

Studio e realizzazione di
antenne Vivaldi 3.1
per progetto SAD

M. Schiaffino

IRA 516/18

Referees interni: **Germano Bianchi**
Simone Rusticelli

Sommario

Lista figure	3
Introduzione	4
Processo produttivo	5
Lamiera	6
Rete.....	7
Considerazioni	7
Geometria antenna	8
Ali	8
Box	9
Supporto basamento	9
Supporto inferiore e supporto superiore	10
Altri componenti	10
Tavole realizzative	11
Procedura di assemblaggio antenna	21

Lista figure

Figura 1 – Modello Base	5
Figura 2 – Linee di flusso su modello base	5
Figura 3 – Modello “Lamiera”	6
Figura 4 – Linee di flusso su modello “Lamiera”	6
Figura 5 – Modello “Rete”	7
Figura 6 – Linee di flusso su modello “Rete”	7
Figura 7 – Composizione antenna	8
Figura 8 – Struttura base ala	8
Figura 9 – Box	9
Figura 10 – Supporto basamento	9
Figura 11 – Supporto inferiore (a sinistra) e supporto superiore assemblato (a destra)	10
Figura 12 – Sportellino di chiusura sede LNA su Ala	10
Figura 13 – Probe (a sinistra) e probe assemblato (a destra)	10

Introduzione

Inizialmente studiata come sensore prototipo per lo *sparse aperture array* per la bassa frequenza di SKA¹, l'antenna Vivaldi 3.1² è stata utilizzata per la composizione di SAD (Sardinia Array Demonstrator)³, un array di 128 antenne presso il Sardinia Radio Telescope, San Basilio (Cagliari).

Una delle peculiarità di SAD è la possibilità di riconfigurare la distribuzione delle singole antenne all'interno dell'array, posizionandole tutte all'interno del core centrale (configurazione 1Big) o distribuendole in otto sottoinsiemi distinti (configurazione 8Small). Questa caratteristica, unita alla morfologia del terreno (estremamente duro causa rocce), ha reso necessario che tale antenna debba essere posizionata senza ancoraggi, tenuta ferma con semplici mattonelle.

Il processo produttivo dell'antenna ha dovuto tenere quindi in considerazione la minore presa al vento possibile, oltre a fattori quali la durabilità e il minimo impatto ambientale, come richiesto dalla regione Sardegna.

¹ <https://www.skatelescope.org/>

² J. Monari, F. Perini, M. Schiaffino, G. Bianchi, A. Mattana, G. Naldi, G. Pupillo, G. Tartarini, S. Rusticelli, G. Virone, A. Tibaldi, R. Tascone, O. A. Peverini, G. Addamo, P. Debernardi, A. Lingua, M. Piras, A. Cina, P. Maschio and H. Horea “**Aperture Array for Low Frequency: the Vivaldi solution**”, *International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications, Torino, Italy, 2013*

³ M. Murgia, G. Bianchi, P. Bolli, G. Comoretto, D. Dallacasa, M. Z. Farooqui, F. Gaudiomonte, L. Gregorini, F. Govoni, K-H. Mack, M. Massardi, A. Mattana, A. Melis, J. Monari, L. Mureddu, G. Naldi, F. Paonessa, F. Perini, A. Poddighe, I. Porceddu, I. Prandoni, G. Pupillo, M. Schiaffino, F. Schillirò, G. Serra, A. Tibaldi, T. Venturi, G. Virone, A. Zanichelli, “**Sardinia aperture array demonstrator**”, *SPIE 9145, Ground-based and Airborne Telescopes V, 91454S, Montréal, Quebec, Canada, 2014*

Processo produttivo

Una volta definito il modello elettromagnetico finale dal gruppo del CNR-IEIIT di Torino, si è verificato che la geometria proposta aveva una presa al vento troppo elevata per la nostra applicazione.

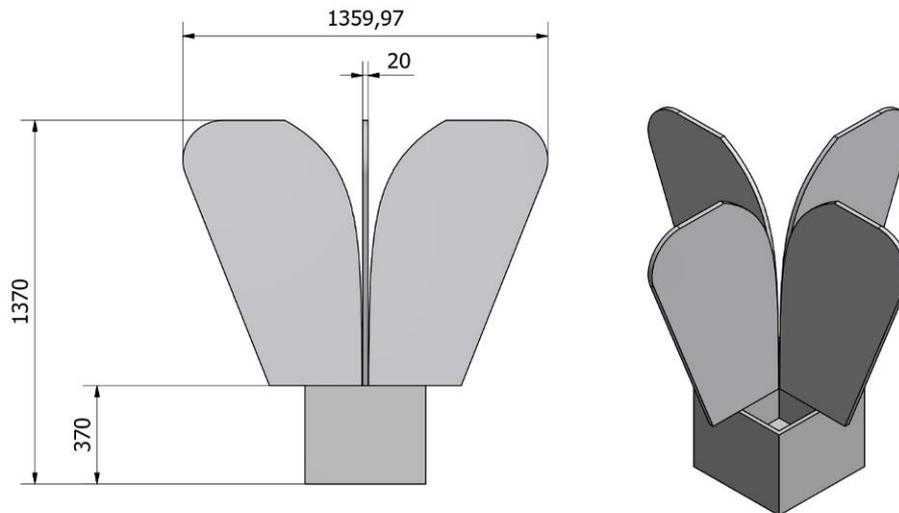


Figura 1 – Modello Base

Analizzando il modello con il software CFD di Autodesk, ed impostando una velocità del flusso di aria di circa 36m/s (basato su rilievi svolti dal gruppo dell'OAC, maggiore rispetto alla velocità di riferimento di 28m/s citata nel D.M. del 16 gennaio 1996, G.U. 5-2-1996, n.29 – Tabella 7.1), si è ottenuto una forza equivalente sulla superficie perpendicolare al flusso di circa 970N.

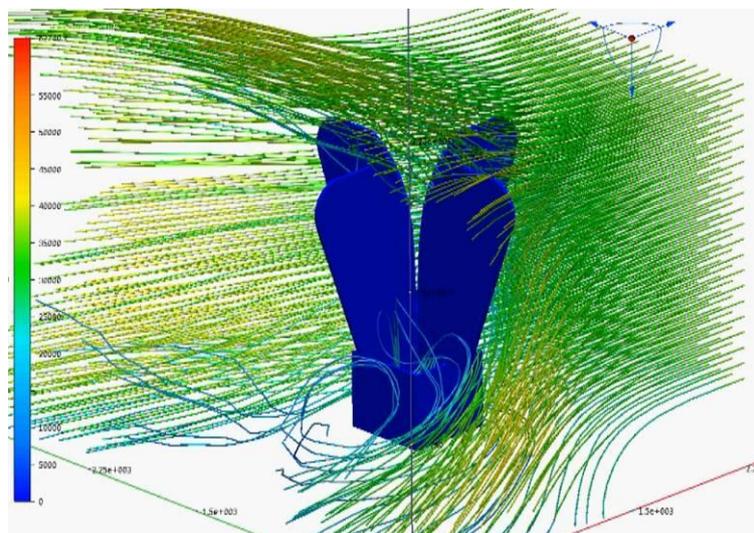


Figura 2 – Linee di flusso su modello base

Si è quindi provato a determinare una geometria che potesse allo stesso tempo mantenere un risultato elettromagnetico accettabile riducendo al minimo la presa al vento. Dopo le simulazioni elettromagnetiche di vari modelli, si sono definiti quelli che meglio approssimavano le caratteristiche del modello base: “Lamiera” e “Rete”.

Lamiera

Si è deciso di svuotare completamente le superfici dell'antenna, mantenendo solamente il bordo esterno dei singoli elementi dello spessore originale di 20mm.

Il profilo esterno così ottenuto sarebbe stato riempito con delle lamiera di uno spessore di 3mm, appositamente sagomate in modo da ridurre la presa al vento dell'elemento.

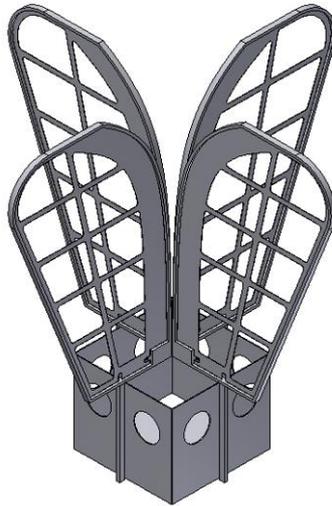


Figura 3 – Modello “Lamiera”

Ripetendo la simulazione con le medesime condizioni a contorno utilizzate per il modello base, si è ottenuto una forza equivalente sulla superficie perpendicolare al flusso di circa 890N.

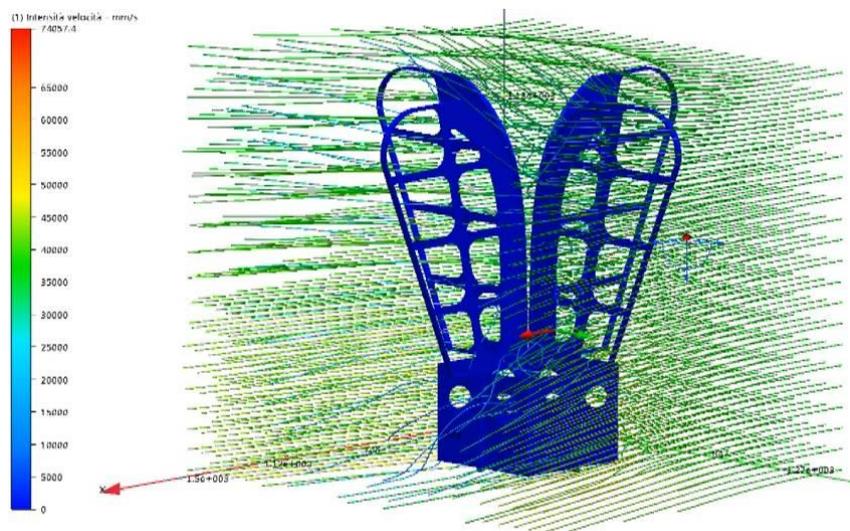


Figura 4 – Linee di flusso su modello “Lamiera”

Il risultato così ottenuto non riduce di molto la presa al vento, solamente il 10% in meno rispetto al modello base.

Rete

Per il modello rete si è deciso di riempire il medesimo bordo del modello “Lamiera” con una rete elettrosaldata. Dopo alcune simulazioni elettromagnetiche si è definito che la tipologia di rete che meglio si presta a mantenere il più possibile invariate le caratteristiche dell’antenna è una rete di maglia 50x50mm con spessore del filo di 3mm.

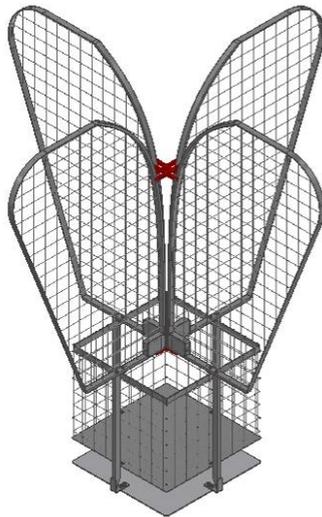


Figura 5 – Modello “Rete”

La medesima rete è stata utilizzata sia sulle 4 ali che sul box sottostante. Ripetendo la simulazione con le medesime condizioni a contorno utilizzate per il modello base, si è ottenuto una forza equivalente sulla superficie perpendicolare al flusso di circa 480N.

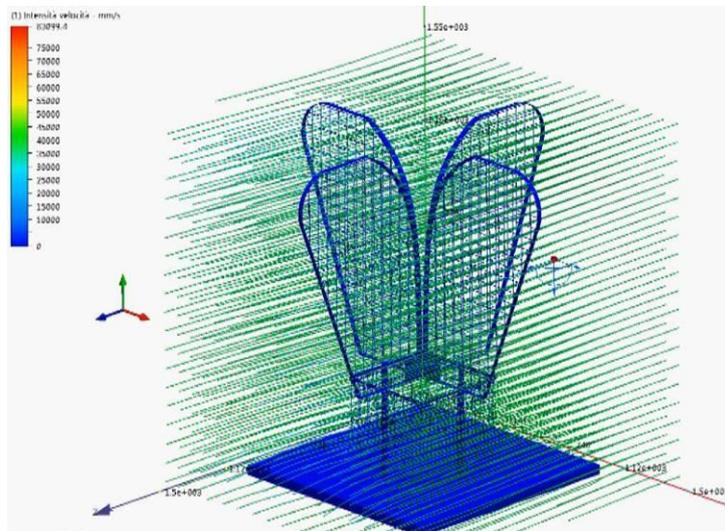


Figura 6 – Linee di flusso su modello “Rete”

Il risultato ottenuto è molto più convincente, infatti l’intensità della forza generata è ridotta della metà.

Considerazioni

Si è deciso quindi di realizzare l’antenna utilizzando il modello a rete. Il materiale scelto, per garantire la longevità in ambiente esterno, è stato l’acciaio INOX AISI 304.

Geometria antenna

Il modello di antenna studiato è così composto:

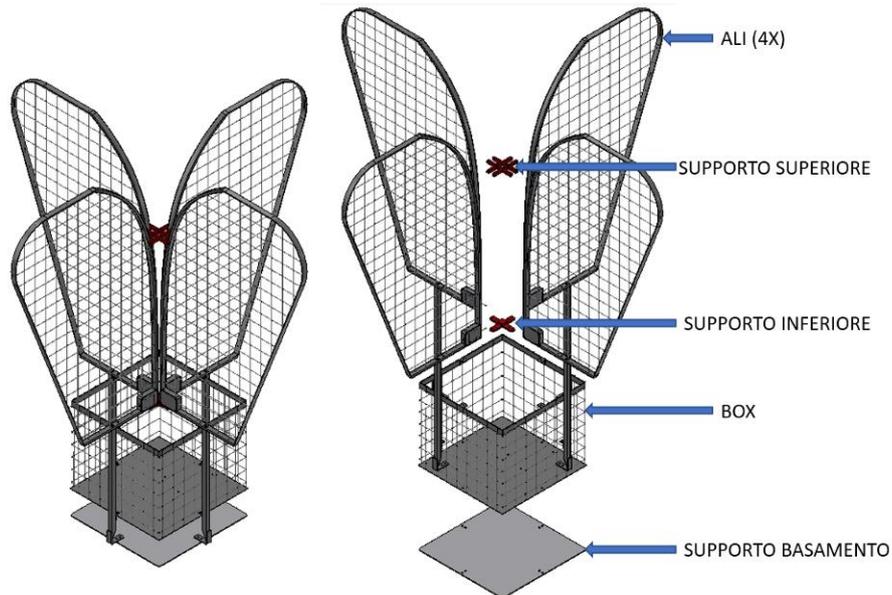


Figura 7 – Composizione antenna

Ali

Le quattro ali (chiamate A, B, C e D) sono state interamente realizzate in acciaio INOX AISI 304. Differiscono l'una dall'altra da piccoli particolari. Lavorazioni, dimensioni, assemblaggio e accorgimenti vari sono stati evidenziati nei fogli 2 – 12 del capitolo “Tavole realizzative”.

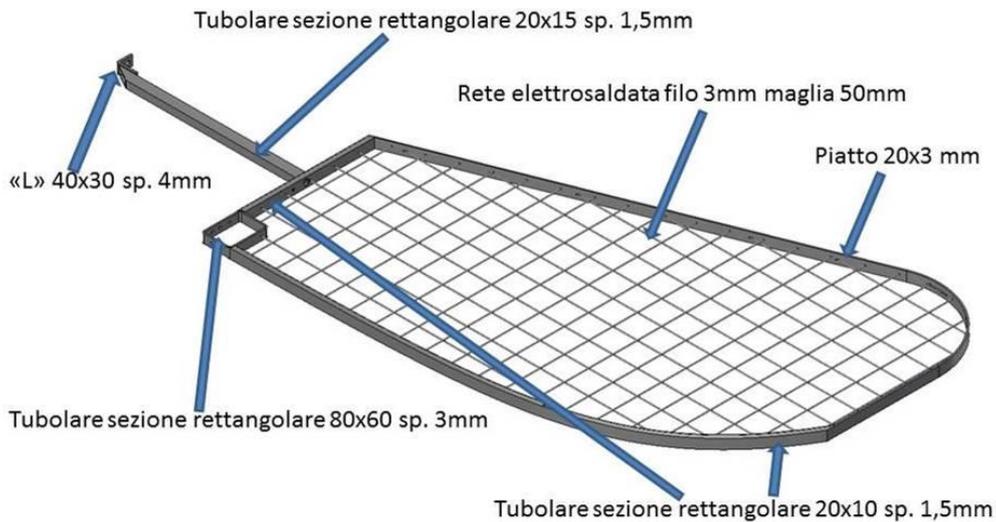


Figura 8 – Struttura base ala

L'assemblaggio dei vari tubolari, piatti ed L (che chiameremo “telaio dell'ala”) è stata eseguita mediante saldatura.

