

Internal Report INAF/IASF–BO 485/2007

PROGETTAZIONE DI UN REFRIGERATORE AD ELIO3

DALL’OGLIO G.², DE ROSA A.¹, MARTINIS L.², MORGANTE G.¹,
PIZZO L.², SABBATINI L.², TERENCE L.¹, VALENZIANO L.¹

¹INAF / IASF – Bologna

²Università Roma 3

May 2007

PROGETTAZIONE DI UN REFRIGERATORE AD ELIO 3

*DALL'OGLIO G., DE ROSA A., MARTINIS L., MORGANTE G., PIZZO L., SABBATINI L.,
TERENZI L., VALENZIANO L.*

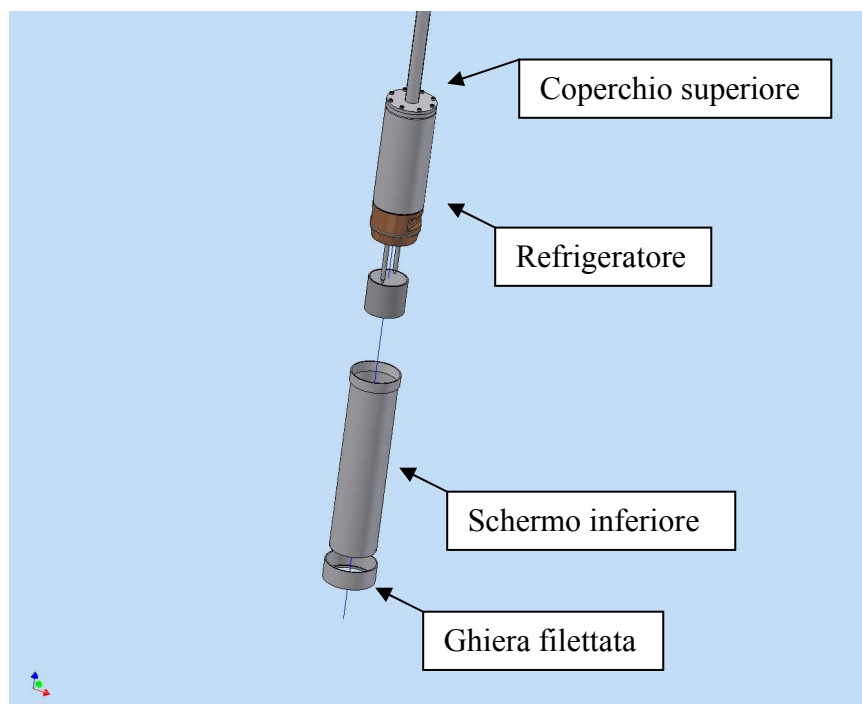
1. INTRODUZIONE

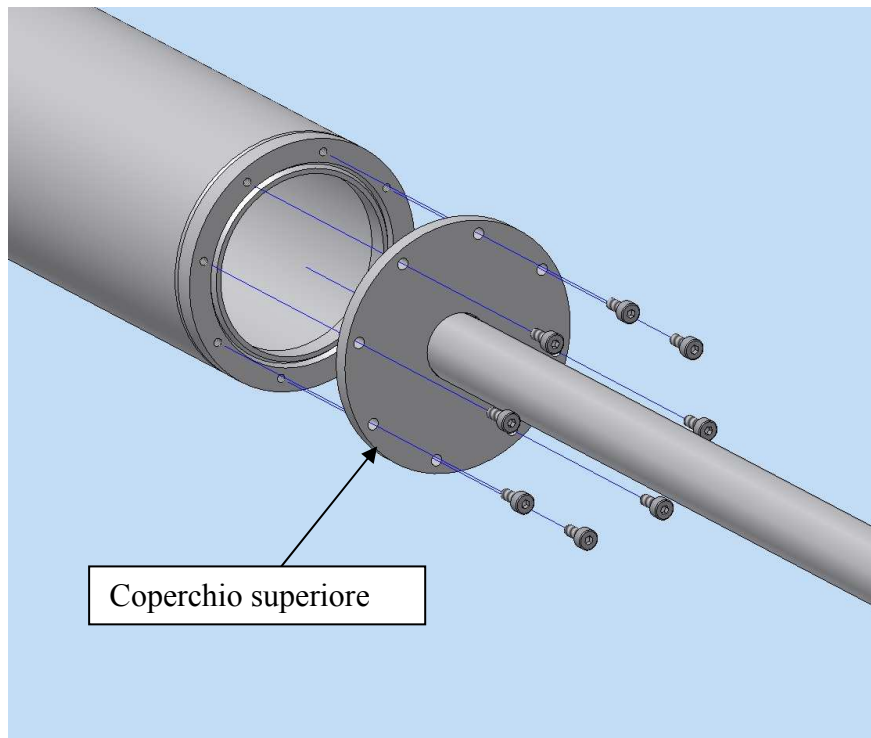
Nel presente documento si descrivono il layout del refrigeratore le modifiche effettuate al design esistente ed i disegni costruttivi delle parti delle singole parti costituenti il refrigeratore.

2. MECHANICAL DESIGN

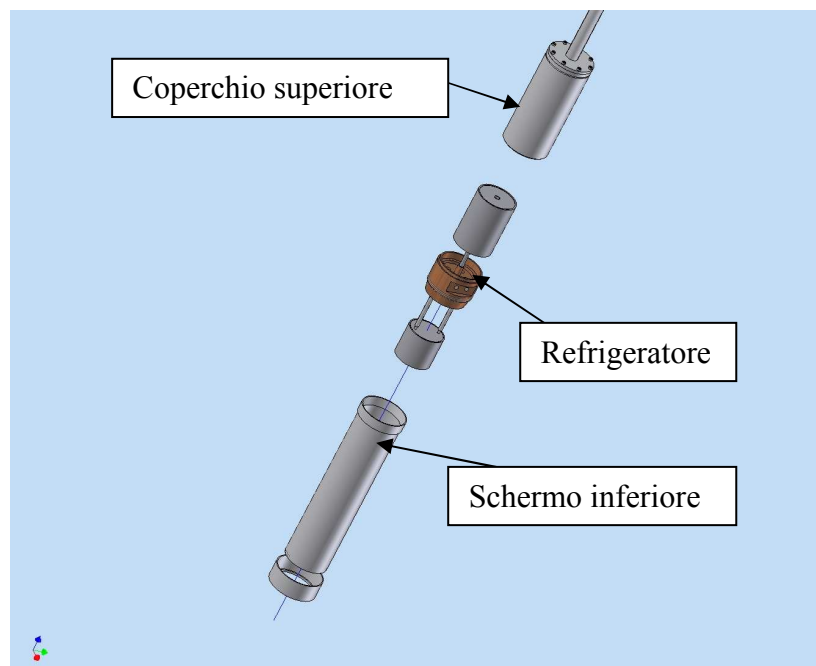
Assieme

Il refrigeratore è costituito da 4 gruppi smontabili: lo schermo inferiore, la ghiera di bloccaggio, il corpo del refrigeratore ed il tubo di supporto del refrigeratore, come visibile dalle immagini sotto riportate. Smontando la ghiera filettata è possibile sfilare lo schermo superiore ed accedere alla zona di fissaggio del provino, mentre svitando le viti del coperchio superiore è possibile accedere ai cablaggi del refrigeratore. La tenuta da vuoto in tale collegamento è realizzata mediante una guarnizione metallica di indio.





Nel caso in cui sia necessario accedere alla criopompa è necessario dissaldare la parte dello schermo superiore collegata al condensatore con una brasatura dolce.



Sottosistema “schermo inferiore”

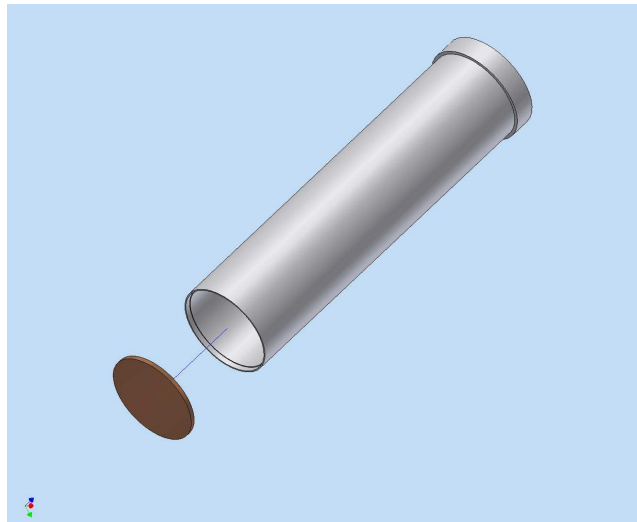
Lo schermo inferiore è realizzato in parte in acciaio con un flash d'oro ed in parte in rame OFHC per garantire la necessaria conducibilità termica. Le due parti vengono poi brasate per realizzare un corpo unico che resista al contatto diretto con l'elio liquido.

Nell'esploso sottoportato si evidenziano i componenti prima della brasatura.

Lo schermo presenta un accoppiamento conico (10° di apertura) con il refrigeratore in modo da garantire una maggiore tenuta al vuoto.

Materiali e masse:

componente	materiale	massa [g]
fondo	Cu OFHC	26
cilindro	SS316	203

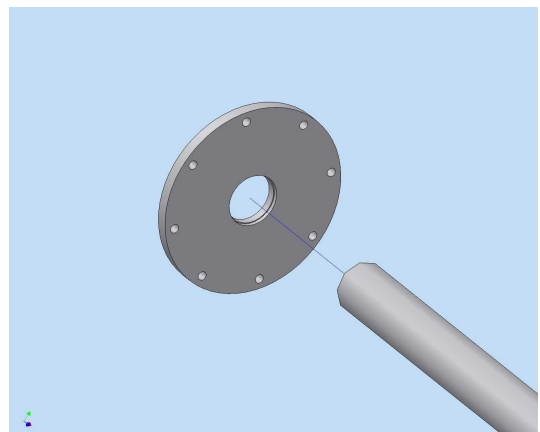
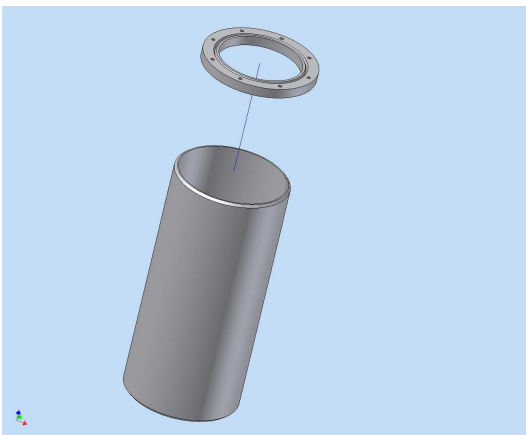
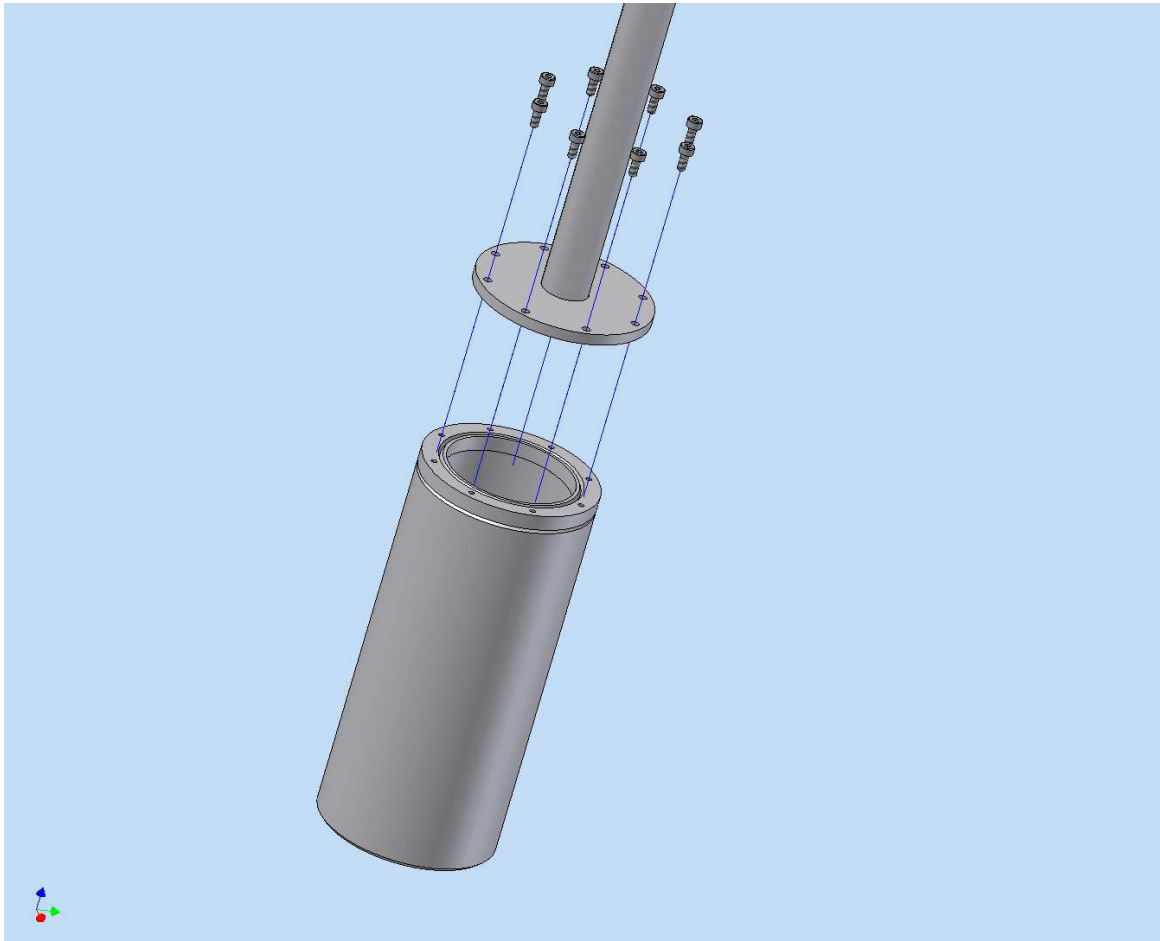
**Sottosistema “schermo superiore”**

Lo schermo superiore è realizzato in 4 parti per poter garantire una facile accessibilità ai cablaggi del refrigeratore. Il materiale utilizzato per la realizzazione di tale componente è l'acciaio inox AISI 316 (o AISI304)

Materiali e masse:

componente	materiale	massa [g]
cilindro	SS316	171
disco	SS316	25
coperchio	SS316	38
tubo	SS316	141

Nell'esplosione sottostante è visibile lo schermo una volta saldato



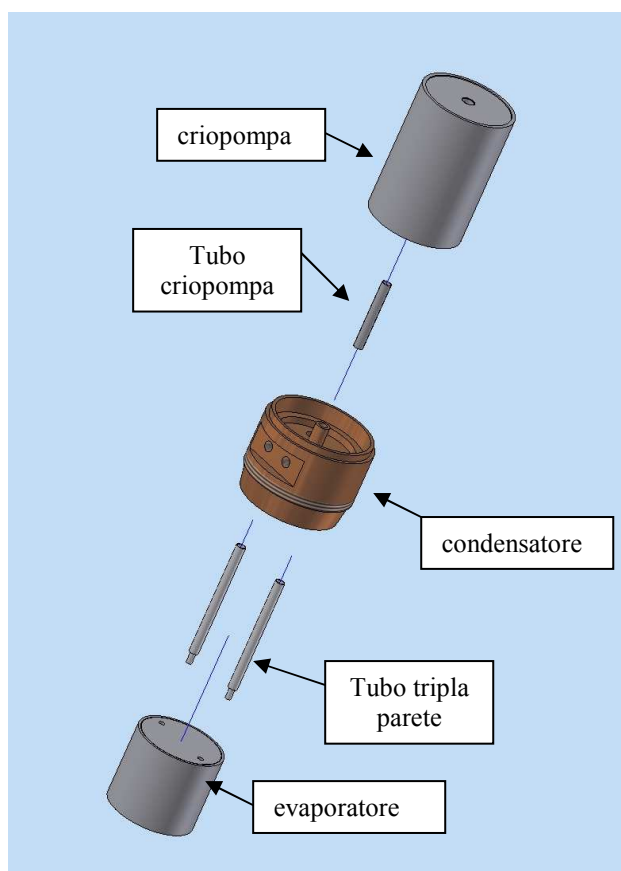
Nelle immagini sopra sono evidenziati le parti da brasare.

