

**CONTRATTO PER LA FORNITURA DELLA STRUTTURA ELETTRICO-MECCANICA
DEL PROTOTIPO DEL PRIMO TELESCOPIO ASTRI E ALL' ACQUISIZIONE DELLE
STRUTTURE DEI 3 PROTOTIPI PER IL MINI-ARRAY ASTRI.
(C.I.G.51418103D7)**

*verifica di conformità in corso d'opera per la milestone "Fine del commissioning al sito
di Serra la Nave e consegna del primo Telescopio (SATR)"
da parte della commissione esterna formata dai Proff. Giulio Ballio e Piero Salinari*

Osservatorio Astronomico di Brera	
22/8/2016	
Titolo	III - 2 - Telescopio ASTRI
Assegnato	DIRETTORE
Assegnatari	R.A. - P. SALINARI

1- Premessa

In data 18 novembre 2013 venne stipulato il contratto tra l'Osservatorio Astronomico di Brera, struttura territoriale dell'I.N.A.F.- Istituto Nazionale di Astrofisica, con sede in via Brera 28, Milano, e l'Associazione Temporanea d'Imprese (A.T.I.), costituita dalla Galbiati Group Srl e dalla EIE Group Srl, di cui è capogruppo la società Galbiati Group con oggetto, in una prima fase, la costruzione della struttura elettro-meccanica del prototipo del primo telescopio ASTRI e la sua installazione nel sito di ricerca dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, ubicato in località Serra La Nave del Comune di Ragalna (CT).

Nel contratto è anche prevista una seconda fase, successiva alla prima, con oggetto la costruzione delle strutture dei tre prototipi per il Mini-Array ASTRI, dopo avere effettuato una revisione del progetto del primo telescopio.

Al contratto erano allegati il piano di remunerazione delle opere eseguite e un cronoprogramma.

Nella primavera del 2014 si è resa necessaria l'introduzione di una variante contrattuale al fine di soddisfare le seguenti necessità:

1. modifica della base di sostegno del telescopio per garantire il corretto posizionamento/allineamento ed un adeguato accesso per manutenzione del dispositivo di misurazione di posizione angolare (encoder di azimut) con relativa analisi ad elementi finiti della nuova configurazione per garantirne il rispetto delle specifiche progettuali;
2. rimozione dell'interferenza meccanica a 0° di elevazione (telescopio verso l'orizzonte) con lo stow-pin (fermo di sicurezza) per seguire le strategie di calibrazione assoluta del telescopio richieste da CTA;
3. modifica del freno motore al fine di accogliere i commenti ricevuti dal comitato di revisione di CTA;
4. modifiche sulle canaline porta-cavi per accogliere la richiesta di collaborazione venuta dal progetto CHEC di CTA;
5. progettazione e realizzazione delle staffe per consentire il montaggio e lo smontaggio degli specchi del telescopio garantendo la sicurezza degli operatori e degli specchi stessi;
6. progettazione e implementazione di un sistema di protezione contro scariche elettriche atmosferiche (parafulmine);
7. adeguamento del progetto di fondazioni per collegamento di messa a terra dell'impianto elettrico.

Tali attività si sono concluse in modo soddisfacente alla fine di dicembre del 29/12/2014 tanto da riconoscere concluse, nella misura del 60%, le attività relative alla milestone SATR- Fine del Commissioning al sito di serra La Nave e consegna del primo telescopio.

Data la complessità delle verifiche necessarie per l'accettazione e presa in carico della struttura del prototipo, con DD 47/2015 del 23 ottobre 2015 è stato attribuito l'incarico di verifica di conformità in corso d'opera per la milestone "Fine del commissioning al sito di Serra la Nave e consegna del

primo Telescopio (SA TR)" ad una Commissione esterna formata dai sottoscritti Proff. Giulio Ballio e Piero Salinari .

Nelle successive riunioni, tenutesi anche per via telefonica, tale Commissione ha potuto seguire in dettaglio le operazioni necessarie alla risoluzione di alcune problematiche riscontrate nella fase di validazione del telescopio, riguardanti in particolare la banda passante del ciclo di posizione dell'asse di elevazione e la precisione e stabilità del puntamento. In particolare tali operazioni hanno riguardato:

- lo smontaggio, il controllo e l'irrigidimento presso la ditta produttrice del sistema meccanico che provvede i movimenti di elevazione ("martinetto"), la necessaria calibrazione del software di controllo, il rimontaggio in sito;
- le verifiche delle accuratezze del telescopio con test di puntamento in cielo;

Il 12 luglio 2016 si è svolta la riunione tecnica finale durante la quale sono stati consegnati da ATI, nella loro forma finale, due documenti:

- CTA - CHERENKOV TELESCOPE PROTOTYPES TELESCOPE TEST REPORT
- PROSPETTO PRODUZIONE PRIMO PROTOTIPO

2- Verifica di conformità

Le numerose misure effettuate sulle proprietà e prestazioni della struttura elettro-meccanica del primo prototipo di telescopio ASTRI (prima fase del contratto sopra richiamato) mostrano che il prototipo soddisfa tutti i requisiti e le specifiche di dettaglio imposte dal consorzio CTA.

