

LARGE
BINOCULAR



TELESCOPE



INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTRONOMIA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS

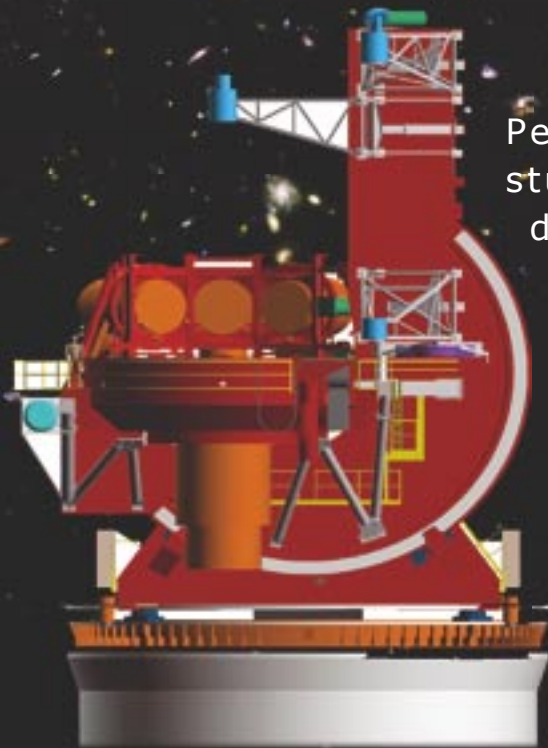
LBT: LARGE BINOCULAR TELESCOPE



LBT, con i due specchi da 8.4 metri di diametro su un'unica montatura meccanica, è il più grande telescopio esistente.

La sua configurazione binoculare ne fa uno strumento rivoluzionario, con prestazioni non ottenibili dai telescopi tradizionali.

Fornisce immagini dettagliate quanto un telescopio tradizionale con specchio da 22.8 metri: potrebbe vedere un'auto sulla Luna!



Pensato per le ricerche di frontiera: studiare la struttura a grande scala dell'Universo e la natura dei buchi neri giganti o osservare *direttamente* i pianeti di stelle vicine.

Le tecnologie sviluppate per realizzarlo portano questo strumento, e tutti i Partner del Progetto, al massimo livello della ricerca astrofisica mondiale.

IL PROGETTO LBT

Il Large Binocular Telescope è uno dei più grandi progetti dell'Astrofisica attuale.

Realizzato grazie ad una collaborazione fra Istituti scientifici tedeschi, varie Università statunitensi e l'Istituto Nazionale di Astrofisica-INAf.



I partner del Progetto sono riuniti nella LBT Corporation, organizzazione no-profit, fondata nel 1992, che gestirà lo LBT Observatory a Mount Graham, Arizona.

L'Italia, tramite INAF, contribuisce al 25% del costo di realizzazione del Progetto (110 milioni €) e delle future spese di gestione. E' proprietaria di un quarto del telescopio e di altrettanto tempo di osservazione.



Le tecnologie utilizzate per LBT hanno permesso un forte contenimento dei costi rispetto ai telescopi tradizionali.

LA RICERCA CON LBT



LBT è stato pensato e realizzato con caratteristiche uniche e innovative, grazie alle quali cercheremo la risposta a molti degli interrogativi fondamentali che oggi ci poniamo:

Come si sono formate le galassie?

Quale è la forma dell'Universo e la sua struttura su grande scala?

Quale è la vera natura dei buchi neri giganti al centro delle galassie?

Quale è l'origine degli elementi chimici?

Con LBT riusciremo finalmente a osservare i sistemi planetari in formazione su altre stelle.

LBT permetterà anche l'osservazione *diretta* dei singoli pianeti extrasolari, oggi impossibile coi telescopi tradizionali.

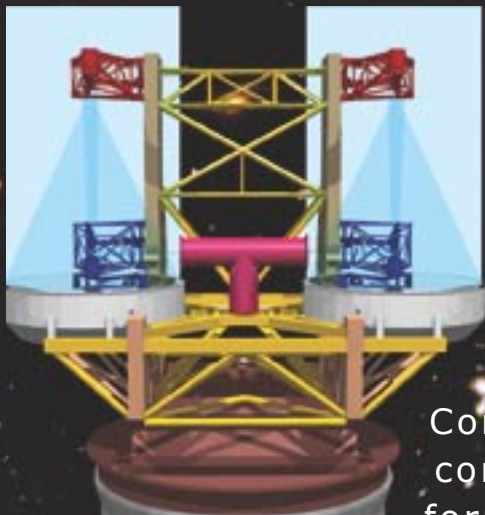


LA TECNOLOGIA DI LBT



LBT è un gigantesco binocolo: due telescopi paralleli, ognuno con uno specchio del diametro di 8.4 metri, sono montati su un'unica struttura.

Raccoglie luce quanto un telescopio tradizionale di 11.9 metri di diametro.

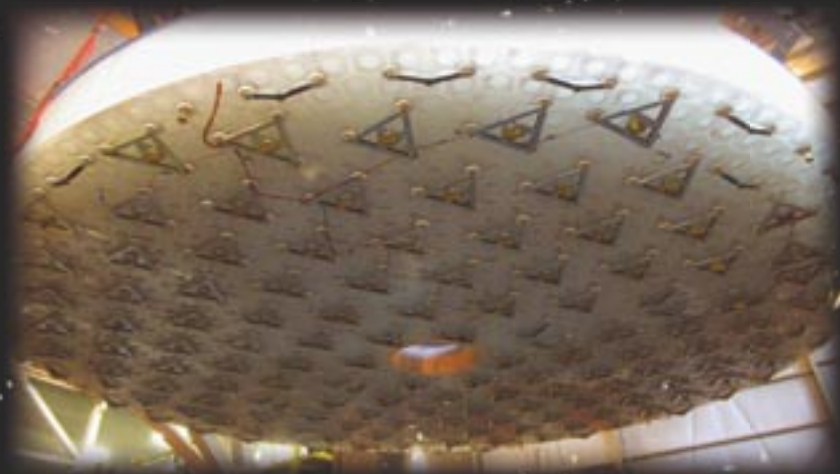


I due specchi raccolgono luce proveniente dalla stessa zona di cielo, fornendo immagini che possono anche essere in "bande" luminose diverse: dal blu all'infrarosso.

Con LBT è possibile, utilizzando l'interferometria, combinare le due immagini dello stesso oggetto fornite dal telescopio. Se ne ricava una unica tanto dettagliata quanto quella di un telescopio di 22.8 metri di diametro, oggi non realizzabile.

Per LBT è stato sviluppato un innovativo sistema di ottica adattiva, che annulla i disturbi dati dalla turbolenza atmosferica.

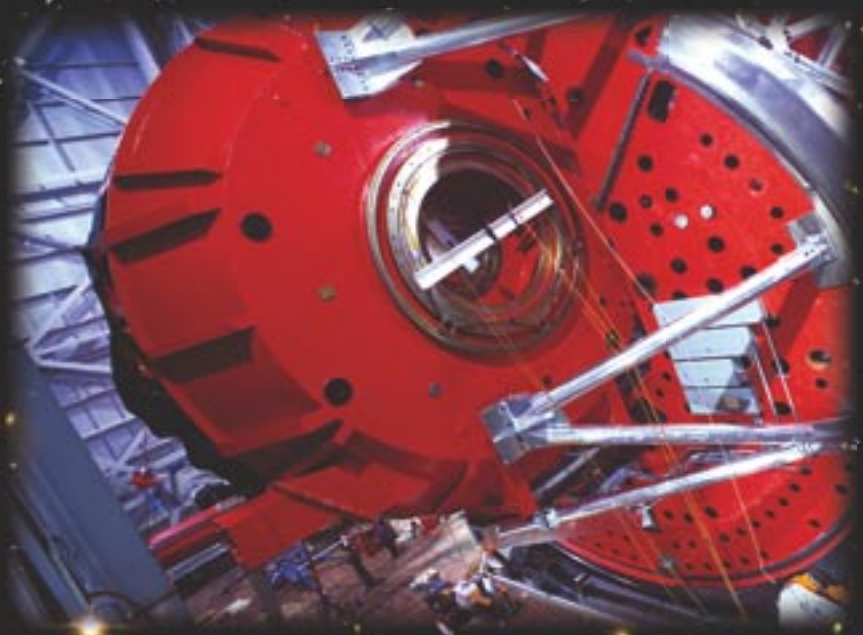
Ciò permette di ottenere immagini estremamente nitide, comparabili con quelle ottenibili dallo spazio alle stesse lunghezze d'onda.



L'ITALIA CRESCE CON LBT!

Con il Progetto LBT il know-how italiano ha fatto un passo avanti.

La Ricerca ha aumentato le proprie capacità di progettazione, realizzazione e management di grandi strumenti. L'Industria ha potuto qualificarsi ulteriormente in campo internazionale, ottenendo anche contratti prestigiosi.



L'imponente montatura meccanica del telescopio è stata realizzata ed assemblata in Italia.



