

**SPECIFICHE TECNICHE**

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA  
DELL'ELIOSTATO DELL'IMPIANTO SOLARE A CONCENTRAZIONE DEL  
PROGETTO ELIOSLAB NEL C.R. PORTICI**

**Novembre 2021**

## Oggetto dei lavori

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione dei lavori di manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza dell'Eliostato piano realizzato nell'ambito del Progetto Elioslab nel Centro Ricerche di Portici.

L' "Eliostato" è costituito essenzialmente da una superficie specchiante complessiva di 120 mq, composta da specchi piani e relativa struttura di sostegno e movimentazione. Il piano degli specchi ruota intorno ad un asse orizzontale posto a circa 6 metri dal piano di calpestio. L'intero eliostato a sua volta può ruotare intorno ad un asse verticale.

L'impianto si completa con una seconda struttura denominata "paraboloide" che è alta circa 12.80 metri ed è costituita da n° 108 specchi concavi nonché da una struttura di sostegno degli specchi (vedi figura 1).

Entrambe le strutture sono state realizzate e collaudate. I lavori di costruzione sono terminati nell'anno 2011, sono ubicate all'interno del Centro Ricerche di Portici in vicinanza del mare, pertanto soggette alle intemperie e alla corrosione dovuta alla salsedine.



Figura 1: eliostato e paraboloide

La presente specifica ha per oggetto dei lavori di manutenzione straordinaria da effettuare entrambi gli attuatori che consentono la rotazione del piano degli specchi intorno all'asse orizzontale (moto di elevazione) e delle operazioni di manutenzione ordinaria sul sistema di movimentazione intorno all'asse verticale (moto di azimuth).



## Lavori su attuatori di elevazione

L'attività consiste nello smontare e revisionare entrambi gli attuatori che consentono la rotazione dello specchio attorno all'asse orizzontale (movimento di elevazione). In Figura 1 si riporta una foto dell' attuttore sinistro (guardando l'eliostato dal retro degli specchi) che ne evidenzia i componenti principali.

