



Rapporto sulle osservazioni e pubblicazioni

dal 2006 al 2018

F. Cusano, R. Speziali, A. Rossi

Introduzione

Qual'è lo scopo di questo documento?

In questo report vengono analizzati vari aspetti legati all'attività osservativa presso il Large Binocular Telescope una delle facility osservative di INAF che ne sfrutta il 25% del tempo osservativo.

In particolare: verrà accennata una cronistoria della strumentazione ad LBT con le relative modalità gestionali; prodotte alcune statistiche sui risultati prodotti dalle osservazioni del Team LBT-Italia, che gestisce il tempo osservativo dedicato al nostro Istituto; effettuate delle considerazioni relative alle pubblicazioni ottenute dalla prima luce del telescopio ad oggi.

LBT-Italia e' strutturato in tre componenti principali rappresentate dal direttore, da un team che si occupa della gestione e della esecuzione delle osservazioni e infine da un gruppo dedicato alla riduzione dei dati LBT.

Va aggiunto un breve paragrafo sulla struttura di LBT-Italia?

Breve cronistoria della strumentazione di LBT

LBT prevede tre categorie di strumentazione:

- **Facility instruments** sono LBC, MODS e LUCI. Sono gli strumenti che sono stati realizzati dai partner e successivamente consegnati e dati interamente in gestione ad LBTO. Il tempo osservativo di questi strumenti binoculari è gestito da ogni partner in modalità classica, cioè effettuando le osservazioni al telescopio nei run allocati a ciascuno dei partner durante l'anno.
- **PI instruments.** PEPSI è attualmente il PI instrument di LBT. E' gestito dal team dello strumento e i partner hanno accesso al tempo osservativo tramite accordi con il PI della strumento e cessione di tempo osservativo.
- **Strategic instrument.** LBTI ed ARGOS. sono disponibili per osservazioni su base collaborativa dei partner con il team dello strumento.

LBT-Italia gestisce l'accesso al tempo osservativo di tutte le categorie di strumenti LBT tramite call for proposal. Mentre le osservazioni con i facility instrument vengono eseguite materialmente da un team di osservatori presso LBT, le richieste per i PI e gli strategic instruments vengono di volta in volta gestite da LBT-Italia in accordo con il personale di LBTO che esegue le osservazioni con i team degli strumenti.

LBC

Il primo strumento ad essere montato ad LBT è stata la camera a largo campo sviluppata da INAF ed installata al primo fuoco del telescopio destro di LBT. LBC-Blue è andata in prima

luce nell'ottobre 2006 concludendo la fase di collaudo dopo due mesi di osservazione nel dicembre dello stesso anno.

La camera sorella, LBC-Red montata sul telescopio di sinistra, l'ha seguita circa due anni dopo dando luogo al primo strumento binoculare di LBT con l'inizio delle osservazioni contemporanee sui due canali nel marzo 2008.

LBC-BIN ha quindi coperto i primi anni di attività scientifica di LBT essendo l'unico strumento funzionante fino a fine 2008 quando è stato installato il secondo strumento di LBT.

LUCI

A settembre 2008 è stato installato lo spettrografo infrarosso LUCI-1 ad uno dei tre rotatori nasmyth posti sul lato sinistro della piattaforma del fuoco gregoriano piegato. LUCI-1 è stato reso disponibile alla comunità scientifica dopo circa un anno di commissioning, nel settembre 2009.

L'installazione del secondo canale, LUCI-2, è avvenuto 4 anni dopo nel luglio 2013 ed è divenuto operativo scientificamente nel 2015. Nel 2011, e durante le prime operazioni di LUCI-2, LUCI-1 è stato smontato due volte dal telescopio per effettuare degli upgrade ritardando la possibilità di osservazioni binoculari fino al periodo 2017A.

MODS

Il primo spettrografo nel visibile MODS-1 è stato installato al fuoco gregoriano diretto del telescopio nel 2009 ed è stato reso disponibile ai partner per osservazioni scientifiche dal periodo 2011B (da settembre 2011). Il gemello MODS-2, è stato installato nel 2014A ed è stato reso disponibile dal 2015B (settembre 2015) permettendo le prime osservazioni binoculari nel gennaio 2016.