Sottosistema “circuitto”

Il circuito frigorifero del refrigeratore è composto da una criopompa ad assorbimento, da un condensatore ed un evaporatore. I collegamenti fra i vari elementi del sistema sono garantiti da dei tubi in acciaio inox in parete sottile in modo da ridurre quanto più possibile gli scambi termici conduttivi fra i vari componenti.

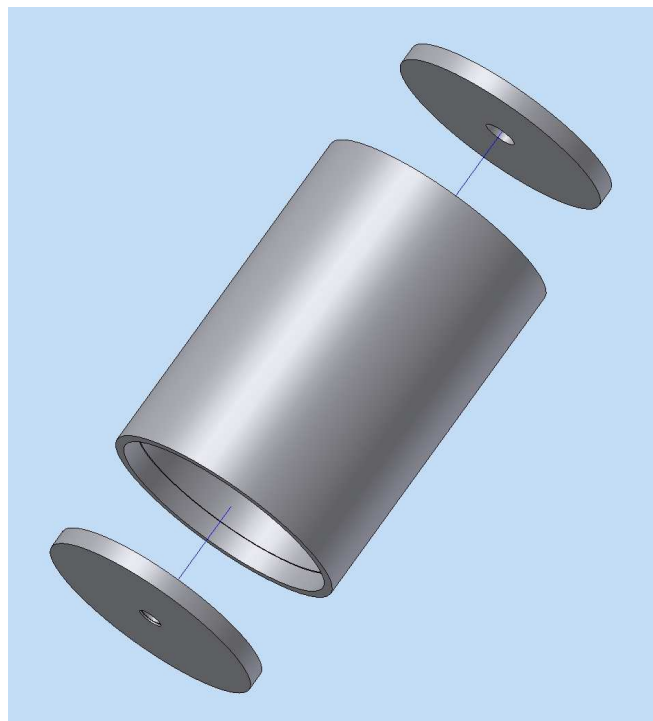
Materiali e masse:

GRUPPO	COMPONENTE	MATERIALE	MASSA [g]
criopompa			
	testa	SS316	25
	cilindro	SS316	97
	fondo	SS316	25
	tubo criopompa/cond	SS316	0,7
	condensatore	Cu OFHC	218
evaporatore			
	testa	SS316	22
	cilindro	SS316	40
	fondo	Cu OFHC	64
tubo tripla parete			
	tubo int	SS316	
	tubo med	SS316	
	tubo ext	SS316	



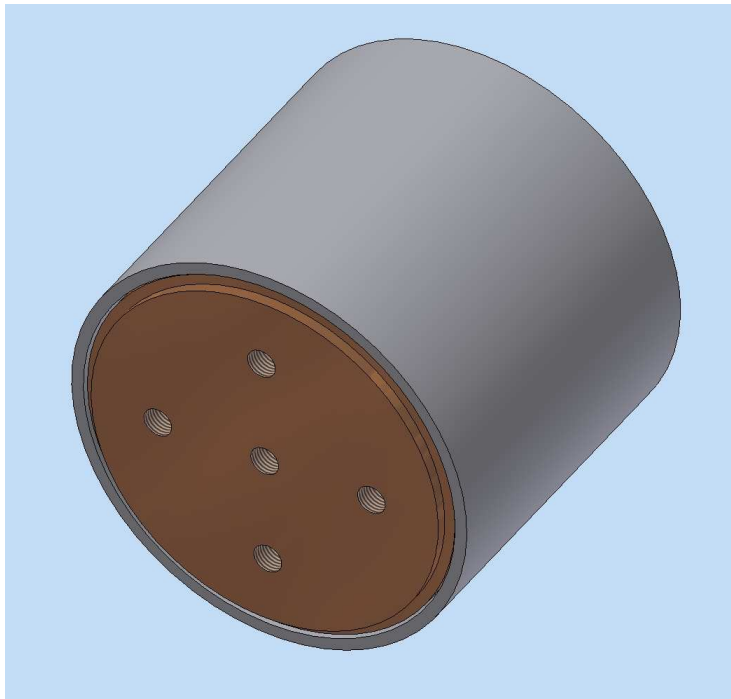
Criopompa

La criopompa adottata è di forma cilindrica interamente realizzata in acciaio inox AISI 304. Avvolta intorno alla criopompa (non rappresentata nelle figure) vi è una termo-resistenza che ne permette il controllo in temperatura insieme al collegamento con lo schermo superiore realizzato con un filo di rame.

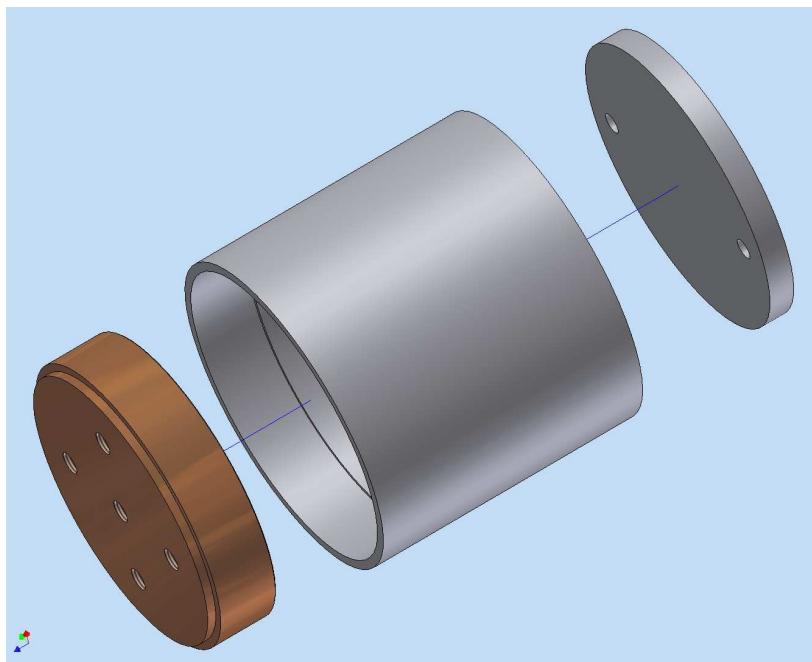


La criopompa è realizzata in 3 parti, il corpo cilindrico e i due coperchi, le tre parti vengono poi brasate per garantire la resistenza meccanica necessaria.

Evaporatore



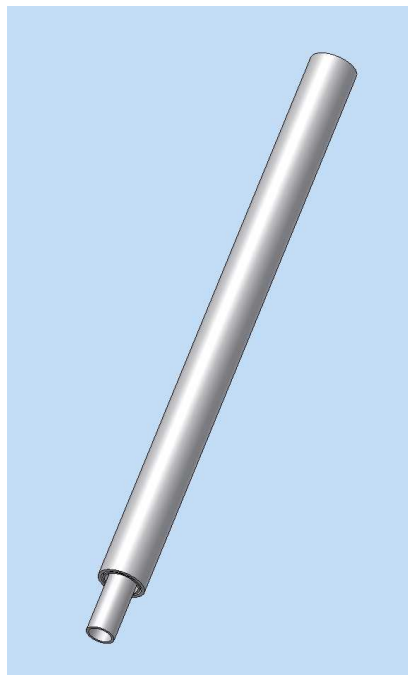
L'evaporatore è costituito da una camera cilindrica in cui si raccoglie per gravità l'elio liquido che si è formato. Sul fondo in rame OFHC dell'evaporatore è possibile fissare tramite 5 viti il campione in esame, che verrà raffreddato sfruttando il calore latente di vaporizzazione dell'elio. Nella figura sottostante è riportata una vista esplosa delle tre parti necessarie alla realizzazione dell'evaporatore. Per ridurre le masse ed aumentare la frazione di scambio termico convettivo il cilindro e la testa dell'evaporatore sono realizzati in acciaio inox (AISI 304).



Tubi tripla parete

Il tubo in tripla parete permette di aumentare la resistenza termica conduttiva mantenendo gli ingombri entro limiti accettabili.

I tubi hanno una differenza di diametro contenuta in modo da facilitare le operazioni di brasatura fra i tubi.



Nella Tabella sotto riportata sono indicate le principali caratteristiche dei tubi in tripla parete utilizzati in tale applicazione.

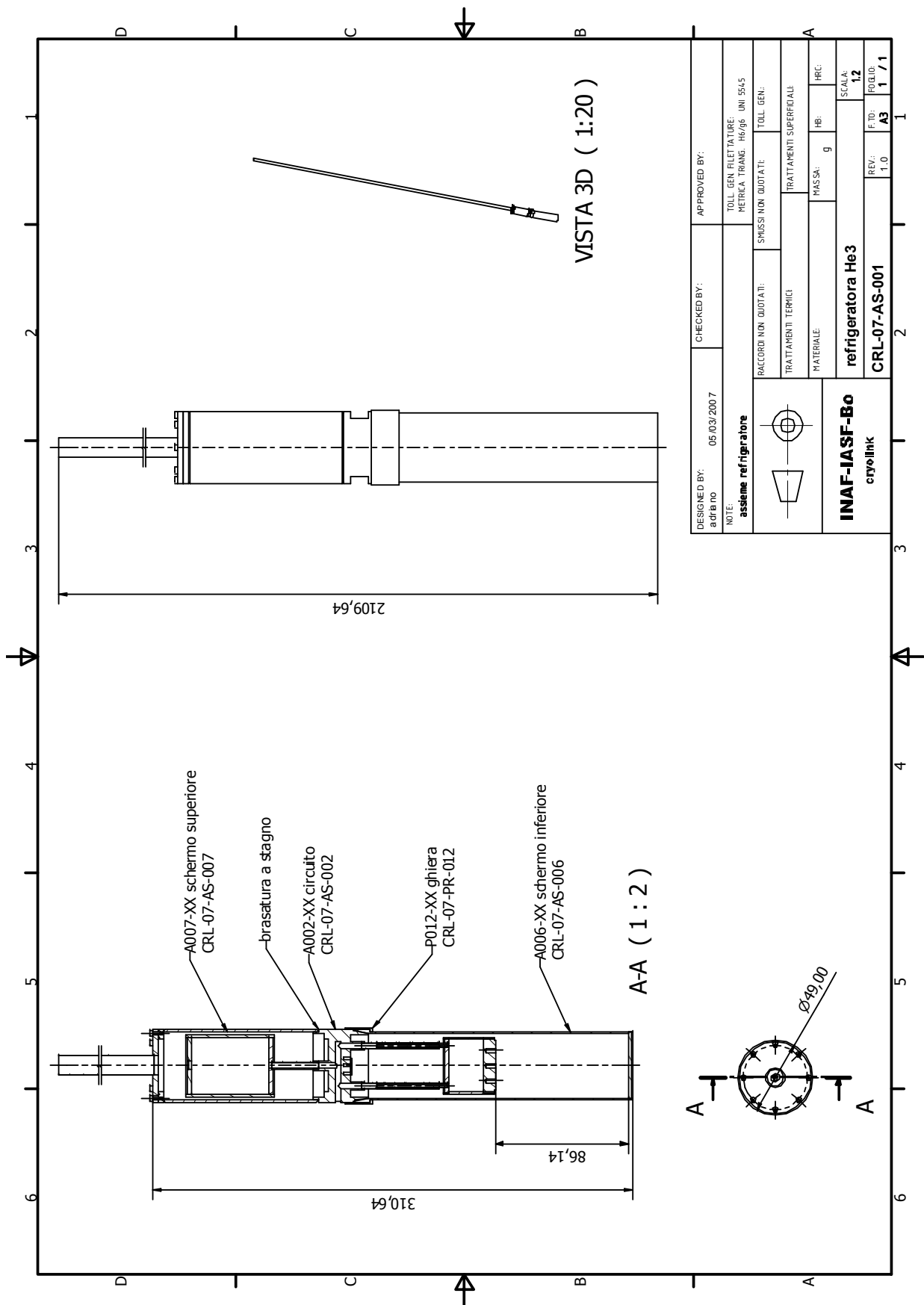
	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo originale	Tubo tripla
Diametro [mm]	2,38	3,18	3,97	4,50	
Lunghezza[mm]	70,00	50,00	70,00	70,00	
Spessore [mm]	0,200	0,150	0,250	0,064	
Area [mm]	1,36904	1,42713	2,9202	0,89145856	
Area* [mm]	1,49	1,50	3,12	0,90	
Resistività termica [°Km/W]	3,97	3,97	3,97	3,97	
Resistenza Termica [°K/W]	202,9889558	139,0903422	95,1647147	311,7363077	437,244013
Modulo Elastico [Mpa]	205000	205000	205000	205000	
Coefficiente di Poisson	0,3	0,3	0,3	0,3	
Pressione esercizio [Mpa]	10	10	10	10	
Tensione massima [Mpa]	59,5	106	79,4	351,5625	
Tensione snervamento [Mpa]	450	450	450	450	
Tensione di rottura [Mpa]	1200	1200	1200	1200	
CS sn	7,56302521	4,245283019	5,6675063	1,28	
CS ro	20,16806723	11,32075472	15,1133501	3,413333333	
Variazione Raggio [mm]	0,00029	0,00070	0,00065	0,00328	
Pressione critica [Mpa]		47,28625083			