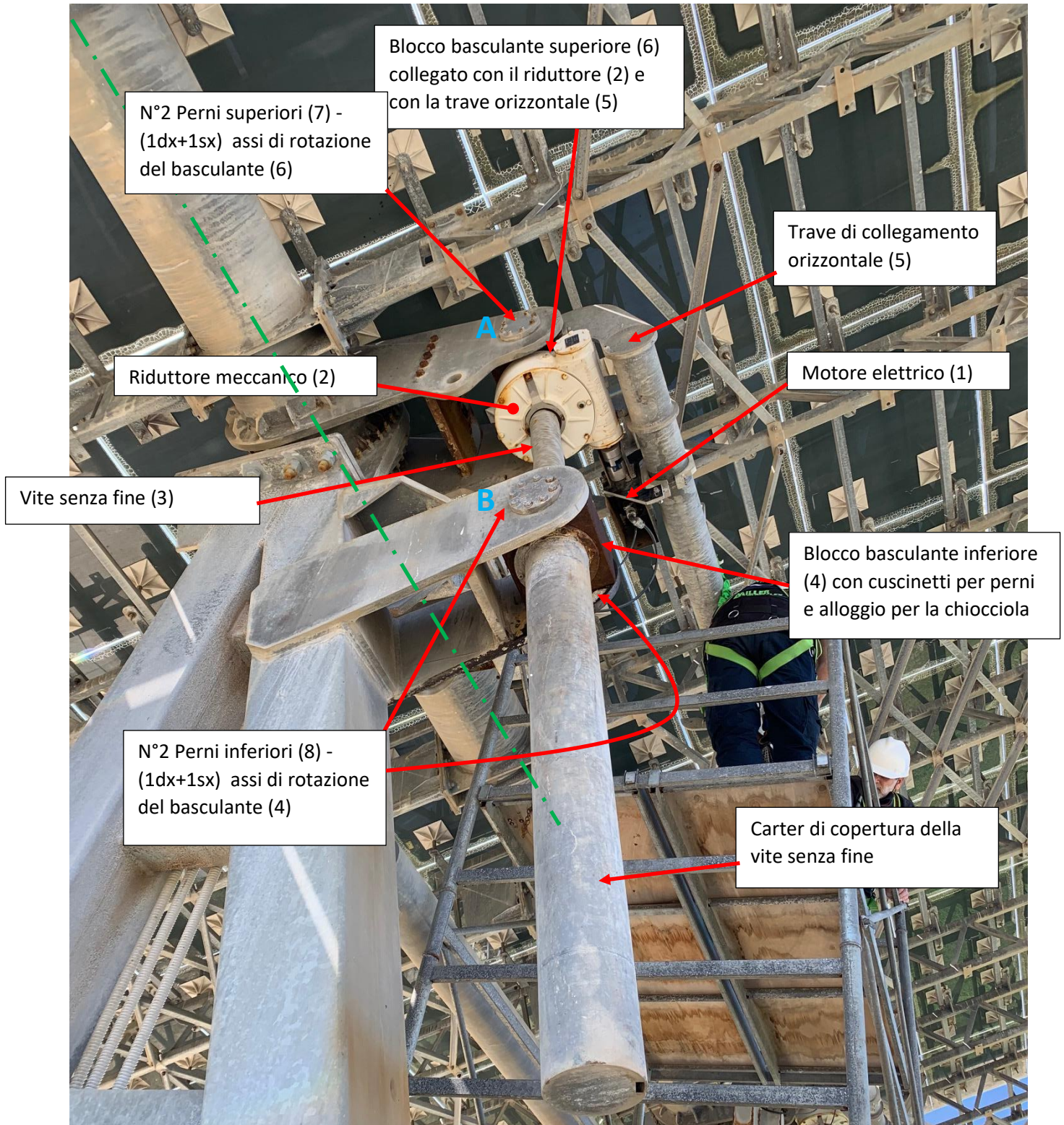


Fig1- Vista del sistema di movimentazione in elevazione dell'eliostato



### Descrizione del funzionamento del sistema

Si tratta di un sistema a vite senza fine con chiocciola a ricircolo di sfere. Con riferimento alla figura 1, durante il giorno la distanza tra i punti A (solidale al piano degli specchi e quindi mobile) e B (solidale alla struttura di base e quindi fisso) varia provocando la rotazione attorno all'asse orizzontale dell'intero piano degli specchi (linea verde tratto-punto in Fig.1). Il movimento parte da un motore elettrico (1) collegato ad un riduttore meccanico (2) il cui albero cavo lento è collegato ad una estremità della vite senza fine (3). Il riduttore meccanico (2) è montato sul blocco basculante superiore (6) che è incernierato in A alla struttura mobile mediante la coppia di perni superiori (7).

La vite si impegna in una chiocciola a ricircolo di sfere fissata all'interno del blocco basculante inferiore (4): a seconda del senso di rotazione della vite (3) si ottiene un allontanamento o un avvicinamento dei punti A e B e quindi la rotazione oraria o antioraria del piano degli specchi rispetto all'asse orizzontale. Anche il basculante inferiore (4) è incernierato alla struttura fissa mediante una coppia di perni (8). I due blocchi basculanti devono poter oscillare intorno ai rispettivi assi orizzontali in modo da consentire alla vite di variare liberamente la propria inclinazione nel piano verticale durante la rotazione. Come suddetto, le cerniere di tali blocchi sono in corrispondenza dei punti A e B e sono costituiti per ogni blocco da una coppia di perni che si impegnano in due cuscinetti solidali al blocco basculante.

### Descrizione del problema riscontrato

Durante gli ultimi mesi di funzionamento dell'eliostato sono stati riscontrati più volte degli assorbimenti di corrente anomali da parte del motore (1) che aziona il cinematismo di sinistra del meccanismo. In seguito ad un sopralluogo, accedendo da sopra al basculante inferiore dove è alloggiata la chiocciola (4), si è riscontrato che le sfere della stessa erano fuoriuscite dalla sede di lavoro (vedi Fig.2). Questo chiaramente fa aumentare in modo importante l'attrito interno rendendo difficile la rotazione della vite nella chiocciola, fino a superare la coppia massima che il motore può erogare.



*Fig2- Dettaglio del punto di innesto della vite nella chiocciola: sono visibili le sfere uscite dalla loro sede*

## Descrizione dell'intervento di ripristino

L'intervento da attuare consiste nello smontaggio di entrambi i gruppi di movimentazione in elevazione, nella loro revisione completa e nel rimontaggio dei gruppi revisionati, secondo quanto di seguito riportato.