Modalità osservativa “ibrida”

Dal periodo 2014A è stata offerta alla comunità la possibilità di effettuare osservazioni combinando LBC-R sul braccio destro del telescopio e MODS-1 o LUCI-1 sul braccio sinistro, in una modalità chiamata pseudo-monoculare. In questo modo si sono rese possibili osservazioni fotometriche e spettroscopiche simultanee. Nei successivi anni è stata resa disponibile la modalità’ pseudo-monoculare opposta cioè con LBC-B da un lato e uno strumento a scelta tra MODS-2 e LUCI-2.

PEPSI e LBTI

Gli strumenti non facility offerti alla comunità italiana sono due, PEPSI e LBTI. La richiesta del tempo osservativo viene gestita da LBT-Italia, ma la richiesta del materiale osservativo e la gestione delle osservazioni viene operata dai PI degli strumenti. PEPSI ha iniziato le osservazioni nel 2015B (da settembre 2015) e la modalità polarimetrica ha visto la prima luce nel settembre 2017.

LBTI ha iniziato le prime osservazioni nel 2013. Per questi due strumenti non abbiamo informazioni circa il numero di proposte italiane osservate, il numero di ore di open shutter on target e tempo perso per motivi tecnici o meteo.

PISCES

Osservazioni ad alta risoluzione spaziale sono state effettuate soprattutto accoppiando le ottiche adattive montate sul lato sinistro del telescopio con la camera ad alta risoluzione PISCES. Sono stati dedicati solo due run speciali a queste osservazioni, uno nel 2012 e l'altro nel 2013 per un totale di 13 notti assegnate. Successivamente la camera è stata smontata per lasciare posto ad altra strumentazione.

OTTICA ADATTIVA

A partire dal 2016 ad oggi LUCI-1 e LUCI-2 grazie alla camera N30 possono effettuare, accoppiate con le ottiche adattive dei due lati del telescopio, osservazioni ad alta risoluzione spaziale. Osservazioni di questo tipo, LUCI+AO, sono iniziate per INAF a partire dall'anno osservativo 2016/17.

ARGOS

ARGOS è un sistema di quattro laser ad alta potenza che consente di ottenere una correzione della turbolenza atmosferica negli strati più prossimi al telescopio, una correzione chiamata in gergo ground layer correction. Il sistema di ottiche e laser ARGOS accoppiato con la camera N3.75 di LUCI consente di ottenere una riduzione del seeing di un fattore 2 su un campo di 4'x4', permettendo di ottenere una FWHM in banda K di soli 0.2'' (Fan et al. 2019). Il commissioning di ARGOS è durato più di 100 giorni e viene ora offerto dal 2018A ai partner con osservazioni in blocchi separati e gestite da LBTO.

Strumento	prime oss. Mono	prime oss. Bino	Montato	stop per upgrade
LBC-B	ottobre 2006	marzo 2008	2004	
LBC-R	gennaio 2008	marzo 2008	2007	
MODS-1	settembre 2011	gennaio 2016	2009	
MODS-2	settembre 2015	gennaio 2016	febbraio 2014	
LUCI-1	settembre 2009	febbraio 2017	settembre 2008	2011 e 2015
LUCI-2	settembre 2015	febbraio 2017	luglio 2013	

PEPSI	settembre 2015			
LBTI	2013	2015		
LUCI-AO	marzo 2016	febbraio 2017	2015	

Tabella 1: riassunto delle date importanti per gli strumenti LBT

Statistiche osservazioni tempo INAF

Prima del 2010 il tempo osservativo a LBT è stato assegnato principalmente per il commissioning degli strumenti e soprattutto delle camere LBC. A partire dal 2010 ad oggi il tempo osservativo INAF ad LBT viene gestito tramite una call for proposal interna. In un primo momento le call for proposal erano relative ad un periodo osservativo semestrale. A partire dal 2014 in poi le call sono state per un periodo osservativo annuale.

Ai fini della nostra indagine per poter stabilire delle relazioni più precise tra i vari parametri osservativi e i paper pubblicati, ci siamo concentrati solo sul periodo che va dal gennaio 2010 ad oggi. Non siamo a conoscenza, infatti, di registrazione di osservazioni o scrittura di log prima del 2010, quindi la nostra analisi si è concentrata sui dati ottenuti dal periodo 2010A ad oggi.