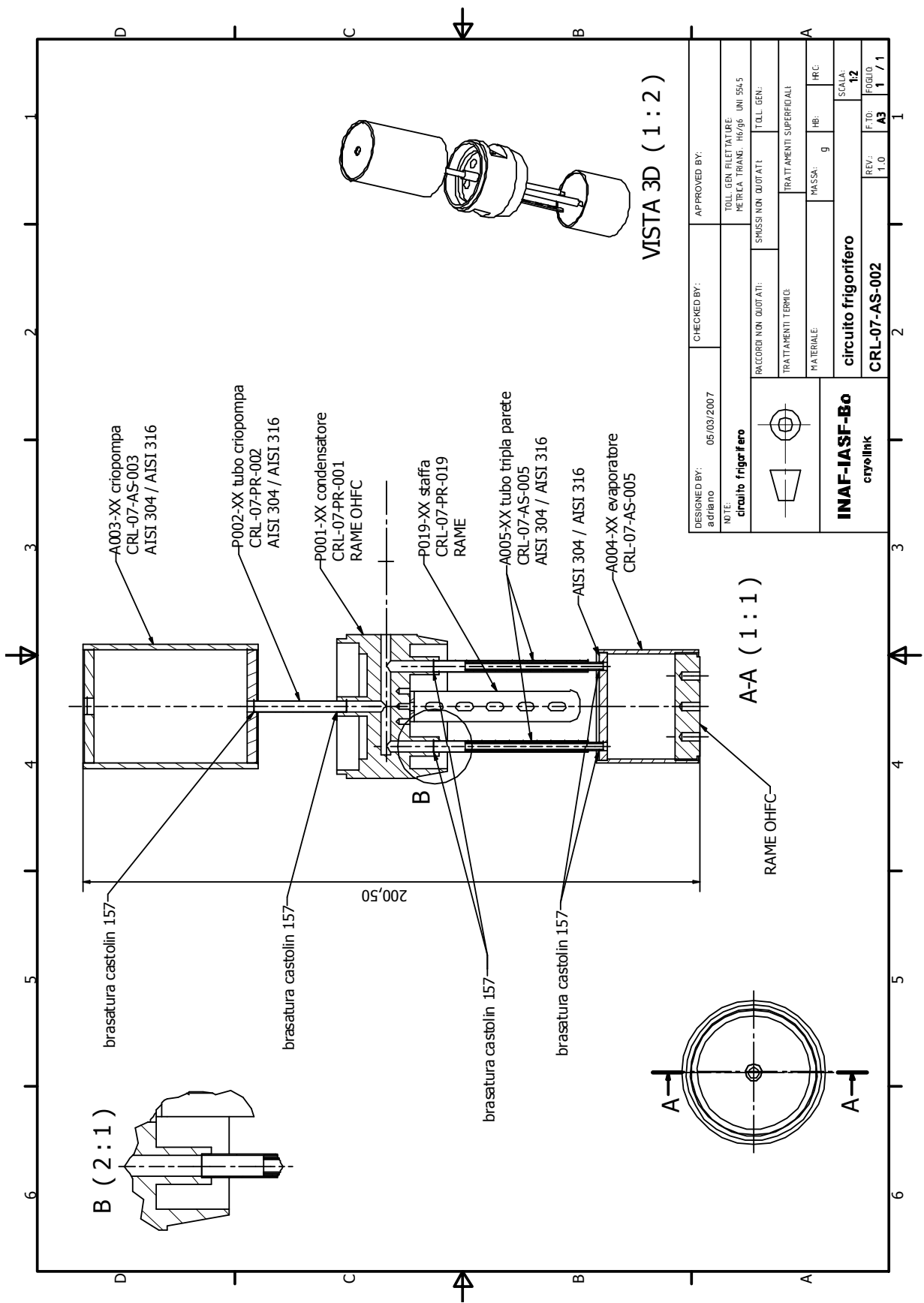
LISTA DELLE PARTI

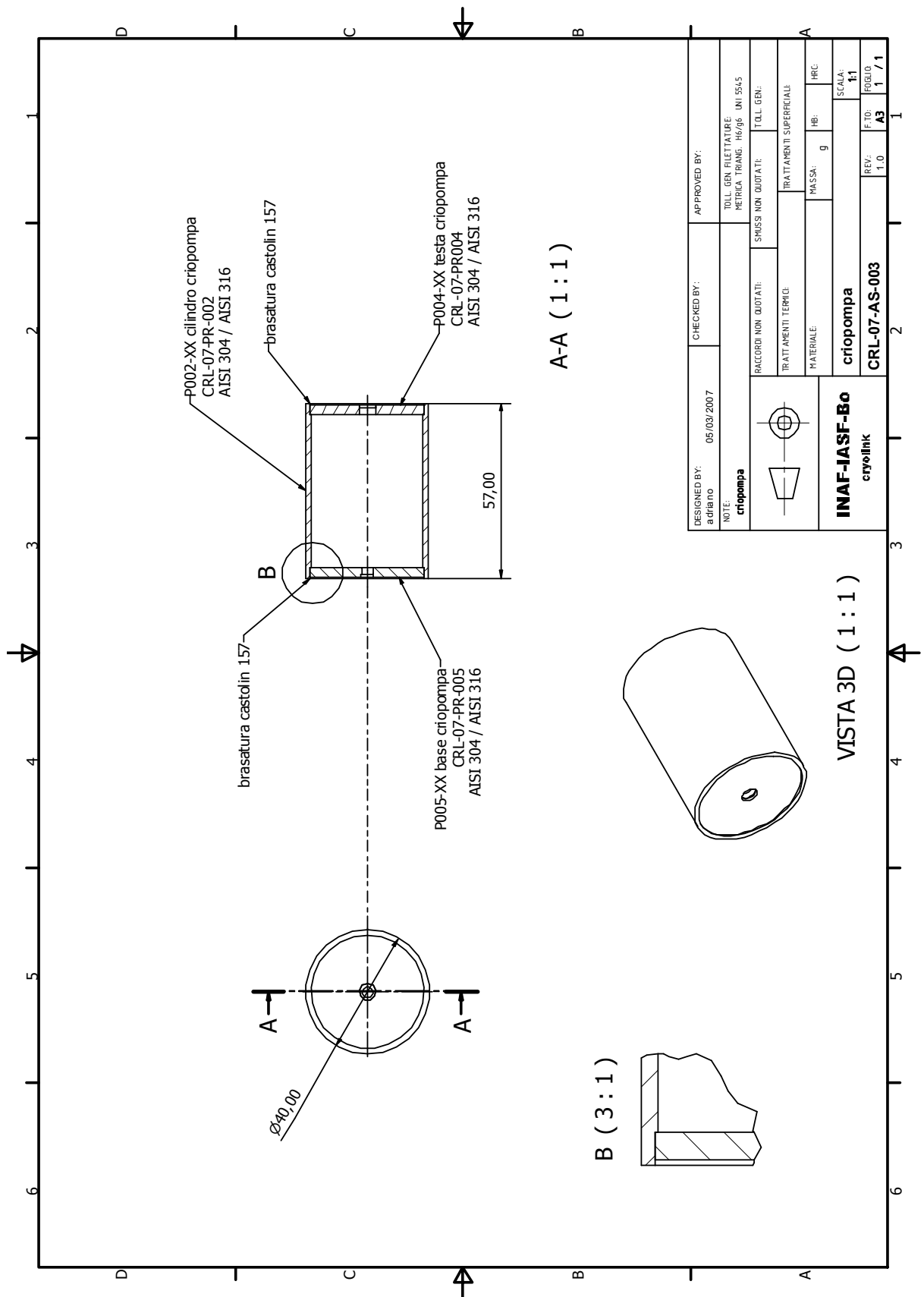
Nella tabella sottoriportata sono elencati i numeri delle parti ed i rispettivi disegni utilizzati in fase costruttiva.

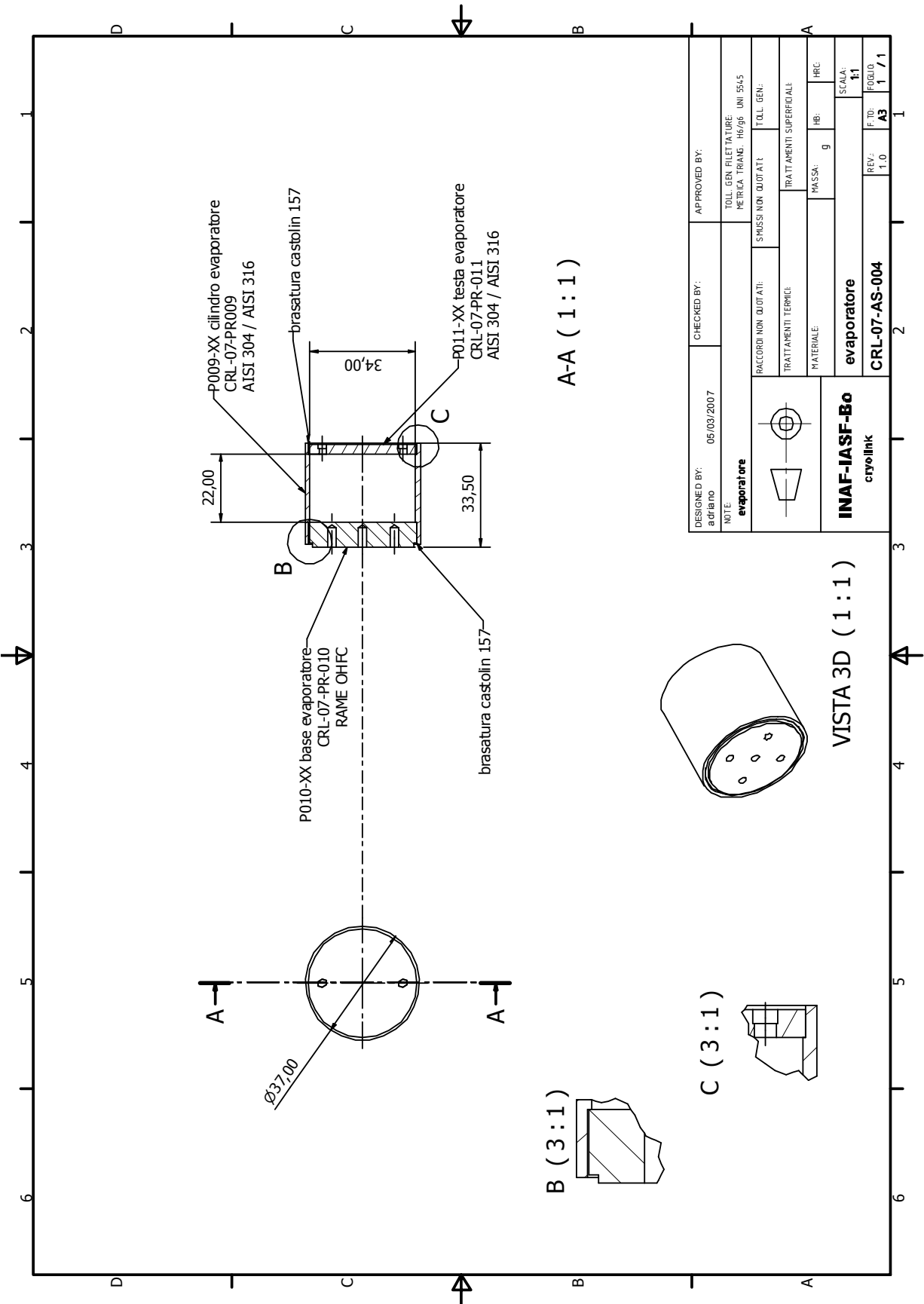
numero di serie	nome	materiale	q.tà	numero disegno	rev	data
P001-XX	condensatore	rame OFHC	1	CRL-07-PR-001	1.00	02/03/2007
P002-XX	tubo pompa	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-002	1.00	02/03/2007
P003-XX	cilindro pompa	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-003	1.00	02/03/2007
P004-XX	base 1 pompa	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-004	1.00	02/03/2007
P005-XX	base 2 pompa	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-005	1.00	02/03/2007
P006-XX	tubo evap interno	AISI 304/AISI316	2	CRL-07-PR-006	1.00	02/03/2007
P007-XX	tubo evap intermedio	AISI 304/AISI316	2	CRL-07-PR-007	1.00	02/03/2007
P008-XX	tubo evap esterno	AISI 304/AISI316	2	CRL-07-PR-008	1.00	02/03/2007
P009-XX	cilindro evap	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-009	1.00	02/03/2007
P010-XX	base evap	rame OFHC	1	CRL-07-PR-010	1.00	02/03/2007
P011-XX	testa evap	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-011	1.00	02/03/2007
P012-XX	ghiera	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-012	1.00	02/03/2007
P013-XX	cil. schermo inf.	rame	1	CRL-07-PR-013	1.00	02/03/2007
P014-XX	base schermo inf	rame OFHC	1	CRL-07-PR-014	1.00	02/03/2007
P015-XX	cil. Schermo sup	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-015	1.00	02/03/2007
P016-XX	coperchio sc. Sup	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-016	1.00	02/03/2007
P017-XX	tubo esterno	AISI 304/AISI316	1	CRL-07-PR-017	1.00	02/03/2007
P018-XX	anello sc. Sup	AISI 304/AISI316		CRL-07-PR-018	1.00	02/03/2007

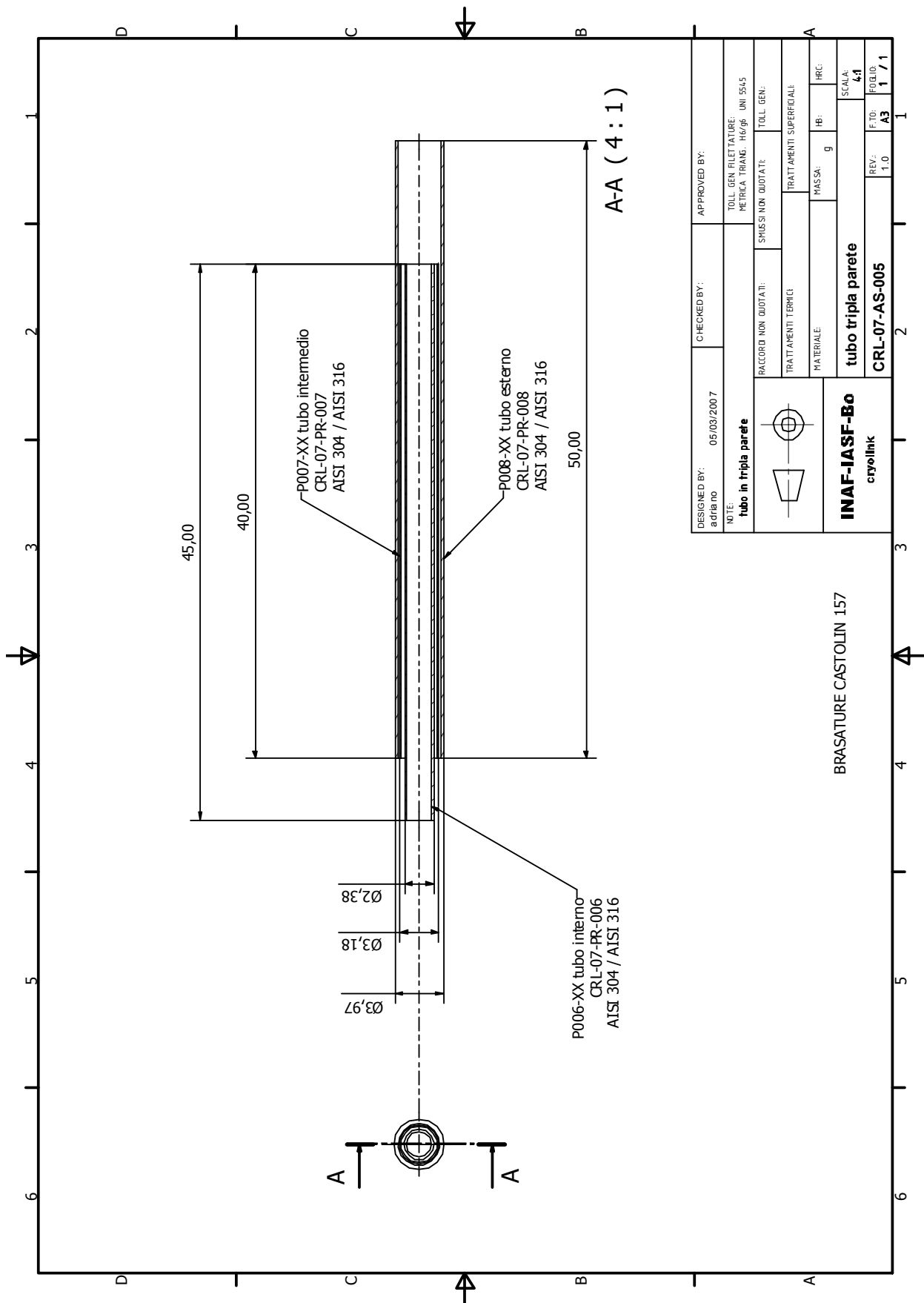
numero di serie	nome	numero disegno	rev	data
A001-XX	refrigeratore	CRL-07-AS-001	1.00	02/03/2007
A002-XX	circuito	CRL-07-AS-002	1.00	02/03/2007
A003-XX	criopompa	CRL-07-AS-003	1.00	02/03/2007
A004-XX	evaporatore	CRL-07-AS-004	1.00	02/03/2007
A005-XX	tubo tripla parete	CRL-07-AS-005	1.00	02/03/2007
A006-XX	schermo inferiore	CRL-07-AS-006	1.00	02/03/2007
A007-XX	schermo superiore	CRL-07-AS-007	1.00	02/03/2007