Varie ditte di ingegneria sono diventate, grazie allo sviluppo del Progetto, leader internazionali nella progettazione di sistemi avanzati per astronomia e telecomunicazioni.


L'innovativo sistema di ottiche adattive

installato su LBT è realizzato con una tecnologia completamente italiana.

LARGE BINOCULAR CAMERA: DUE OCCHI DI LINCE PER LBT

Sopra ognuno dei due specchi principali di LBT è sospesa una Large Binocular Camera, LBC, strumento di progettazione italiana che si pone fra i migliori al mondo del suo genere.

Le due LBC raccolgono la luce catturata dagli specchi principali e formano immagini della stessa porzione di cielo in due differenti colori: blu e rosso.

A close-up photograph of an astronomer wearing a white protective suit and a hairnet, working on a large, curved mirror. The scene is illuminated with warm, orange light, highlighting the intricate details of the mirror's surface and the astronomer's focused expression.

Un grande campo di vista e un sensore CCD da 37 milioni di pixel rendono le LBC strumenti d'avanguardia nella ricerca astrofisica.

La più grande lente al quarzo mai costruita (81 cm di diametro) garantisce, ad una delle due camere, un'elevata sensibilità anche nell'ultravioletto, indispensabile per molte ricerche di avanguardia.

Le immagini di LBC permetteranno nuovi studi delle sorgenti estremamente deboli, come le galassie più lontane e le supernovae ai confini dell'Universo conosciuto.



L'ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA-**INAF**



INAF è l'Ente che riunisce, coordina e rappresenta l'Astrofisica italiana

Raccoglie l'eredità culturale, e anche storica, degli Osservatori astronomici ed Istituti che vi afferiscono, mantenendo intatta la loro identità formatasi nel passato, potenziandola e proiettandola nel futuro.



Il Telescopio Nazionale Galileo alle Canarie



Il Radiotelescopio di Medicina (Bologna)



Il satellite BeppoSAX



L'Universo svelato da BOOMERANG

INAF permette all'Italia di porsi, su scala globale, come partner per imprese sovranazionali, impensabili per un singolo Osservatorio o Istituto (Large Binocular Telescope, Telescopio Nazionale Galileo, European Southern Observatory, VLBI)





15 ottobre 2004

pronti per spostare i limiti della conoscenza



Istituto Nazionale di Astrofisica - INAF

v.le del Parco Mellini 84

00136 Roma

www.inaf.it

06.355.33.361

LBT MILESTONES

1984 Il Consiglio delle Ricerche Astronomiche, CRA, costituito da poco con Franco Pacini come Vicepresidente, riceve il rapporto del “Gruppo di Lavoro per il Telescopio Nazionale”, presieduto da Cesare Barbieri. Il rapporto consiglia di non perseguire ulteriormente il vecchio progetto, delineato ancora negli anni '60 e poi interrotto, e raccomanda che l'Italia partecipi ad un progetto di telescopio con specchio primario di 8 o più metri, da installare nell'Emisfero Nord.

1985 Sulla base del rapporto di una delegazione che aveva visitato Istituti e siti in Arizona, di cui facevano parte Citterio, Pacini, Salinari, Setti e Tarenghi, il CRA comincia ad esplorare le possibili opzioni per la partecipazione a progetti internazionali per telescopi di grandi dimensioni nell'Emisfero Nord.

Viene effettuata la scelta di principio per la partecipazione al progetto appena avviato dalle Università dell'Arizona e dell'Ohio per la realizzazione di un telescopio con specchio principale di 8 metri. Aderisce anche l'Università di Chicago e viene deciso di valutare la possibilità di realizzare un progetto più ambizioso di quello originario: un telescopio binoculare. Viene siglato un Memorandum of Understanding che impegna in questo senso le Università di Arizona, Ohio, Chicago e l'Italia, rappresentata dall'Osservatorio di Arcetri.

1986-89 Studi preliminari di fattibilità per la realizzazione del Large Binocular Telescope, LBT.

1989 Si ritirano dal Progetto LBT (per motivi diversi ed indipendenti dal Progetto stesso) l'Università di Chicago e l'Università dell'Ohio. Subentra la Research Corporation e questo permette l'avvio del Progetto. Decisiva, per sbloccare la situazione e far partire i lavori, è anche la firma di un documento ufficiale sull'impegno italiano, siglato al Ministero dell'Università e Ricerca, alla presenza del ministro Ruberti. Il CRA, sotto la Vicepresidenza di Giancarlo Setti, affida ad Arcetri la realizzazione del Progetto LBT in rappresentanza dell'intera comunità astronomica italiana.

Contributo al finanziamento del Progetto LBT della Research Corporation che permette di raggiungere i fondi necessari alla realizzazione di almeno uno dei due rami ottici del telescopio binoculare.

1990- 93 Progettazione preliminare dello strumento e delle infrastrutture.

1992 Costituzione della LBT Corporation, per la gestione della costruzione e delle attività scientifiche di LBT.

1996 Adesione della Germania al Progetto, tramite un gruppo di Enti di Ricerca tedeschi, fra cui il Max Planck Institute e due Osservatori.

1997 Rientro dell'Università di Stato dell'Ohio nel Progetto LBT. Inizio assegnazione contratti di produzione per la struttura, la strumentazione e la cupola del telescopio.

1999 - 2000 Nasce ed entra in esercizio l'Istituto Nazionale di Astrofisica, INAF, che coordina e rappresenta i 12 Osservatori nazionali. Il primo presidente è Giancarlo Setti.

2001 Con la creazione dell'INAF, l'Italia dispone finalmente di una struttura appropriata per gestire un progetto internazionale di queste dimensioni. Grazie al flusso di finanziamenti assicurati dal Ministero competente, mai cessato negli anni, il Progetto LBT può continuare più agevolmente.

2002 Completamento della struttura di LBT presso gli stabilimenti Ansaldo-Camozzi e invio a Mount Graham per l'installazione definitiva. Completamento della struttura di alloggiamento (Cupola più edifici di servizio) di LBT presso Mount Graham in Arizona.



2003 L'Istituto Nazionale di Astrofisica viene riformato. Gli Istituti CNR del ramo astrofisica passano all'INAF. Commissario Straordinario per la attuazione della riforma è Piero Benvenuti, oggi Presidente. INAF conferma il proprio impegno nel Progetto LBT.

2004

Marzo: installazione del primo dei due specchi primari nel telescopio.

Giugno: installazione di LBC-blu, lo strumento di osservazione nell'ottico per LBT, realizzato in Italia.

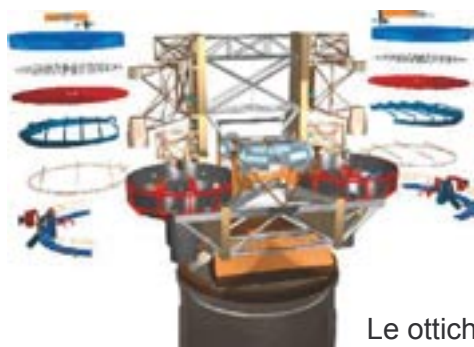
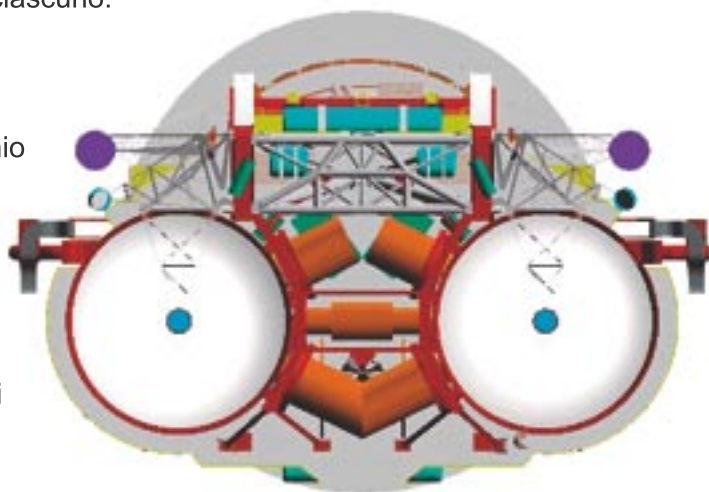
Ottobre: inaugurazione del Large Binocular Telescope a Mount Graham. Poche settimane prima un vasto incendio della foresta circostante LBT, che ha lambito l'osservatorio e ha distrutto in un mese quasi 50.000 ettari di conifere, lascia indenne il telescopio e le sue infrastrutture.



COME “FUNZIONA” IL LARGE BINOCULAR TELESCOPE

Il Large Binocular Telescope è un telescopio dalle caratteristiche uniche, prima tra tutte quella di essere un enorme binocolo. La sua struttura alloggia infatti, su un'unica montatura meccanica, due specchi affiancati di 8,4 metri di diametro ciascuno.

