli amici GranTeCan): il telescopio ottico più grande al mondo. Cabrera ne è il direttore delle operazioni scientifiche. Con uno specchio del diametro di 10,4 metri – quanto un autobus da 50 posti – il GranTeCan non ha eguali fra i telescopi sulla Terra. I suoi 36 specchi esagonali formano una struttura a nido d'ape, come l'occhio d'una mosca. Uno stratagemma, inventato nel secolo scorso dall'astronomo italiano Guido Horn d'Arturo, per superare la soglia degli 8 metri: il limite oltre cui uno specchio unico non conviene più per costi di costruzione e difficoltà di trasporto. Questi esagoni, mantenuti allineati da un sistema computerizzato (v. disegno nella pagina a lato), formano una superficie concava di 76 m², 6 in più di ogni altro telescopio: gli danno un potere visivo senza eguali. Lo specchio d'un telescopio, infatti, è come una rete da pesca: più è grande, più pesci può catturare, soprattutto se piccoli. Il grande occhio del GranTeCan riesce a raccogliere le deboli luci degli astri più distanti: potrebbe vedere una candela accesa su Marte. Così riesce a captare i fotoni che hanno impiegato miliardi di anni per arrivare fino a noi dal passato più remoto dell'universo: il GranTeCan è una gigantesca macchina del tempo.

SULLA CIMA DI UN VULCANO

Sono venuto a passare una notte in questo gigante costato 130 milioni di euro, finanziati per il 90% dalla Spagna (il resto dalle Università della Florida e del Messico), e costruito in 7 anni. Cerco le risposte a tre domande: come funziona un telescopio del genere? Che vita fanno gli astronomi che ci lavorano? Sarà mandato in pensione dal suo gemello spaziale, il telescopio Ja-

mes Webb, costato 9,7 miliardi di dollari, che da quest'estate sforna immagini cosmiche senza precedenti?

Ma sono venuto qui anche per realizzare un sogno: guardare in un telescopio per vedere da vicino le stelle e i pianeti. Per capire il nostro posto nell'universo. Ho soddisfatto le mie curiosità, ricevendo risposte inattese: le vedette del cosmo fanno un lavoro tanto affascinante quanto prosaico.

Il GranTeCan è sull'isola di La Palma, nelle Canarie, al largo del Marocco. Pochi turisti si avventurano in quest'isola vulcanica, grande 3 volte l'Elba, e ancora meno si spingono fino alla sua cima più alta, il Roque de Los Muchachos. Qui, dopo aver percorso un'ora e mezza di tornanti fra paesaggi brulli e foreste, a 2.300 metri di quota sembra d'arrivare in una base spaziale del futuro. I fianchi della montagna sono costellati da cupole d'argento, torri bianche, e parabole a specchio alte come edifici di 6 piani: sono telescopi Cherenkov, che raccolgono le particelle energetiche emesse da buchi neri ed esplosioni stellari.

PORTALE EUROPEO PER LO SPAZIO

Un panorama mozzafiato. Sembra una schiera di santuari, invece è un portale tecnologico verso lo spazio profondo: La Palma è una delle sedi dell'European Northern Observatory (l'altra è sulla vicina isola di Tenerife). Qui, sulla cima d'un vulcano spento, il Taburiente, c'è la più alta concentrazione di osservatori astronomici d'Europa: una ventina, di varie nazioni. Compresa l'Italia, con il telescopio Galileo da 3,5 metri di diametro. Il primo Paese a costruire qui un osservatorio fu il Regno Unito: nel 1984 i suoi tecnici riassemblarono il telescopio Isaac Newton dopo averlo smontato pezzo per pezzo nel Sussex. Poi sono arrivati tutti gli altri. Nel 2024 si aggiungerà il telescopio solare europeo, 4 metri di specchio: un altro record.

Insieme alle isole Hawaii (quasi alla stessa latitudine, sul Pacifico) e al deserto di Atacama in Cile, le Canarie sono una delle finestre migliori, sulla Terra, per studiare il cosmo. Isolati e senza inquinamento luminoso, questi tre luoghi godono di ▶

PROPORZIONI

A sinistra, lo specchio del GranTeCan: è formato da 36 specchi esagonali. Sopra, l'autore dell'articolo posa di fronte alla struttura.