### Smontaggio dei gruppi

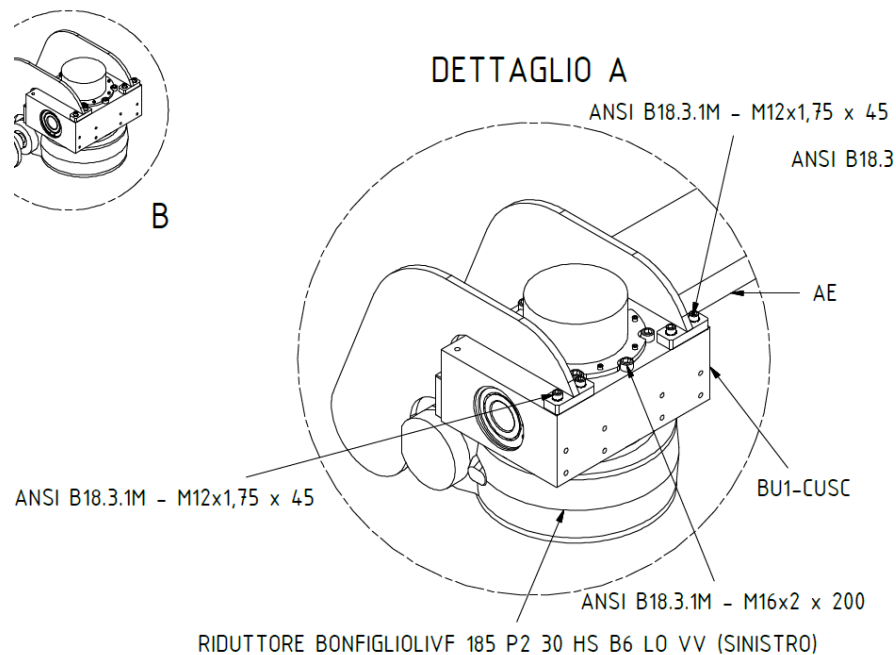
Si premette che tale attività è classificabile come "lavoro in altezza" in quanto realizzata ad una quota tra i 4m ed i 6m di altezza dal piano di calpestio e pertanto la Ditta dovrà attuare tutto quanto previsto dalla normativa in merito alla sicurezza in tali casi (D. Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.).

**Si procederà a smontare prima il gruppo di sinistra e poi quello di destra.**

### Smontaggio del gruppo di sinistra

Prima di procedere allo smontaggio il gruppo va imbracato ed assicurato ad un braccio meccanico mobile in grado di sorreggerne il peso in caso di improvvisi cedimenti e di movimentarlo con agilità durante le fasi di rimozione dalla struttura.

La prima operazione da fare è quella di svincolare la trave di collegamento orizzontale (5) dal basculante superiore (6) a cui è vincolata tramite n°4 perni M12x45 (Figura 3)



*Fig.3- Dettaglio del sistema di vincolo tra la trave di collegamento orizzontale ed il basculante superiore*