LBT è quindi un doppio telescopio riflettore: la luce degli astri che giunge su ciascuno specchio primario, rivestito da un sottilissimo strato di alluminio (0,1 millesimi di millimetro), viene riflessa e concentrata in un punto posto a circa 10 metri al di sopra di esso, detto “fuoco primario”. Lì viene o catturata dalle Large Binocular Camera, LBC (vedi relativa scheda), o intercettata dagli specchi secondari ed inviata ad altri strumenti.



LBT monta, su bracci mobili ancorati alla struttura centrale, le ottiche accessorie che consentono di utilizzare ben dieci “stazioni focali” (quindi dieci strumenti).

Le ottiche accessorie sono:

- gli specchi secondari gregoriani (cioè concavi) ed adattivi (ovvero deformabili ad alta velocità per correggere gli effetti della turbolenza atmosferica), che rinviano la luce raccolta dai primari verso i fuochi gregoriani diretti (sotto gli specchi primari);
- gli specchi terziari, piani, che possono alimentare altre sei stazioni focali nell'area fra i due specchi primari. Queste stazioni possono essere utilizzate per strumenti separati o, a coppie, per strumenti interferometrici;
- le camere LBC blu e rossa, strumenti di fuoco primario permettono di realizzare immagini digitali dall'ultravioletto al vicino infrarosso di un'ampia porzione di cielo (circa mezzo grado quadrato).

Le camere LBC non sono i soli strumenti scientifici che verranno installati su LBT: nella tabella seguente sono sinteticamente riportate le loro caratteristiche e i principali campi di ricerca per cui sono stati ideati. La loro installazione avverrà, in tempi diversi, nei prossimi mesi.

Nome dello strumento	Nazione	Posizione dello strumento su LBT	Tipo di strumento	Principali campi di attività scientifica
MODS	USA	Fuochi Gregoriani diretti	Spettri ed immagini da Ultravioletto (UV) al vicino infrarosso (IR)	Astronomia extragalattica
LUCIFER	Germania	Fuochi gregoriani piegati	Spettri ed immagini IR	Astronomia extragalattica
LBTI	USA	Fuochi gregoriani piegati	Interferometro	Ricerca e studio di sistemi planetari extrasolari
LINC / NIRVANA	Germania Italia	Fuochi gregoriani piegati	Interferometro per immagini	Formazione delle galassie e stellare, planetologia
PEPSI	Germania	Remota. Alimentato da fibre ottiche poste ai fuochi gregoriani diretti	Spettro-polarimetro ottico	Atmosfere stellari Studio di supernovae

La possibilità di scambiare gli strumenti impiegati nelle osservazioni nel giro di pochi minuti è un'altra caratteristica unica di LBT che consente di sfruttarne tutte le potenzialità.

SPECIFICHE TECNICHE E CURIOSITÀ DI LBT

Specifiche tecniche
Peso: 700 tonnellate
Altezza telescopio: 25 metri
Altezza cupola: 52 metri
Montatura: altazimutale
Schema ottico: due telescopi gregoriani paralleli, con possibilità di combinazione interferometrica
Diametro specchi primari: 8,4 metri (F/1,14)
Spessore al bordo specchi primari: 89 cm
Peso specchi primari: 15.600 kg ciascuno
Diametro specchi secondari: 91 cm
Spessore specchi secondari: 1,6 mm
Risoluzione angolare teorica: 0,004"
Numero attuatori degli specchi secondari: 672 (per ogni specchio)
Frequenza di risposta delle ottiche adattive: fino a 2000 correzioni/secondo
Precisione di puntamento: 0,3"
Condizioni operative: con vento fino a 80 km/h



- Velocità angolare massima: 1,5 gradi/secondo, pari a un giro completo in quattro minuti
- Accelerazione angolare massima: 0,3 gradi/secondo²
- Velocità massima del vento per puntamento ed inseguimento cieco (senza stella di guida): 24 km/ora
- Limite di resistenza strutturale al vento (cupola chiusa): 225 km/ora

CURIOSITÀ

Quantità totale di dati acquisiti dalle camere LBC per ogni nottata osservativa: tra 30 e 50 Gb, equivalenti a 40-140 CD-ROM o tra i 6 e i 10 DVD



Risoluzione dei sensori CCD installati a bordo di ciascuna Large Binocular Camera: 37 milioni di pixel, pari a circa 5 volte quella delle migliori macchine fotografiche digitali attualmente in commercio.

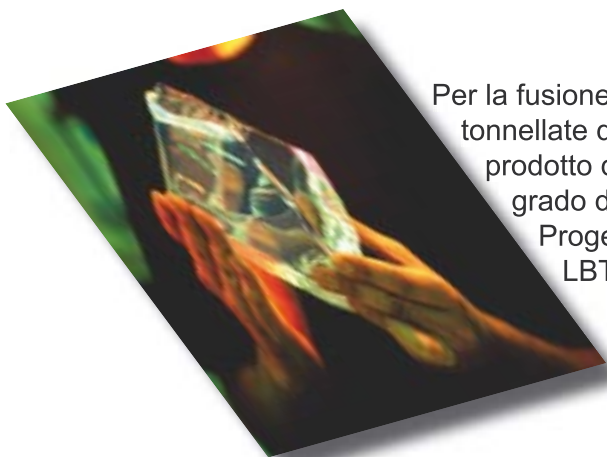
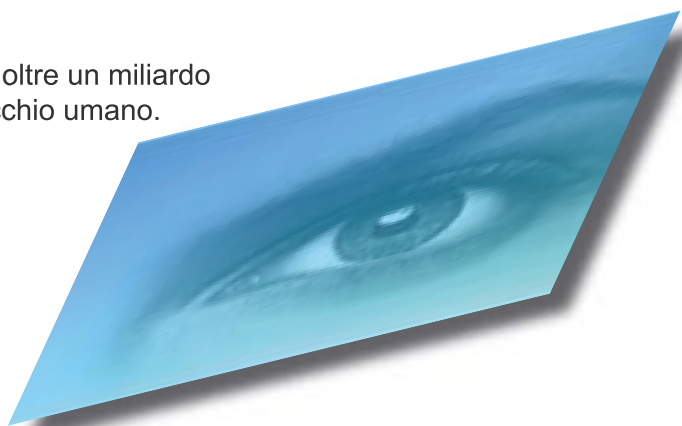


La precisione di realizzazione degli specchi primari è tale che, in proporzione, se lo specchio fosse grande quanto tutta Piazza San Pietro a Roma (asse maggiore 240 m), gli errori di costruzione sarebbero inferiori ad un centesimo del diametro di un capello umano (circa 50 micron)!

La Large Binocular Camera è oltre un miliardo di volte più sensibile dell'occhio umano.



La precisione nel puntare il telescopio, alto 25 metri e pesante 700 tonnellate è pari a 0,3 secondi di arco, ovvero un angolo come quello sotteso da 1 centesimo di € visto da 30,5 chilometri di distanza.



Per la fusione degli specchi sono state utilizzate circa 38 tonnellate di vetro di alta qualità (E6 Low Expansion Glass) prodotto da un'industria giapponese, l'unica che fosse in grado di soddisfare le specifiche tecniche imposte dal Progetto per il materiale degli specchi primari di LBT.

LBT ha una capacità di rivelare dettagli elevatissima, sarebbe capace di vedere un'auto sulla Luna o una moneta da 1 € a 1.200 chilometri di distanza.

Potenza elettrica media utilizzata: circa 400 kW



LA RICERCA CON LBT, QUALCHE ESEMPIO

Il Large Binocular Telescope grazie alle sue caratteristiche uniche ed innovative, indagherà per cercare di rispondere a molti degli interrogativi attuali dell'astrofisica e della cosmologia. Qualche esempio di ricerche che saranno effettuate con LBT:

Come si sono formate le galassie?

Attualmente si ritiene che le prime galassie formatesi nell'Universo dovessero essere piccole e poco luminose, in paragone a quelle formatesi successivamente. LBT, con la notevole capacità di raccolta

della luce fornita dai suoi due specchi principali, permetterà di studiare questi corpi celesti estremamente deboli e lontani. Potremo così indagare come si sono formate le prime strutture dell'Universo durante il suo primo miliardo di anni di vita.



Quale è la forma dell'Universo e la sua struttura su grande scala?

Le immagini ottenute da LBT forniranno informazioni utili per comprendere la distribuzione nell'Universo delle galassie lontane. Saranno così disponibili preziosi dati osservativi da confrontare con le attuali teorie cosmologiche sull'origine e l'evoluzione dell'Universo che presentano

ancora enigmi irrisolti, come quello della cosiddetta "Energia Oscura".

Qual è l'origine degli elementi chimici?

Grazie a strumenti dedicati allo studio della composizione di stelle e galassie sarà possibile ricostruire, in maggiore dettaglio, i meccanismi di produzione degli elementi chimici, in particolar modo di quelli diversi dall'idrogeno e dall'elio. Si ritiene infatti che questi ultimi siano stati prodotti nelle prime fasi di evoluzione dell'Universo, mentre tutti gli altri abbiano avuto origine nei processi di evoluzione delle stelle.