Per cominciare partiamo dal tempo osservativo INAF a disposizione ad LBT. Le ore osservative assegnate ad INAF per l'uso degli strumenti facility (LBC, MODS e LUCI) nel periodo di 8 anni di questa indagine sono in media 432 ore per anno, corrispondenti a circa 43 notti osservative per anno. La fluttuazione del numero di notti assegnate ad INAF e agli altri partner dipende in maniera principale soprattutto dalla quantità di notti allocate per il commissioning dei vari strumenti. Ad esempio nel 2010 e nel 2011 le notti assegnate ad INAF sono state meno rispetto alla media, di preciso circa 30-35 notti, per dare ampio spazio ai commissioning degli strumenti LUCI-1 e MODS-1. In merito al tempo osservativo effettivo, in media per anno si perdono circa 183 ore a causa di condizioni metereologiche avverse pari al 42% del tempo totale disponibile e 26 ore per problemi tecnici dovuti al telescopio o agli strumenti pari al 6% del tempo totale. Restano quindi un numero medio di ore effettive per osservazioni per anno di 223 ore pari al 52% del tempo totale disponibile ad INAF, un totale quindi di circa 22 notti osservative effettive per anno. Di questo tempo osservativo disponibile abbiamo una media di open shutter on target di 117 ore per anno, dove per open shutter on target si intendono ore di osservazione effettive solo sul target scientifico. Questi e altri dati sono riassunti in Tabella 2.

Per un'analisi più dettagliata abbiamo suddiviso il tempo totale INAF di open shutter on target dal 2010 e a partire dalla prime osservazioni per strumento ottenendo una media di 30 ore/anno per LBC, 55 ore/anno per MODS e 42 ore/anno per LUCI. Il dettaglio delle ore di open shutter per periodo osservativo e per strumento è mostrato in Figura 1. In percentuale sul totale di ore open shutter a partire dal 2010 ad oggi abbiamo un 29% per LBC, 38% per MODS e 33% per LUCI. Abbiamo quindi su larga scala un tempo osservativo che è diviso in

maniera quasi simile sui tre strumenti facility, ma notiamo che MODS in alcuni anni è stato lo strumento prevalente. Ciò è dovuto ad un effetto combinato di un'alta richiesta di ore osservative per MODS e a problemi tecnici agli altri strumenti, soprattutto riguardanti LUCI.

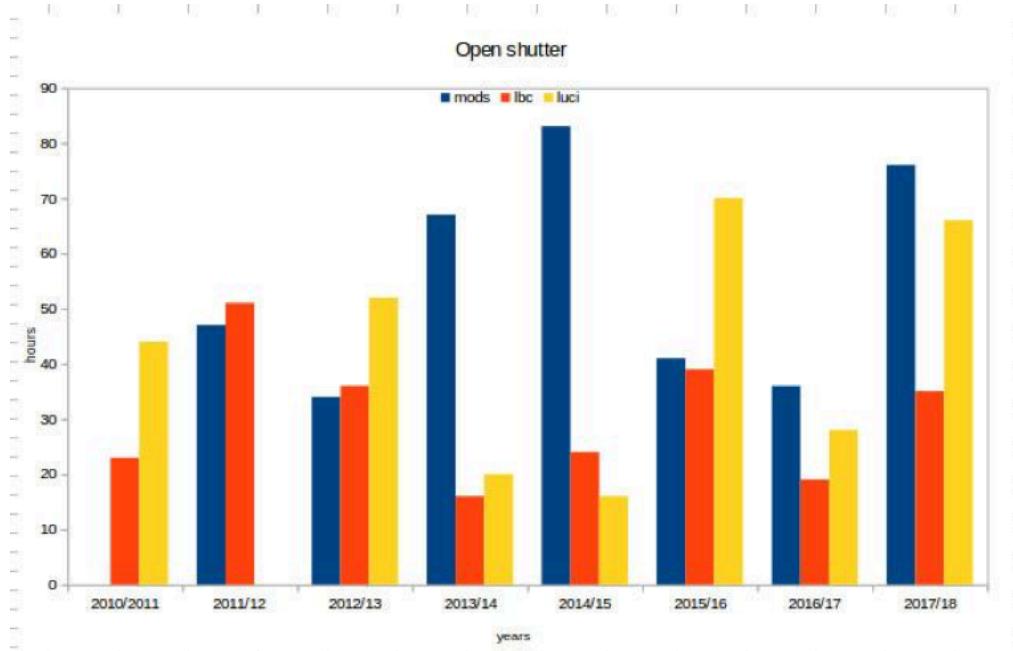


Fig.1: Tempo open shutter on target suddiviso per anno e per strumento. In rosso LBC, giallo LUCI e blu MODS.