Le differenze tra le 4 ali componenti l'antenna sono tutte riscontrabili nelle lavorazioni da realizzare sul tubolare 80x60. Tali lavorazioni e l'assemblaggio sono state descritte nei fogli 8 – 12 del capitolo “Tavole realizzative”.

Box

Anche il box è stato realizzato interamente in acciaio INOX AISI 304. L'assemblaggio dell'elemento è stato descritto nei fogli 13 – 15 del capitolo "Tavole realizzative".

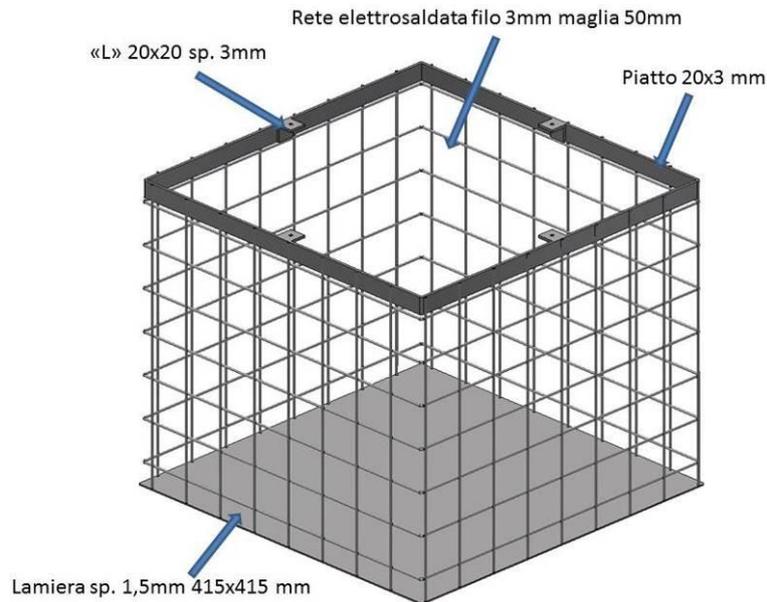


Figura 9 – Box

Tutti gli elementi sono stati connessi mediante saldatura.

All'interno del bordo creato dal piatto 20x3 sono stati saldati 4 tratti di "L" 20x20 sp. 3 mm (lunghezza 20mm) centrati su ogni lato. Su ciascuna delle "L" è presente un foro passante, necessario per il fissaggio delle ali.

Supporto basamento

Il supporto per il basamento dell'antenna è interamente realizzato mediante una lamiera di 3 mm di spessore in acciaio INOX AISI 304. La quotatura è indicata nel foglio 20 del capitolo "Tavole realizzative".

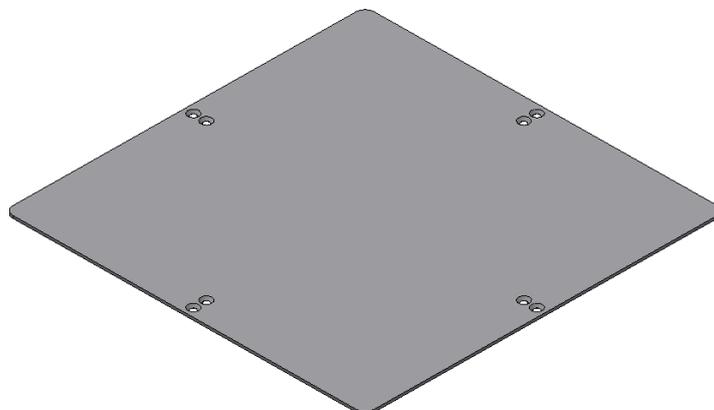


Figura 10 – Supporto basamento

Supporto inferiore e supporto superiore

Questi due elementi sono stati realizzati in Nylon. La quotatura è indicata nelle pagine 17 e 18 del capitolo “Tavole realizzative”. Per realizzare il supporto superiore assemblato, è necessario unire quattro supporti superiori singoli.

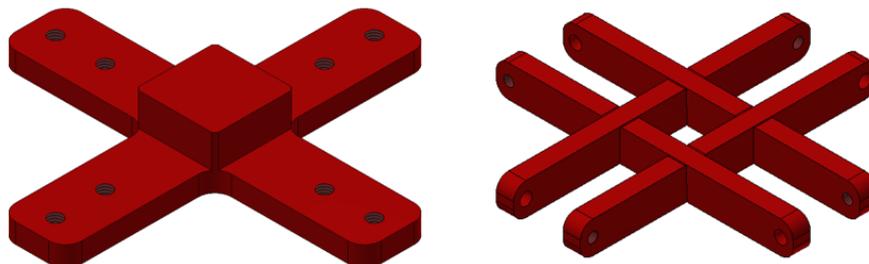


Figura 11 – Supporto inferiore (a sinistra) e supporto superiore assemblato (a destra)

Altri componenti

Per ultimare l’antenna sono necessari altri componenti quali:

- **Sportellino:**

È stato realizzato in acciaio INOX AISI 304, la quotatura dell’elemento è stata indicata nel foglio 16 del capitolo “Tavole realizzative”. Per ciascuna antenna sono necessari quattro coppie sportellini.



Figura 12 – Sportellino di chiusura sede LNA su Ala

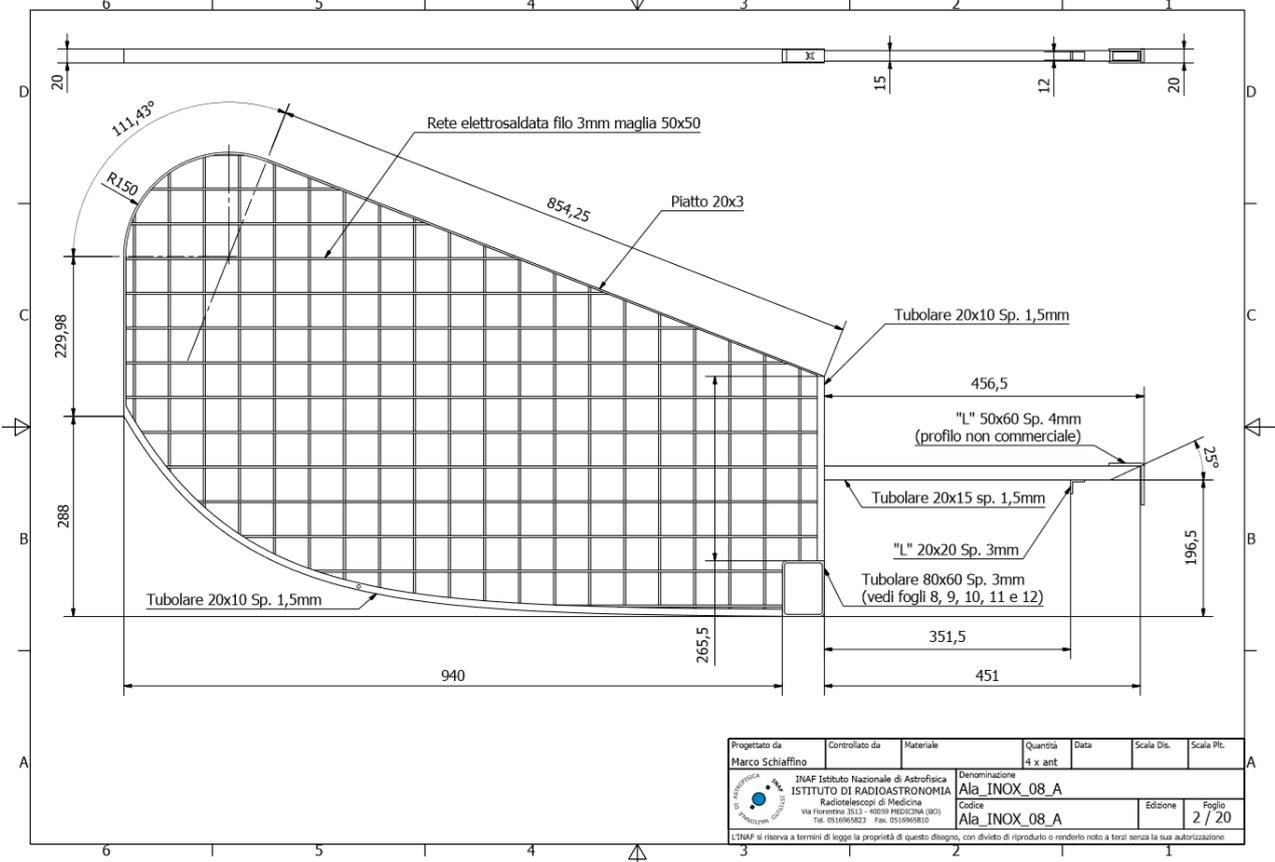
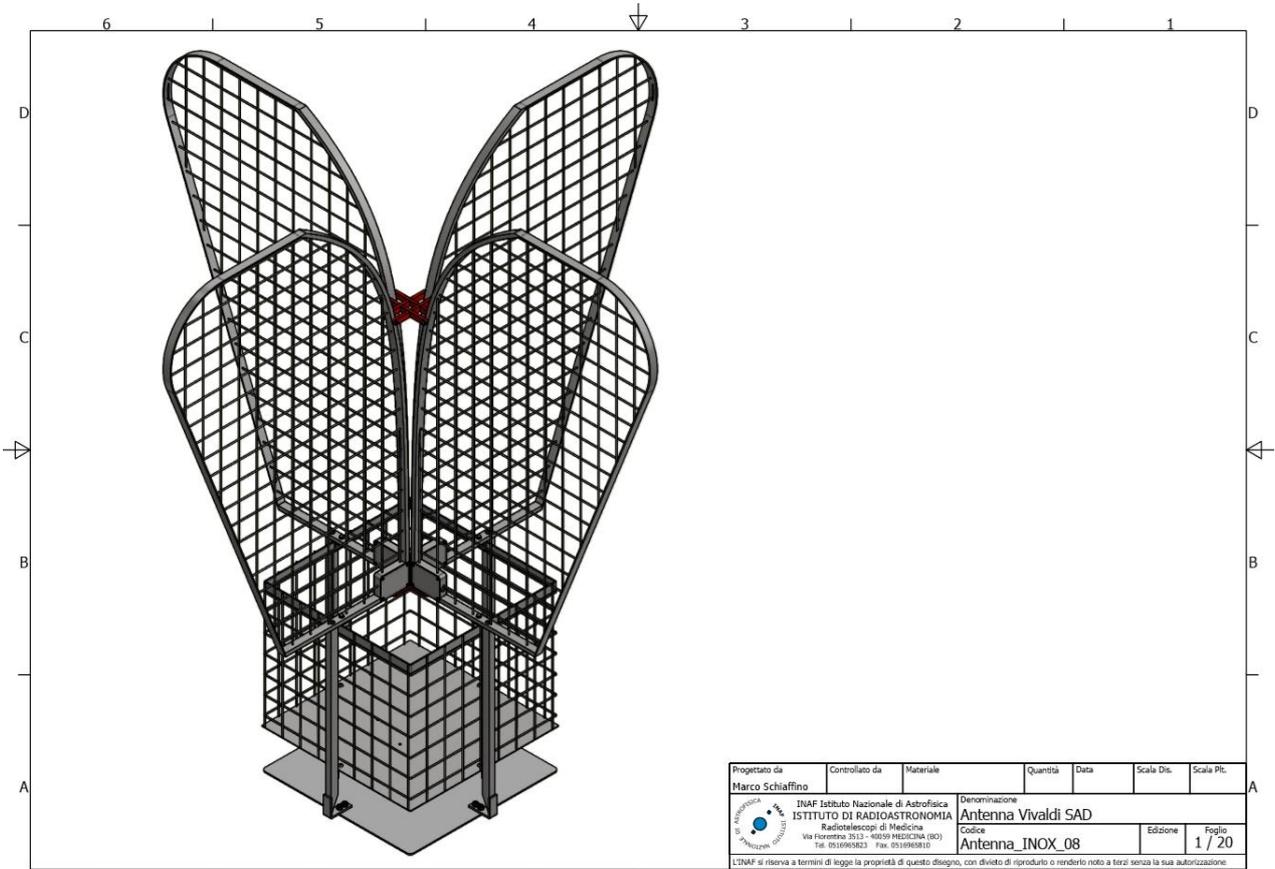
- **Probe:**