COME FUNZIONA IL GRANTECAN

I NUMERI

- **Altezza della cupola** da terra: **41 m**, quasi come un palazzo di 14 piani.
- **Diametro della cupola**: **34 metri**.
- **Diametro equivalente dello specchio primario**: **10,4 metri**. È formato da 36 specchi esagonali del diametro di quasi 2 metri ciascuno, con spessore di 8 cm e 470 kg di peso.
- **Superficie utile dello specchio primario**: **76 m²**.
- **La struttura metallica della cupola** è composta da circa **59.000** pezzi: **16.000** viti e **43.000** dadi, più **450 kg** di rondelle.
- **Peso dello specchio primario**: **17 tonnellate**.
- **Peso totale della struttura mobile del telescopio**: **400 tonnellate**.
- **Personale della struttura**: circa **70** fra astronomi, ingegneri, tecnici e impiegati.



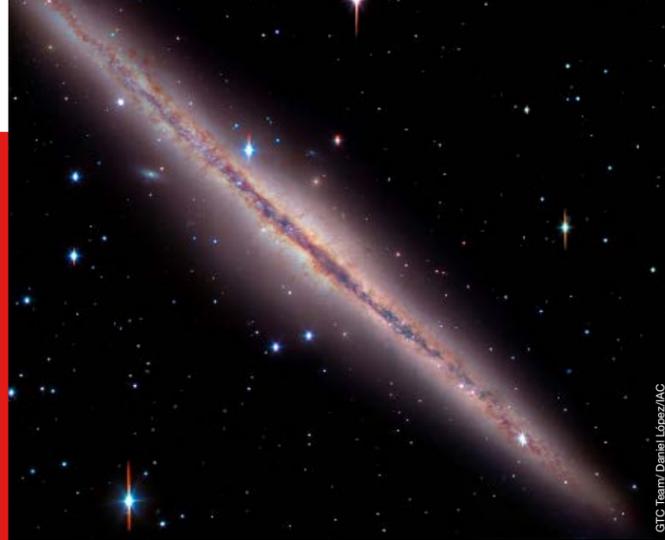
IL GRANTECAN è controllato da 3 server cablati in rete, che gestiscono in tempo reale i movimenti della struttura calcolando la posizione delle stelle 20 volte al secondo per mantenere il telescopio perfettamente puntato sull'area di cielo da studiare. Il telescopio ha una montatura azimutale, cioè si sposta sia in verticale, sia ruotando su se stesso: permette di osservare qualsiasi zona del cielo al di sopra dei 16 gradi di elevazione rispetto all'orizzonte.

L'intera struttura, del peso di 400 tonnellate, sta su una piattaforma (3) che ruota su uno strato di 2.800 litri di olio lubrificante che ne facilita lo spostamento. I motori a magneti permanenti imprimono il moto senza uso di ingranaggi.

La luce delle stelle arriva sullo specchio primario (1) che è formato da 36 specchi esagonali. Questi specchi si uniscono a comporne uno circolare concavo di 10,4 m di diametro, una struttura a nido d'ape, come gli occhi degli insetti. Gli specchi sono realizzati in un particolare tipo di vetroceramica che, rispetto ad altri materiali, si dilata e contrae molto poco in risposta agli sbalzi termici.

È un'ottica attiva: gli specchi sono controllati da un sistema computerizzato che, attraverso sensori e posizionatori, li mantiene perfettamente allineati. È in fase di sviluppo anche l'ottica adattiva con specchi deformabili per correggere le aberrazioni causate dalla luce mentre attraversa l'atmosfera. Così si otterranno immagini chiare quasi

quanto quelle dei telescopi spaziali. La luce che arriva sullo specchio primario viene poi riflessa sullo specchio secondario convesso (2) che la focalizza dietro a quello primario: in questo modo si aumenta la lunghezza focale senza dover aumentare l'altezza del telescopio. Un terzo specchio piano può deviare il percorso della luce, inviandola ai diversi strumenti. Oltre alle ottiche, infatti, il telescopio ha diversi sensori. Ecco i principali: **Osiris** (4): camera e spettrografo nella banda del visibile. Identifica gli elementi chimici degli oggetti astronomici. **Emir** (5): è uno spettrografo nel vicino infrarosso. **Megara** (6): spettrografo capace di analizzare una piccola area di cielo. **Frida** (7): spettrometro nella gamma del vicino infrarosso, operativo dal 2024.