Pubblicazioni ottenute con dati INAF

Sino ad oggi si contano un totale di 89 paper referati attribuibili alle osservazioni effettuate sul tempo INAF a LBT. Queste pubblicazioni rappresentano il 26% del totale di tutte le pubblicazioni ottenute con dati LBT da tutti i partner . Il primo paper INAF risale al 2007 (Beccari et al. 2007) ed è stato ottenuto con dati del commissioning di LBC-B, il primo strumento montato al telescopio. LBC-B è stato montato al primo fuoco del braccio sinistro di LBT ed ha effettuato le sue prime osservazioni durante il commissioning a fine 2006. Come detto nella sezione precedente abbiamo per circa tre anni solo strumenti per imaging nell'ottico, le due camere LBC, e quindi tutti i paper relativi a dati 2007-2010 sono stati ottenuti con le camere LBC. Il primo paper INAF con dati spettroscopici è stato ottenuto da dati LUCI ed è del 2012 (Magrini et al 2012), esattamente si tratta di un paper ottenuto da osservazioni spettroscopiche multi-oggetto (MOS) effettuate nell'anno 2011. Il primo paper MODS è del 2013 (Lardo et al. 2013), anche qui si tratta di un lavoro basato su spettroscopia multi-oggetto con dati acquisiti nel 2012. Considerando che per tre anni, dal 2006 al 2009, l'unico strumento attivo è stato LBC, abbiamo normalizzato il numero di paper INAF ottenuti con uno strumento per gli anni di attività dalla prima luce ad oggi. Le date di messa in opera e prima luce degli strumenti sono riportate in tabella 1. Si ha quindi per anno osservativo una media di 4.6 paper/anno per LBC, 2.4 paper/anno per LUCI, 1.9 paper/anno per MODS e 0.2

paper/anno per LBTI. Ancora non abbiamo nessun paper ottenuto con dati PEPSI. Ovviamente c'è un bias a favore delle osservazioni LBC perché sono state ottenute in un arco di tempo maggiore rispetto alle osservazioni degli altri strumenti. Le pubblicazioni da dati diversi da LBC molto probabilmente sono ancora in lavorazione perché ottenute in un arco temporale più breve. A questo proposito abbiamo calcolato il tempo che intercorre tra la data di acquisizione dei dati scientifici e la loro pubblicazione. La differenza media tra la data di l'acquisizione dei dati per tutti gli strumenti e la data di pubblicazione del paper corrispondente è di circa 2.6 anni con una standard deviation di 1.7 anni. Quindi molto probabilmente molti dei dati acquisiti tra il 2014 e il 2017, ottenuti soprattutto con MODS e LUCI, sono ancora in lavorazione da parte dei PI. La distribuzione della differenza in anni tra la data di pubblicazione e l'acquisizione dei dati è mostrata in Figura 2. Oltre ai paper ottenuti con gli strumenti facility della lista dei paper ne fanno parte quattro ottenuti con dati della camera ad alta risoluzione PISCES accoppiata alle ottiche adattive (AO), più uno ottenuto con dati combinati PISCES + LUCI seeing limited. I dati sono stati acquisiti durante due run speciali dedicati alle osservazioni con PISCES, uno nel 2012 e l'altro nel 2013 per un totale di 13 notti assegnate. L'efficienza di queste osservazioni in rapporto al numero di paper pubblicati è stata quindi molto alta.