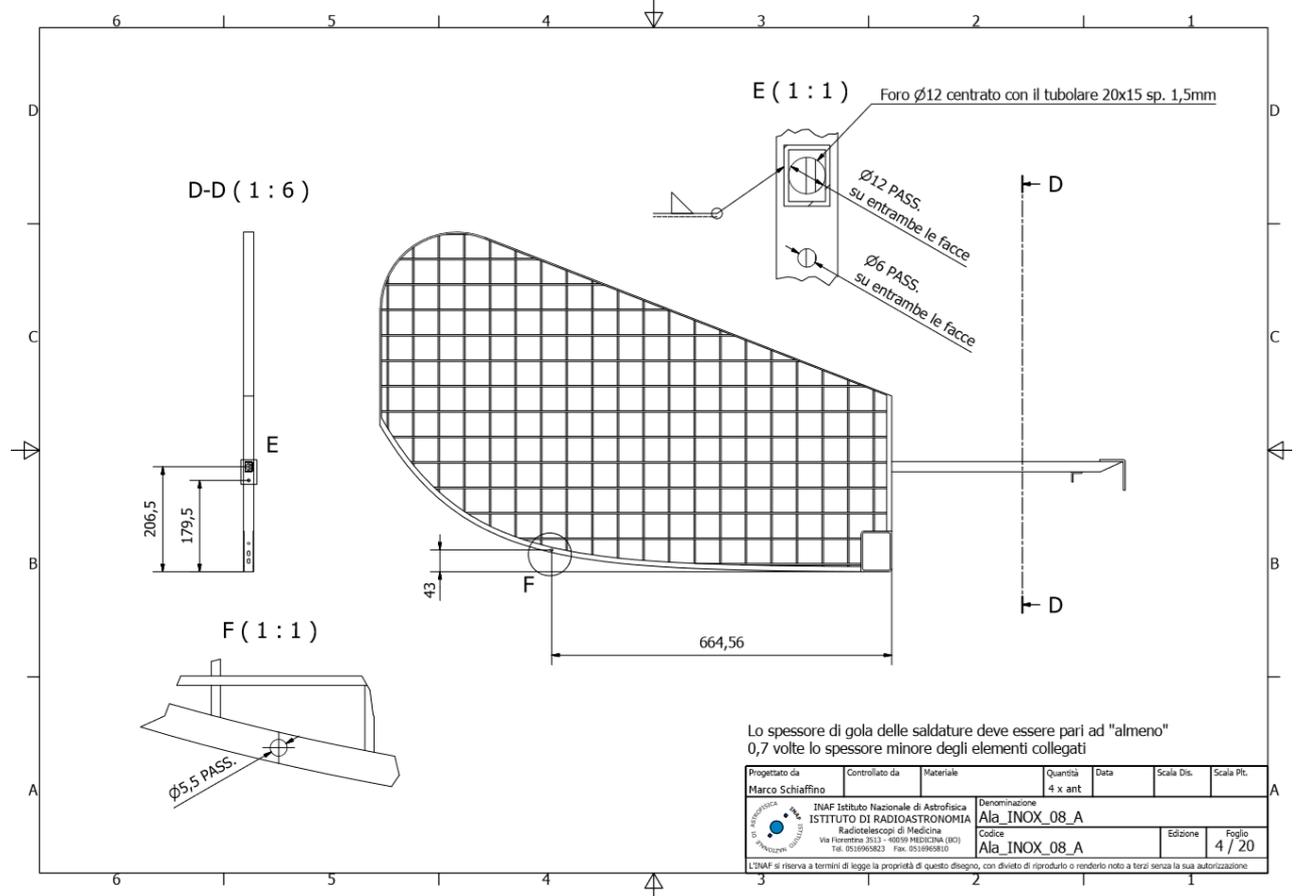
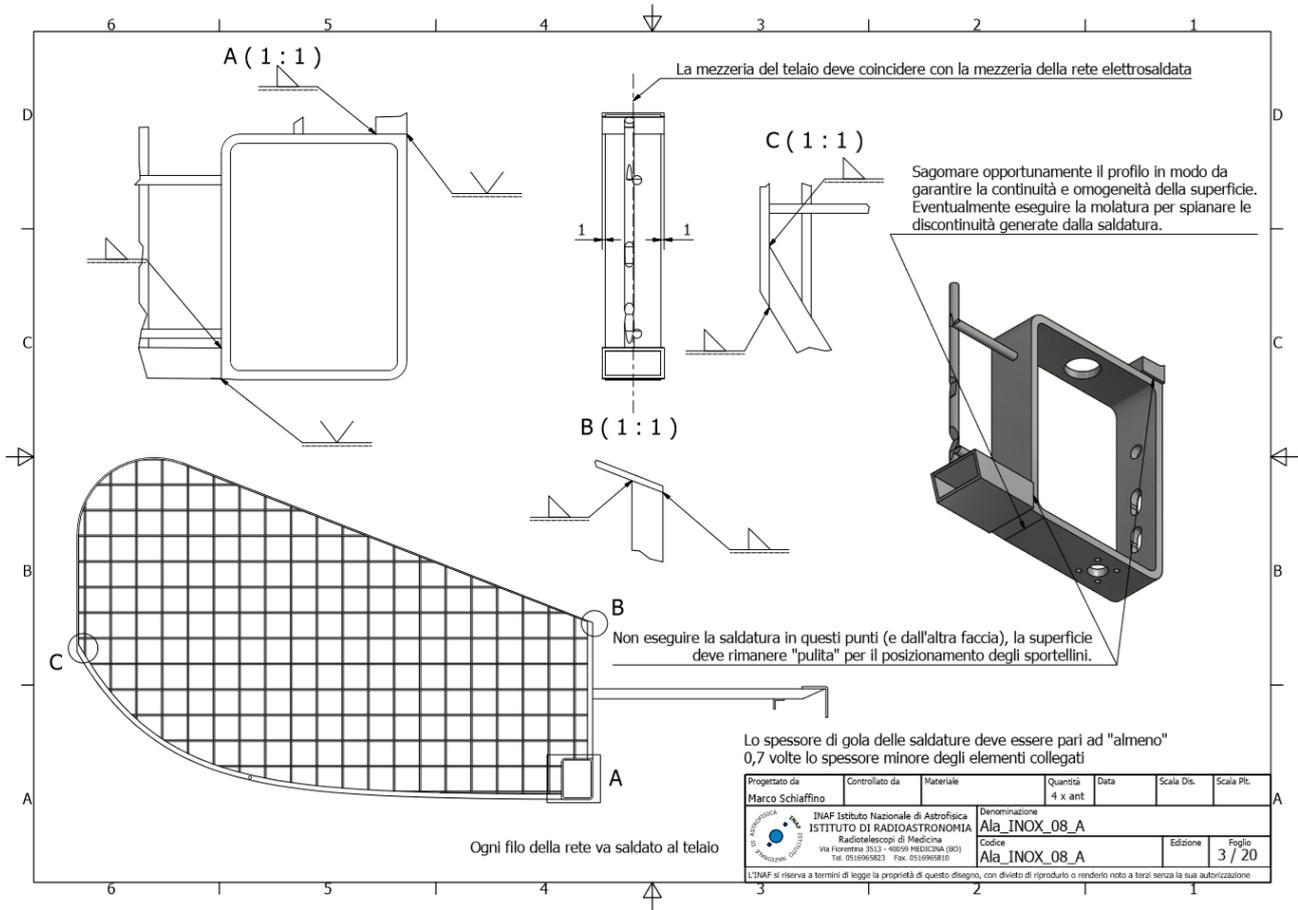
È stato realizzato in ottone, la quotatura dell’elemento è indicato nel foglio 19 del capitolo “Tavole realizzative”. Per ciascuna antenna sono necessari due probe. Per finalizzare il pezzo, dovrà essere fissato mediante stagnatura ad un connettore SMA maschio da pannello, con flangia a 4 fori.

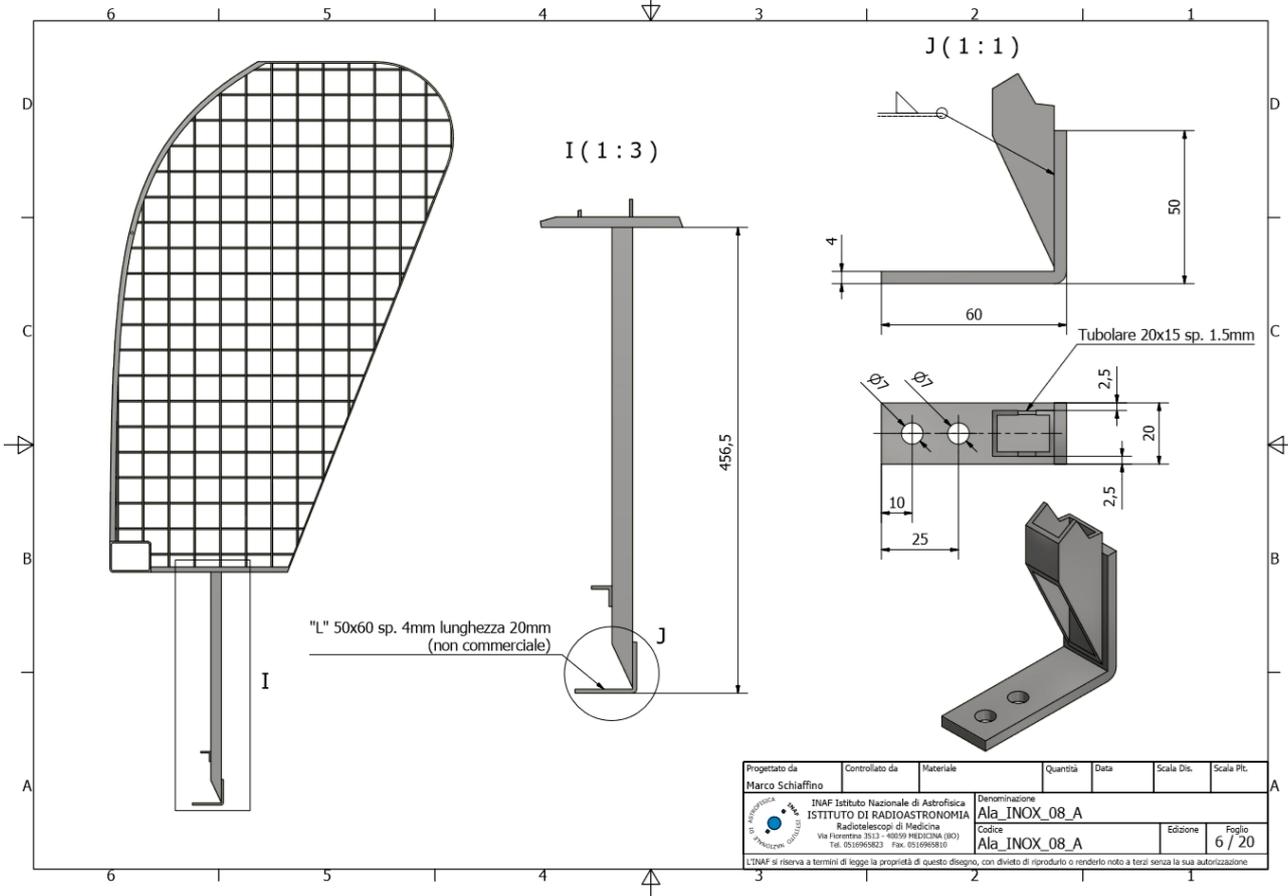
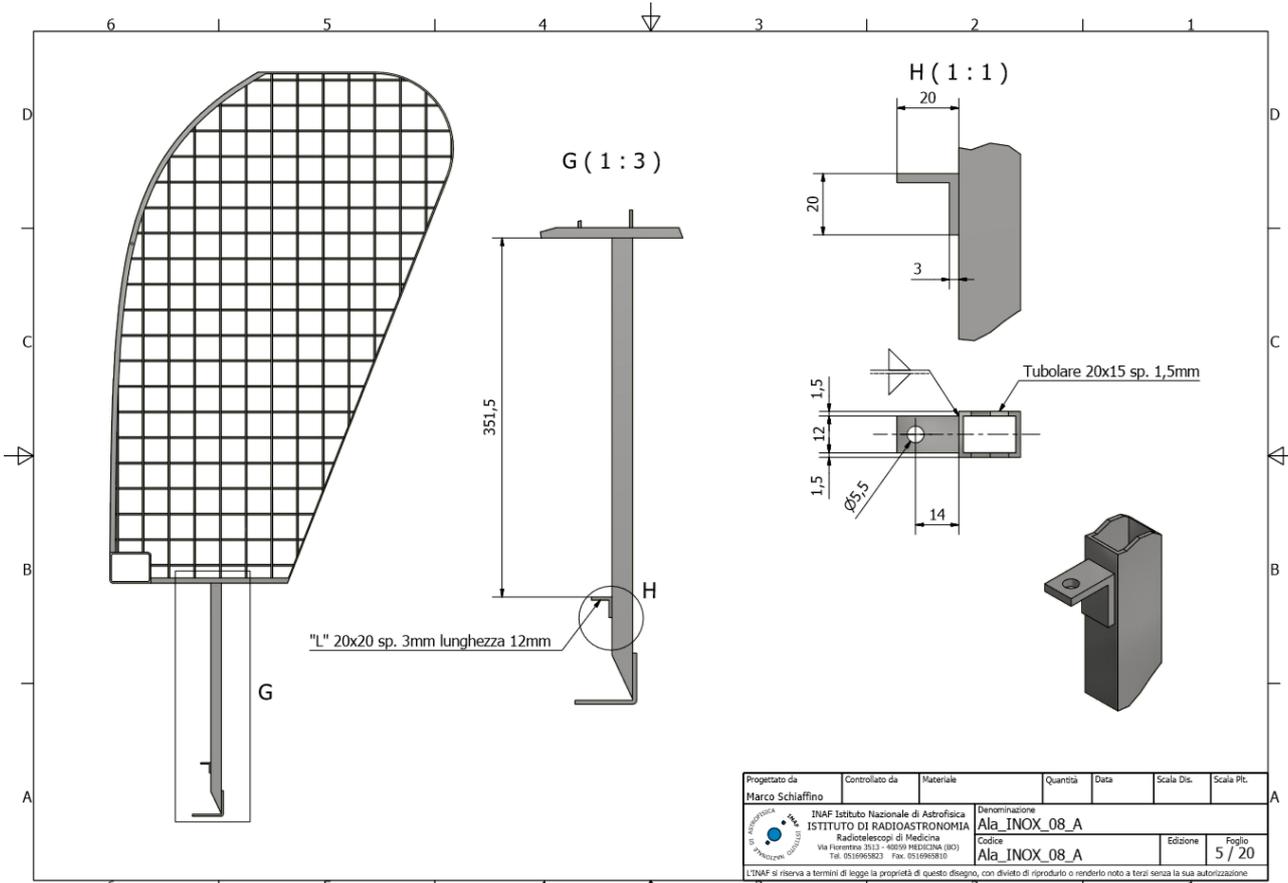


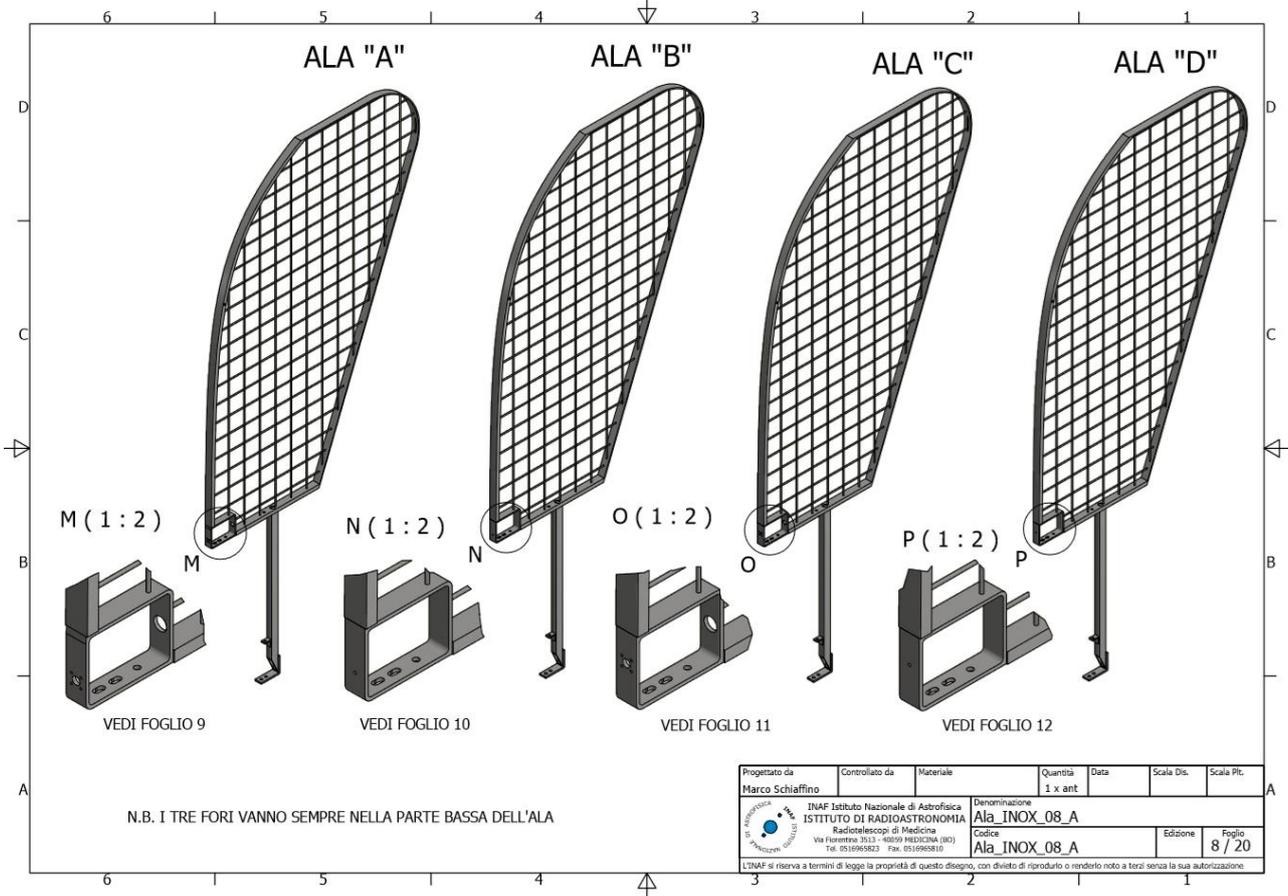
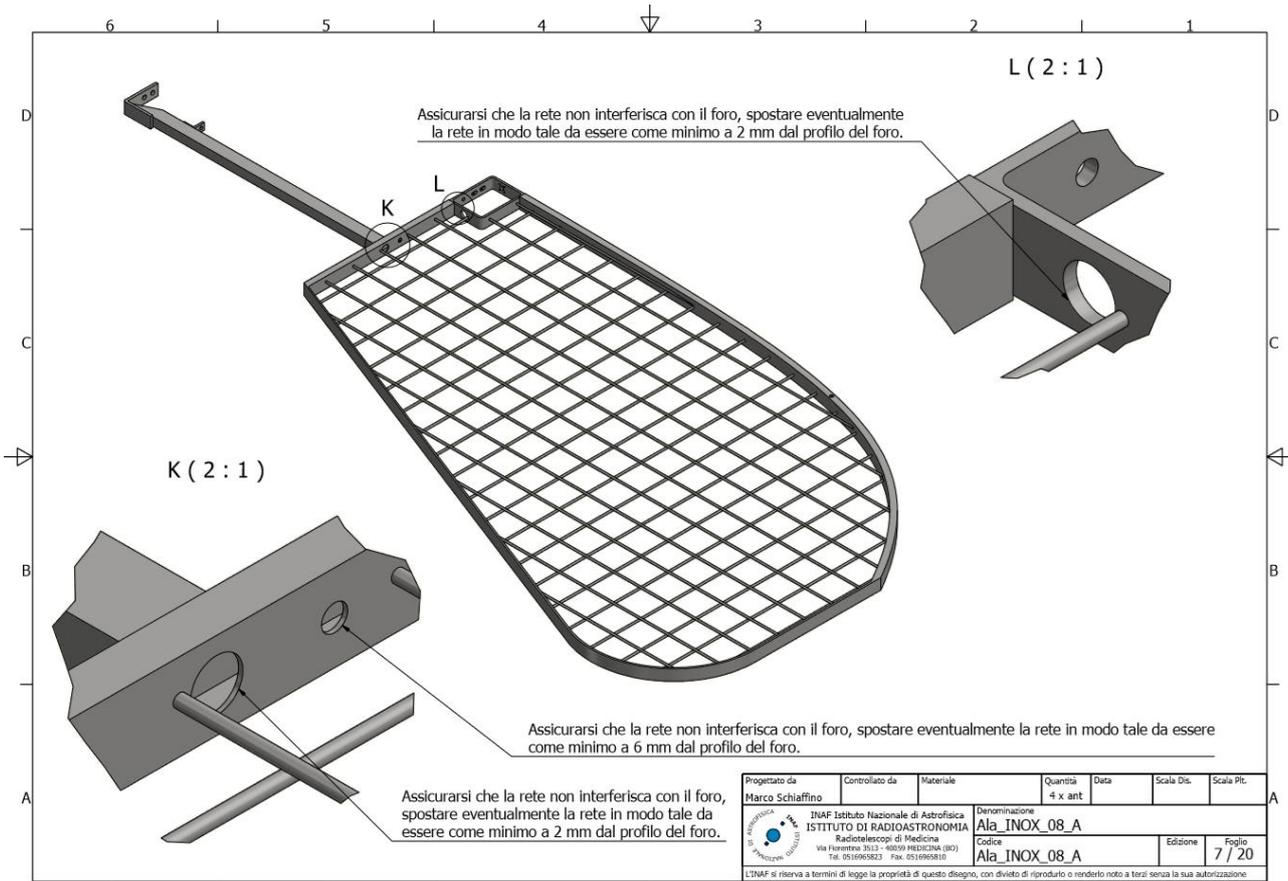
Figura 13 – Probe (a sinistra) e probe assemblato (a destra)