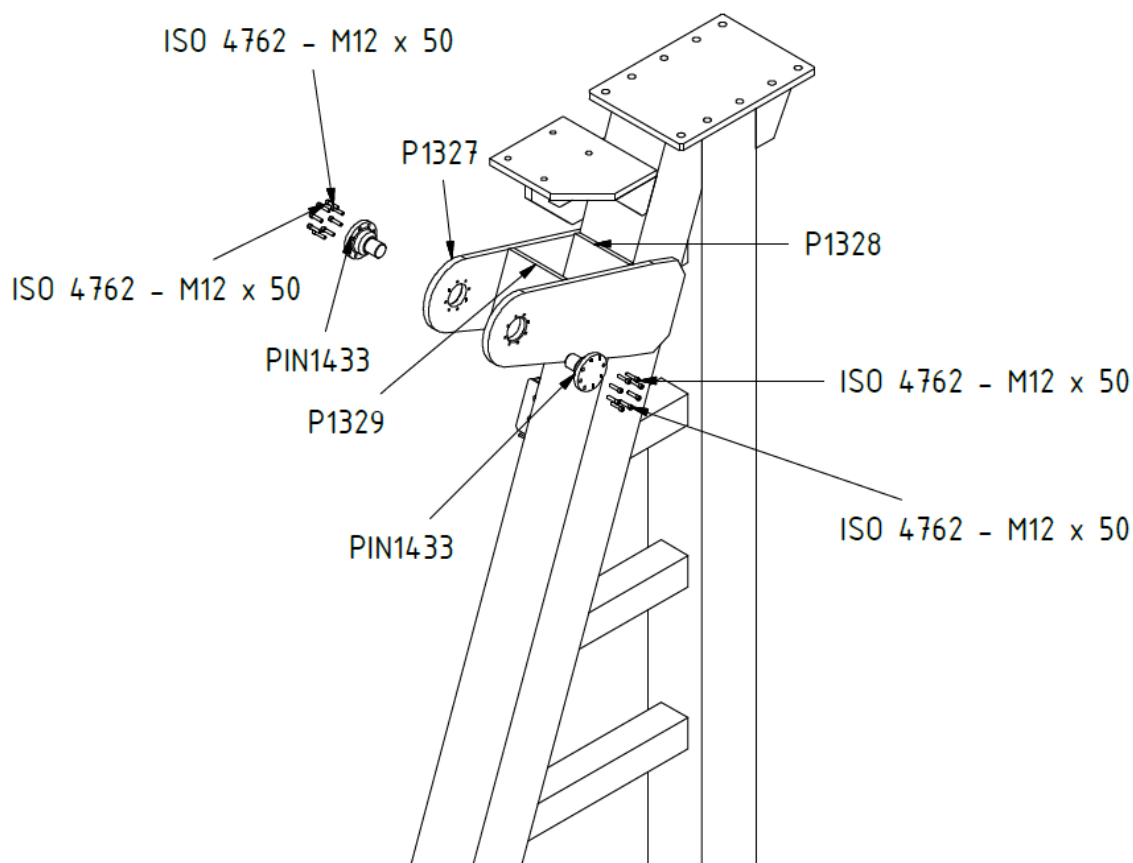
Tale trave dovrà quindi essere vincolata saldamente al piano di supporto degli specchi mediante apposite cravatte metalliche o imbracature di sicurezza predisposte e montate dalla Ditta al fine di evitare che il componente possa oscillare rimanendo vincolato rigidamente solo all'oscillante superiore dell'altro gruppo di attuazione (il destro).

La successiva operazione riguarda lo smontaggio dell'attuatore che va fatto svincolando dalla struttura i due blocchi basculanti in A e in B. Per ogni blocco bisogna smontare entrambi i perni laterali che vincolano rispettivamente il basculante superiore al piano degli specchi ed il basculante inferiore alla struttura fissa. Per svincolare ogni perno bisogna svitare le 8 viti M12x50 che vincolano i perni PIN 1433 alle strutture (vedi Fig.4, per struttura fissa, analogo per piano degli specchi).

A questo punto bisogna estrarre i 4 perni dai rispettivi cuscinetti, tenendo sempre il gruppo di attuazione imbracato per evitare che, una volta tolti i perni, possa cadere sotto l'azione del peso proprio.

Il sistema di attuazione sarà libero e potrà essere sfilato dalla struttura e quindi portato in officina per essere revisionato.

Prima di proseguire, la Ditta dovrà collegare il piano degli specchi alla struttura (anche mediante un sistema di imbracatura), al fine di evitare possibili sovraccarichi dell'altro sistema di elevazione in caso di forti raffiche di vento. In questa fase si valuterà, insieme al personale ENEA, se utilizzare solo l'attuatore destro per arrivare nella posizione utile a inserire i chiavistelli di sicurezza di cui l'eliostato è appositamente dotato.