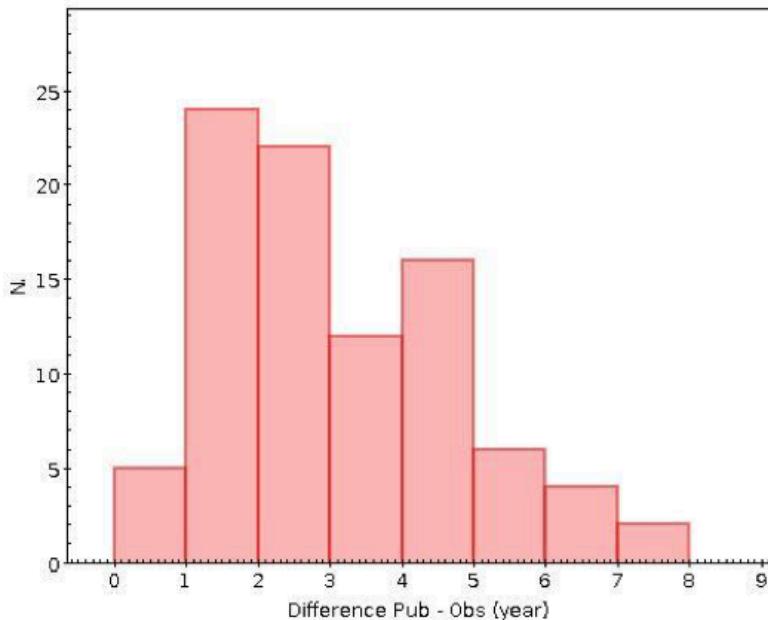


Fig.2: Differenza tra la data di osservazione e pubblicazione in anni.

Per associare il numero di paper refererati alle statistiche osservative INAF descritte nel precedente paragrafo mi soffermo sui paper incentrati su dati acquisiti a partire dal 2010 in poi. I paper ottenuti con dati acquisiti dal 2010 in poi in tutto sono 69, cioè per ogni anno di osservazione si producono in media 8.6 paper INAF. Considerando solo il tempo effettivo

disponibile per osservazioni, ed escludendo l'anno 2018 perché troppo recente per portare ad una pubblicazione, abbiamo un rate di pubblicazione di un paper ogni 23 ore telescopiche. Se invece di riferirci al tempo telescopico disponibile prendiamo in considerazione il tempo open shutter on target il rate di pubblicazione diventa un paper circa ogni 12 ore di open shutter on target.

Il totale dei 69 paper si suddivide per strumento in questo modo: 31 per LBC, 11 per MODS e 19 per LUCI (6 imaging e 11 spettroscopia). La distribuzione del numero di paper per strumento e per anno di osservazione è mostrata in Figura 3. Gli 8 paper rimanenti sono stati ottenuti quattro con PISCES+AO, 1 con LBTI e 3 con il forerunner instrument di SHARK. Normalizzando il numero di pubblicazioni suddivise per strumento e le ore on target per strumento si ottiene il rate di pubblicazione per facility instrument per ore di open shutter on target. Utilizzando i dati forniti in precedenza si ha quindi una media di 7.6 ore/paper per LBC, 28 ore/paper per MODS e 14.3 ore/paper per LUCI. Ciò vuol dire che per ottenere un paper basato su dati MODS occorre il doppio del tempo osservativo che per un paper basato su dati LUCI. Nella maggior parte dei casi le ore on target di LBC sono state ottenute come osservazioni binoculari, quindi il rate di pubblicazioni per open shutter on target per LUCI e LBC è abbastanza equivalente.

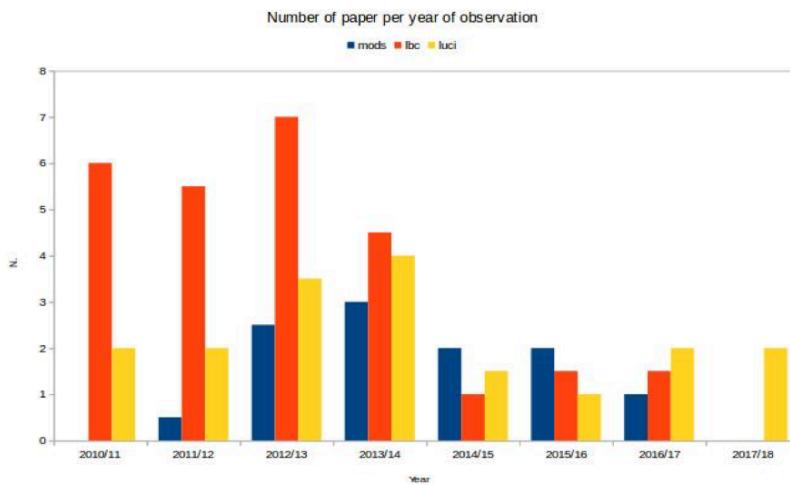


Fig.3: Numero di pubblicazioni per periodo di osservazione e per strumento.