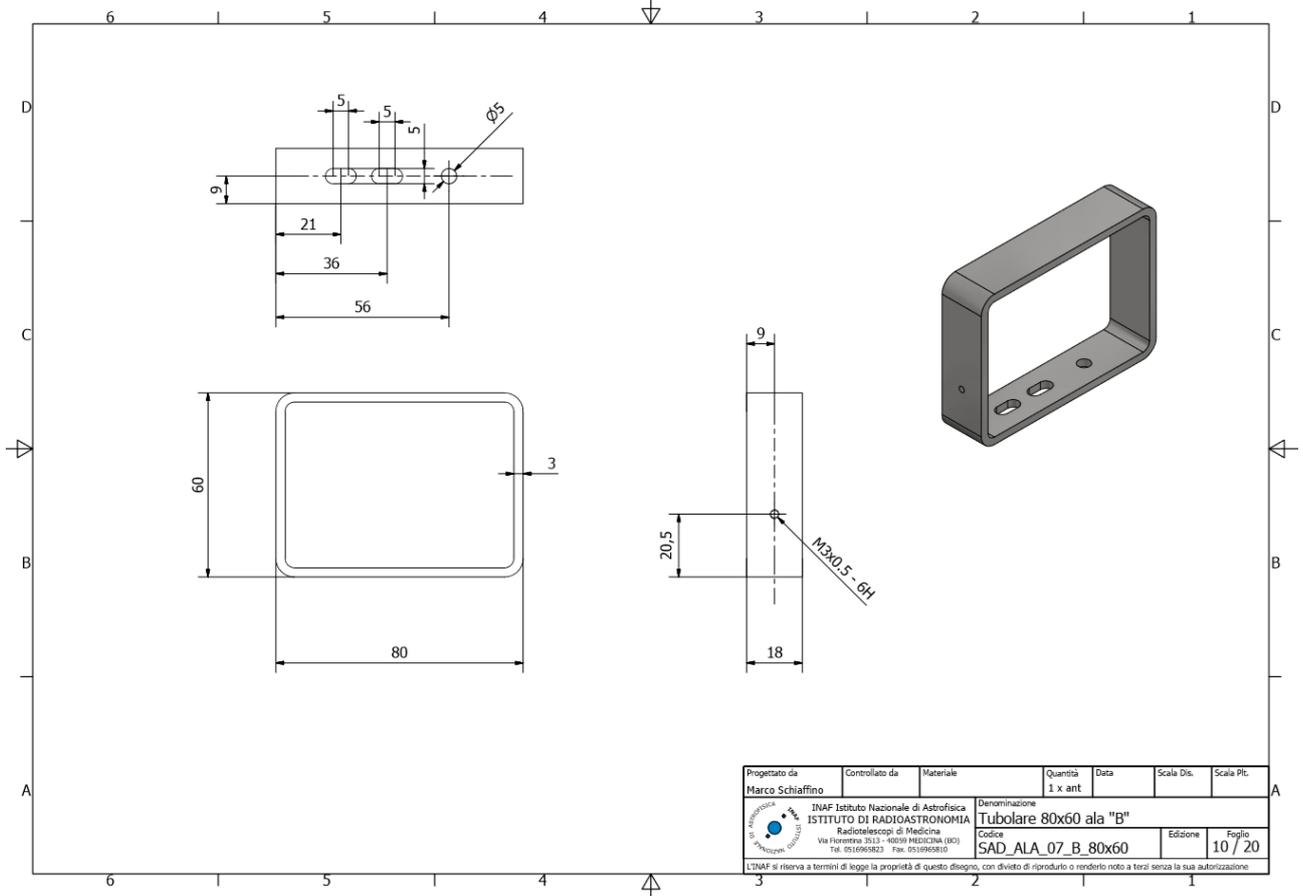
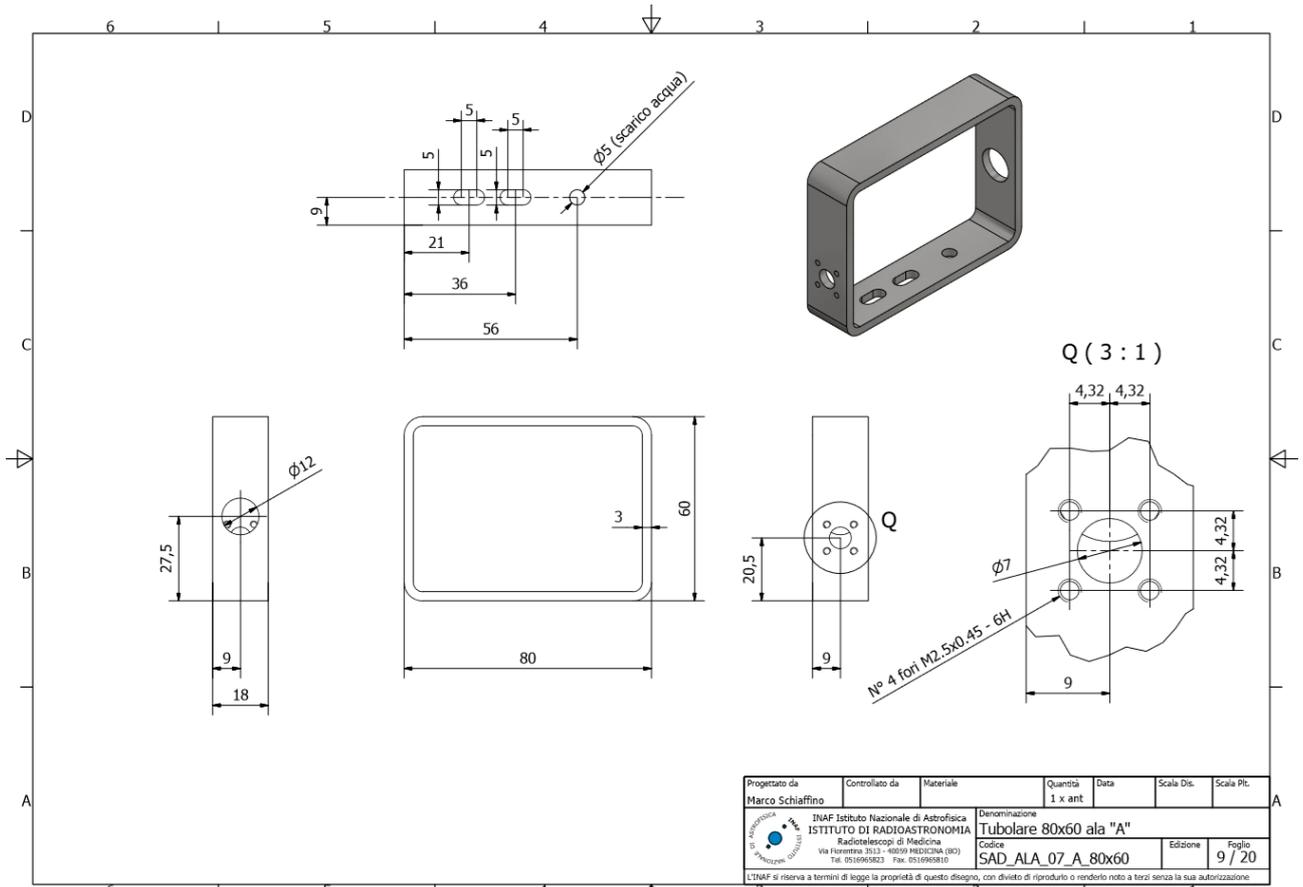
Tavole realizzative

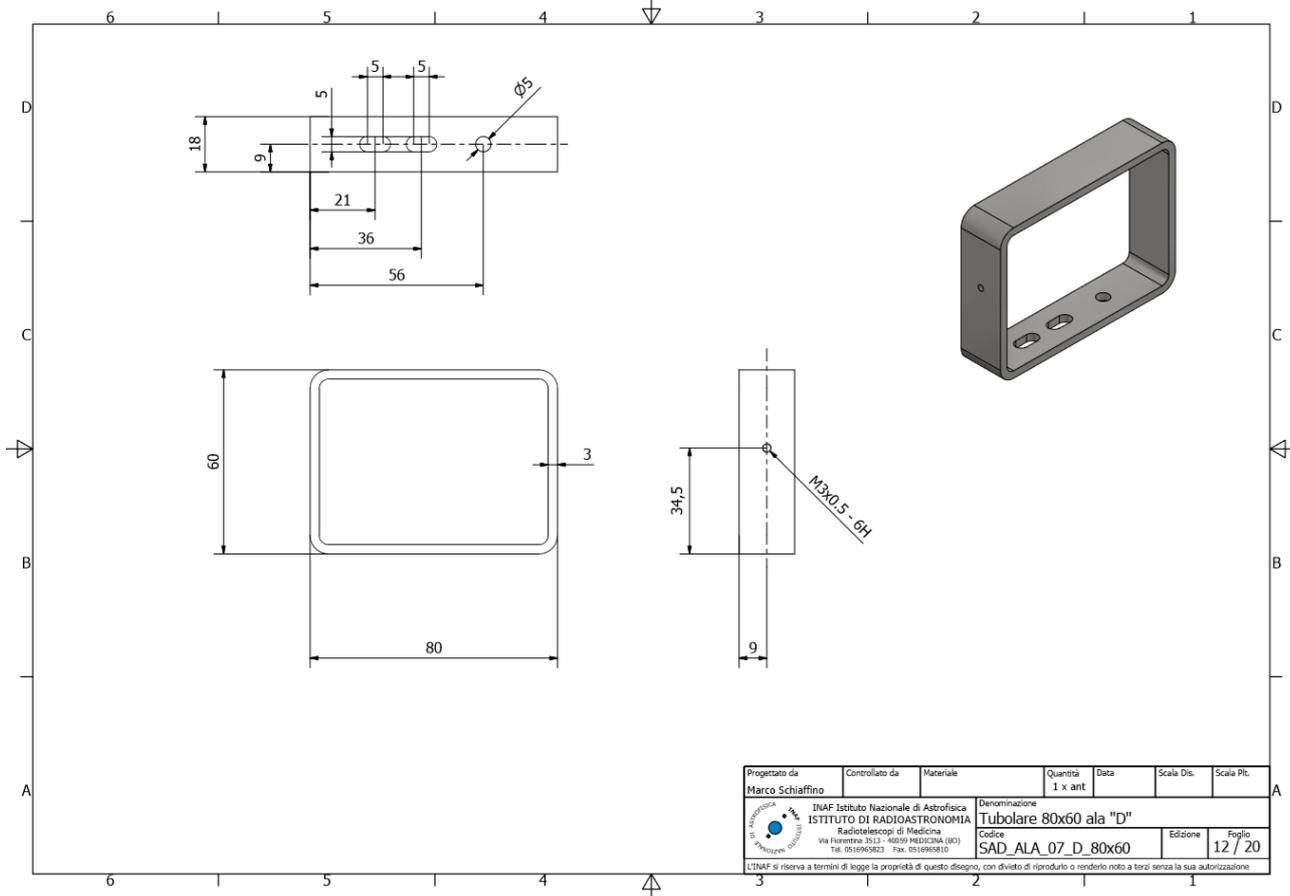
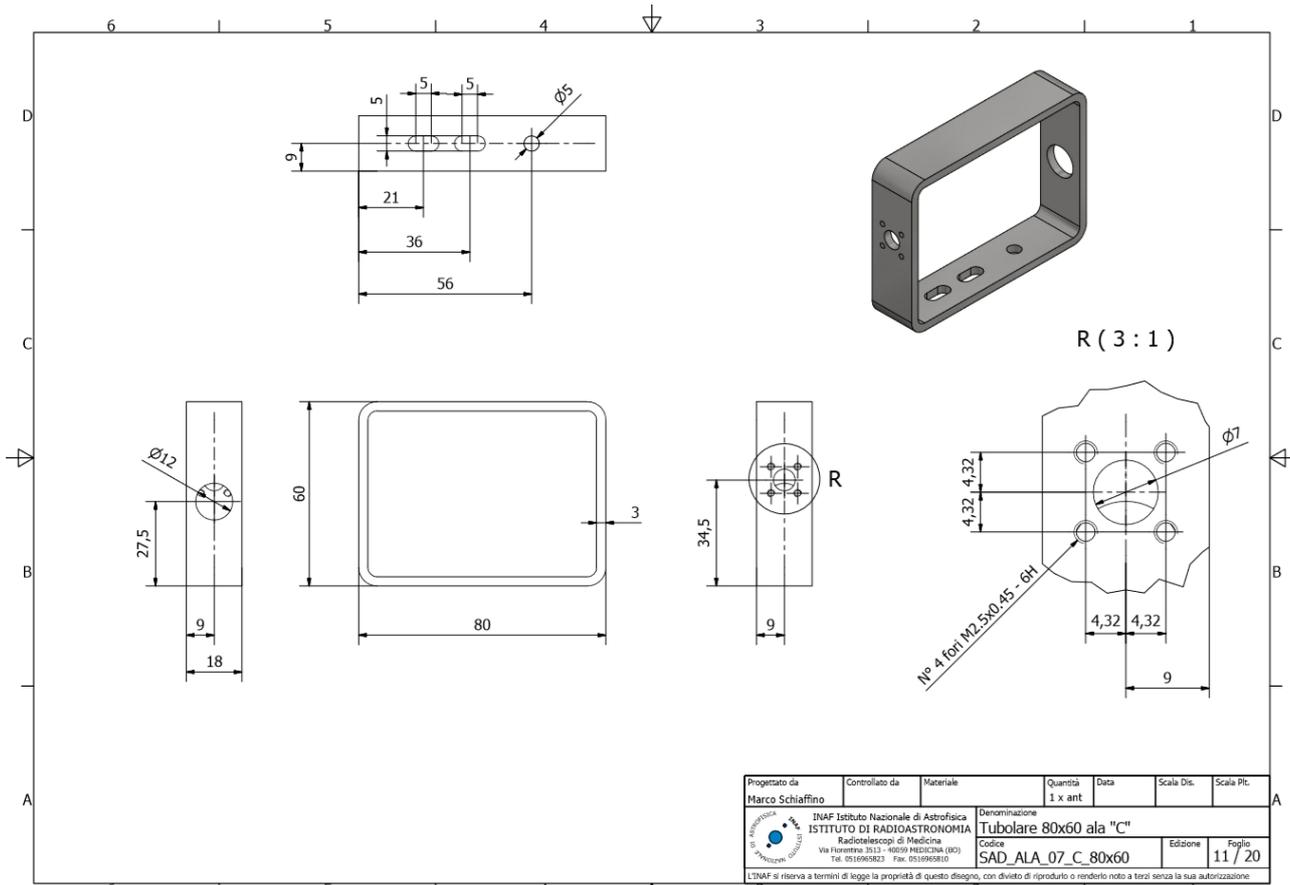