ESO Team / Daniel Lopez/AC



ESO Team / Daniel Lopez/AC

un clima tropicale secco e temperato, e la loro altitudine garantisce un'ottima visione del cielo stellato: a La Palma lo strato di nuvole si mantiene sotto i 2.000 metri, offrendo un cielo limpido per quasi tutto l'anno.

Ma qui dentro, nel cuore d'acciaio del GranTeCan, il cielo non si vede. Il gigante può aprire il suo occhio solo al buio, altrimenti i raggi solari ne brucerebbero i delicati sensori. Un ronzio segnala l'accensione dei motori idraulici e dei sistemi di raffreddamento, poi 6 squilli d'altoparlante annunciano che la piattaforma sta per muoversi. Grazie a uno strato d'olio ad alta pressione, le 400 tonnellate del telescopio possono ruotare di 360 gradi, seguendo l'immaginario cerchio dell'equatore celeste e compensando il moto della Terra.

GALASSIE, SUPERNOVAE E... REAL MADRID

Poi la struttura che sorregge lo specchio primario si muoverà in verticale come un cannone, verso il polo nord celeste: occorre infatti puntarlo nella prima area di cielo da osservare stanotte. «Il programma prevede 7 oggetti astronomici a notte, a volte arriviamo a 14», dice Cabrera. «Da qui riusciamo a vedere tutti gli astri dell'emisfero nord, e una piccola parte di quelli dell'emisfero sud. Il centro della Via Lattea, a -28° di declinazione, con al centro il buco nero supermassiccio Sagittarius A lo vediamo giusto giusto».

Un sistema computerizzato, intanto, mantiene allineati gli specchi esagonali del GranTeCan, compensando gli effetti della temperatura, della forza di gravità e del movimento. Ora le paratie verticali della cupola si aprono come le palpebre di un occhio. In 10 minuti il telescopio è stato attivato e puntato.

Torniamo in sala controllo. Dove, però, non si poggia l'occhio su una lente, grande o piccola che sia: le immagini astronomiche si vedono sui monitor dei computer. I sensori elettronici sono il sistema più affidabile per registrare immagini astronomiche senza perdere informazioni. È la prima sorpresa della serata. Non sarà l'ultima.

Su uno dei monitor appare la scritta *slewing* (rotazione): «Significa che il telescopio sta cercando una stella nota, che fungerà da punto di riferimento e di confronto per l'osservazione



ESO (European Southern Observatory)

di un altro oggetto celeste», spiega Cabrera. «Quando l'avrà trovata apparirà la scritta *tracking* (tracciamento), poi *guiding* (guida) quando avrà agganciato l'astro da osservare». Tutto accade in pochi minuti: Cabrera fa un clic con il mouse. «Ho lanciato la sequenza di osservazione: il computer farà tutto da solo. Ora possiamo fare una pausa».

Andiamo in una sala da pranzo con cucina. Scaldiamo un improbabile piatto di lasagne al formaggio e tonno, confezionato dalla mensa centrale degli osservatori, e lo mangiamo davanti alla tv che trasmette la prima partita di campionato, Almeria-Real Madrid. L'Almeria vince 1 a 0. Surreale guardare il calcio mentre il telescopio scandaglia lo spazio profondo.

Ma è solo una breve parentesi. Torniamo in sala controllo. Quali aree del cosmo sta esplorando il GranTeCan questa notte? «È una supernova, ovvero l'esplosione di una stella. Ora brilla molto, ma fra qualche mese sparirà. Le supernovae sono molto utili, perché dalla loro luminosità apparente possiamo calcolare la distanza delle galassie in cui esplodono». Affascinante. Anche se, sul monitor, quello che si vede è un puntino bianco su sfondo grigio, insieme ad altri puntini di varie dimensioni. E qualche stella a 6 raggi: «La forma delle stelle che vediamo dipende da quella dello specchio secondario, che ha appunto 6 supporti radiali», spiega Cabrera. «Ora stiamo studiando la supernova con lo spettrografo, uno strumento capace di identificare gli elementi chimici d'una