Quale è la vera natura dei buchi neri giganti al centro delle galassie?

Le capacità di produrre immagini estremamente dettagliate di oggetti poco luminosi consentirà a LBT di studiare le regioni centrali di galassie molto distanti, per comprendere meglio la natura di ciò che si ritiene annidarsi al loro interno: buchi neri con masse pari a svariati miliardi di stelle.



Come è composta la popolazione stellare di Andromeda?

Grazie alla capacità di LBT di fornire immagini dettagliate, potrà essere effettuato, in modo assai più preciso che in passato, lo studio delle stelle che popolano la galassia di Andromeda (alcune centinaia di miliardi). Da questo ci si aspetta di poter capire meglio anche l'evoluzione delle stelle della Via Lattea, gemella di Andromeda, di cui il nostro Sole fa parte.

E' possibile vedere direttamente i pianeti delle stelle vicine?

Uno degli obiettivi più ambiziosi della ricerca con LBT è l'osservazione *diretta* dei pianeti extrasolari, impossibile ai telescopi tradizionali. Combinando la qualità delle ottiche adattive con la tecnica dell'interferometria, grazie alle quali il telescopio potrà produrre immagini incredibilmente dettagliate, LBT potrebbe, per la prima volta, farci vedere in modo diretto pianeti delle dimensioni di Giove intorno alle stelle più vicine.



CONFRONTO FRA LE CARATTERISTICHE DEL LARGE BINOCULAR TELESCOPE E DEGLI ALTRI MAGGIORI TELESCOPI ESISTENTI

(Hubble Space Telescope è posto in tabella per puro raffronto)

Acronimo	Località	Quota	Specchio principale (metri)	Osservazioni in Infrarosso	Osservazioni nel Visibile	Osservazioni in Ultravioletto	Interferometria	Ottiche adattive
LBT	Mount Graham, Arizona	3200 m	2 x 8,4	Si	Si	Si	Si di tipo Fizeau	Si (un gruppo per specchio secondario)
Keck	Mauna Kea, Hawaii	4123 m	10	Si	Si	No	Si (insieme a Keck II, di tipo Michelson)	Si
Keck II	Mauna Kea, Hawaii	4100 m	8,3	Si	Si	No	Si (insieme a Keck I, di tipo Michelson)	Si
Subaru	Mauna Kea, Hawaii	4100 m	8,3	Si	Si	No	No	Si
VLT: Antu				Si	Si	No		
VLT: Kueyen				Si	Si	Si		
VLT: Melipal				Si	Si	No		
VLT: Yepun				Si	Si	No		
Gillett (Gemini North)	Mauna Kea, Hawaii	4100 m	8,1	Si	Si	No	No	Si
Gemini South	Cerro Pachon, Chile	2737 m	8,1	Si	Si	No	No	Si
Hubble Space Telescope	Orbita Bassa	variabile circa 600 km	2,4	Si	Si	Si	No	No

LA LBT CORPORATION

Il Large Binocular Telescope nasce dalla collaborazione fra Istituti di Ricerca, ed Università, italiani, statunitensi e tedeschi. I partner sono riuniti nella "LBT Corporation", organizzazione no-profit fondata nel 1992. Compito della Corporation finora è stato realizzare il Large Binocular Telescope. In futuro gestirà le attività dell'Osservatorio LBT di Mount Graham.

La sede della Corporation è a Tucson, Arizona, dove si trova anche uno dei due Uffici del Progetto; l'altro è in Italia, presso l'Osservatorio di Arcetri.

Gli Uffici del Progetto hanno il compito di dirigere le attività di progettazione e costruzione del telescopio oltre che dei suoi strumenti scientifici. Nel prossimo futuro confluiranno in parte nell'Osservatorio LBT ed in parte (2006) cesseranno la loro attività.



Il Consiglio d'Amministrazione della LBTC è composto dai rappresentanti dei vari partner coinvolti nel Progetto. Attualmente è così composto: John Schaefer, Research Corporation, Presidente del Board, Peter Strittmatter, Università di Arizona, Presidente della Corporation, Piero Benvenuti e Marco Salvati, INAF, Thomas Henning e Klaus Strassmeier, LBT Beteiligungsgesellschaft, Richard Powell, Università di Arizona,

Pat Osmer e Richard Freeman, Università di Ohio.

Il controllo e l'amministrazione delle attività del Progetto è affidato a John Hill, Direttore dell'Osservatorio LBT. Piero Salinari, INAF, Project Scientist del Progetto, coordina le attività in Italia.

I Partner del progetto LBT		
Istituto	Contributo finanziario	Nazione
INAF – Istituto Nazionale di Astrofisica	25%	Italia
The University of Arizona (Tucson)	25%	USA
Arizona State University (Tempe)		
Northern Arizona University (Flagstaff)		
The Ohio State University	12,5%	
Research Corporation	12,5%	
Max-Planck-Institut für Astronomie (Heidelberg)	25%	Germania
Landessternwarte (Heidelberg)		
Astrophysikalisches Institut Potsdam (Potsdam)		
Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik (Munich)		
Max-Planck-Institut für Radioastronomie (Bonn)		

L'ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA - INAF

L'Istituto Nazionale di Astrofisica, INAF, è il principale Ente di Ricerca italiano per l'Astronomia e l'Astrofisica. Raccoglie l'eredità culturale, e anche storica, degli Osservatori astronomici ed Istituti già del CNR che vi afferiscono, mantenendo intatta la loro identità formatasi nel passato, potenziandola e proiettandola nel futuro. INAF permette all'Italia di porsi, su scala globale, come partner per imprese sovranazionali, impensabili per un singolo Osservatorio o Istituto (Large Binocular Telescope, Telescopio Nazionale Galileo, European Southern Observatory, VLBI).

Il campo delle ricerche si estende a tutto l'arco delle scienze dell'Universo, dagli studi del sistema solare alla cosmologia, sia dal punto di vista osservativo/sperimentale che teorico.

La complessità dei fenomeni osservati e la necessità di esplorare in profondità l'Universo hanno stimolato lo sviluppo di apparecchiature sempre più potenti e soprattutto di tecnologia avanzata, sia da terra che dallo spazio. La complementarità fra le osservazioni da terra e dallo spazio rappresenta infatti un tratto essenziale per il progresso delle indagini sulle leggi che governano l'evoluzione dell'Universo.

La ricerca astrofisica italiana si colloca in una posizione di tutto rispetto nel contesto internazionale, come testimoniato sia dalla partecipazione ad alto livello dei ricercatori italiani alle maggiori imprese scientifiche osservative, tecnologiche e teoriche, sia dalle pubblicazioni dell'Institute for Scientific Information (ISI).

L'INAF mantiene anche una stretta collaborazione con gli altri organismi che svolgono ricerca astronomica in Italia, in particolare con l'INFN per l'astrofisica delle particelle.

RICERCA ASTRONOMICA DAL SUOLO

Le principali interfacce internazionali che vedono direttamente coinvolto l'INAF sono:

- *European Southern Observatory (ESO)*, di cui l'Italia è diventata Stato membro dal 1982
- *Raggruppamento degli Osservatori internazionali* delle isole Canarie, l'unico sito sul territorio europeo di qualità astronomica eccezionale per l'osservazione dell'emisfero settentrionale. In tale ambito opera il Telescopio Nazionale Galileo (TNG), di 3.6m di diametro
- *Large Binocular Telescope (LBT)*, sviluppato in collaborazione con gli Stati Uniti e la Germania.
- *Very Large Base Interferometry, VLBI*, la rete di radiotelescopi estesa su tutti i continenti che effettua le più precise osservazioni dell'Universo nelle frequenze radio

L'INAF, in rappresentanza della comunità italiana, partecipa inoltre al consorzio europeo **OPTICON** (Optical and Infrared Coordination Network for Astronomy), finanziato dall'UE e finalizzato ad elaborare piani di intervento coordinato a livello europeo in settori avanzati della ricerca astronomica, e al progetto **EGEE**, per lo sviluppo di una **GRID** di calcolo per la ricerca e l'industria Europea.



RICERCA ASTRONOMICA SPAZIALE

Una grande parte dei programmi scientifici svolti in ambito INAF richiede l'uso di osservazioni da veicoli spaziali. L'utilizzo delle missioni spaziali rappresenta un elemento imprescindibile per lo sviluppo della ricerca astrofisica e i ricercatori dell'INAF contribuiscono in modo sostanziale allo sviluppo dei programmi scientifici e alle ricerche condotte con le missioni di Asi, Esa e Nasa.

È importante sottolineare che queste attività non solo procurano importanti ritorni scientifici, ma sono anche decisive per fornire contratti all'industria nazionale e soprattutto aumentarne la competenza in questi settori di altissima tecnologia.