*Fig4- Esploso del pilone verticale con gli elementi da smontare per svincolare il basculante inferiore (4) La stessa procedura va fatta per svincolare il basculante superiore (6)*

#### Smontaggio del gruppo di destra

Una volta messo l'eliostato in condizioni di sicurezza o tramite un'imbracatura oppure tramite l'utilizzo dei chiavistelli di sicurezza, la Ditta potrà procedere allo smontaggio dell'attuatore di destra ripetendo esattamente tutti gli step descritti nel paragrafo "Smontaggio del gruppo di sinistra"

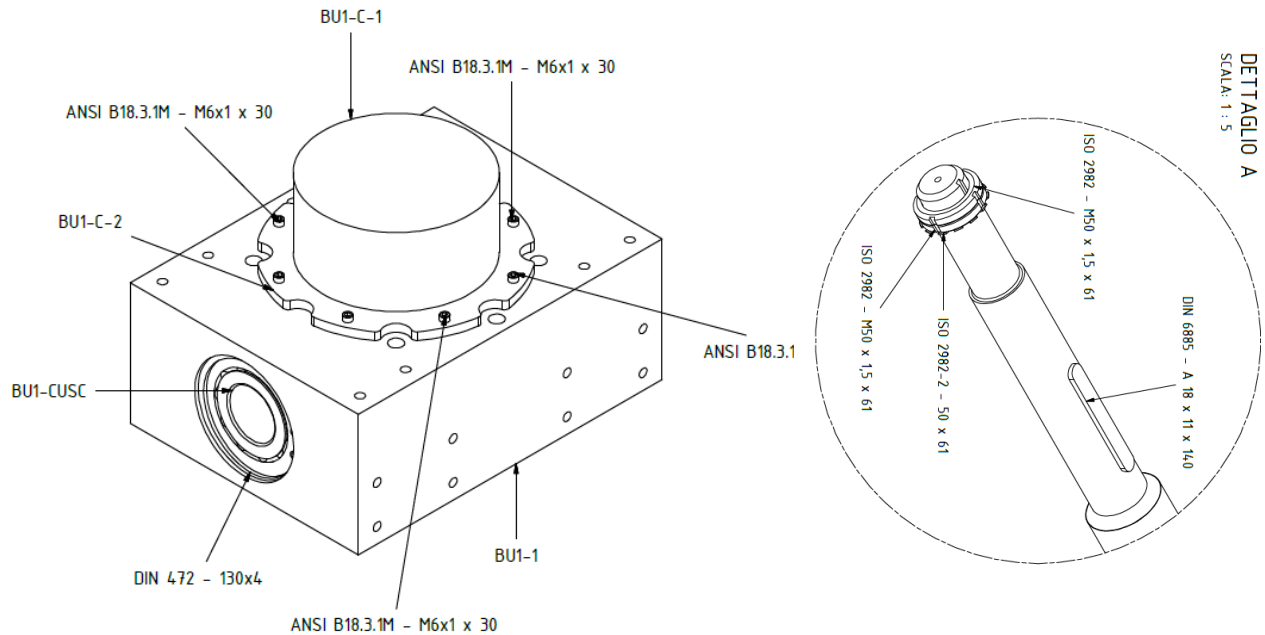
#### Revisione del gruppo di sinistra

Una volta in officina, il gruppo di sinistra dovrà essere smontato e revisionato.

Per prima cosa sarà necessario svincolare la vite senza fine dal blocco basculante superiore (quello a cui è collegato il riduttore). A tal proposito bisogna rimuovere il carter superiore (componente BU1-C-1 in figura 5). A questo punto l'estremità superiore della vite senza fine (3) risulterà visibile e si potrà procedere a svitare le rosette di sicurezza che la tengono vincolata in senso assiale a tale basculante (ISO 2982-M50 in figura 5).