Considerando anche che MODS è disponibile per osservazioni solo dalla fine del 2011 le ore di open shutter on target sono molto elevate, sono circa il 45 % del totale a partire dal 2011 (vedi Figura 2). C'è da capire quindi il perché' di questa discrepanza tra MODS e gli altri due facility instrument nel rate di pubblicazione. Una prima ipotesi è che molti paper basati su dati MODS sono molto probabilmente ancora in lavorazione. Infatti considerando il tempo medio, descritto nel primo paragrafo, che intercorre tra acquisizione dei dati e la pubblicazione che va da 1 a 4 anni, è probabile che molti dei dati MODS siano ancora in lavorazione. Ci aspettiamo quindi nei prossimi anni una impennata delle pubblicazioni INAF basate su dati spettroscopici MODS. Sarebbe comunque importante avere un feedback dai PI che hanno avuto dei programmi MODS completati o quasi completati (eseguito >70 % del

tempo richiesto), per sapere se sono in fase di pubblicazione o i dati non sono di qualità sufficiente per pubblicare. Si può aggiungere inoltre che in alcuni casi dai dati ottenuti in anni meno recenti soprattutto con gli strumenti LBC e LUCI sono stati pubblicati diversi lavori nel contesto di survey e progetti in continuo aggiornamento. Ad esempio dalle osservazioni acquisite nel contesto del programma LUCI del 2012B del PI La Franca, sono state ottenute quattro diverse pubblicazioni nel corso degli anni. Lo stesso per le survey LBC a nome di vari PI nel periodo 2010-2014 nei campi del HST frontier field e Virgo cluster che hanno portato alla pubblicazione di numerosi paper.

Richieste osservative e completamento programmi

Dal 2010 la richiesta di tempo telescopico LBT viene effettuata tramite una call for proposal che fino alla prima metà del 2013 è stata semestrale e poi a partire dalla seconda metà del 2013 è stata annuale. I proposal vengono valutati da un TAC che assegna delle priorità a secondo della rilevanza scientifica delle osservazioni. Possono accedere alla richiesta di tempo i PI afferenti a INAF e ad università italiane. Il numero medio di proposal per anno è di 45, con una richiesta media di 507 ore on target per anno. Considerando le ore effettive disponibili per osservazioni descritte nella sezione precedente, la richiesta di ore osservative eccede di un fattore 3-4 le ore effettivamente disponibili. La richiesta totale di ore (open shutter) di osservazione a partire dal 2010A ad oggi è di 4807 ore, ed è così suddivisa per strumento: 1528 h per LBC, 1115 h per MODS, 1885 h per LUCI, 214 h per LBTO e 65 h per PEPSI. Il numero di ore osservative richieste a partire dal primo anno di attività dello strumento ci dà una media di ore così suddivisa per anno: 153 ore/anno per LBC, 159 ore/anno per MODS, 189 ore/anno per LUCI, 43 ore/anno per LBTO e 22 ore/anno per PEPSI. In Tabella 3 sono riassunte le varie statistiche suddivise per strumento. Più o meno la richiesta di tempo osservativo è equamente distribuita per i tre facility instrument LBC, MODS e LUCI. Passando alla parte osservativa, nessuno dei proposal sottomesso a LBT Italia viene rifiutato, ma la priorità assegnata dal TAC determina quali proposal verranno con buona probabilità osservati. Il nostro main aim è ultimare le osservazioni dei proposal con priorità più alta racchiusi nella categoria “A”. Non sempre è possibile soffermarsi su questo tipo di proposal perché la richiesta di tempo osservativo per i programmi ad alta priorità spesse volte è concentrata in fasce di visibilità molto simili. Ad esempio è mostrata in Figura 4 la distribuzione in ascensione retta della richiesta del tempo osservativo per l'anno 2016/17. Mentre la distribuzione per tutte le fasce di priorità è quasi constante, per i proposal di categoria A il 72% delle richieste è concentrato nello stesso piccolo intervallo di ascensione retta. Per come viene assegnato il tempo osservativo da LBTO a INAF cioè in media una settimana ogni mese e mezzo non è possibile ultimare molti dei programmi ad alta priorità che hanno visibilità simile.