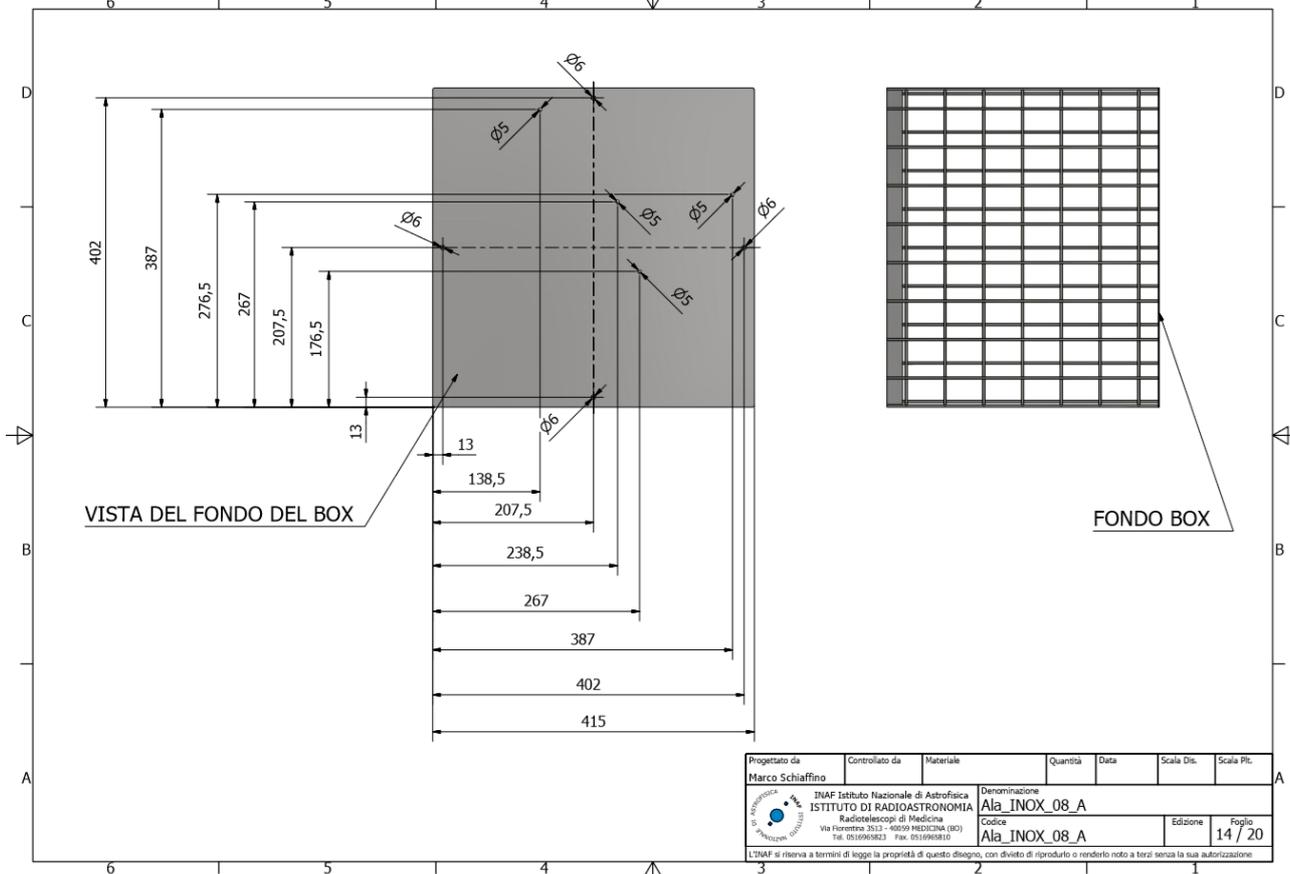
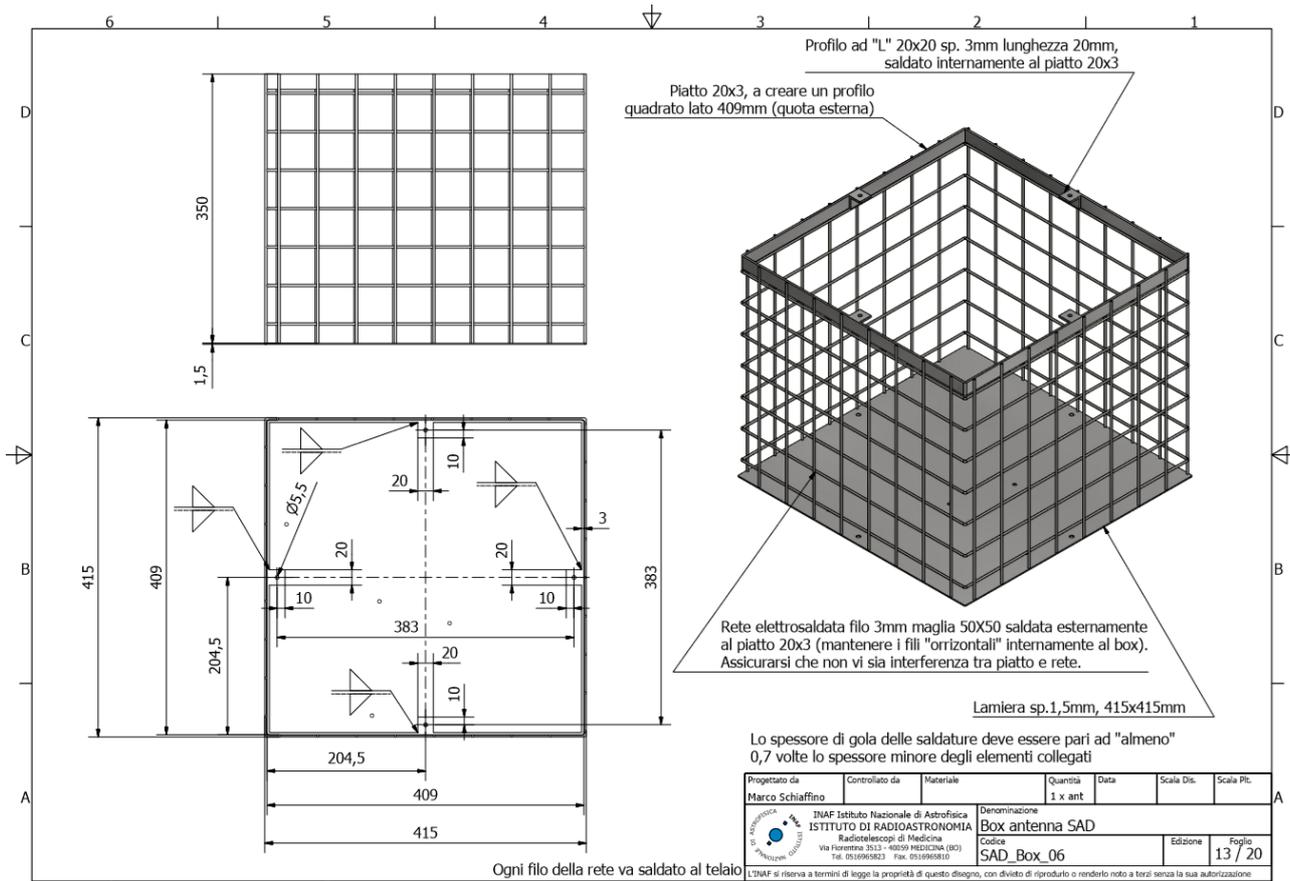


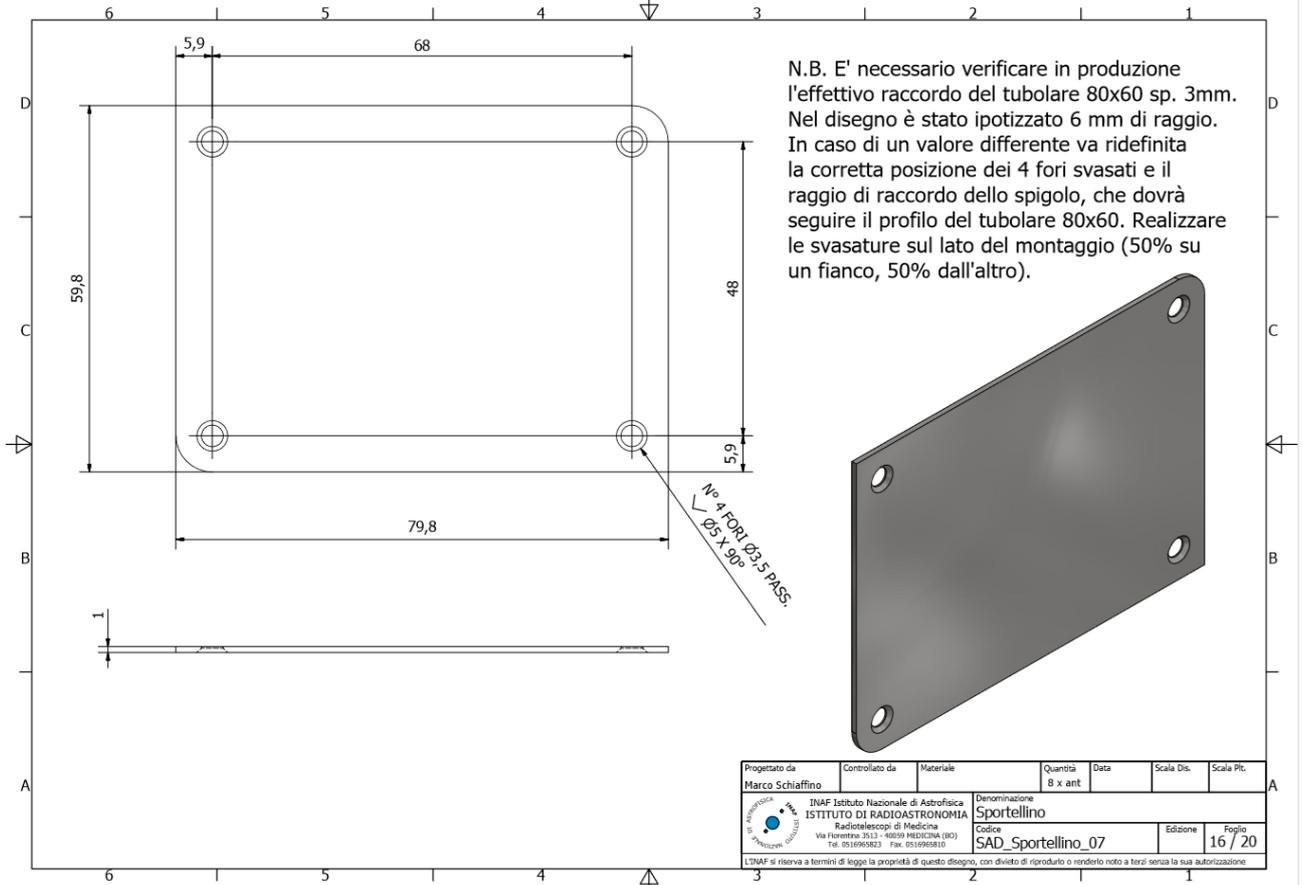
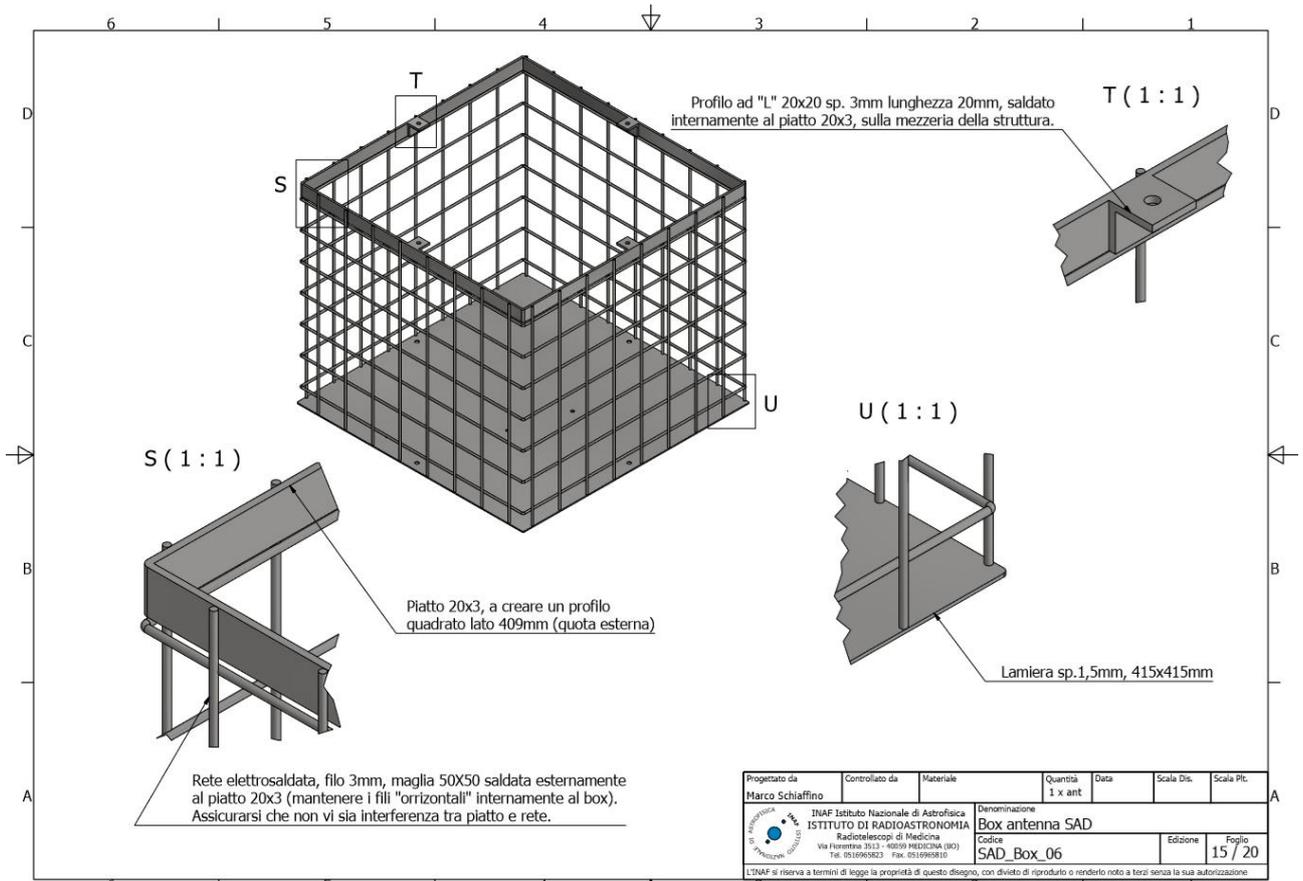