TECNOLOGIE INNOVATIVE

Lo sviluppo di tecnologie innovative è fondamentale per la realizzazione di nuovi e più potenti strumenti che permettano di affrontare, in modo competitivo sul piano internazionale, i grandi problemi scientifici posti dall'astrofisica moderna. È questo un campo in cui la sinergia con l'industria nazionale è spesso essenziale ed in cui le strutture dell'INAF svolgono un ruolo di primo piano. A titolo di esempio, si possono citare le attività in corso per la realizzazione di ottiche X leggere e a multi-strato, gli studi per la realizzazione di rivelatori criogenici X (microcalorimetri), la realizzazione di reticoli ottici VPH ad alta efficienza e la progettazione e sviluppo di coronografi e spettrometri per l'UV. Un'area tecnologica innovativa, in cui la comunità INAF è all'avanguardia è lo sviluppo di nuove tecniche di ottica adattiva. Lo sviluppo di queste tecnologie è essenziale per gli Extremely Large Telescopes del futuro.

Denominazione	Istituto Nazionale di Astrofisica
Sede Centrale	Viale del Parco Mellini, 84 - 00136 Roma
Presidente	Prof. Piero Benvenuti
Sito Web	www.inaf.it
Strutture di ricerca	Osservatori Astronomici di: Torino, Brera (Milano), Trieste, Padova, Bologna, Teramo, Roma, Capodimonte (Napoli), Palermo, Cagliari. Osservatori Astrofisici di: Arcetri (Firenze), Catania. Per effetto della riforma in corso, passano dal CNR all'INAF gli Istituti di: Radioastronomia (IRA), Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica (IASF) e Astrofisica dello Spazio Interplanetario (IFSI).
Facilities Nazionali:	TNG: Telescopio Nazionale Galileo, sull'isola di La Palma (Isole Canarie, Spagna) e LBT, Large Binocular Telescope, Mount Graham, Arizona (USA).
Missione	L'INAF è l'ente dedicato allo studio dei fenomeni dell'Universo; promuove e coordina la ricerca nei campi dell'astronomia, dell'astrofisica e della fisica cosmica, sviluppando le tecnologie necessarie in collaborazione con l'Università e con enti nazionali e internazionali.
Addetti	992 dipendenti, di cui 315 astronomi, 460 unità tecnico-amministrative e 217 post-dottorati, borsisti e contrattisti.
Finanziamenti	Nel 2003, l'INAF ha ricevuto dal Ministero Istruzione, Università e Ricerca 43.5 milioni di Euro a titolo di fondo per il funzionamento ordinario.
Fonti normative	D.lgs 23 luglio 1999, n. 296. L'INAF è istituito come ente di ricerca non strumentale, con attribuzione dell'autonomia scientifica, organizzativa, regolamentare, finanziaria e contabile. D.lgs 4 giugno 2003, n.138. Si completa l'unificazione delle strutture di ricerca che operano nell'ambito dell'Astronomia e dell'Astrofisica con l'acquisizione dei 3 Istituti CNR sopra riportati. All'approvazione della riorganizzazione transiteranno dal CNR ad INAF oltre 450 dipendenti, 302 ricercatori e tecnologi e 149 unità tecnico-amministrative.

LE INDUSTRIE ITALIANE NEL PROGETTO LBT

ANSALDO-CAMOZZI ENERGY SPECIAL COMPONENTS – Milano

Costruzione e pre-assemblaggio della struttura del telescopio

A.M.U. PRINCIGALLI – Carnate (MI)

Martinetti meccanici per allineamento pista idrostatica di azimuth

BCV PROGETTI – Milano

Analisi strutturali degli specchi primari e loro comportamento in condizioni di fabbricazione ed operative, definizione della geometria e forze applicate dal sistema di supporto degli specchi primari

BREVETTI STENDALTO – Monza (MI)

Catene porta-cavi e relativi supporti

CASTELLINI OFFICINE MECCANICHE – Cazzago San Martino (BS)

Costruzione della meccanica dei motori in corrente continua per movimento assi del telescopio

CARPENTERIA COLOMBO – Monte Marengo (LC)

Costruzione supporti rotanti per ottiche ausiliarie, carpenteria della piattaforma di azimuth e della struttura tubolare di elevazione. Costruzione del sistema di protezione degli specchi primari

COSTAMASNAGA – Costa Masnaga (LC)

Carrelliere della cupola

EUROPEAN INDUSTRIAL ENGINEERING SRL (E.I.E.) – Mestre (VE)

Progettazione struttura del telescopio, monitoraggio costruzione e preassemblaggio

FAGIOLI – S. Ilario d'Enza (RE)

Imballaggio e trasporto

FORESTAL - Roma

Raffreddamento criogenico per le Large Binocular Camera

GSM - Modena

Riduttori ad ingranaggi delle carrelliere dell'edificio

FRAVIT – Valmadrera (LC)

Lavorazioni meccaniche della piattaforma di azimuth e della struttura tubolare di elevazione, rotaia per movimento edificio rotante

MICROGATE - Bolzano

Elettronica per specchi secondari adattivi

LARIO IMPIANTI – Osnago (LC)

Gru a ponte per edificio ausiliario e per edificio rotante

SKYTECH – Ponzano Magra (SP)

Elettronica per LBC

STUDIO TECNICO TOMELLERI – Villafranca (VR)

Progettazione e costruzione di: Supporti idrostatici per assi principali del telescopio, cremagliere e sistemi ausiliari per gli assi del telescopio, attuatori di posizione dello specchio primario, attuatori per il serraggio automatico degli strumenti gregoriani e della campana di alluminatura, struttura di LBC. Progettazione della meccanica dei motori degli assi del telescopio



L'INDUSTRIA ITALIANA ED LBT: LA VOCE DI ALCUNI PROTAGONISTI.

(sunto di interviste, effettuate nell'estate 2004, disponibili integralmente su DVD o altro supporto)



EUROPEAN INDUSTRIAL ENGINEERING (E.I.E.), (intervista a Gianpietro Marchiori)

Progettazione completa della struttura, dell'impiantistica e della meccanica ausiliaria del telescopio. Sviluppo di tutta l'ingegneria di sistema. Gestione e supervisione delle attività di acquisto, costruzione, pre-assemblaggio e trasporto sino al sito di Mt. Graham. Progettazione del pilastro del telescopio e del sistema di supporto della Rotazione dell'Enclosure Building.

La partecipazione di E.I.E. al programma LBT è iniziata nel 1992 con lo sviluppo del progetto completo del telescopio, delle sue strutture e di tutti i meccanismi. La progettazione è durata circa tre anni, fin quasi all'inizio dei lavori nel 1995.

La "bizzarria ed unicità" di LBT sta nel fatto che è l'equivalente di un grande binocolo. Per esso sono stati affrontati problemi e sviluppate soluzioni del tutto

nuove, sia sotto l'aspetto scientifico, che ingegneristico. Anche il management finanziario è stato ottimizzato per contenere i costi di LBT entro tetti di spesa rigidamente definiti.

LBT ha rappresentato un insieme di sfide tecnologiche. Ottenere una struttura di grandi dimensioni, che risultasse contemporaneamente assai rigida, ma con un peso contenuto, è stato sicuramente l'ostacolo più grande da superare.

A questo si aggiunge l'ulteriore vincolo dovuto allo spessore massimo delle lamiere da utilizzare: non più di 8 millimetri, per aumentare lo scambio termico della struttura e minimizzare quindi i disturbi alle osservazioni nell'infrarosso.

Il colore rappresenta un'altra originalità: quale colore per caratterizzare un prodotto "made in Italy"? Il rosso Ferrari ha messo d'accordo tutti!

EIE opera da anni nella progettazione e realizzazione di telescopi per la ricerca astronomica, dal VLT al VISTA: circa l'80 % del lavoro è svolto per tale settore. Altre aree di interesse riguardano la tecnologia dei materiali compositi e la produzione di macchine industriali. Il grande bagaglio tecnico-scientifico accumulato ha permesso alla Società di partecipare a commesse per la realizzazione dei più grandi telescopi mondiali.

EIE ha recentemente realizzato il prototipo di una delle 64 radioantenne astronomiche del progetto ALMA, che verranno installate nel deserto di Atacama in Cile: è in attesa di conoscere l'esito della gara di assegnazione del contratto di produzione.



MICROGATE (intervista a Roberto Biasi)

Elettronica per specchi secondari adattivi

Microgate, sin dalla sua nascita ha partecipato agli studi sulle ottiche adattive applicate a specchi secondari di telescopi di grandi dimensioni. La collaborazione scientifica con Piero Salinari dell'Osservatorio di Arcetri ed ingegneristica con l'Ing. Gallieni di ADS è stata assai proficua. Si è giunti infatti alla progettazione e alla realizzazione dei sistemi elettronici per gli specchi secondari adattivi di LBT. Inizialmente Microgate ha realizzato le simulazioni al computer del sistema per gli specchi secondari di LBT; è stato poi costruito un piccolo prototipo che ha partecipato alla gara di appalto, vincendola, in competizione con quello fabbricato da una grande industria americana.