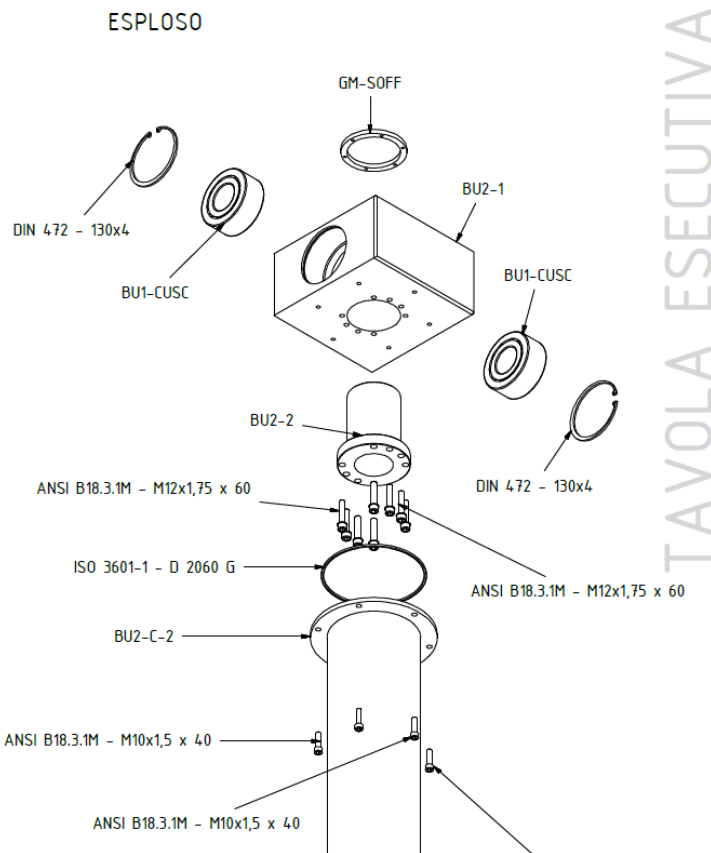
Riguardo al basculante superiore, se non strettamente necessario, si sconsiglia di svincolare il riduttore. Vanno, invece, sostituiti i due cuscinetti laterali a rulli sferici che si impegnano con i due perni orizzontali e i cuscinetti a rulli conici in disposizione a X che sono calettati sulla estremità cilindrica della vite senza fine.

I codici di tali componenti sono riportati nella tavola 1 allegata: **la Ditta dovrà comunque verificare la corrispondenza di tali codici con i commerciali effettivamente montati e, nel caso di difformità dovrà approvvigionarsi di componenti esattamente uguali a quelli attualmente montati.**



*Fig5- Dettaglio del basculante superiore e dell'estremità della vite senza fine da svincolare*

Anche il basculante inferiore dovrà essere smontato e revisionato.



*Fig6- Esploso basculante inferiore e carter di protezione*

Con riferimento all'esploso di Fig.6 le operazioni da fare sono le seguenti:

1. Svitare il grosso carter metallico inferiore dalla superficie inferiore del basculante
2. Svitare la chiocciola a ricircolo di sfere avvitata mediante 8 viti M12 alla superficie inferiore del basculante
3. Sfilare l'insieme vite + chiocciola dal basculante inferiore
4. Sostituire i due cuscinetti laterali a rulli sferici che si impegnano con i due perni orizzontali: i codici di tali componenti sono riportati nella tavola 2 allegata: **la Ditta dovrà comunque verificare la corrispondenza di tali codici con i commerciali effettivamente montati e, nel caso di difformità dovrà approvvigionarsi di componenti esattamente uguali a quelli attualmente montati.**

La chiocciola e la vite senza fine andranno sostituite con dei componenti identici: a tal proposito si allega il disegno esecutivo della vite lavorata (tavola 3). Anche per questi componenti sono riportati i codici di acquisto nelle tavole la cui rispondenza con quanto effettivamente montato dovrà essere verificata preventivamente dalla Ditta. Per la vite in particolare bisognerà riscontrare le dimensioni e tipologia di lavorazioni riportate a disegno con quelle reali prima di procedere all'acquisto del commerciale nuovo.

E' prevista anche una lubrificazione del cinematismo con sostanze idonee: l'obiettivo è ottenere un movimento relativo fluido e privo di giochi meccanici.

#### Revisione del gruppo di destra

Anche il gruppo di destra dovrà essere smontato come quello di sinistra e per esso si prevede la sostituzione dei quattro cuscinetti per oscillante superiore, dei due cuscinetti per oscillante inferiore, analogamente a quanto fatto per il gruppo di sinistra.

Riguardo l'accoppiamento vite-chiocciola, la Ditta dovrà procedere a verificare che i componenti scorrano correttamente l'uno nell'altro, senza particolari attriti e dovrà procedere ad una lubrificazione del cinematismo. In questa sede la Ditta, potrà proporre a ENEA la sostituzione o della sola chiocciola a ricircolo di sfere, oppure di chiocciola e vite senza fine nel caso durante la revisione risulti opportuno farlo. In questo caso, ENEA potrà decidere se procedere o meno all'acquisto di componenti nuovi, chiocciola o vite che non sono inclusi nella presente fornitura.