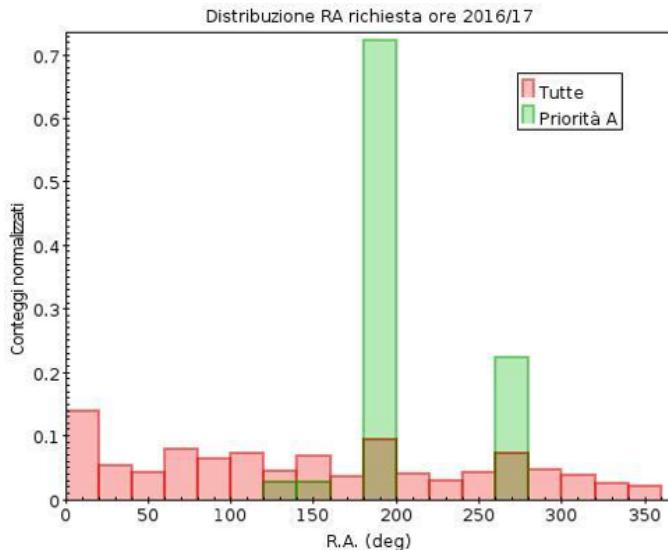


Fig.4: distribuzione della richiesta di ore per l'anno 2016/17. In rosso per tutte le categorie di priorità e in verde per i proposal di categoria A

Altri programmi della fascia “B” e “C” vengono osservati in questi casi. Questi programmi pur non avendo una priorità molto alta hanno dei target in fasce di visibilità non coperte dai programmi di categoria “A”.

Del totale dei programmi osservati nelle varie fasce di priorità abbiamo calcolato il numero di proposal che hanno avuto il programma completato o quasi ($>70\%$ eseguito). Questi ultimi sono 58 in totale tra settembre 2010 e luglio 2018. Quindi la media di proposal completati per anno è di 7.2 (proposal completati)/anno. Per metterli in relazione al numero di pubblicazioni ho considerato un range di tempo più ristretto tra settembre 2010 e luglio 2017, escludendo quindi l'anno osservativo 2017/18 che è ancora troppo recente per aver portato ad una pubblicazione. In questo range i proposal completati sono 48 e tra questi quelli che hanno portato ad una pubblicazione certa sono 24. Da una prima indagine personale risulta che almeno quattro dei PI di cui ancora non si identifica una pubblicazione certa e hanno avuto programmi completati stanno per o hanno sottoposto una pubblicazione ad una rivista con referee. Quindi il rate di pubblicazione per programma completato è di circa il 58%, cioè il 58% dei programmi completati porta ad almeno una pubblicazione, una stima molto simile a quella ottenuta per osservazioni da telescopi ESO (Patat et al. 2016).

C'è da aggiungere che una buona percentuale dei programmi completati che hanno portato ad una pubblicazione certa sono dei Director Discretionary Time (DDT) proposal, affermando un'altra efficienza di questo tipo di proposte.

Come detto in precedenza la differenza media in tempo tra l'acquisizione dei dati e la pubblicazione dell'articolo oscilla tra gli 1 e i 4 anni, quindi molti dei programmi completati dal 2014-15 in poi dovranno portare nei prossimi 1-2 anni ad ulteriori pubblicazioni.

L'introduzione di programmi di backup dal periodo 2014/15 caratterizzati una priorità non molto alta, ma con constraint osservativi molto larghi, ha portato alla pubblicazione di almeno quattro paper referati, consentendo di osservare in condizioni proibitive per altri programmi (e.g. seeing 2", nuvoloso etc) e sfruttando al massimo il tempo telescopico disponibile. La richiesta dei programmi di backup sarà in futuro sempre presente nelle call for proposal in quanto consente di ottimizzare al massimo il tempo telescopico a LBT.

Tabella 2: riassunto dei parametri globali per anno a partire dal gennaio 2010 per LBT Italia

Numero di paper per anno di osservazione	8.6 paper/anno
Numero di proposal completati per anno	7.2 proposal/anno
Numero medio di ore disponibili per anno	432 ore
Numero medio di ore perse per meteo per anno	183 ore
Numero medio di ore perse per problemi tecnici per anno	26 ore
Numero medio di ore disponibili per osservazioni	223 ore
Numero medio di ore open shutter on target per anno	117 ore
Numero medio di ore open shutter richieste per anno	507 ore

Tabella 3: riassunto delle statistiche osservative e delle pubblicazioni suddivise per strumento

	LBC	MODS	LUCI	PISCES -AO	LBTI	PEPSI	Forer unner (SHA RK)
Ore richieste per anno*	153	159	189		43	22	
Ore open shutter per anno*	30.3	54.8	42.3				
Ore open shutter on target per un paper	7.6	28	14.3	12			
Numero paper dal 2010	31	11	19	5	1	0	3
Percentuale paper sul totale dal 2010	45%	16%	28%	6%	1%	0%	4%
Paper per anno	4.6	1.9	2.4	2	0.2		

*dalla prima luce, per LUCI escluse riparazioni