La sfida tecnologica di realizzare un sistema elettronico di controllo così sofisticato è stata vinta grazie alla capacità di scienziati e tecnici italiani di creare idee nuove e per certi versi "sconvolgenti": basti pensare che solo qualche anno fa la realizzazione pratica di specchi secondari adattivi per LBT era considerata quasi una chimera.

Passione, motivazione e capacità di affrontare i vari problemi da molteplici punti di vista sono state le carte vincenti per rendere l'ottica adattiva di ultima generazione una splendida realtà su LBT.

Microgate è attualmente impegnata anche nel progetto ALMA (controllo e movimentazione delle antenne), nel settore della radioastronomia. Microgate produce inoltre sistemi professionali di cronometraggio e sensori per misure di conteggi di fotoni, utilizzati non solo in astronomia ma anche nell'ambito della biologia, della medicina e negli studi sulla crittografia quantistica.





TOMELLERI (intervista a Raffaele Tomelleri)

Progettazione e costruzione di: Supporti idrostatici dei due assi di azimuth ed elevazione, delle corone dentate e dei dispositivi di bloccaggio automatico degli strumenti e della campana di alluminatura. Progettazione degli "hardpoint" di supporto degli specchi primari. Costruzione dei due strumenti al primo fuoco.

La TOMELLERI ha partecipato al Progetto LBT fin dai primi studi di fattibilità in relazione ai meccanismi, alle parti meccaniche di precisione e ai supporti idrostatici, sempre in stretta collaborazione con l'Osservatorio Astrofisico di Arcetri.

La scelta di sostenere idrostaticamente le due strutture degli assi principali, interponendo un film d'olio tra le parti in movimento, ha presentato diversi problemi in considerazione delle grandi dimensioni delle guide e delle enormi masse da supportare pari a circa 700 Ton., ma ha permesso di annullare gli attriti e di ottenere una elevata rigidità, condizioni essenziali per assicurare una elevata precisione di movimento.

Gli "hardpoint", disposti a costituire un esapode, sono risultati un concentrato di componenti e di soluzioni meccaniche del tutto speciali in grado di movimentare e sostenere rigidamente gli specchi principali, misurandone con precisione il carico assiale senza introdurre valori apprezzabili di coppie e forze di disturbo. Il sistema di bloccaggio automatico degli strumenti, di tipo irreversibile, è stato progettato e realizzato per assicurare una elevata ripetibilità di posizionamento degli strumenti.

La TOMELLERI, è costantemente impegnata nella ricerca e nello sviluppo di nuovi prodotti nella meccanica di precisione e dei relativi software, ed ha partecipato anche al progetto del Telescopio Nazionale Galileo per il quale è attualmente chiamata ad interventi di aggiornamento, sia nella parte meccanica che elettrica, e nella progettazione di nuovi strumenti come lo strumento GIANO.



ADS INTERNATIONAL (intervista a Daniele Gallieni)

Studio di fattibilità e progettazione del sistema meccanico di rotazione dell'edificio, dei sistemi di sollevamento interni, delle celle degli specchi primari e della campana di alluminatura, dei derotatori, dei supporti rotanti delle ottiche ausiliarie, del sistema di lavaggio specchi primari, del sistema di protezione degli specchi primari. Costruzione dei sistemi dei supporti attivi degli specchi terziari, e della parte opto-meccanica e termica degli specchi secondari adattivi.

ADS è una società di ingegneria nata nel 1982. Ha partecipato alla progettazione di importanti componenti sia per il Telescopio Nazionale Galileo che per LBT. In particolare per quest'ultimo, ADS ha seguito la fase di studio ingegneristico, il progetto meccanico di LBC, la progettazione e la realizzazione dei sistemi di movimentazione degli specchi secondari detti "esapodi", dei supporti attivi degli specchi terziari e degli specchi secondari adattivi.

ADS è cresciuta con la sua partecipazione al progetto LBT: la notevole esperienza maturata in questo campo ha permesso alla Società di partecipare sia a gare di appalto per altri importanti progetti in campo astronomico ma anche di fornire consulenza per la progettazione ad altre aziende del settore.

ADS ha soprattutto maturato la tecnologia specifica degli specchi secondari adattivi, nata circa 10 anni fa dallo stimolo scientifico di Piero Salinari dell'Osservatorio di Arcetri. Lunghe fasi di progettazione e numerosi prototipi sono stati realizzati per giungere alla prima applicazione completa e funzionante delle ottiche adattive, installate sul telescopio MMT. La nuova generazione di tale sistema di correzione delle immagini, ancora più evoluta e performante, è integrata per la prima volta negli specchi secondari di LBT. E' sicuramente un punto di arrivo per la tecnologia in questo settore e una solida base di partenza per applicazioni sui futuri telescopi di grandissima apertura (20, 30 ed anche 100 metri).

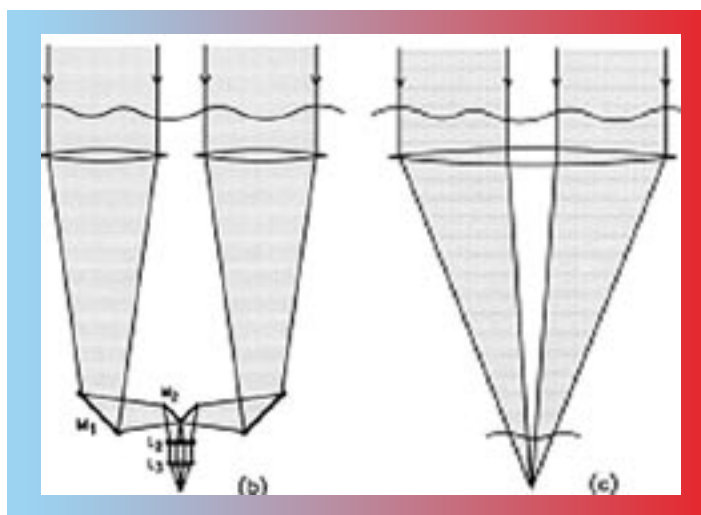
LBT E L'INTERFEROMETRIA

Il Large Binocular Telescope è stato ideato e realizzato con la sua caratteristica struttura di binocolo per sfruttare al massimo le potenzialità offerte dai due grandi specchi con cui è equipaggiato. Con questa particolare montatura meccanica, infatti, la luce raccolta da ciascuno di essi può venire combinata utilizzando la tecnica detta interferometria.

Tale procedimento è utilizzato in astronomia da anni con successo su radiazioni di lunghezza d'onda diversa, in radioastronomia, ma è ai suoi primi passi per le osservazioni nel campo della luce visibile.

L'unicità di LBT, per la sua peculiare costruzione, è quindi quella di poter restituire immagini anche in modalità interferometrica, ottenendone il massimo in termini di sensibilità e risoluzione spaziale, ovvero capacità di dettaglio, pur con una configurazione ottica relativamente semplice.

LBT è un interferometro alla Fizeau (dal nome del fisico francese che per primo propose tale tecnica) che permette di sovrapporre la luce proveniente dai due rami ottici in un'unica immagine (figura a sinistra). Questa modalità permette ad LBT di osservare i dettagli di oggetti astronomici con la qualità di un telescopio avente uno specchio singolo del diametro di 22,8 metri, oggi irrealizzabile (figura a destra).



Un'altra importante caratteristica di questo sistema è l'elevata ampiezza del campo di vista ottenibile: svariate decine di volte maggiore rispetto ad un interferometro tradizionale. Analizzare estese porzioni di cielo e dei corpi celesti in esse contenuti, sarà così molto più rapido ed efficiente e avverrà con una grandissima capacità di dettaglio.

Per ottenere immagini ad alta risoluzione in modalità interferometrica è necessario correggere gli effetti dovuti alla propagazione della luce attraverso l'atmosfera. Per questo motivo LBT è dotato di un sistema di correzione adattiva molto avanzato che utilizza specchi secondari adattivi, sviluppati appositamente.

L'elevata qualità delle immagini ottenute in modalità interferometrica permetterà di analizzare in dettaglio la struttura delle galassie molto lontane oppure i nuclei delle galassie più vicine, ricercando al loro interno la eventuale presenza di buchi neri di grandissima massa. Lo studio dei sistemi planetari in formazione e l'osservazione diretta di pianeti extrasolari sono altri due campi in cui l'applicazione delle tecniche interferometriche di LBT potrà far compiere importanti progressi alla ricerca astrofisica.