**N.B. per la presente procedura, limitatamente al gruppo di destra, la Ditta dovrà quotare la fornitura e sostituzione dei quattro cuscinetti per oscillante superiore e dei due cuscinetti per oscillante inferiore. La sostituzione della vite e/o della chiocciola a ricircolo di sfere verrà valutata come eventuale variante in funzione dello stato di usura di quella esistente e la sua fornitura non è inclusa nella presente procedura**

#### Riassemblaggio del gruppo

Una volta sostituiti i commerciali e revisionati o sostituiti i sistema vite-madrevite, i due gruppi dovranno essere riassemblati in officina fissando prima il basculante inferiore sulla chiocciola e poi infilando l'estremità della vite nel gruppo riduttore-basculante superiore calettando i cuscinetti obliqui a X e serrando le rosette di sicurezza superiori; infine si monteranno i carter sui due basculanti. Le operazioni di montaggio da eseguire sono ovviamente analoghe e inverse a quelle dettagliatamente descritte per lo smontaggio del sistema.

Una volta assemblati, i gruppi dovranno essere collaudati a banco in contraddittorio con personale ENEA. Verrà verificata la scorrevolezza del movimento vite-madrevite e l'assenza di giochi nell'accoppiamento. Ogni gruppo verrà mosso dall'albero veloce del riduttore e verranno verificati anche l'assenza di impuntamenti meccanici lungo tutta la corsa della chiocciola rispetto alla vite.



### Montaggio in cantiere

Una volta superato il collaudo funzionale in officina (che verrà certificato da ENEA), la Ditta potrà procedere a rimontare i gruppi in cantiere. Questa operazione andrà fatta fissando prima il basculante superiore alla struttura di supporto degli specchi (punto A) calettando i 2 perni laterali e fissando al basculante superiore (6) la trave di collegamento orizzontale (5). Successivamente bisognerà spostare assialmente il basculante inferiore (4) rispetto alla vite muovendo l'albero veloce del riduttore primario (4), fino a trovare la perfetta posizione di assemblaggio del basculante inferiore (4) rispetto ai supporti della struttura fissa. Una volta che i fori dei cuscinetti saranno perfettamente allineati a quelli dei supporti, si potranno inserire i due perni-cerniera nel punto B. Ovviamente questa operazione va fatta per entrambi i gruppi mantenendo la struttura dell'eliostato nella stessa posizione.

### Collaudo dell'attrezzatura

Una volta riassemblato il gruppo, si potrà procedere al collaudo in campo dell'attrezzatura in contraddittorio con i tecnici ENEA. In particolare, si provvederà a movimentare l'eliostato e sarà verificato che non ci siano durante i movimenti di elevazioni degli impuntamenti del sistema sostituito, che i giochi meccanici siano trascurabili e che i due motori non abbiano uno squilibrio di corrente assorbita superiore al 10%.

## Lavori su movimentazione di azimuth

L'eliostato ruota in azimuth attraverso due motoriduttori i cui pignoni ingranano in una catena tesa su un binario circolare concentrico all'asse di rotazione della macchina. Il sistema è posto al di sotto del piano di calpestio all'interno di una vasca circolare in c.a. a cui si accede attraverso una botola realizzata sulla copertura dell'eliostato.

Prima procedere a qualsiasi attività nella vasca, si deve procedere alla pulizia e alla sanificazione della stessa.



*Fig7- Parte inferiore della struttura dell'eliostato che ruota intorno all'asse centrale e verticale: sono visibili gli alloggiamenti dei motoriduttori, la copertura metallica che copre la vasca e la botola di accesso*

Le operazioni di manutenzione ordinaria sulla catena consistono nelle seguenti operazioni:

- verifica visiva dello stato della catena;
- pulizia generale mediante appositi prodotti che non ne danneggino le guarnizioni dei rulli;
- ingrassaggio con prodotti lubrificanti e protettivi;
- registrazione della posizione dei pignoni (se necessario);
- registrazione e regolazione del tensionamento della catena mediante i tendicatena tangenziali (tale operazione andrà eseguita in collaborazione con il personale ENEA che provvederà a movimentare il sistema).



*Fig8- Catena sulla guida circolare per la movimentazione di azimuth nella vasca sotto la copertura metallica dell'eliostato.*

## Allegati

Tavola 1- Basculante superiore

Tavola 2- Basculante inferiore

Tavola 3- Asta filettata