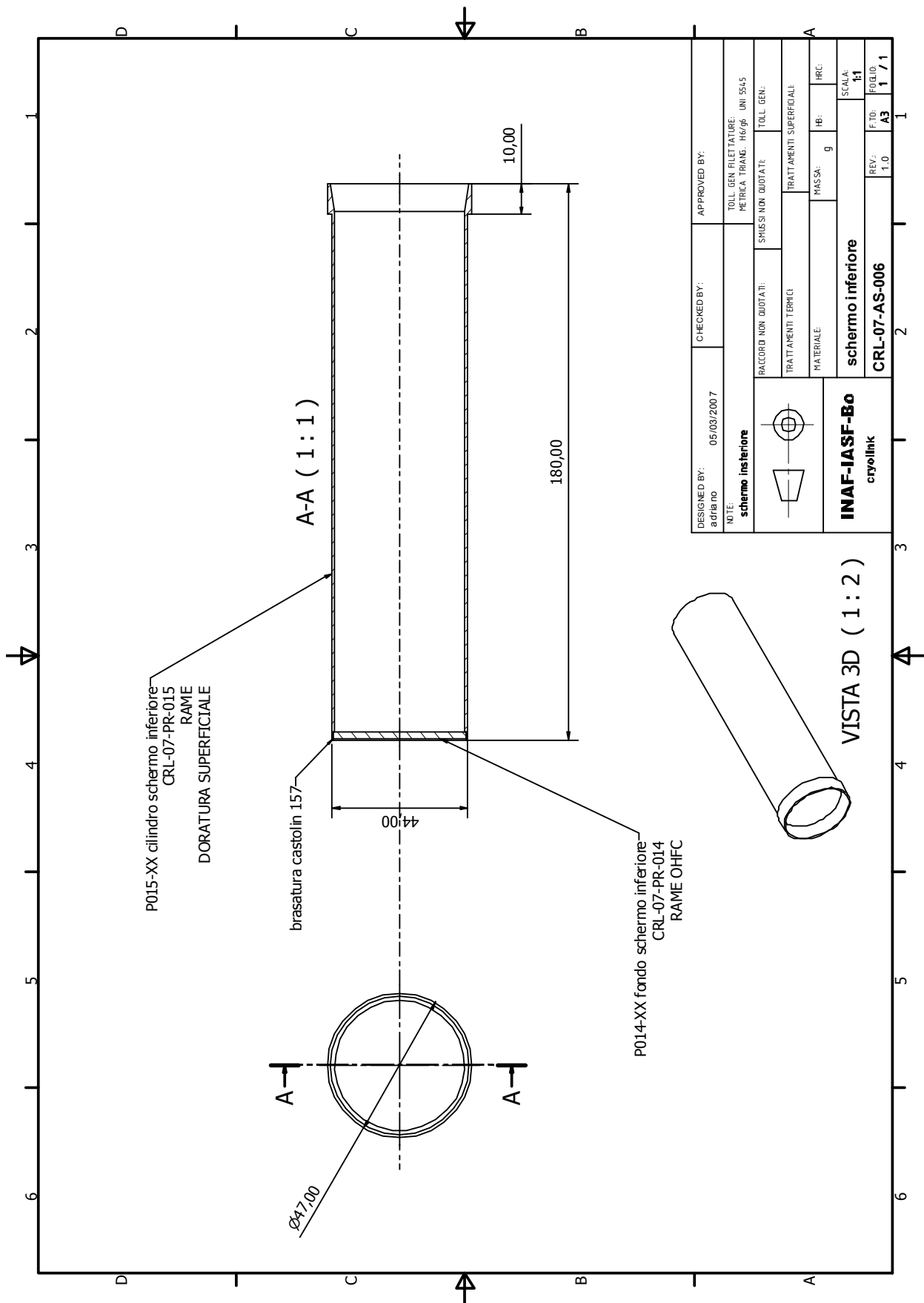


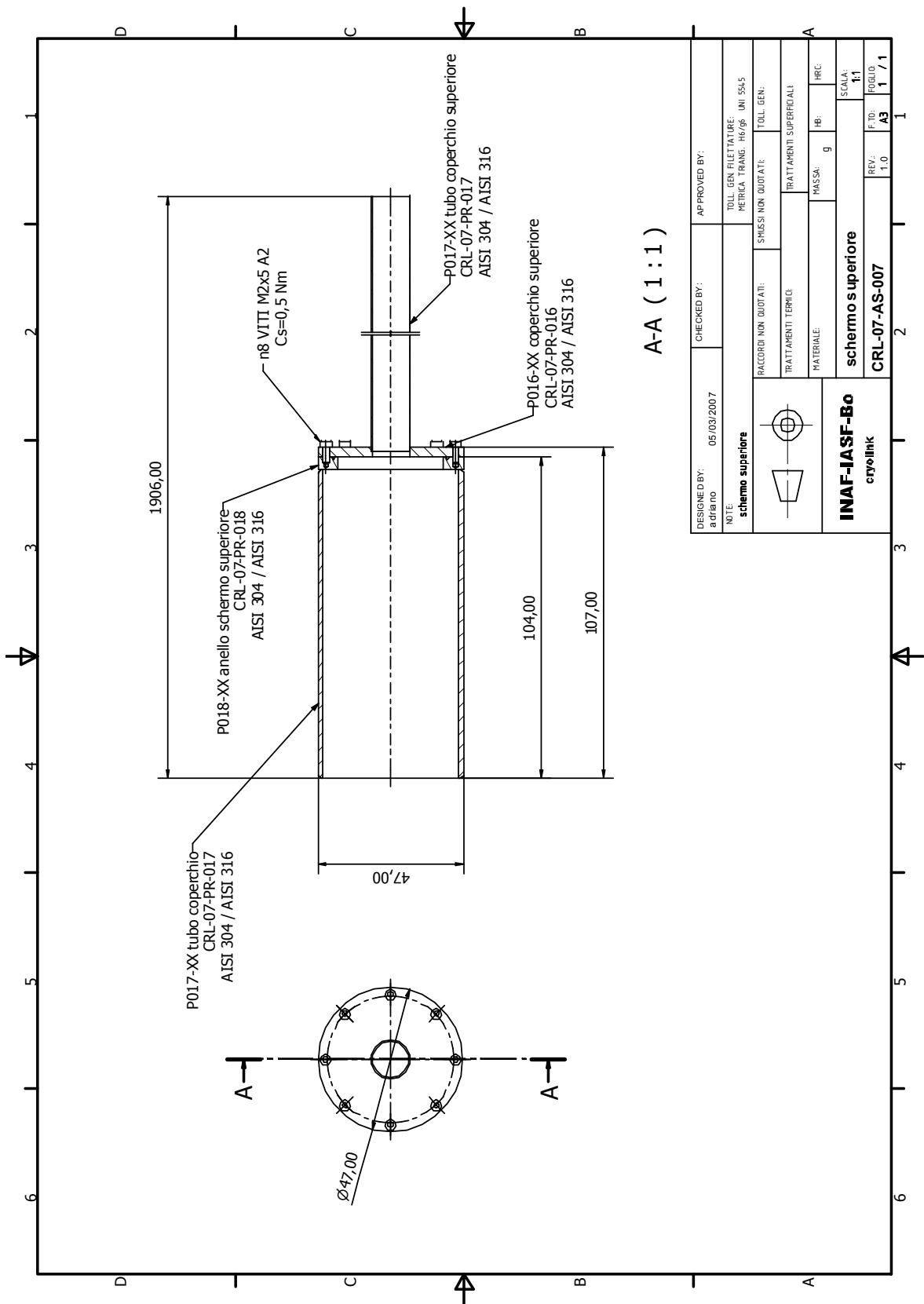


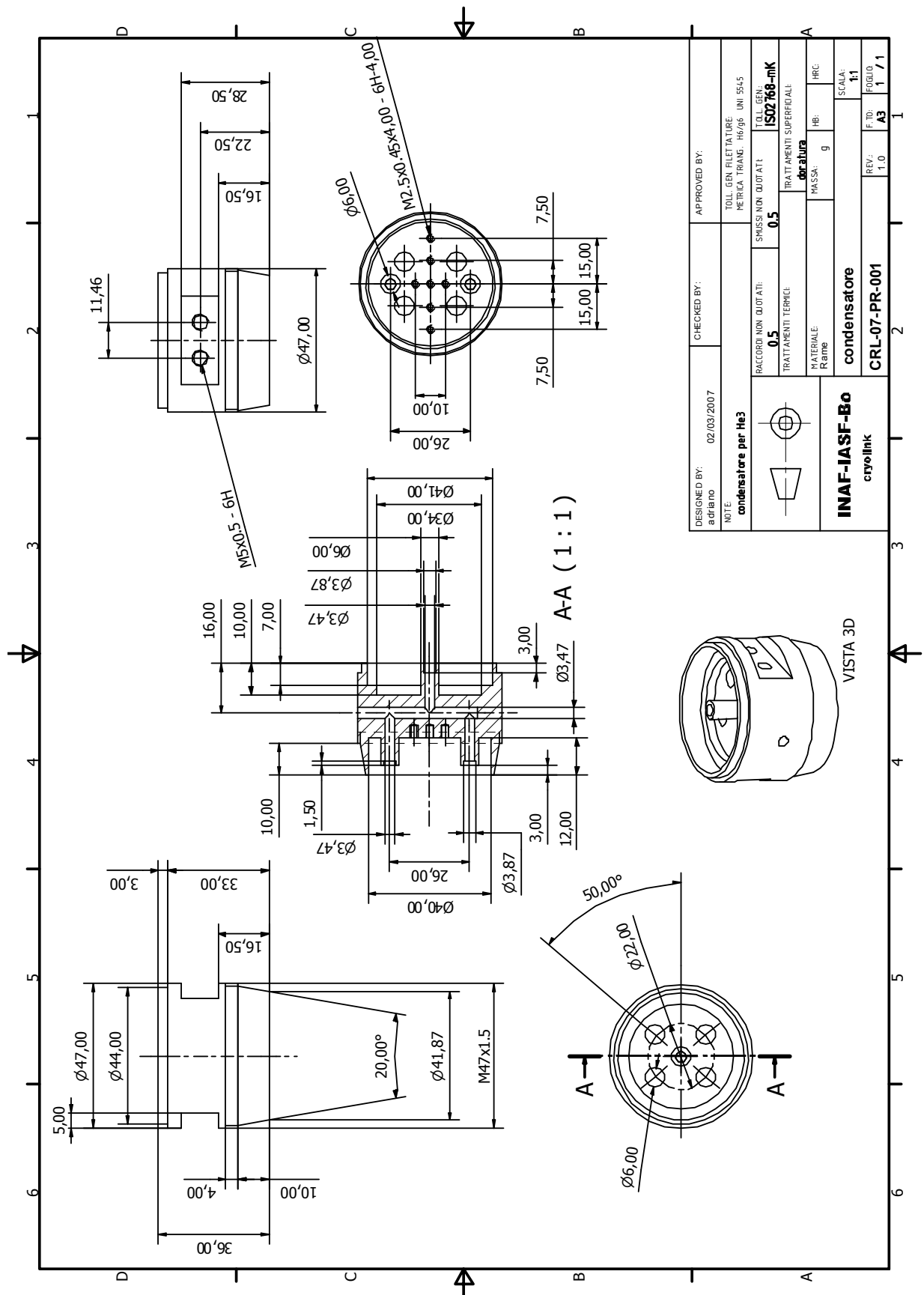


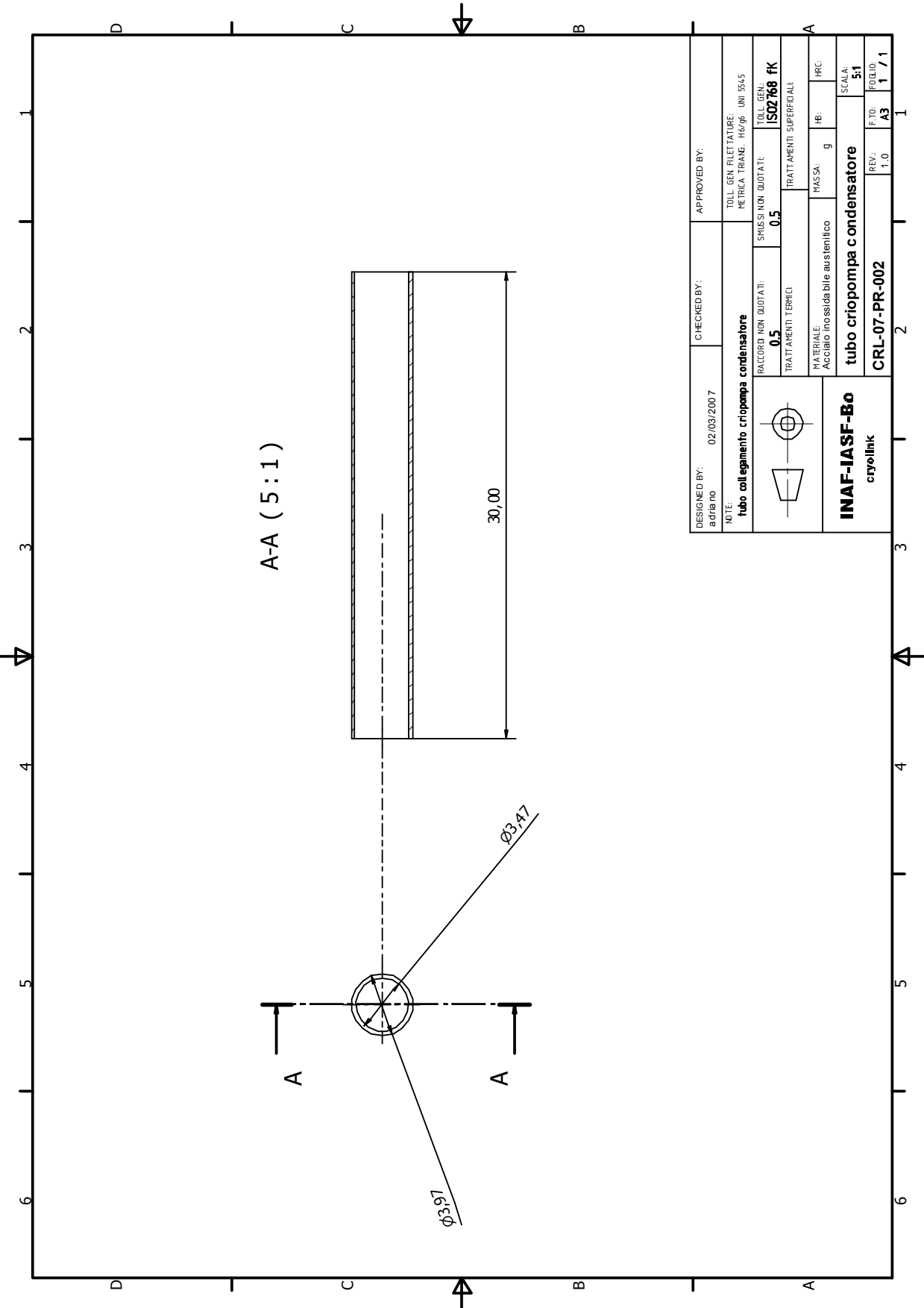




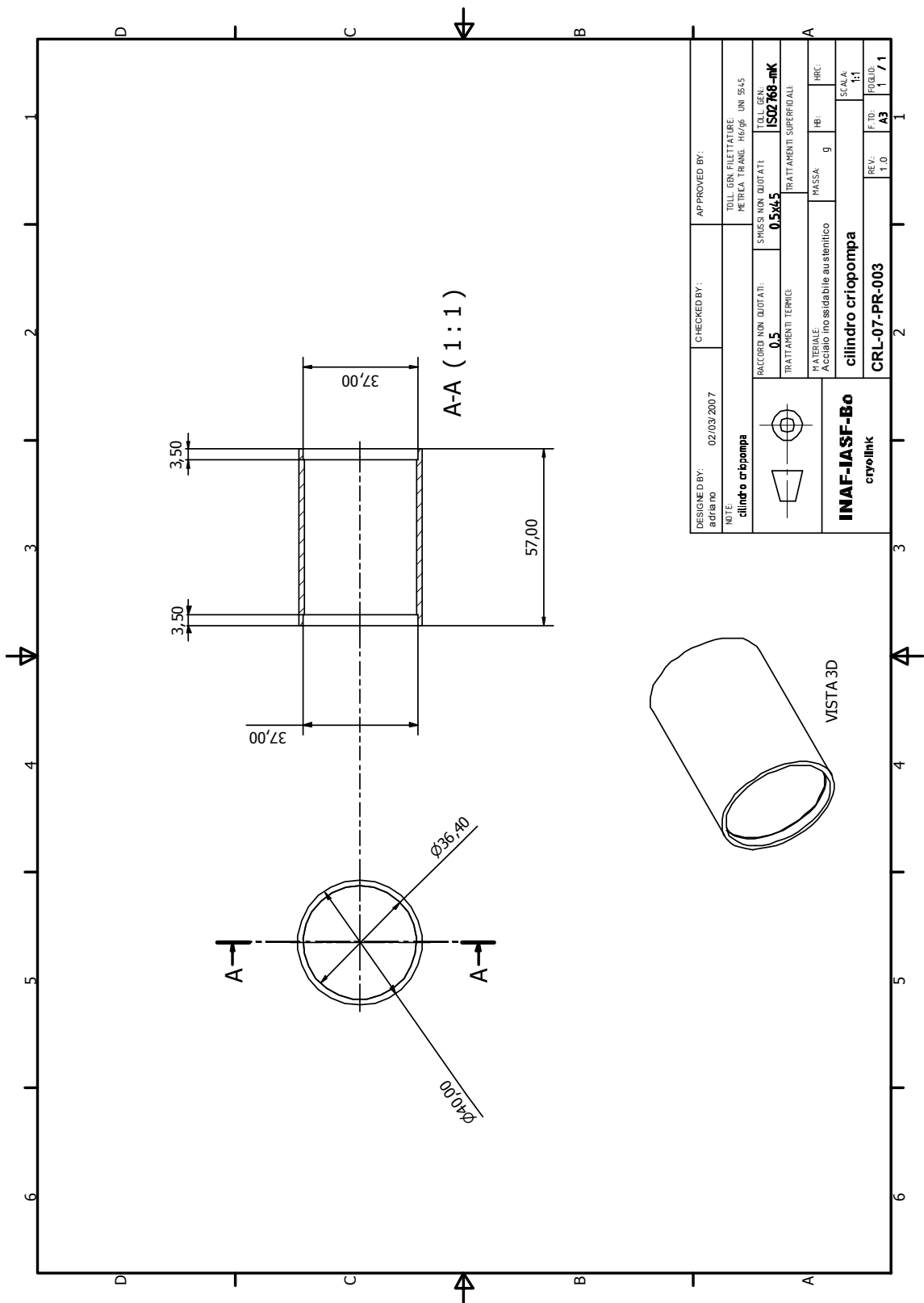


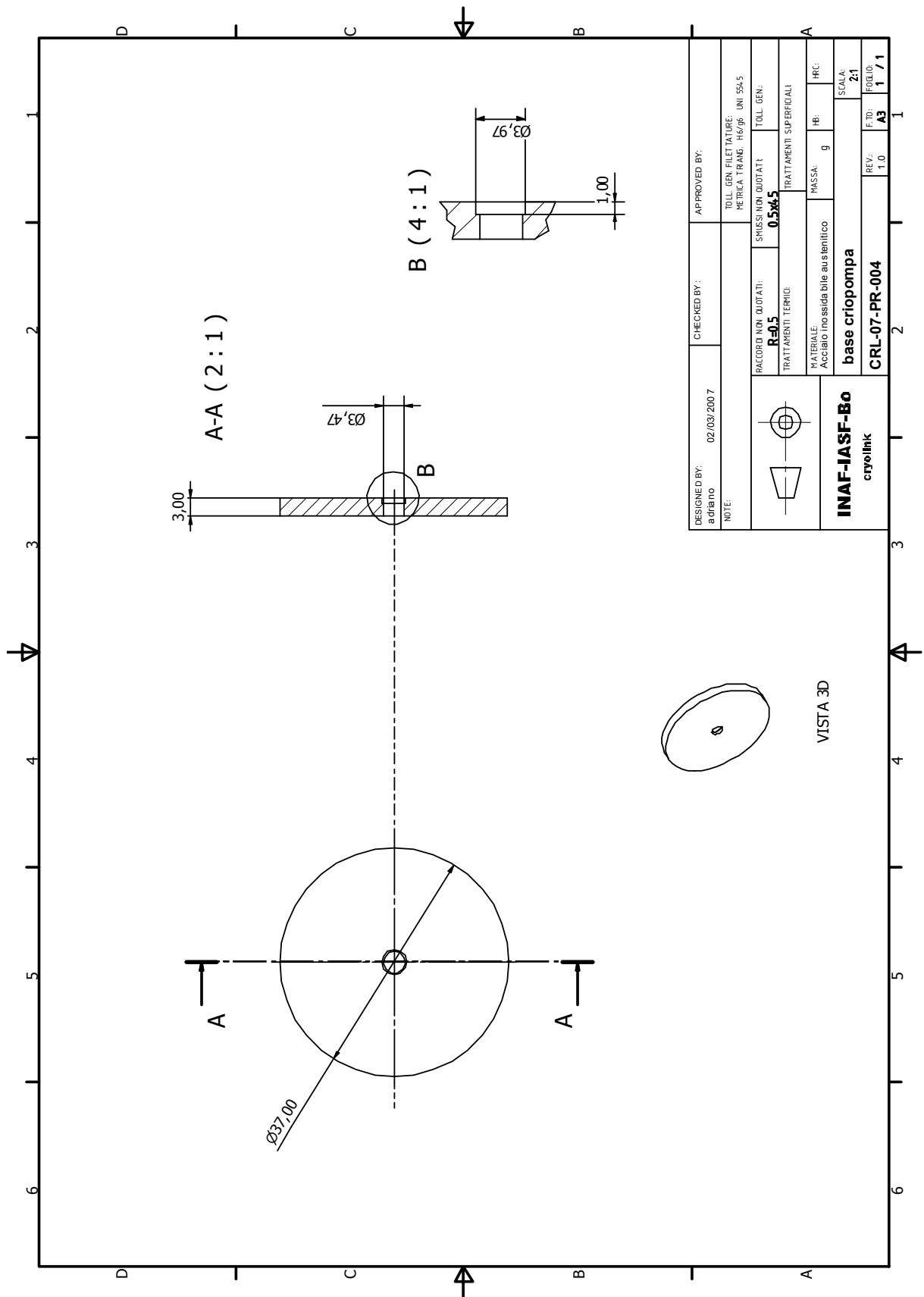


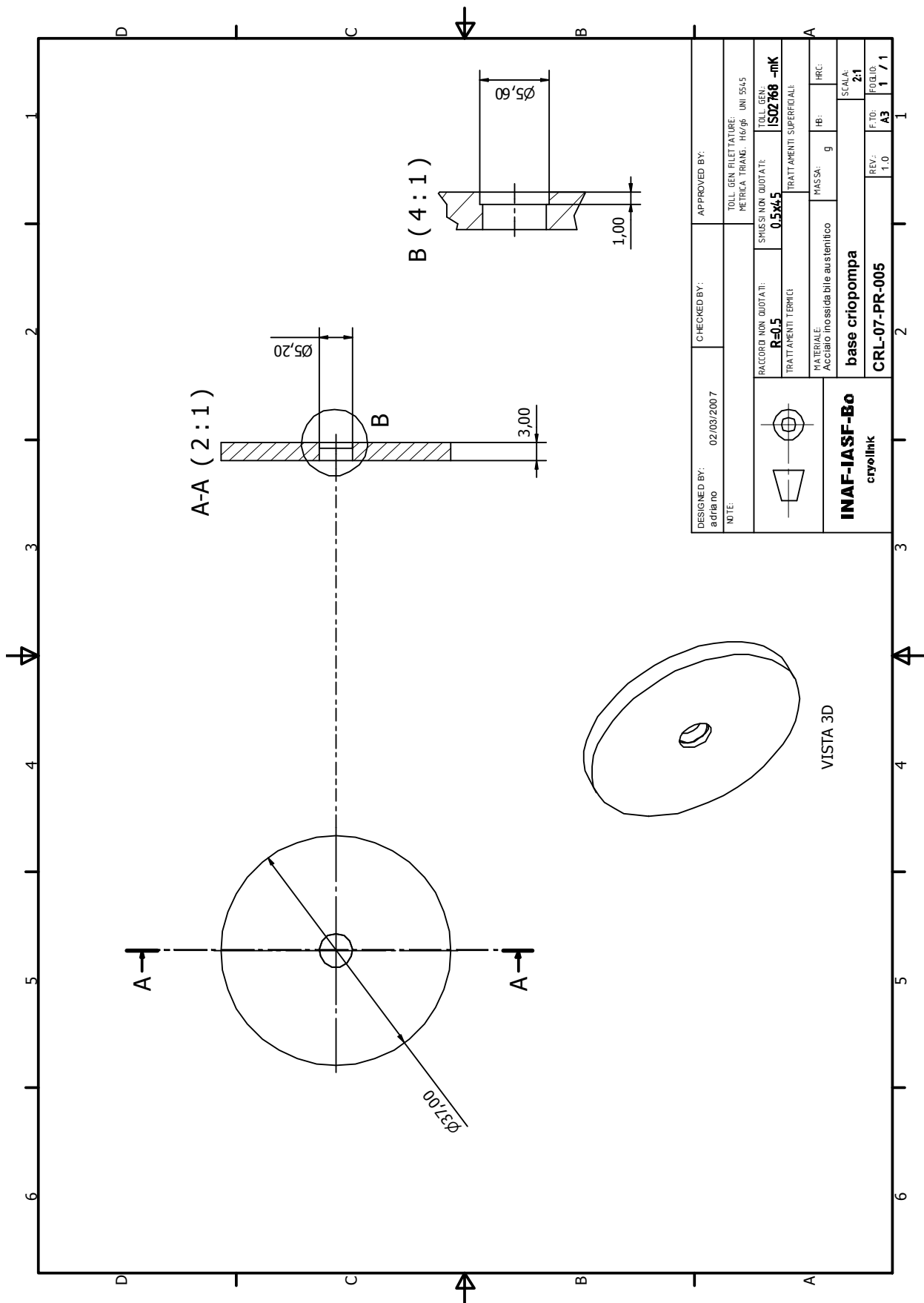


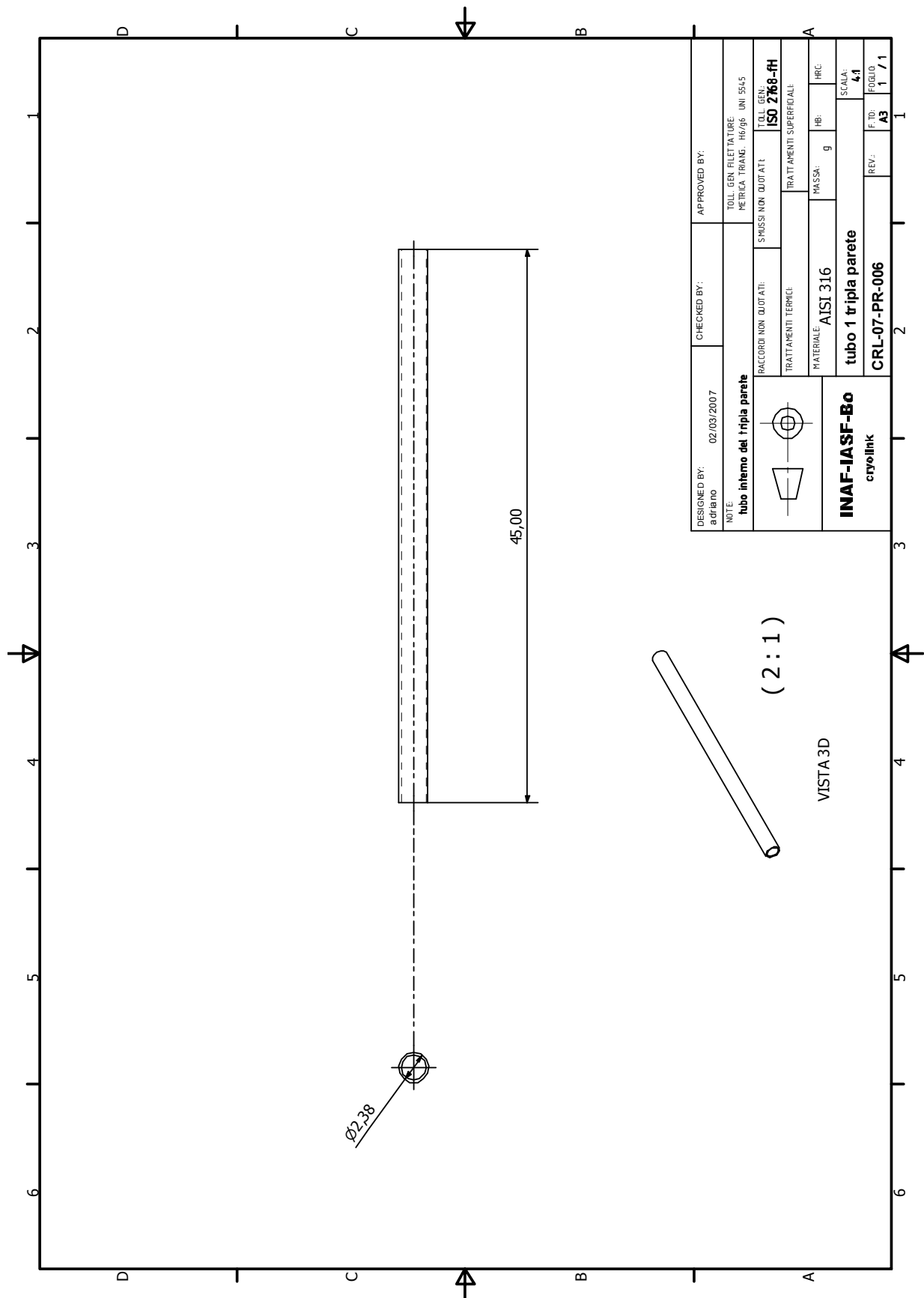


DESIGNED BY: a.dia no	02/03/2007	CHECKED BY:	APPROVED BY:
NOTE: tubo collegamento criopompa condensatore			
TOLL. GEN. FILETTATURE: METRICA TRAND. 16/96 UNI 5545			
RACCORDI NON QUOTATI: 0.5			
TOLL. GEN. SMUSI NON QUOTATI: 0.5			
TRATTAMENTI SUPERFICIALI:			
MATERIALE: Acciaio inossidabile austenitico			
MASSA: g			
HRC:			
INAF-IASF-Bo cryolink			
tubo criopompa condensatore			
SCALE: 5:1			
REV: 1.0			
F.T.O. A3			
FUGLIO 1			