LE OTTICHE ADATTIVE DEL LARGE BINOCULAR TELESCOPE

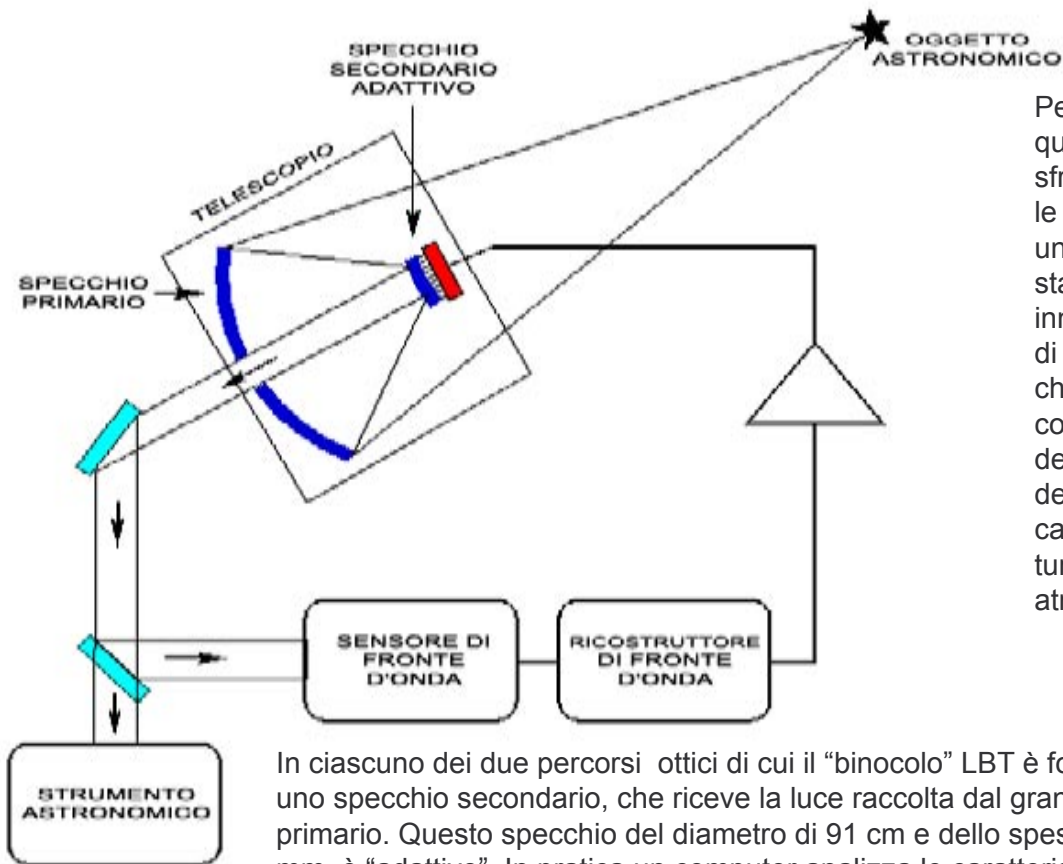
Il livello di dettaglio di un'immagine astronomica dipende, fra gli altri, da due importanti fattori: le dimensioni dello specchio principale del telescopio in uso e la continua turbolenza dell'atmosfera terrestre.

Il *potere risolutivo* di un telescopio misura il livello di dettaglio ottenibile e la sua capacità di dare un'immagine separata di due corpi celesti molto vicini.

Esso migliora tanto quanto maggiore è il diametro dello specchio principale: più grande è lo specchio e maggiore è non solo la *quantità di luce che si raccoglie*, ma anche il livello di dettaglio ottenibile. Il Large Binocular Telescope, con i suoi due specchi da 8,4 metri, avrà prestazioni analoghe a quelle di uno strumento con uno specchio singolo da 22,8, oggi non realizzabile.

Attualmente LBT è quindi il più potente, nel senso di capacità di dettaglio, singolo telescopio mai costruito. Per quanto riguarda invece la *turbolenza atmosferica* essa limita i miglioramenti della qualità delle immagini offerte da ottiche sempre più grandi.

La situazione è analoga a quella di provare a leggere una scritta posta sul fondo di una piscina mentre sta soffiando un forte vento che ne increspa la superficie. Osservare la luce delle stelle attraverso l'atmosfera terrestre presenta problemi simili: l'immagine di un corpo celeste risultante da una lunga osservazione viene "spalmata" dall'azione dell'atmosfera su un'area maggiore di quanto il potere risolutivo del telescopio permetterebbe. In questo modo si perde il livello di dettaglio, più o meno a seconda delle condizioni di turbolenza atmosferica.



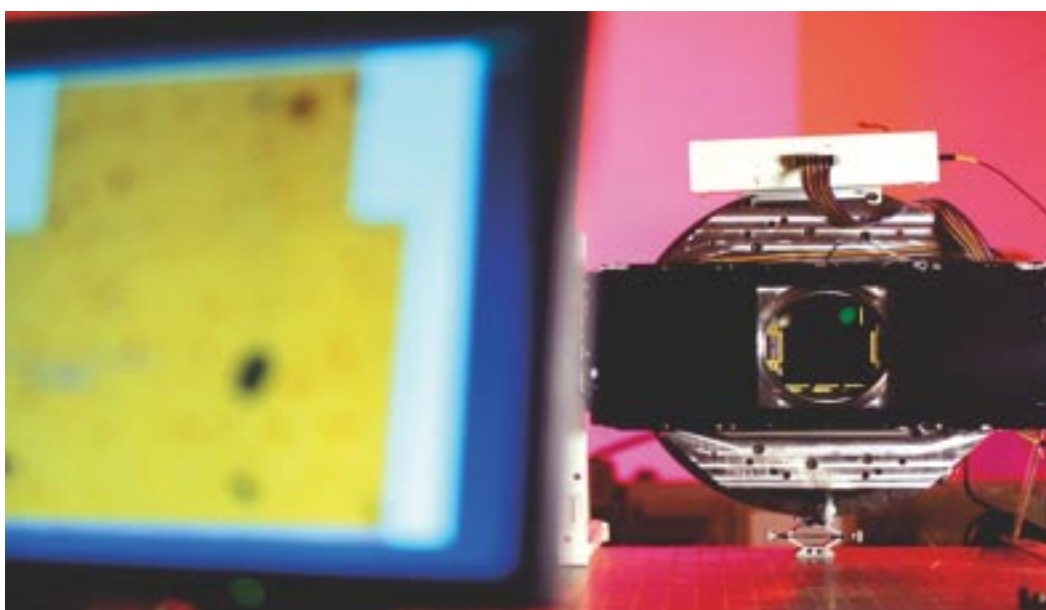
Per compensare quest'effetto e sfruttare a fondo le caratteristiche uniche di LBT è stato sviluppato un innovativo sistema di ottiche adattive che permette di compensare il deterioramento delle immagini causato dalla turbolenza atmosferica.

In ciascuno dei due percorsi ottici di cui il "binocolo" LBT è formato, è posto uno specchio secondario, che riceve la luce raccolta dal grande specchio primario. Questo specchio del diametro di 91 cm e dello spessore di soli 1,6 mm, è "adattivo". In pratica un computer analizza le caratteristiche dell'onda luminosa che giunge al telescopio, rilevandone le irregolarità dovute alla turbolenza atmosferica e, in tempo reale, viene generata una deformazione dello specchio secondario che compensa perfettamente l'azione del continuo agitarsi dell'atmosfera. Fino a 2000 correzioni al secondo vengono inviate ai 672 attuatori elettromeccanici che modellano la forma dello specchio per ottenere la massima qualità delle immagini prodotte da LBT.

LE LARGE BINOCULAR CAMERA DI LBT

Le Large Binocular Camera, LBC, sono strumenti di progettazione e costruzione italiana, sospesi tramite bracci mobili sopra ciascuno dei due specchi principali di LBT.

Le due LBC, che sono, sostanzialmente, sofisticatissime macchine fotografiche digitali, montano varie lenti ottiche (6) del diametro massimo di 81 centimetri per mettere a fuoco le immagini su di un rivelatore CCD di ben 37 milioni di pixel. La parte contenente il rivelatore è raffreddata, tramite un circuito ad azoto liquido, a una temperatura costante di -100°C per ridurre al minimo il “rumore elettronico” dei rivelatori e consentire la massima sensibilità.



Le due camere LBC possono osservare il cielo in cinque “bande” di colori differenti, dall’ultravioletto e blu la prima, chiamata LBC-blu, al verde, rosso e vicino infrarosso la seconda, chiamata LBC-rossa.

In particolare le sei lenti che costituiscono l’ottica di LBC-blu sono di quarzo. La maggiore di queste lenti ha un diametro di 81 centimetri per un peso di 100 chilogrammi circa ed è la più grande mai realizzata nel campo dell’astronomia con questo materiale.

Il quarzo trasmette anche le radiazioni ultraviolette, a differenza del comune vetro ottico, generalmente usato, che invece le assorbe. Perciò LBC-blu possiede una sensibilità unica nelle osservazioni in ultravioletto.

LBC è stata progettata e assemblata in Italia, con una felice cooperazione fra Istituti INAF (gli Osservatori Astronomici di Roma, Arcetri, Padova e Trieste), e diverse industrie nazionali ed europee. In particolare, la realizzazione dei disegni tecnici e della meccanica ha visto impegnate le ditte ADS (Lecco) e Tomelleri (Verona), la Skytech (La Spezia) ha curato la parte elettronica e infine la Forestal (Roma) ha curato la realizzazione del raffreddamento criogenico.