L'EXTREMELY LARGE E GLI ALTRI GIGANTI IN ARRIVO

Il primato del GranTeCan non sopravviverà a questo decennio. La terza generazione di telescopi con specchi ancora più grandi è già ai nastri di partenza. Dopo quelli da 4 metri (anni '70 e '80) e fino a 10 metri (anni '90 e 2000), ora è iniziata l'era dei telescopi con specchi sopra i 20 metri di diametro. La sfida più grande è quella dell'Extremely Large Telescope (v. *illustrazione a lato*), un osservatorio composto da 798 specchi esagonali che ne formeranno uno da 39 metri. È in costruzione nel deserto di Atacama (Cile) a 3.046 metri di quota, e dovrebbe entrare in funzione nel 2027. Alle Hawaii, sull'isola di Mauna Kea, a 4mila metri di quota è previsto invece il Thirty meter telescope, con uno specchio da 30 metri: i suoi lavori sono stati stoppati dalle proteste di gruppi ecologisti che temono che il cantiere possa danneggiare i reperti archeologici della montagna. Se il progetto sfumerà, potrebbe essere realizzato alle Canarie. Ma il primo mega telescopio a entrare in funzione sarà il Giant Magellan: i suoi 7 specchi equivalenti a uno di 22 metri di diametro saranno inaugurati in Cile nel 2025. A 2.500 m di quota.

Il telescopio è una **macchina del tempo**: capta i **fotoni** emessi dagli astri diversi **miliardi di anni fa**

stella grazie al tipo di luce emessa. Nel nostro caso (*fa qualche clic con il mouse, visualizzando un diagramma cartesiano*) per lo più idrogeno». Per compensare la mia delusione, Cabrera pesca dall'archivio le immagini più spettacolari catturate negli ultimi 13 anni: il GranTeCan ha studiato buchi neri, pianeti extrasolari, stelle lontanissime. Come la galassia UG00180, a 500 milioni di anni luce, la cui immagine è la più profonda ripresa dal suolo. O un raro ammasso di galassie, HDF850.1, formato nel primo miliardo di anni di vita dell'universo.

IL CONFRONTO CON IL JAMES WEBB

O l'immagine di Icarus, una stella supergigante blu, la più distante mai osservata: la sua luce fu emessa 9,3 miliardi di anni fa. Ora, però, il primato è della stella Earendel, la cui luce, emessa 12,9 miliardi di anni fa, è stata catturata in agosto dal telescopio spaziale James Webb. Le sue immagini straordinarie non rischiano di mandare in pensione quelle dei colleghi terrestri? «No, perché lavoriamo con metodi diversi», risponde Cabrera. «I telescopi terrestri sono limitati dall'atmosfera, che con il vapore acqueo e l'anidride carbonica, altera o blocca la luce proveniente dallo spazio profondo. I telescopi spaziali non hanno questo limite. Ma svolgiamo compiti diversi e complementari. Noi osserviamo la luce visibile, mentre il Webb lavora nell'infrarosso: a queste frequenze riesce a vedere attraverso le grandi distese di polveri cosmiche e nubi interstellari. Noi, invece, con lo spettrografo possiamo ricostruire la composizione chimica degli astri. Dal 2027 avremo un nuovo spettrografo ad alta risoluzione, il Gtc-Hrs, sviluppato dall'Accademia cinese delle scienze: sarà prezioso per rilevare i pianeti esterni al Sistema solare. Comunque anche noi facciamo osservazioni con l'infrarosso: quando in cielo c'è Luna piena, per non essere distur- ▶



ESO Team

PANORAMI LONTANI

In alto, due foto del GranTeCan: la galassia a spirale NGC 891, a 40 milioni di anni-luce; la nebulosa Aquila con stelle, polveri e gas. Qui sopra, la sala controllo del telescopio con, a destra, il direttore scientifico Antonio Cabrera.



GALASSIA IN POSA

Una stupenda visione della Via Lattea nel cielo del GranTeCan: il clima secco e temperato di La Palma offre cieli limpidi quasi tutto l'anno.