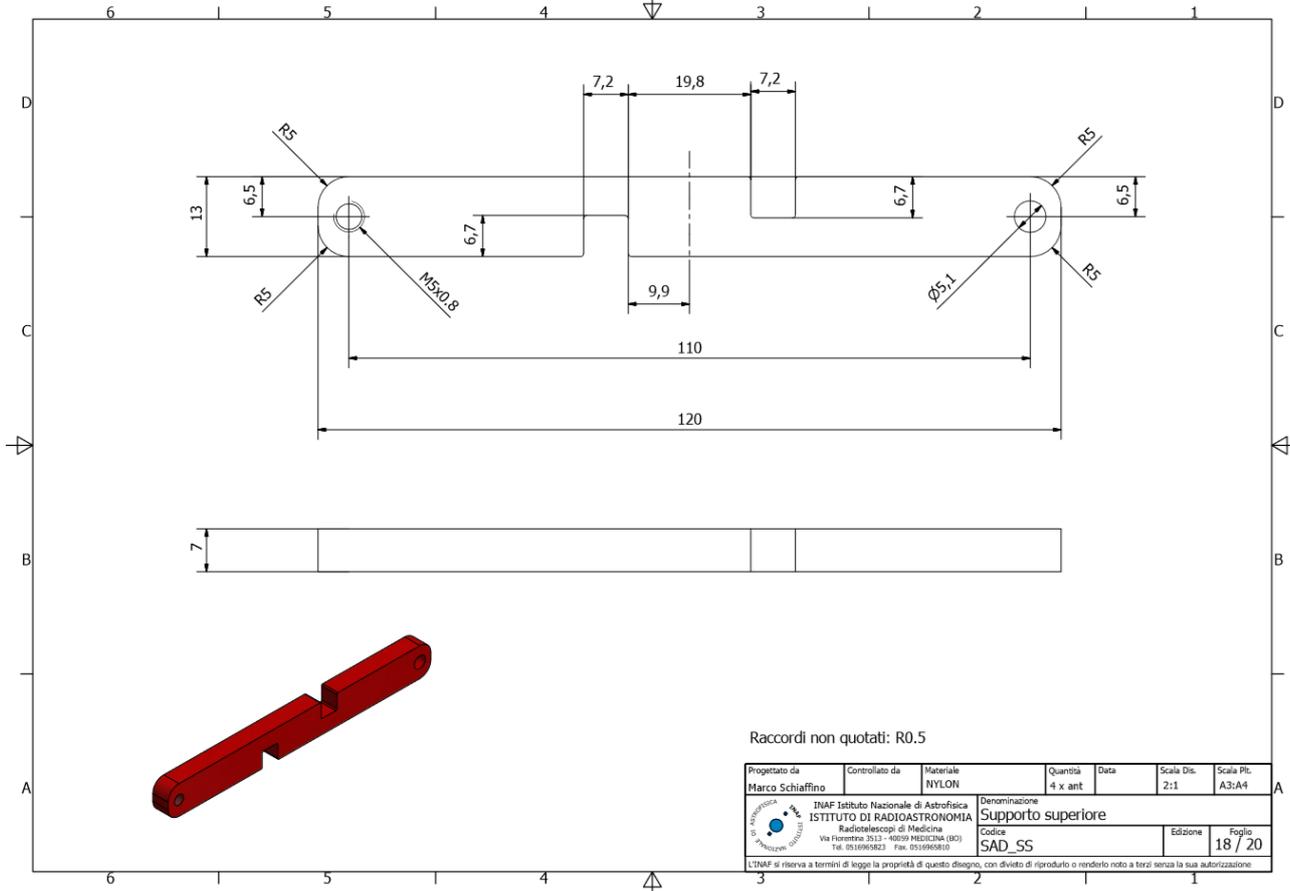
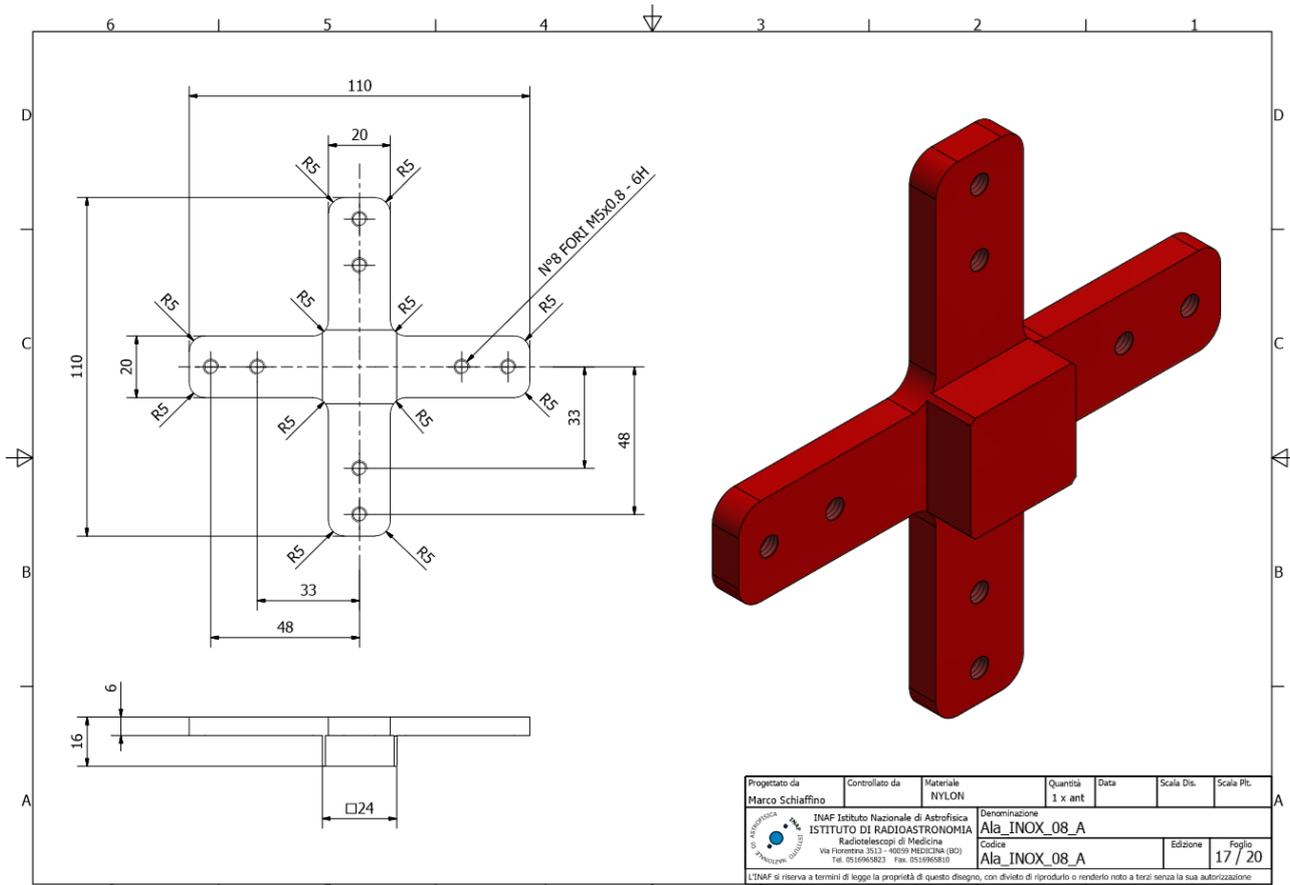


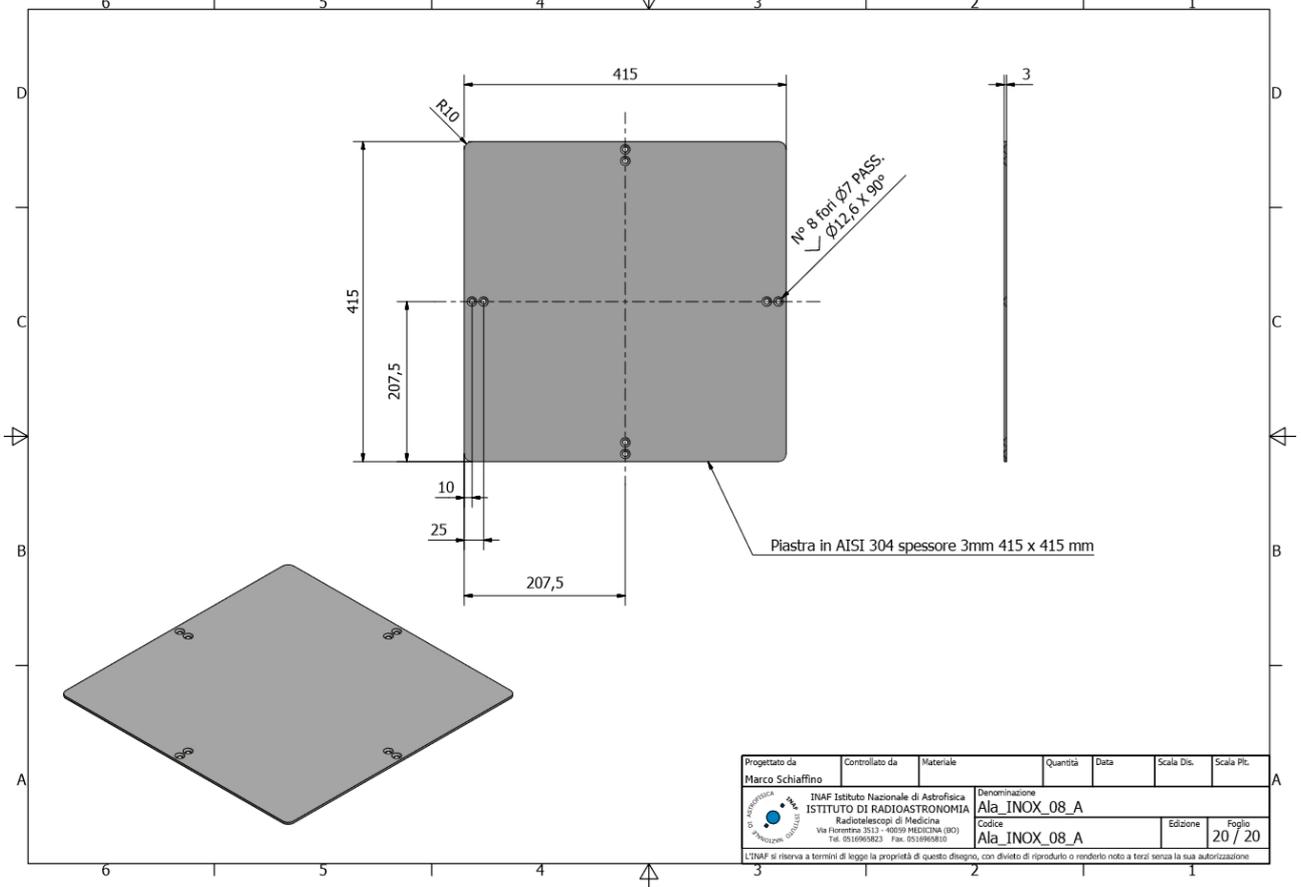
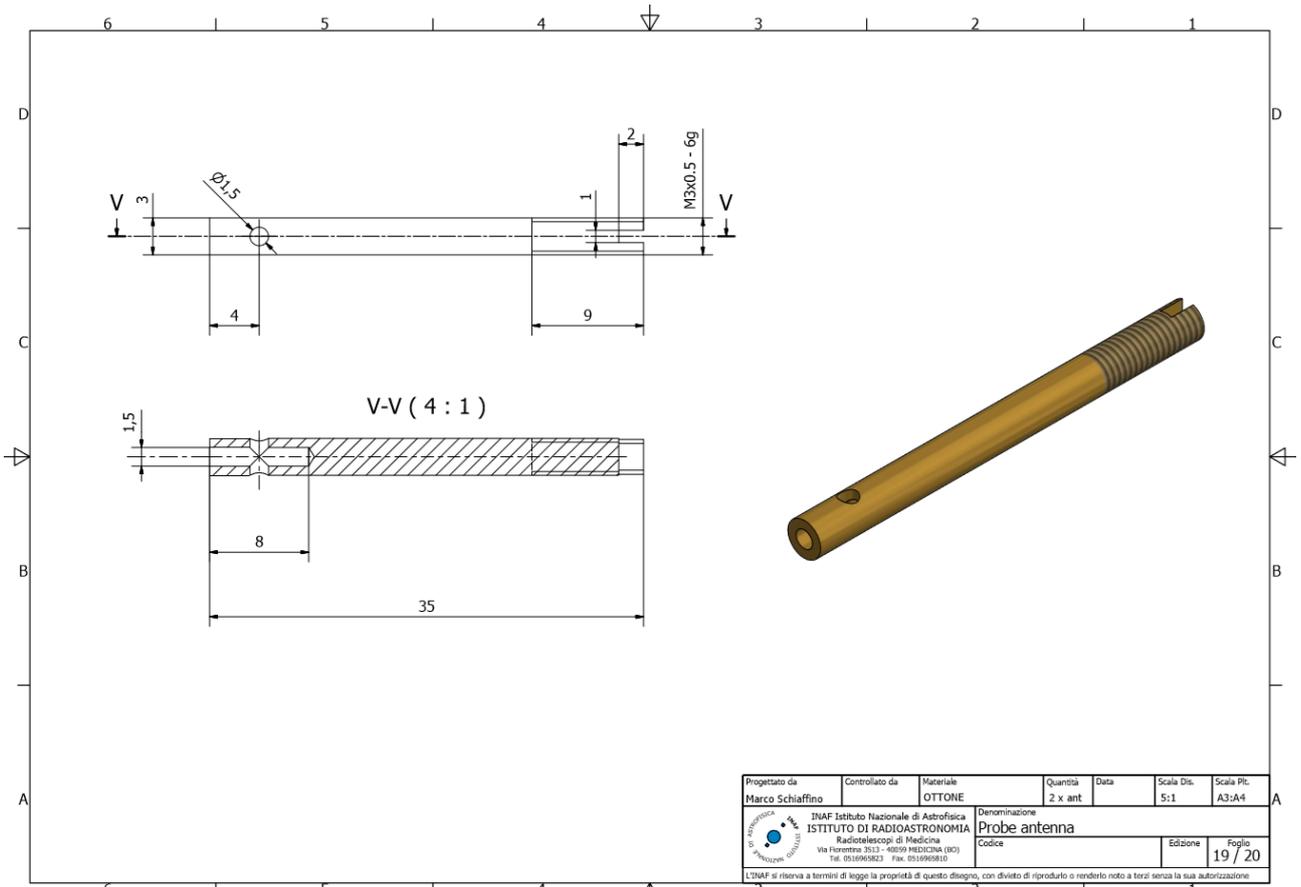