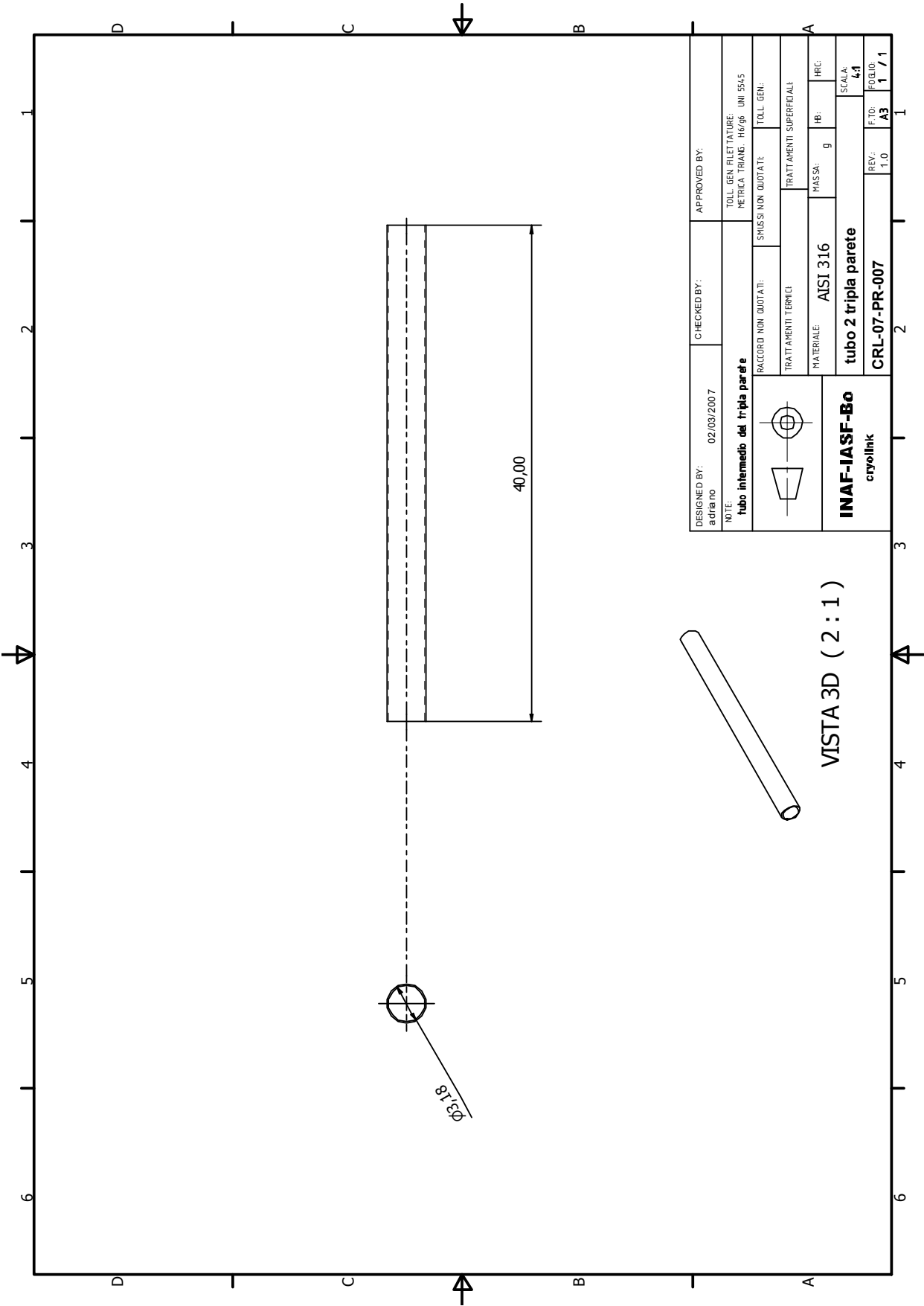


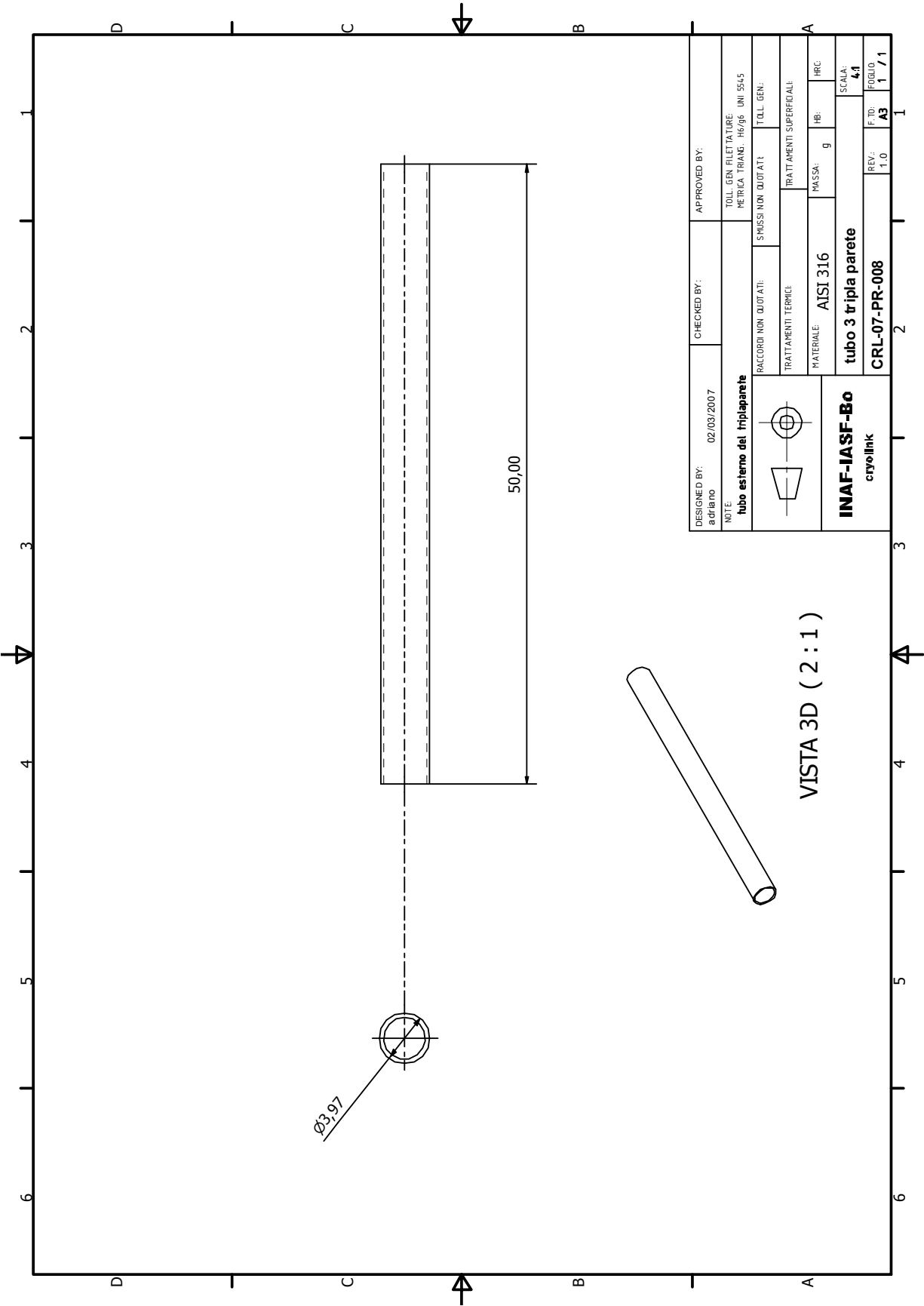


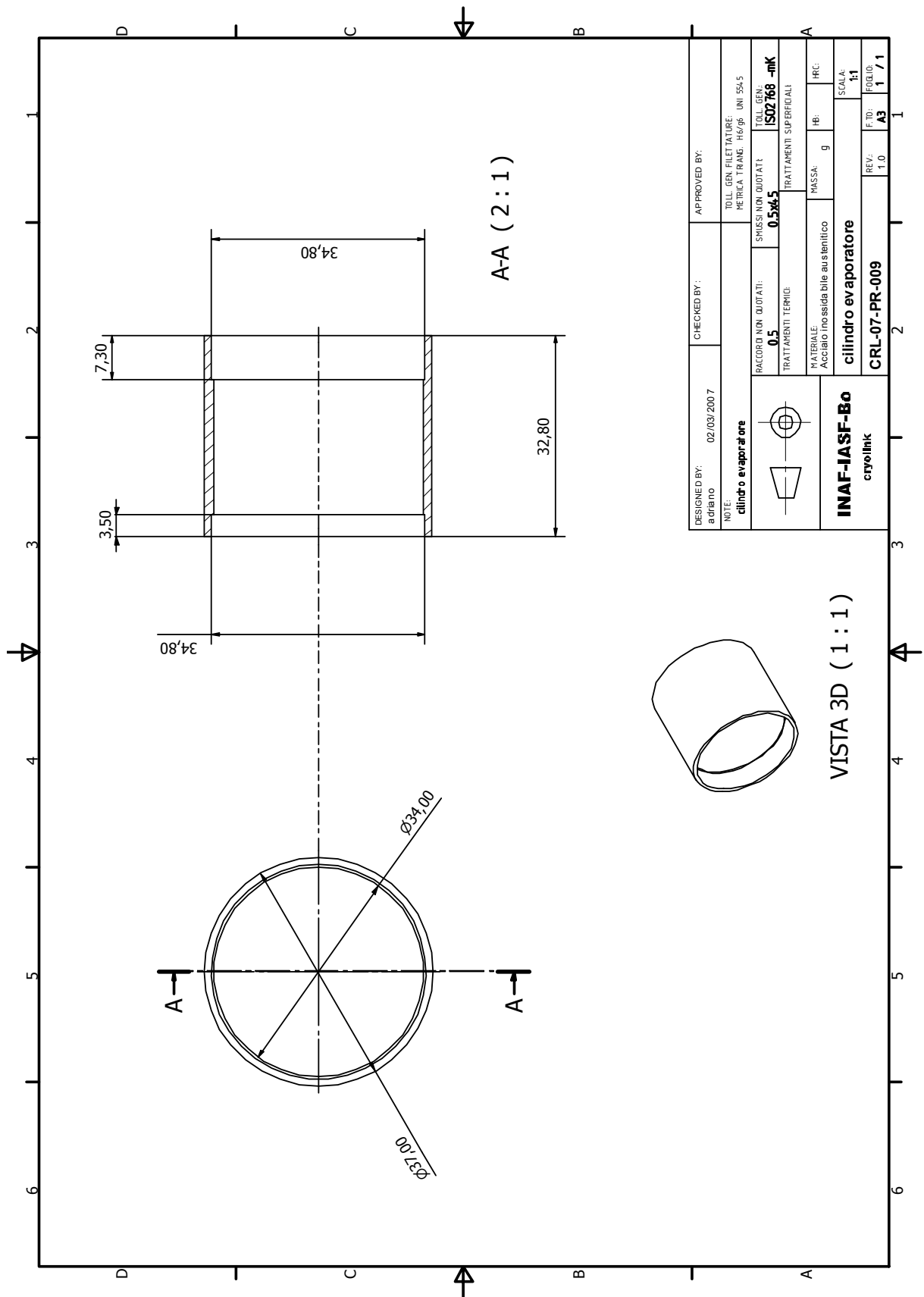


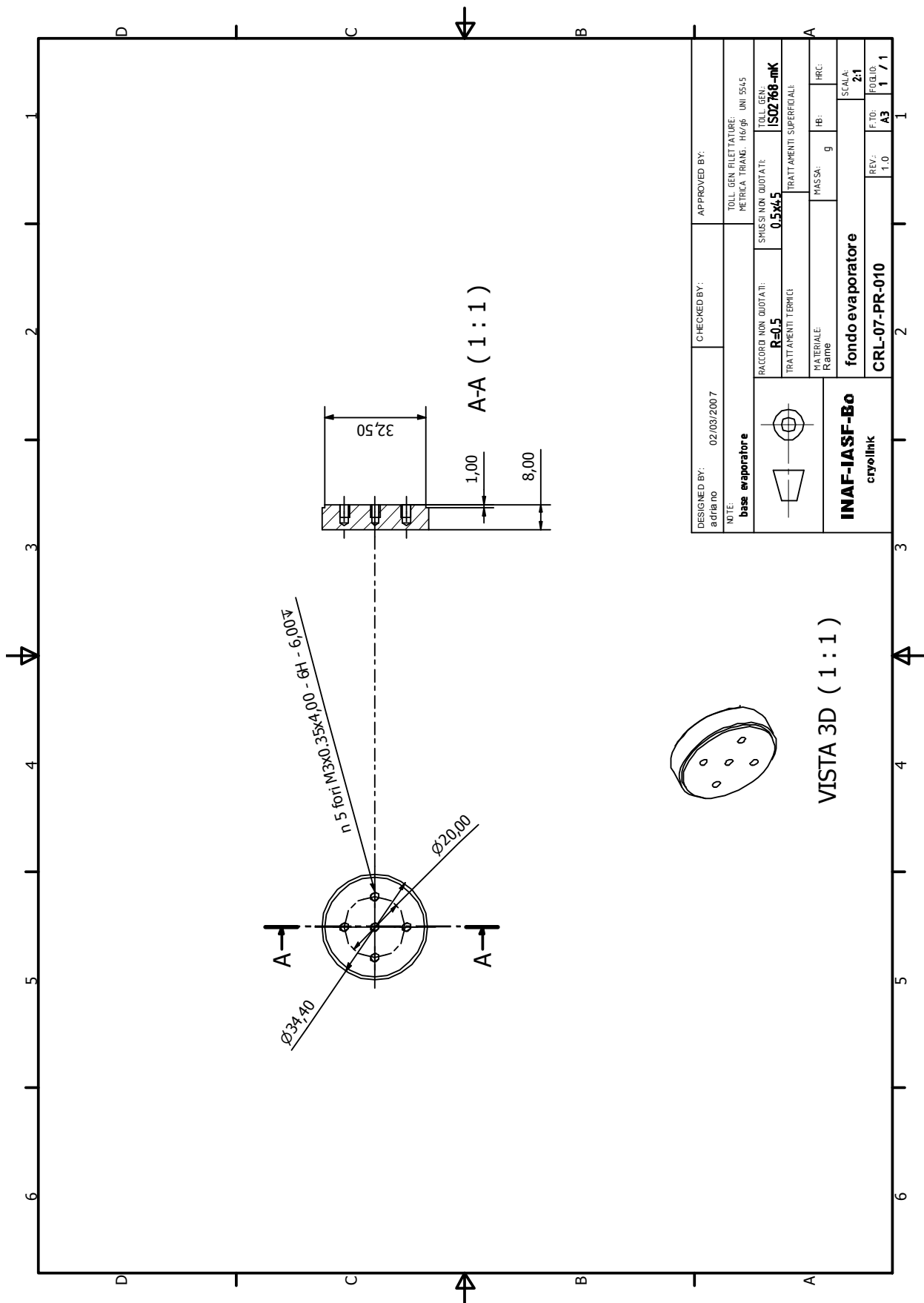


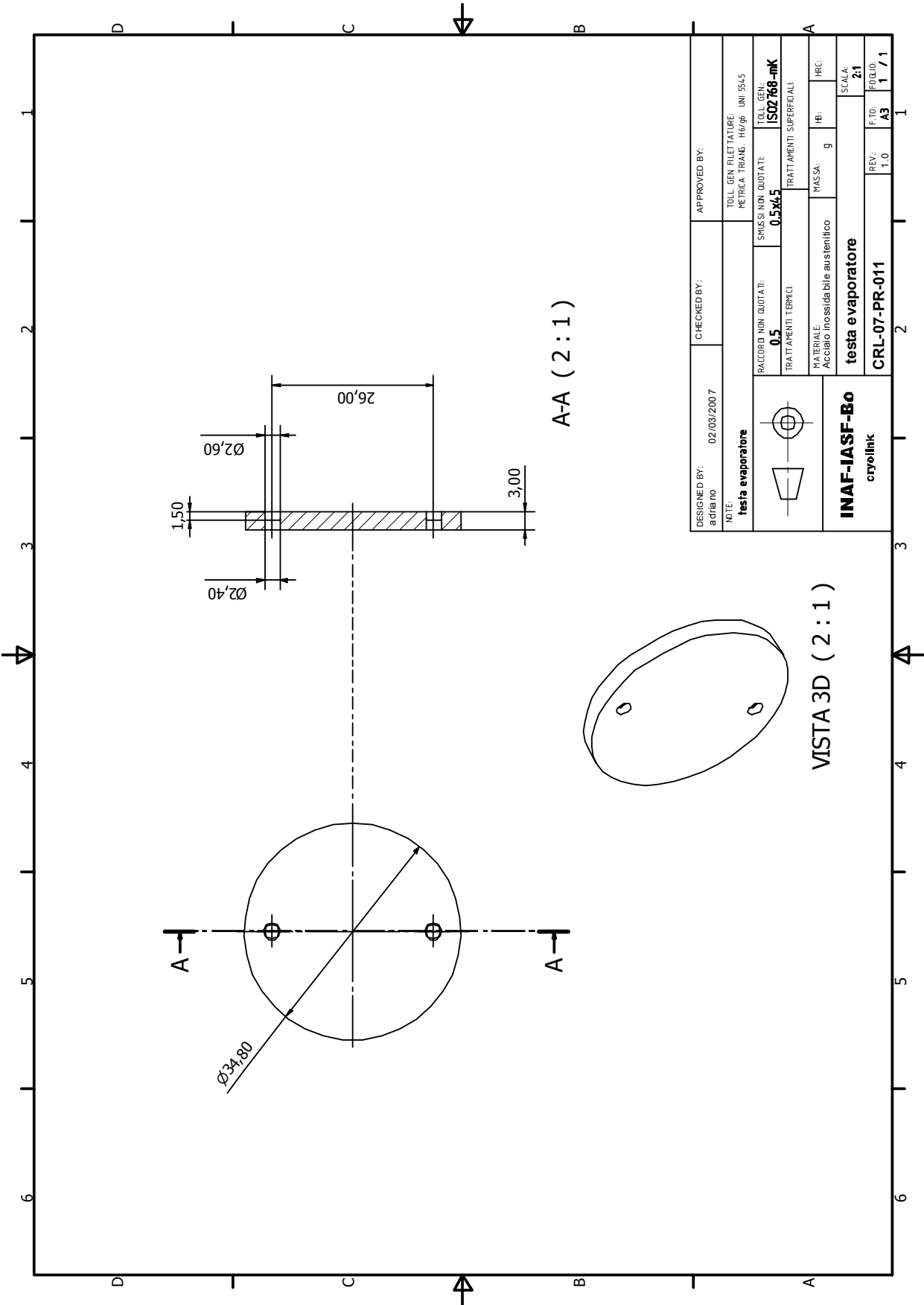
DESIGNED BY: adriano	02/03/2007	CHECKED BY:	APPROVED BY:
NOTE: tubo interno del tripla parete		TOLL. GEN. FILETTATURE: METRICA TRIANG. H6/g6 UNI 5545	
RACCORDI NON QUOTATI:		TOLL. GEN. SMUSSI NON QUOTATI	
TRATTAMENTI TERMICI:		TOLL. GEN. ISO 2868-fH	
MATERIALE: AISI 316		TRATTAMENTI SUPERFICIALI:	
MASSA: g		HB: HRC:	
INAF-IASF-Bo		SCALA: 4:1	
citylink		tubo 1 tripla parete	
CRL-07-PR-006		REV: 1	
P. TO: 1		FOGLIO 1 / 1	