Daniel Lopez/AC



Foto: Bohrer/AC

ALLINEATI

Gli specchi esagonali del telescopio: un sistema computerizzato li mantiene perfettamente allineati, in modo che formino un'unica superficie concava, su cui arrivano i fotoni emessi dagli astri lontani.

bati dalla sua luminosità». Tornando al programma di stanotte, dove si trova la supernova che stiamo osservando? «Non posso dirlo: è un'informazione riservata», risponde Cabrera. Perché? «I dati raccolti restano per un anno a disposizione esclusiva del ricercatore che ha proposto l'osservazione. Poi saranno aperti alla comunità scientifica internazionale. Il GranTeCan è una risorsa preziosa ma limitata: una notte d'osservazione costa 50mila euro, perciò va usato in maniera razionale. La decisione su quali astri osservare è presa da un Comitato scientifico che valuta le proposte. Ci interessa che le ricerche siano pubblicate, perché il GranTeCan abbia la giusta visibilità; produciamo in media 100 pubblicazioni l'anno. Dall'invio della proposta alla notte di osservazione passano 6-12 mesi: e se quella notte è nuvolosa, il turno slitta di un semestre».

Essendo un telescopio spagnolo, le proposte degli astronomi spagnoli hanno la priorità: così, pur non essendo numerosi, pubblicano molto. Il Paese ha saputo capitalizzare la posizione strategica dell'arcipelago: «Gli osservatori esteri devono per contratto dedicare il 20% del loro tempo a ricerche selezionate dall'Istituto di Astrofisica delle Canarie», ricorda Cabrera.

L'osservazione, iniziata alle 20:30, andrà avanti fino alle 6:15 del mattino. Nel frattem-

po, il Real Madrid ha vinto per 2 a 1. E a fine nottata si saranno raccolti più di 4 gigabyte di dati, che andranno "ripuliti" prima di essere inviati ai colleghi: «Scartiamo le immagini che non corrispondono alle richieste dei ricercatori», racconta Cabrera. «Il nostro lavoro è ciclico: al telescopio facciamo 4 turni di notte e 4 di riposo ogni mese, e il resto è attività d'ufficio sui dati osservativi. Un ritmo che seguiamo 365 giorni l'anno, salvo imprevisti: l'anno scorso abbiamo dovuto chiudere il telescopio 3 mesi per le ceneri prodotte dall'eruzione del vulcano di Tajogaite, 16 km più a sud. Non accadeva dal 1971».

COME UVETTE NEL PANETTONE

Dunque un lavoro routinario, da *travet* del cosmo. Non è un po' noioso? «A volte», ammette Cabrera. «Ma spesso può arrivare un'allerta "TOO", un *target-of-opportunity* (bersaglio di opportunità), oggetti segnalati da colleghi o da sistemi di intelligenza artificiale: può essere una supernova scoperta di recente o un'esplosione di raggi gamma che dura solo qualche ora e va fotografata in tempo reale. Ma capita anche altro: nel 2013 Duende, un asteroide di 50 m di diametro, è passato molto vicino alla Terra. Abbiamo puntato il GranTeCan su di lui, che si muoveva a 28mila km orari: per seguirlo, dovevamo correggere la posizione a mano, dando un colpo al puntatore ogni 15 secondi. La procedura è durata 5 minuti ma sono stati al cardiopalma: è stato come afferrare un uovo con una scavatrice».

«Per me le emozioni più grandi arrivano dai quasar», aggiunge Stefan Geier, astronomo di turno questa notte. I quasar sono galassie con un nucleo molto attivo e luminoso. «Quando una stella si allontana da noi, la sua luce la percepiamo spostata verso il rosso (*redshift*). Vedi questa?», chiede indicando un puntino bianco sul monitor. «Ha un redshift di 2.5: significa che quando quella luce fu emessa, la Terra distava 5,5 miliardi di anni-luce da lei. Ma nel frattempo l'universo si è espanso, aumentando le distanze: lo spazio è come un panettone nel quale due uvette all'inizio sono vicine, ma, quando l'impasto lievita, aumenta la loro distanza relativa. Così, per raggiungerci, la luce di quel quasar ha viaggiato oltre 11 miliardi di anni». Mica male per un puntino. **F**

Il momento più emozionante? Seguire un **asteroide** che passava vicino alla Terra a **28mila km/h**



SCHIERATI

Telescopi a Roque de Los Muchachos (La Palma), sulla cresta di un vulcano spento: ce n'è una ventina di diverse nazioni.

ESO (European Southern Observatory)