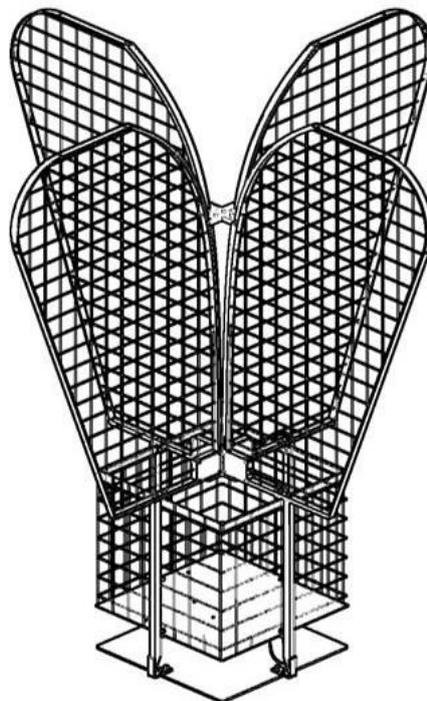






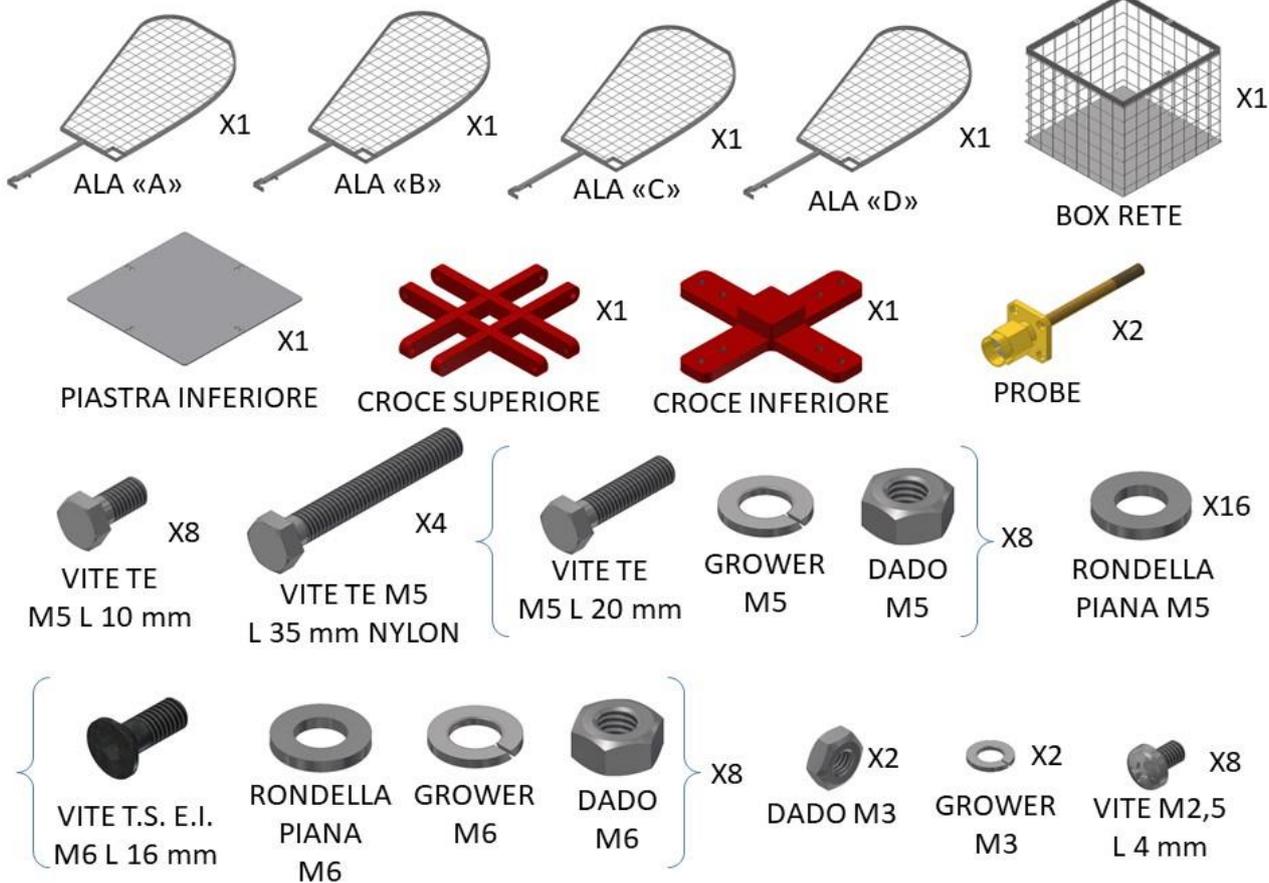
Procedura di assemblaggio antenna

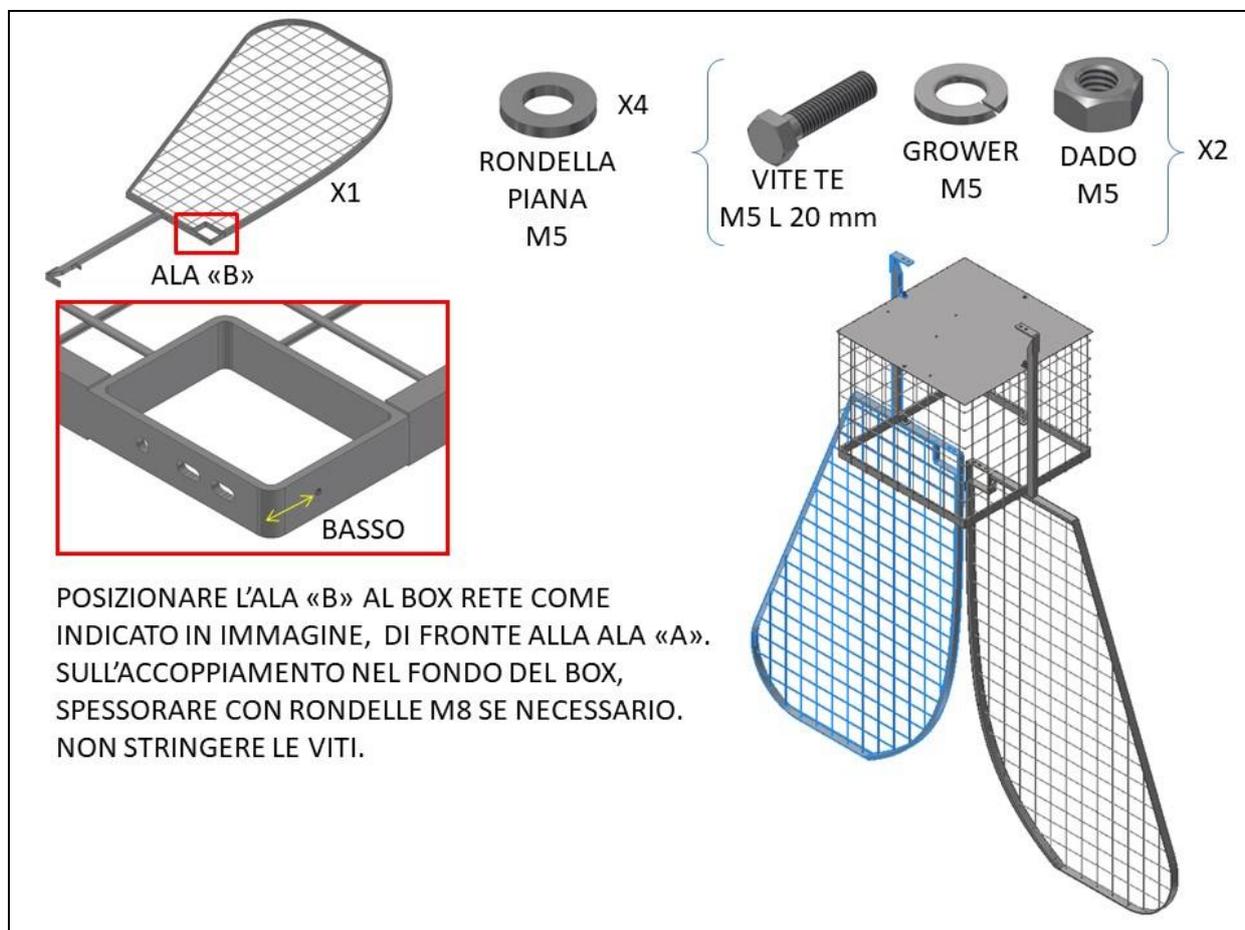
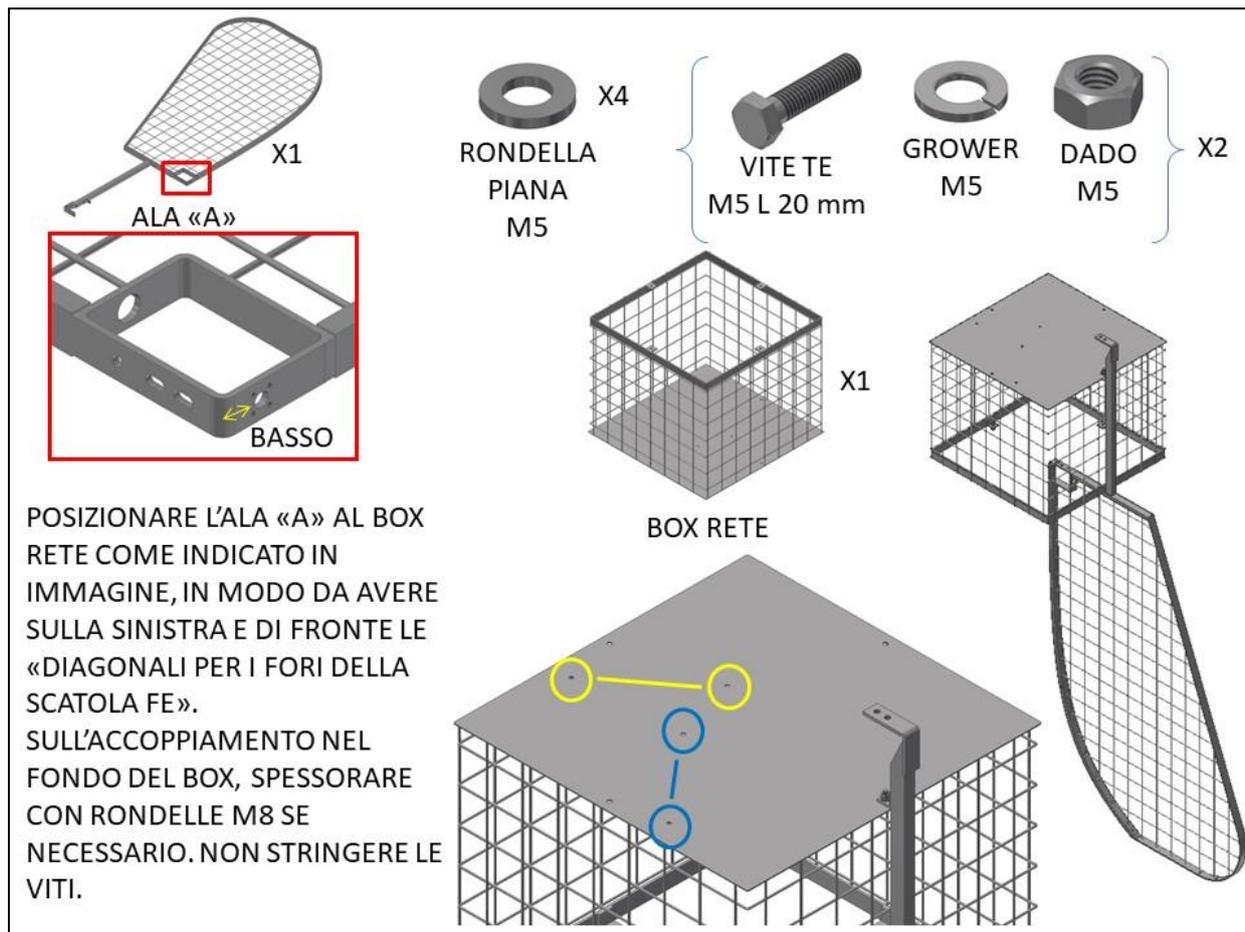
VIVALDI 3.1

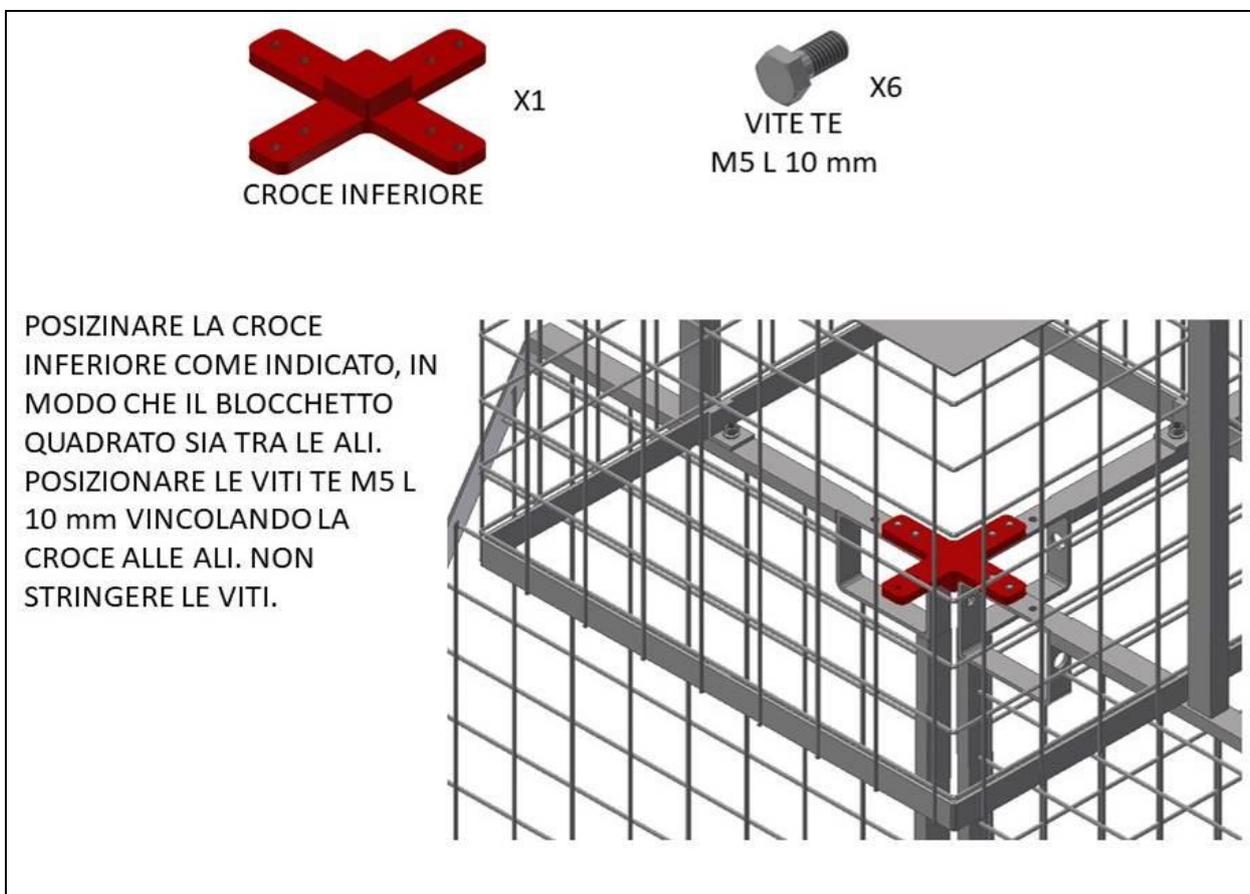
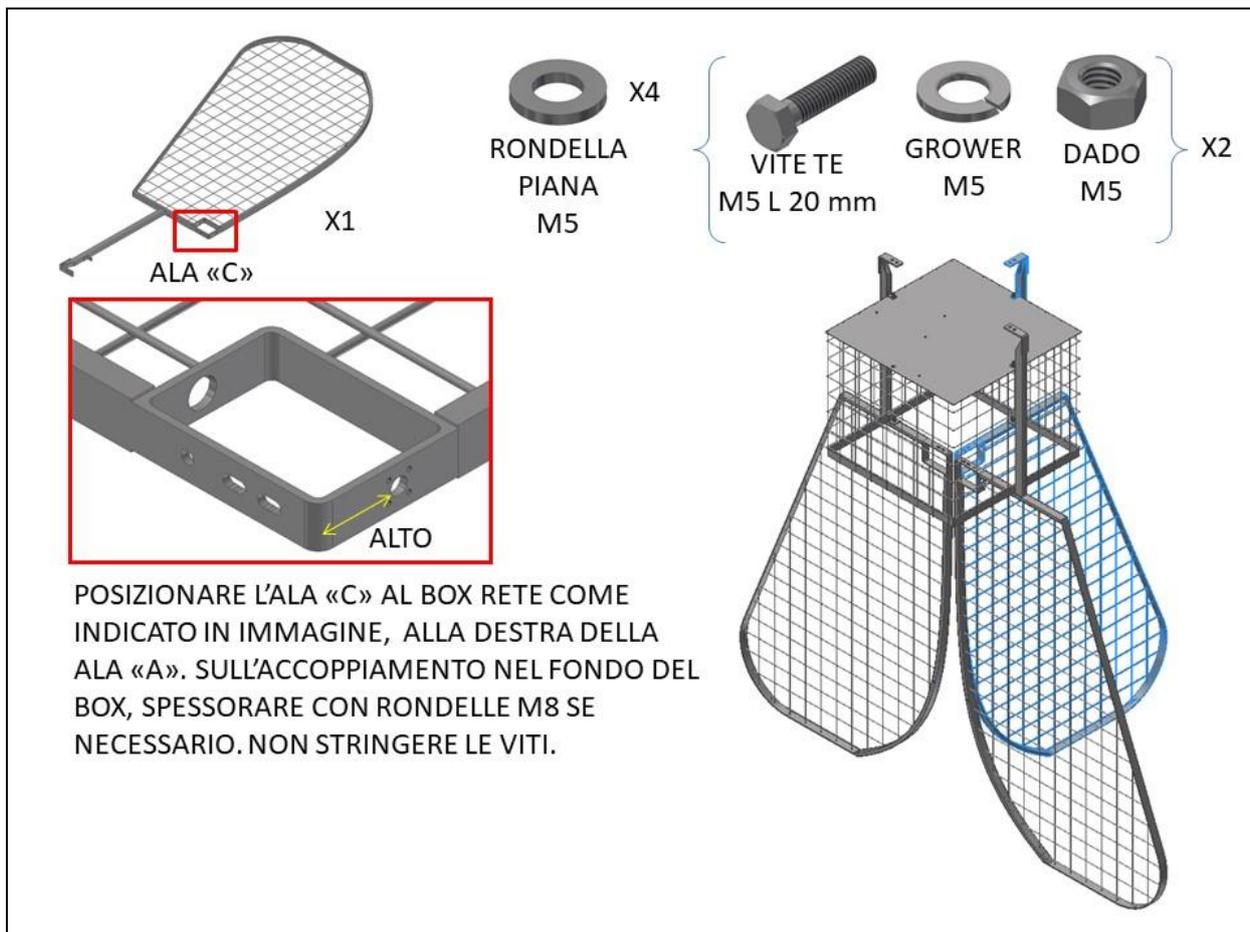