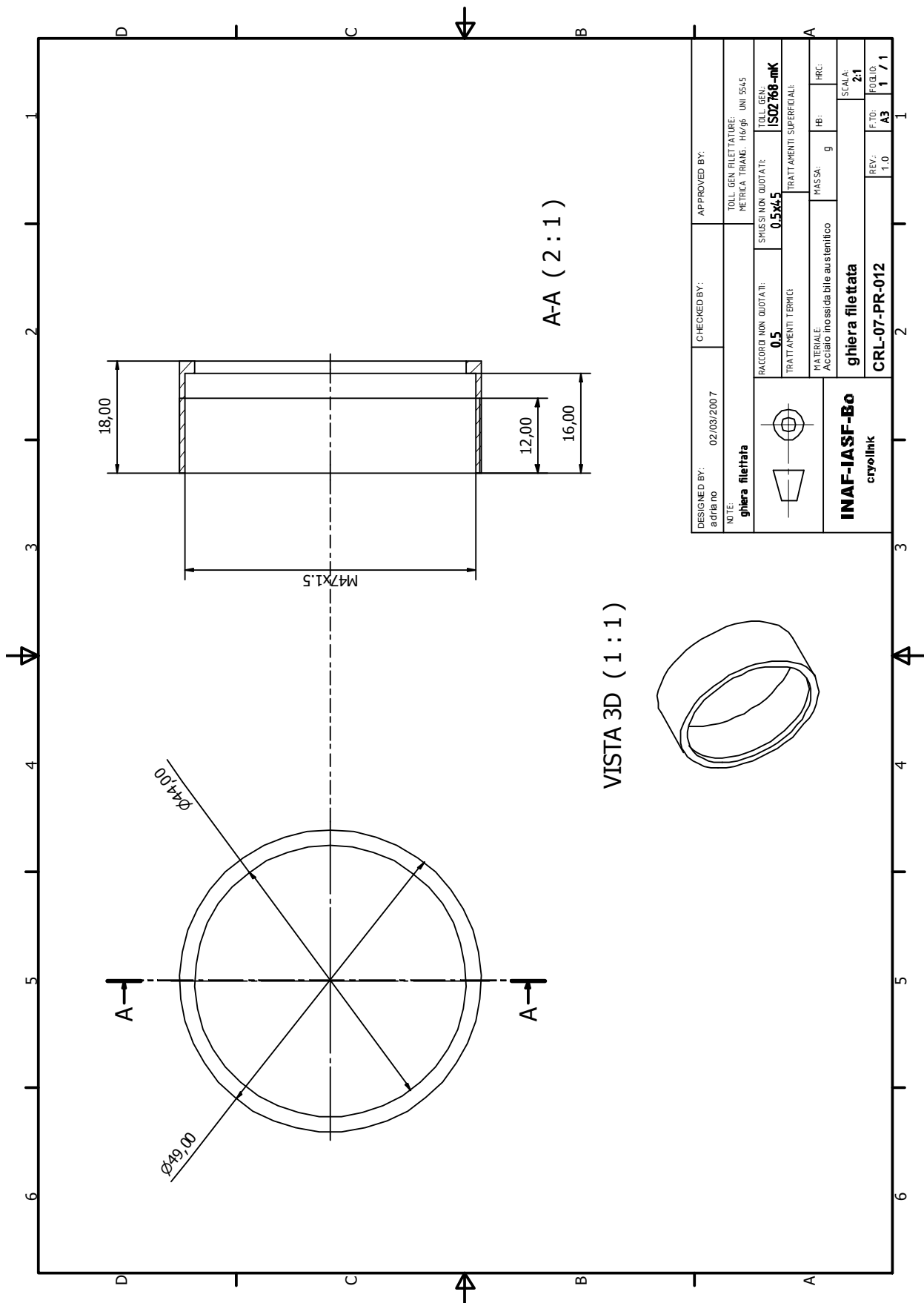


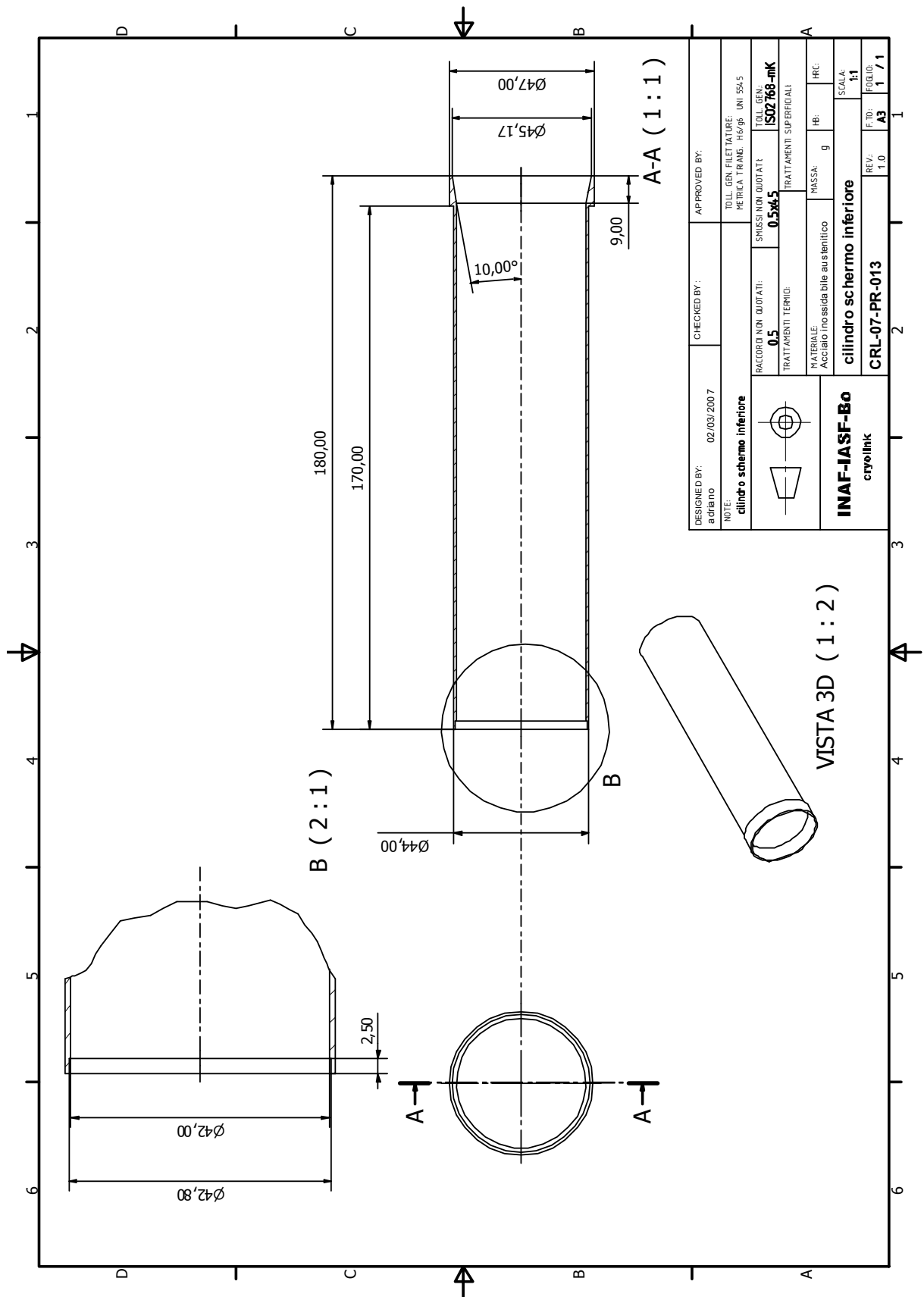


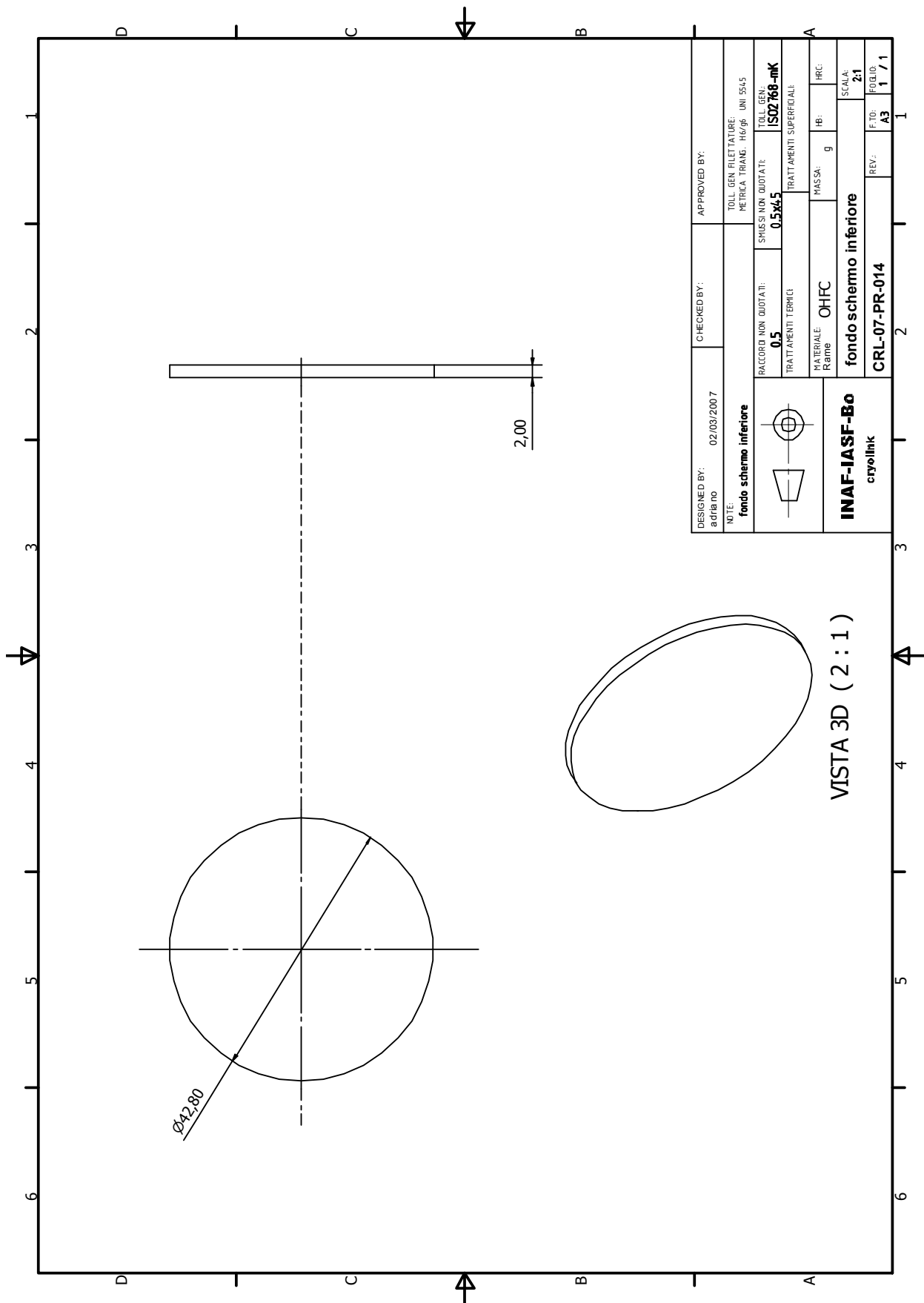


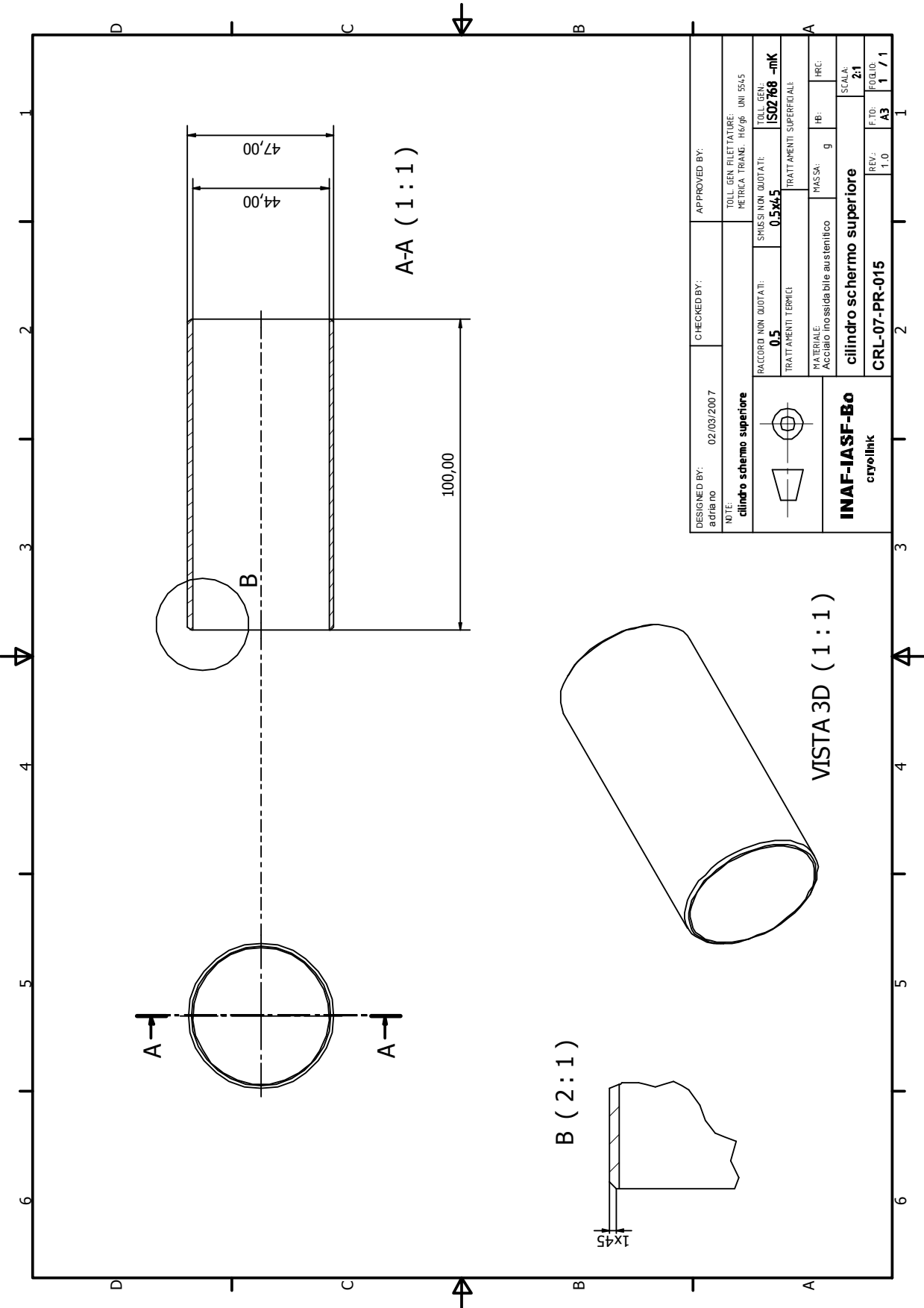


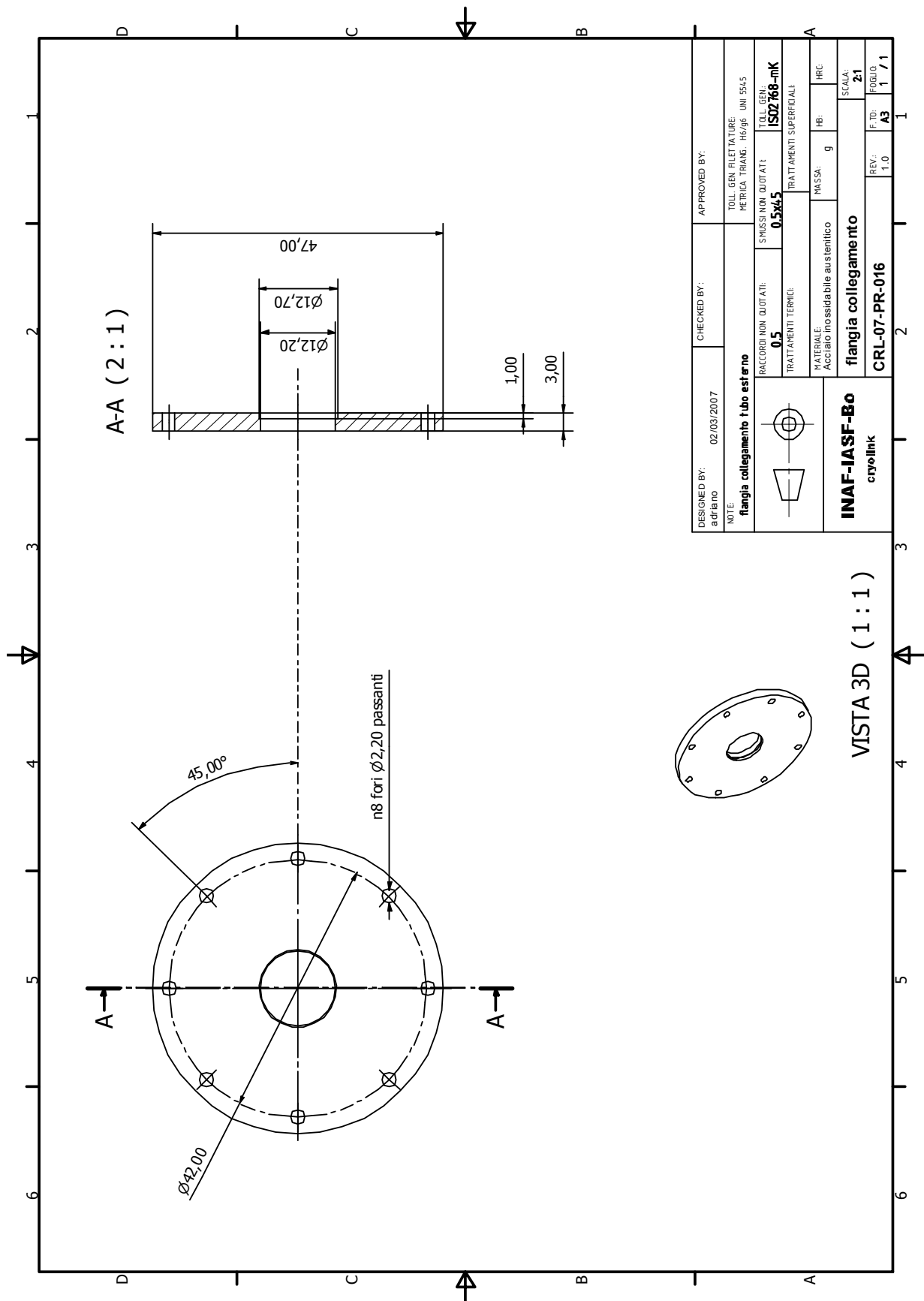


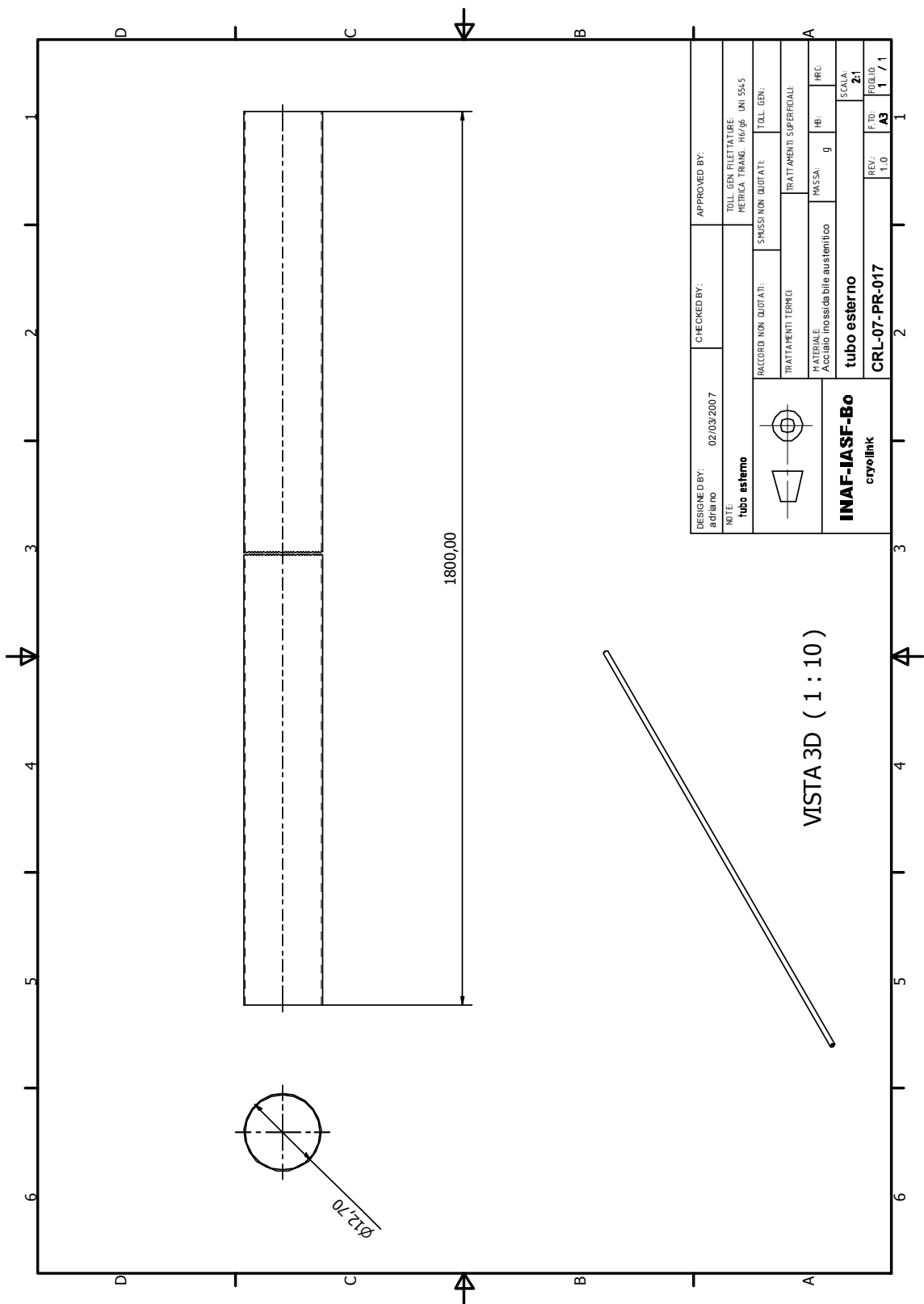


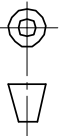


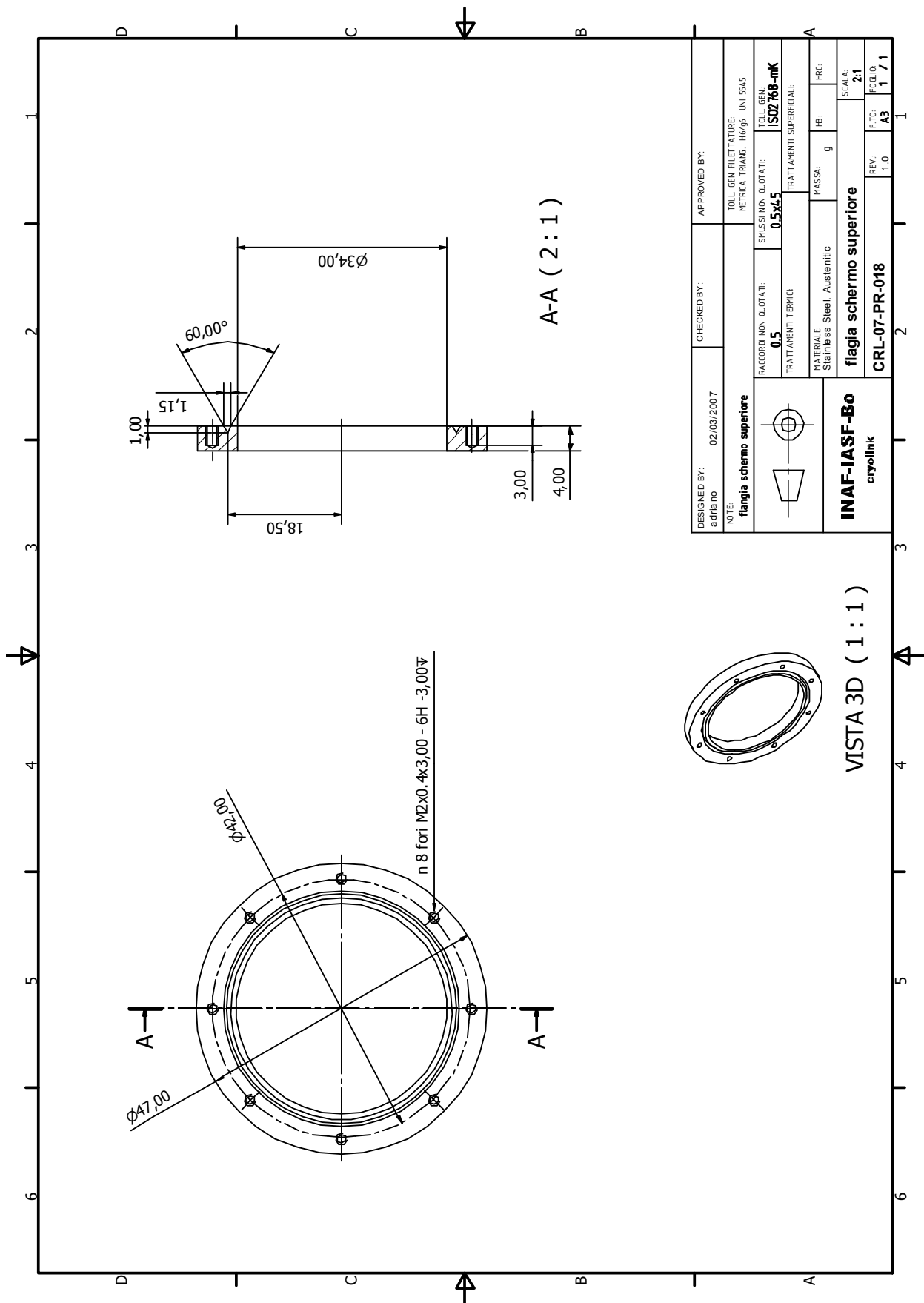


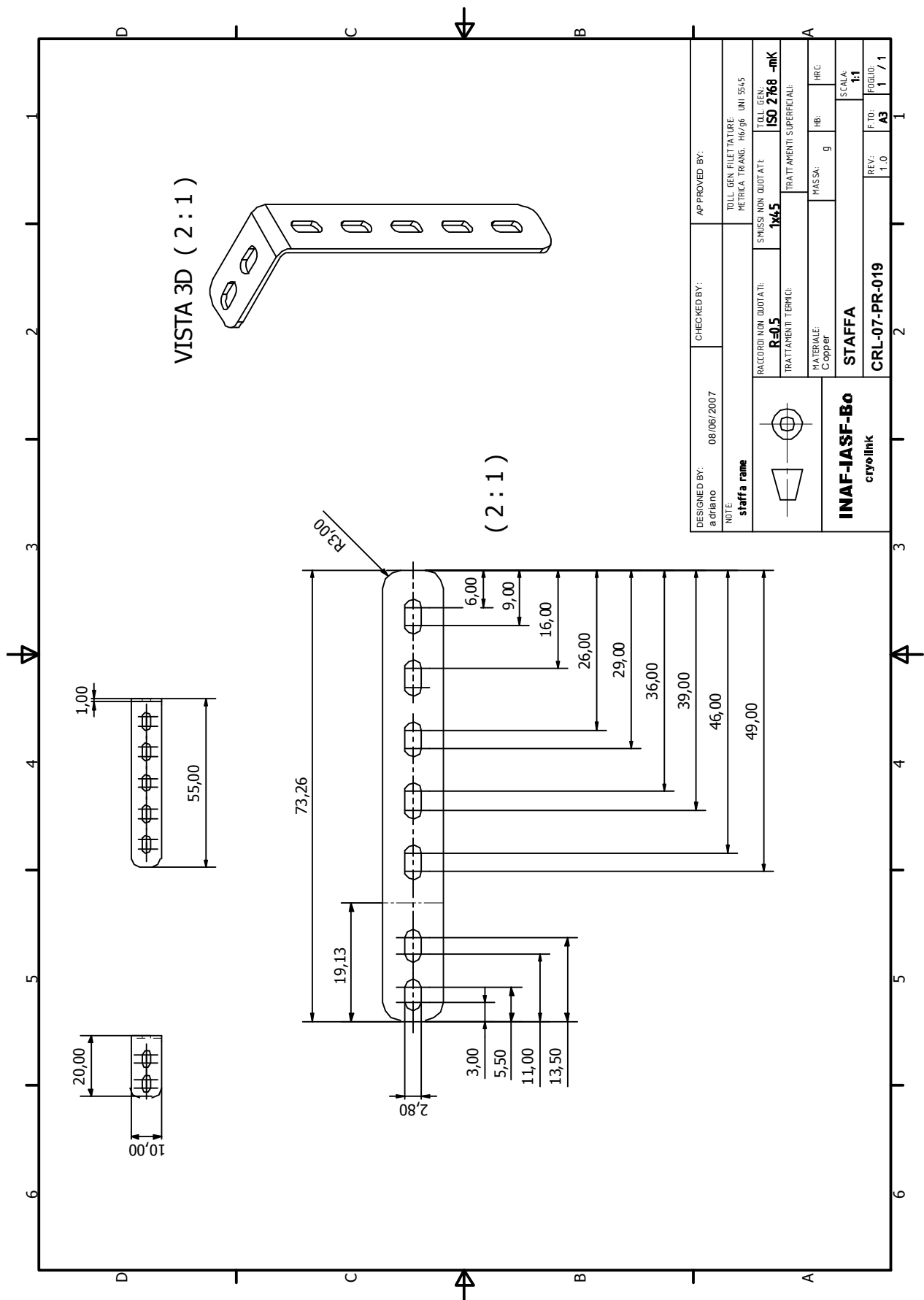






DESIGNED BY: adriano	CHECKED BY:	APPROVED BY:
NOTE: tubo esterno	RACCORDI NON QUOTATI: TRATTAMENTI TERMICI	TOLL. GEN. FILETTATURE: METRICA TRIANG. H6/g6 UNI 5545
	SMUSI NON QUOTATI: TRATTAMENTI SUPERFICIALI	TOLL. GEN.:
INAF-IASF-Bo cryolink	MATERIALE: Acciaio inossidabile austenitico	MASSA: g HB: HRC:
tubo esterno	REV: 1.0	SCALA: 2:1
CRL-07-PR-017	F. TO: A3	FOLIO: 1 / 1





3. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Pizzo, L., Dall'Oglio, G., Martinis, L., Sabbatini, L.* - A multipurpose ^3He refrigerator – cryogenics 46 (2006) 762-764
- [2] *Dall'Oglio, G., Martinis, L., Morgante, G., Pizzo, L.* - An improved ^3He refrigerator – cryogenics 37 (1997) 63-64
- [3] *Graziani, A., Dall'Oglio, G., Martinis, L., Pizzo, L., Sabbatini, L.* – A new generation of ^3He refrigerators – cryogenics 43 (2003) 659-662