Le caratteristiche delle LBC, ovvero la possibilità di raccogliere immagini anche in luce ultravioletta e il grande campo di vista disponibile, ne fanno lo strumento ideale per una serie di ricerche all’avanguardia nell’astrofisica attuale. Fra le indagini più attese sono gli studi sui raggruppamenti (clustering) di galassie lontane, le cui immagini possono essere ottenute grazie alle capacità congiunte di LBC e del telescopio LBT, e sulle stelle Supernovae ai confini dell’Universo conosciuto.

ASTRONOMIA DA TERRA E DALLO SPAZIO, UN BREVE CONFRONTO

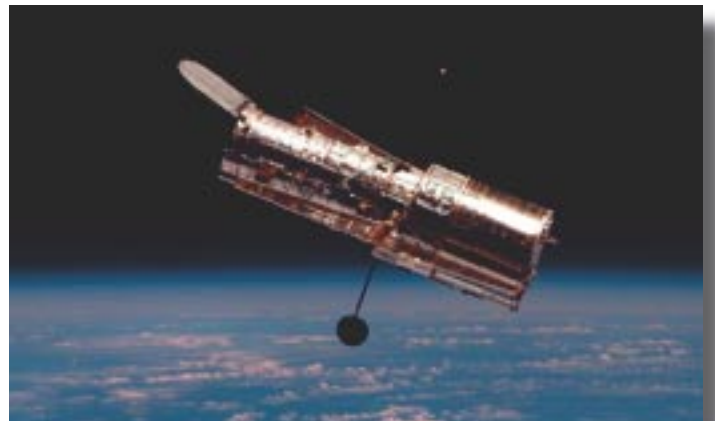


Attualmente, per studiare l'Universo possiamo utilizzare strumentazione da Terra oppure dallo spazio. Fra i due modi di osservazione non ne esiste uno "migliore", ognuno di essi presenta vantaggi e svantaggi. Entrambi sono fondamentali e si integrano perfettamente fra loro.

I costi di progettazione e costruzione di strumenti astronomici terrestri sono nettamente inferiori, a parità di caratteristiche, rispetto ai sistemi spaziali. Non va inoltre trascurata, per questi ultimi, l'elevata percentuale di rischio connessa alle operazioni di lancio e messa in esercizio di tali apparati, inesistente invece per gli strumenti a Terra.

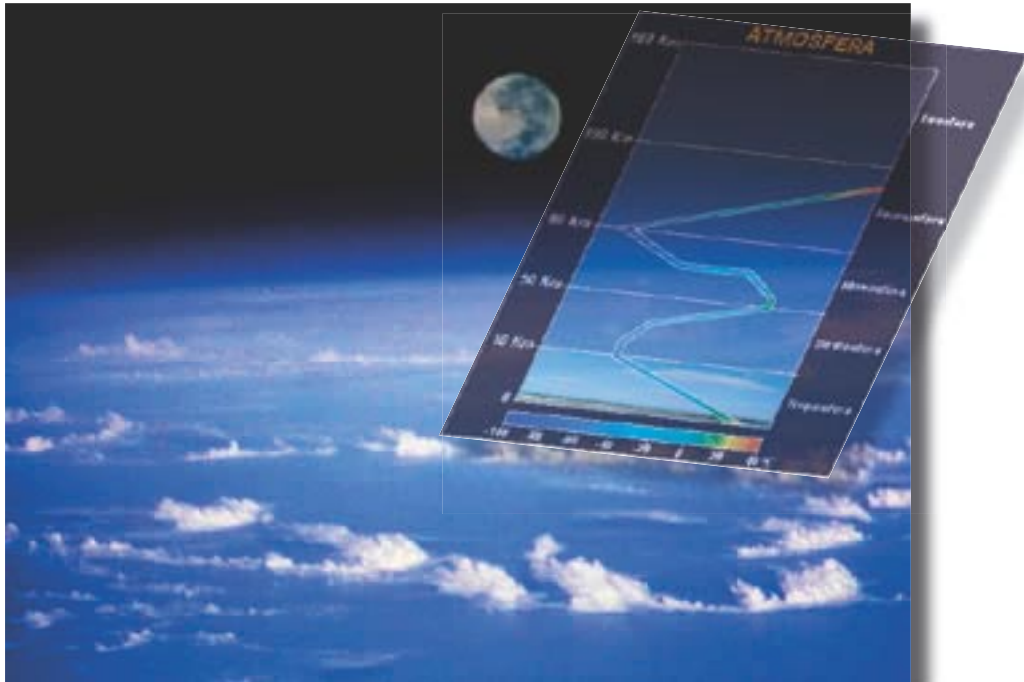
Satelliti e sonde spaziali sono pressoché impossibili da riparare o solo aggiornare in qualche loro componente. Le uniche, pionieristiche, missioni di riparazione compiute con lo Space Shuttle sul telescopio orbitante Hubble hanno richiesto mesi di preparazione e costi elevatissimi.

Al contrario la strumentazione da Terra, che è spesso concepita come vero e proprio "laboratorio operativo", viene sottoposta a continue migliorie sfruttando l'esperienza maturata durante il suo utilizzo.



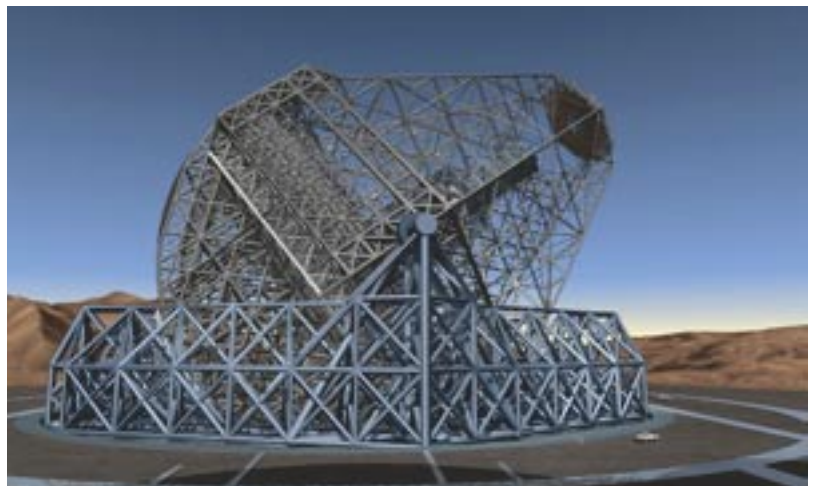
Di fronte a questi evidenti svantaggi, l'astronomia dallo spazio fornisce però la possibilità di osservare l'Universo senza il "filtro" che l'atmosfera effettua sulle radiazioni elettromagnetiche che provengono dagli oggetti celesti. Solo con lo sviluppo dell'aeronautica è nata l'astronomia nei raggi X, ultravioletti e gamma, altrimenti impossibile da realizzare con strumenti terrestri. L'atmosfera insomma ci fa perdere informazione importante. Da terra possiamo vedere solo parte dei segnali, e quindi di informazione, che ci arrivano da stelle e galassie. Andando nello spazio con gli osservatori orbitanti possiamo recuperarla e ricostruire i fenomeni fisici che l'hanno prodotta.

L'atmosfera, con le sue turbolenze, crea un ulteriore problema: l'immagine di un corpo celeste risultante da una lunga osservazione a terra viene "spalmata" su un'area maggiore di quanto il potere risolutivo del telescopio permetterebbe. In questo modo si riduce sensibilmente il livello di qualità e dettaglio dell'immagine risultante.



Tutto ciò non accade nello spazio: il Telescopio Spaziale Hubble, pur con uno specchio principale del diametro di "soli" 2,4 metri, e quindi con un potere risolutivo limitato da questo valore, fornisce ancora oggi immagini estremamente nitide anche di oggetti astronomici deboli e distanti proprio perché non è soggetto all'azione dell'atmosfera.

Le cose comunque stanno cambiando. Gli effetti della turbolenza atmosferica possono essere compensati grazie a sistemi di ottiche adattive recentemente sviluppati. Anche LBT utilizza una nuova generazione di ottiche adattive, raggiungendo una qualità di immagini, si stima, almeno dieci volte più definite di quelle fornite da Hubble. Bisogna inoltre considerare che solo da terra si potranno costruire entro pochi anni telescopi di enormi dimensioni con diametri che possono arrivare fino a 100 m in grado quindi di osservare principalmente nella banda ottica (e vicino infrarosso) sorgenti 10 volte più deboli.



Overwhelmingly Large - OWL - Telescope (ESO)

In conclusione l'astronomia da terra ci permette, a costi relativamente bassi, massima flessibilità, semplicità ed economicità di esercizio e possibilità di aggiornamento degli strumenti. L'Astronomia dallo spazio ci permette di vedere tutti i "colori" dell'Universo, e quindi osservare fenomeni fisici, che avvengono in stelle e galassie, che da terra non possiamo in nessun modo rivelare per l'azione filtrante dell'atmosfera.

Entrambi i modi di osservazione sono quindi necessari e complementari per ricostruire il grande "puzzle" dell'Universo.