Lista utensili

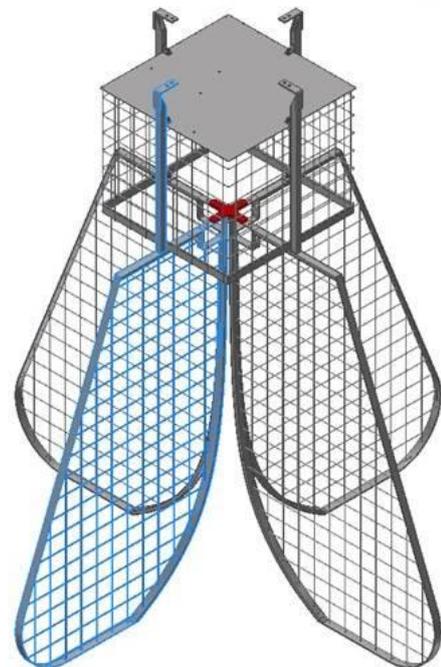
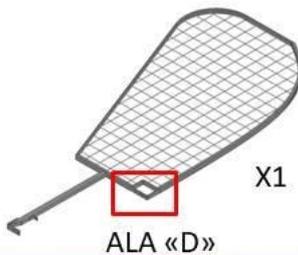
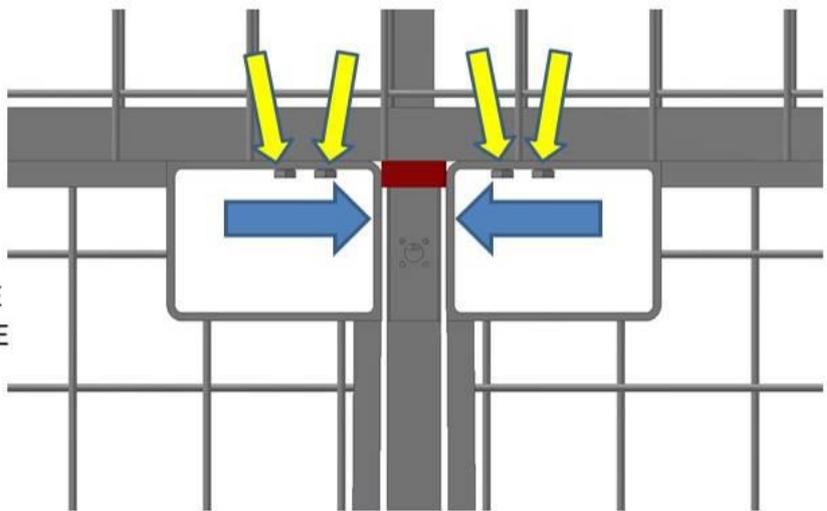
- Cacciavite a croce PH1;
- Chiavi esagonali del 5.5, 8 e del 10;
- Cricchetto dell'8 / chiave a tubo con snodo cardanico dell'8;
- Chiave a brugola del 4;
- Pinza autobloccante.





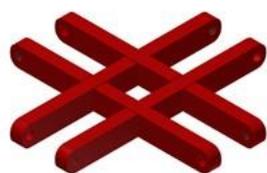
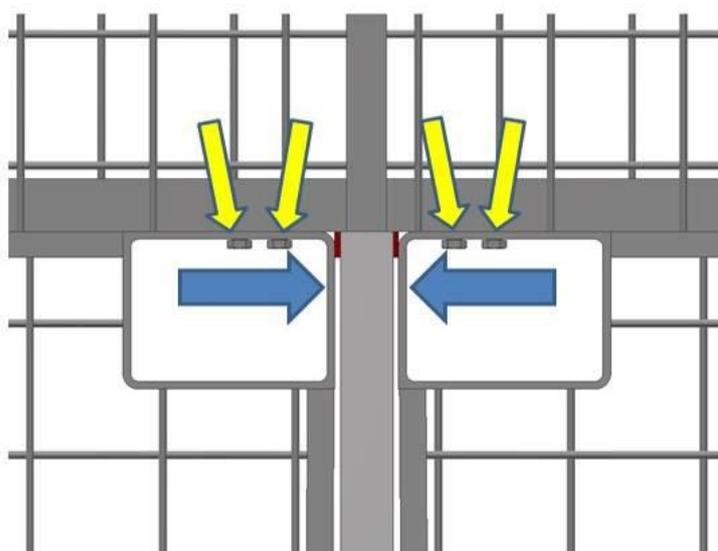


MEDIANTE LA PINZA AUTOBLOCCANTE BLOCCARE CONTRO LA CROCE INFERIORE LE ALI «A» E «B», E STRINGERE (SENZA ESAGERARE) LE 4 VITI TE M5 L 10 mm INTERESSATE (SI CONSIGLIA DI STRIGERE PRIMA LE VITI ESTRNE, MOLLARE LA PINZA E STRINGERE LE INTERNE). ASSICURARSI CHE LE 2 ALI COMBACINO BENE SULLA CROCE INFERIORE.



POSIZIONARE L'ALA «D» AL BOX RETE COME INDICATO IN IMMAGINE, ALLA SINISTRA DELLA ALA «A». SULL'ACCOPIAMENTO NEL FONDO DEL BOX, SPESSORARE CON RONDELLE M8 SE NECESSARIO. NON STRINGERE LE VITI. POSIZINARE ANCHE LE VITI M5 L 10 mm, SENZA STRINGERLE.

MEDIANTE LA PINZA AUTOBLOCCANTE BLOCCARE CONTRO LA CROCE INFERIORE LE ALI «C» E «D», E STRINGERE (SENZA ESAGERARE) LE 4 VITI TE M5 L 10 mm INTERESSATE (SI CONSIGLIA DI STRIGERE PRIMA LE VITI ESTRNE, MOLLARE LA PINZA E STRINGERE LE INTERNE). ASSICURARSI CHE LE 2 ALI COMBACINO BENE SULLA CROCE INFERIORE.



CROCE SUPERIORE

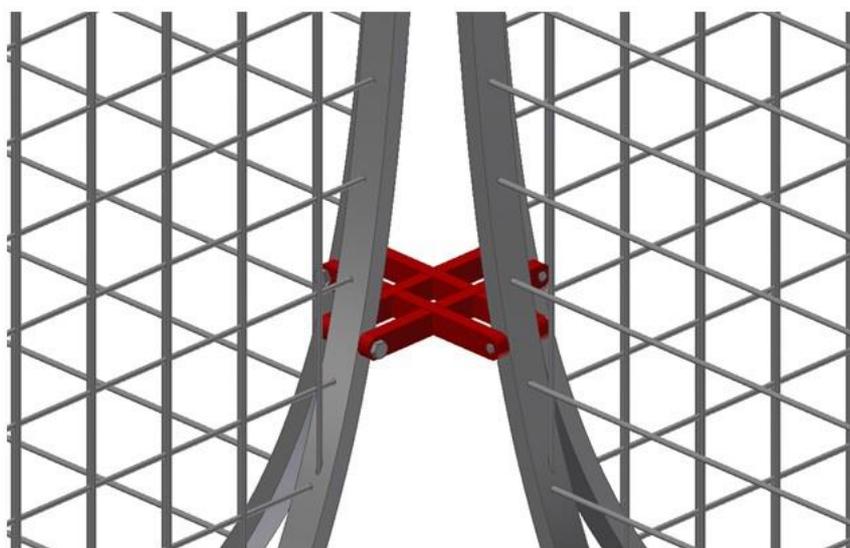
X1



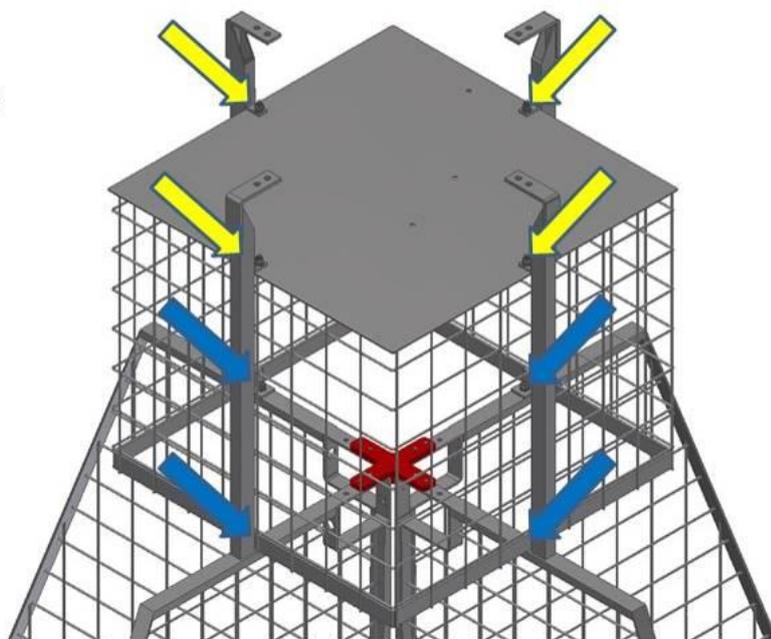
VITE TESTA ESAGONALE
M5 L 35 mm NYLON

X4

POSIZIONARE LA CROCE SUPERIORE SULLE 4 ALI E FISSARLA MEDIANTE LE 4 VITI A TESTA ESAGONALE M5 L 35 mm IN NYLON.



SERRARE LE VITI M5 INDICATE
DALLE FRECCE. PRIMA LE 4
BLU, POI LE 4 GIALLE



X1

PIASTRA INFERIORE



VITE T.S. E.I.
M6 L 16 mm



RONDELLA
PIANA
M6



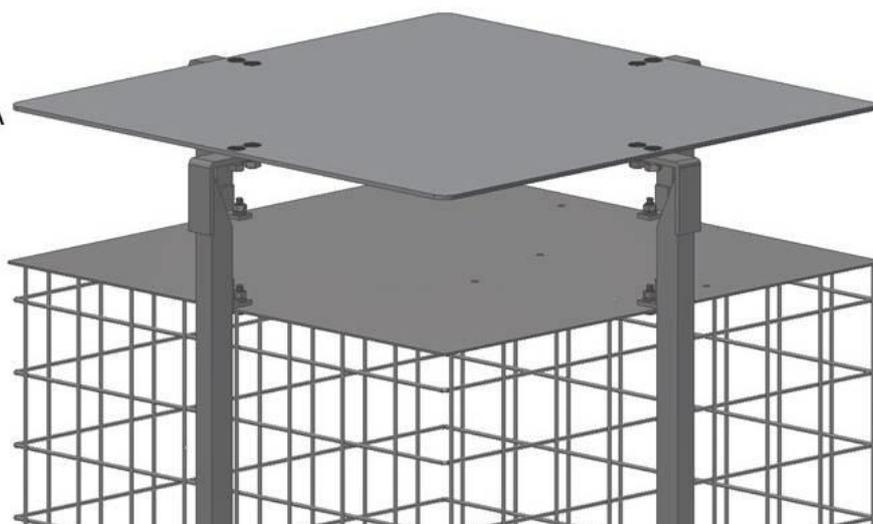
GROWER
M6



DADO
M6

X8

POSIZIONARE LA PIASTRA
INFERIORE E FISSARLA SULLE
ALI MEDIANTE 8 VITI A TESTA
SVASATA PIANA ESAGONO
INCASSATO M6 L 16 mm, 8
RONDELLE PIANE M6, 8
GROWER M6 E 8DADI M6.





X2



X8

VITE M2,5 L4mm



X2

GROWER
M3

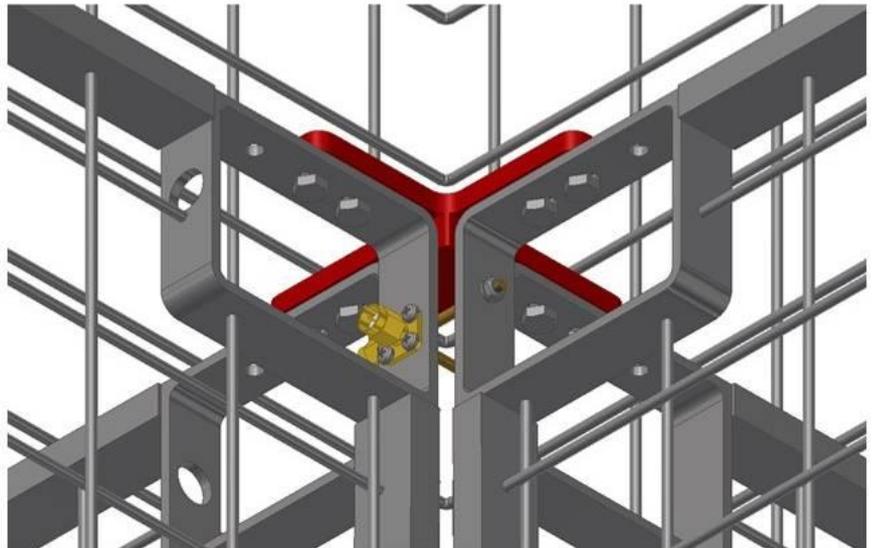


X2

DADO M3

AVVITARE I PROBE SULLE ALI «B» E «D» (AIUTANDOSI SE NECESSARIO CON L'INTAGLIO POSTO SULLO STELO DEI PROBES), FACENDOLI PASSARE RISPETTIVAMENTE ATTRAVERSO LE ALI «A» E «C».

FISSARE I PROBE MEDIANTE LE VITI M2,5 L4mm SULLE ALI «A» E «C» (4 PER OGNI ALA). SERRARE IL PERNO DEL PROBE SULLE ALI «B» E «D» MEDIANTE DUE DADI ESAGONALI M3 E GROWER M3.



Non è stato indicato l'assemblaggio degli sportellini in quanto verranno posizionati solamente dopo aver collegato gli LNA all'antenna.