I risultati ottenuti si possono riassumere e valutare in modo semplice e diretto considerando i test operativi effettuati da INAF in collaborazione con Galbiati-EIE sulle due funzioni fondamentali del telescopio:

- la capacità di puntare correttamente una sorgente
- la capacità di inseguire una sorgente nel suo moto apparente.

Queste due funzioni fondamentali usano l'intero telescopio (struttura, meccanismi di movimento, sensori di posizione e software di controllo forniti nell'ambito della prima fase del contratto INAF con Galbiati-EIE e provano una corretta trasmissione delle informazioni e l'integrazione fra le parti fornite dal contratto e quelle fornite da INAF (camera ottica, software per il modello di puntamento).

I risultati dei test sono molto positivi:

- Per i test di puntamento (pag 94 del rapporto ASTRI-TR-GEC-3100-016-e) l'errore RMS riportato (7.7 arcsec) è nettamente inferiore a quello massimo ammesso (12 arcsec)
- Per i test di inseguimento (pg 101 del medesimo rapporto) l'errore RMS misurato (7.8 arcsec) è di nuovo nettamente inferiore a quello massimo ammesso (12 arcsec).

Queste misure dimostrano che l'intera struttura del telescopio è in grado di operare come specificato, anzi significativamente meglio di quanto richiesto dalle specifiche CTA.

Oltre alle prestazioni operative del telescopio si debbono anche considerare gli aspetti costruttivi che possono influenzare la sopravvivenza della struttura in condizioni avverse (vento molto forte, terremoto, forti accelerazioni dovute alla necessità di un arresto improvviso). Il parametro globale più importante dal punto di vista delle prestazioni ed anche della resistenza ad eventi avversi è frequenza di risonanza minima della struttura (un indice del rapporto fra rigidità e massa della struttura e quindi della sua capacità di resistere a sollecitazioni esterne). INAF, in collaborazione con l'Università di Catania, ha condotto una campagna di misure dalle quali emerge che la prima

frequenza propria rilevata risulta pari a circa 5.4 Hz evidenziando una rigidezza dell'intero telescopio superiore alla specifica (2.5 Hz).

L'andamento dei lavori ha avuto un andamento temporale differente rispetto alle ottimistiche previsioni iniziali. A tale proposito va riconosciuto che le richieste di INAF, elencate ai punti da 1 a 7 della premessa, non hanno comportato ritardi e/o richieste economiche da parte di ATI, confermando così un atteggiamento di totale disponibilità ad affrontare la realizzazione di un prototipo complesso ed innovativo.

Tale atteggiamento ha consentito di soddisfare la richiesta di INAF di installare il telescopio al sito di Serra La Nave nel settembre 2014, completo di tutte le componenti meccaniche ed elettriche si da permetterne la movimentazione, al fine di presentare la sua realizzazione in concomitanza del Consortium meeting di CTA tenutosi a Catania nello stesso periodo.

Tale anticipazione di tempi ha permesso a INAF di ricevere l'indiscusso apprezzamento della comunità scientifica internazionale di CTA, ma ha impedito di effettuare tutti i test di funzionamento in fabbrica, costringendo a rimandare quelli di puntamento a quando INAF si fosse dotata del previsto software di controllo di alto livello (contrattualmente di sua fornitura) capace di effettuare in modo sistematico le prove di puntamento con sorgenti celesti e quindi di verificare in modo affidabile le prestazioni finali del telescopio. Alla mancanza dei test di fabbrica e al ritardo nell'approvvigionamento del software di puntamento da parte di INAF va quindi attribuita l'inattività verificatasi nel 2015 e la necessità dello smontaggio, rimando in fabbrica e rimontaggio del martinetto a carico di ATI.

3- Conclusioni

Sulla base dell'intero insieme delle numerose misure effettuate e della documentazione in possesso, considerato che l'ATI ha dichiarato che continuerà le attività per il consolidamento del design e la produzione delle nuove strutture entro le condizioni stabilite nel contratto in essere,

la Commissione incaricata della verifica di conformità raccomanda all'INAF:

- 1. di accettare il prototipo di telescopio ASTRI considerando chiusa con successo la prima fase contrattuale;*
- 2. di effettuare su almeno uno dei nuovi tre prototipi per il Mini-Array ASTRI da realizzare nella seconda fase, una campagna sistematica di misure delle caratteristiche dinamiche del telescopio confrontandone i risultati con le risultanze numeriche del modello a EF utilizzato per la progettazione di tali prototipi.*

Giulio Ballio

Piero Salinari

Milano, 22 Agosto 2016