

**Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere**

**I sessione 2015**

**Settore INDUSTRIALE**

**Prova pratica progettuale Sez. A**

**Tema 1**

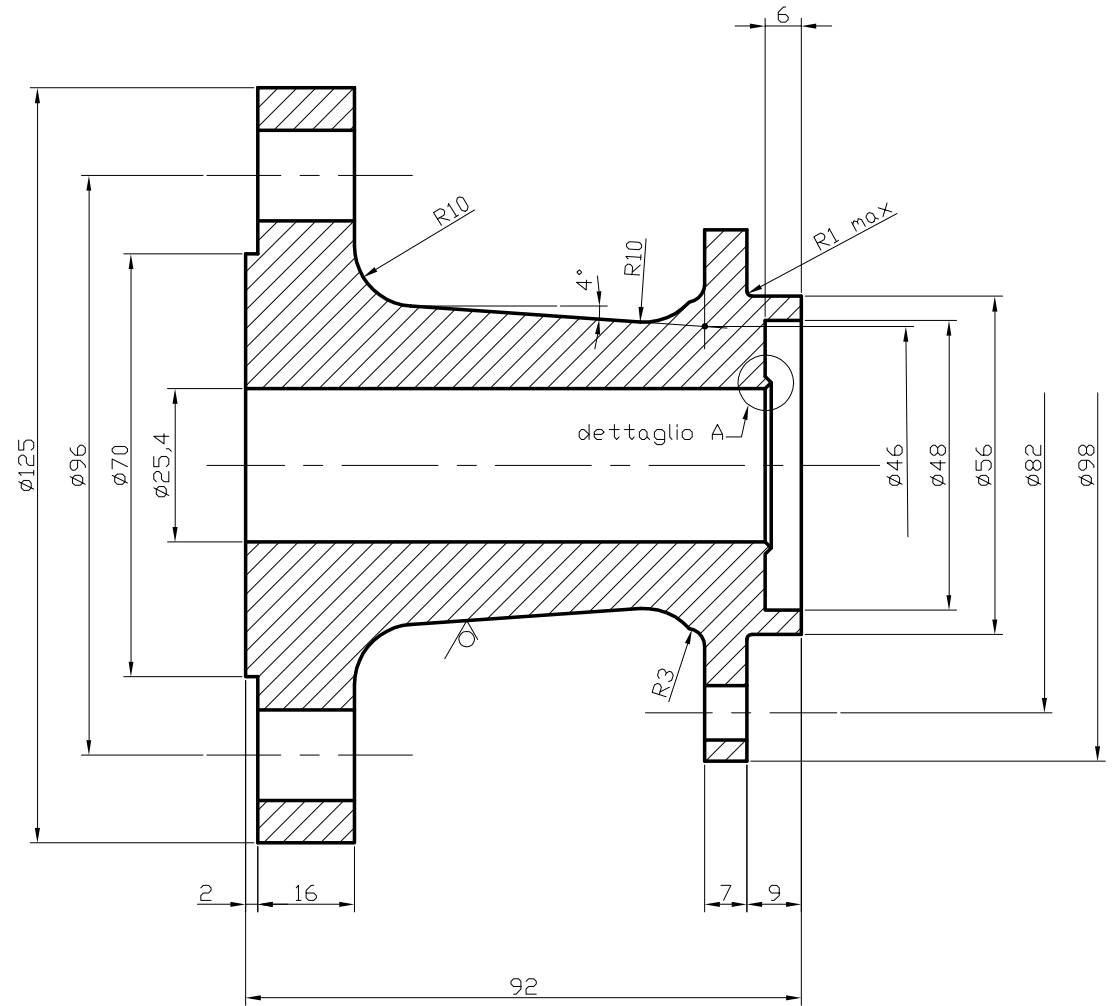
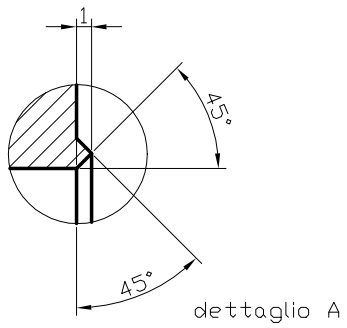
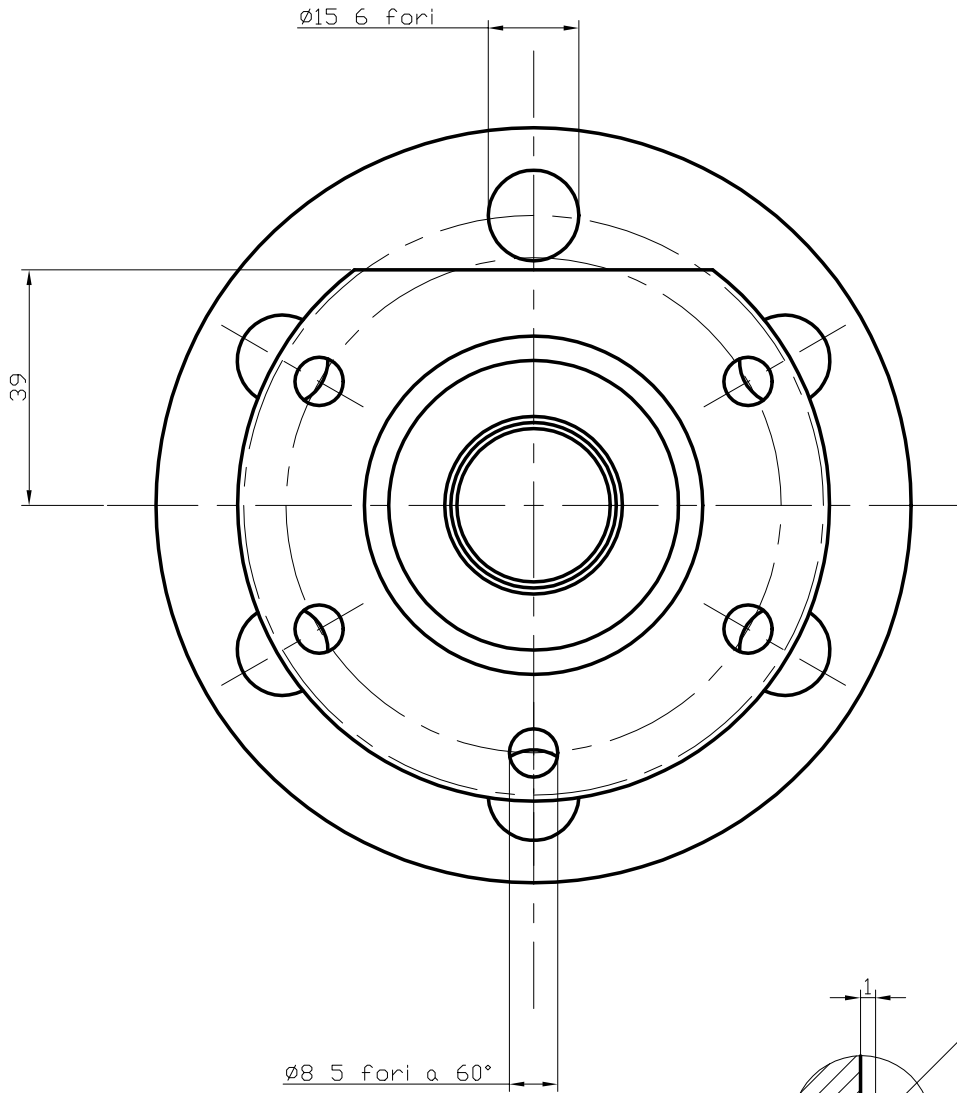
Si consideri la realizzazione del componente descritto nell'allegato A con operazione primaria di fusione in terra e successiva lavorazione alle macchine utensili. Si richiede la progettazione del ciclo di lavorazione ed in particolare:



1) per la lavorazione primaria di fonderia:

- analisi e revisione critica del componente, qualora si ritenga opportuno proporre modifiche **tecnologiche** (la funzione del componente può essere desunta dal complessivo, allegato B);
- progetto del componente fuso (sovrametalli, raggi...) eventualmente calcolato utilizzando i dati suggeriti dall'allegato D;
- progetto e disegno dell'attrezzatura di fonderia (modello, eventuali anime, ecc.);
- selezione staffe, calcolo delle materozze e del canale di alimentazione (allegato D);
- schizzo della forma pronta per la colata;

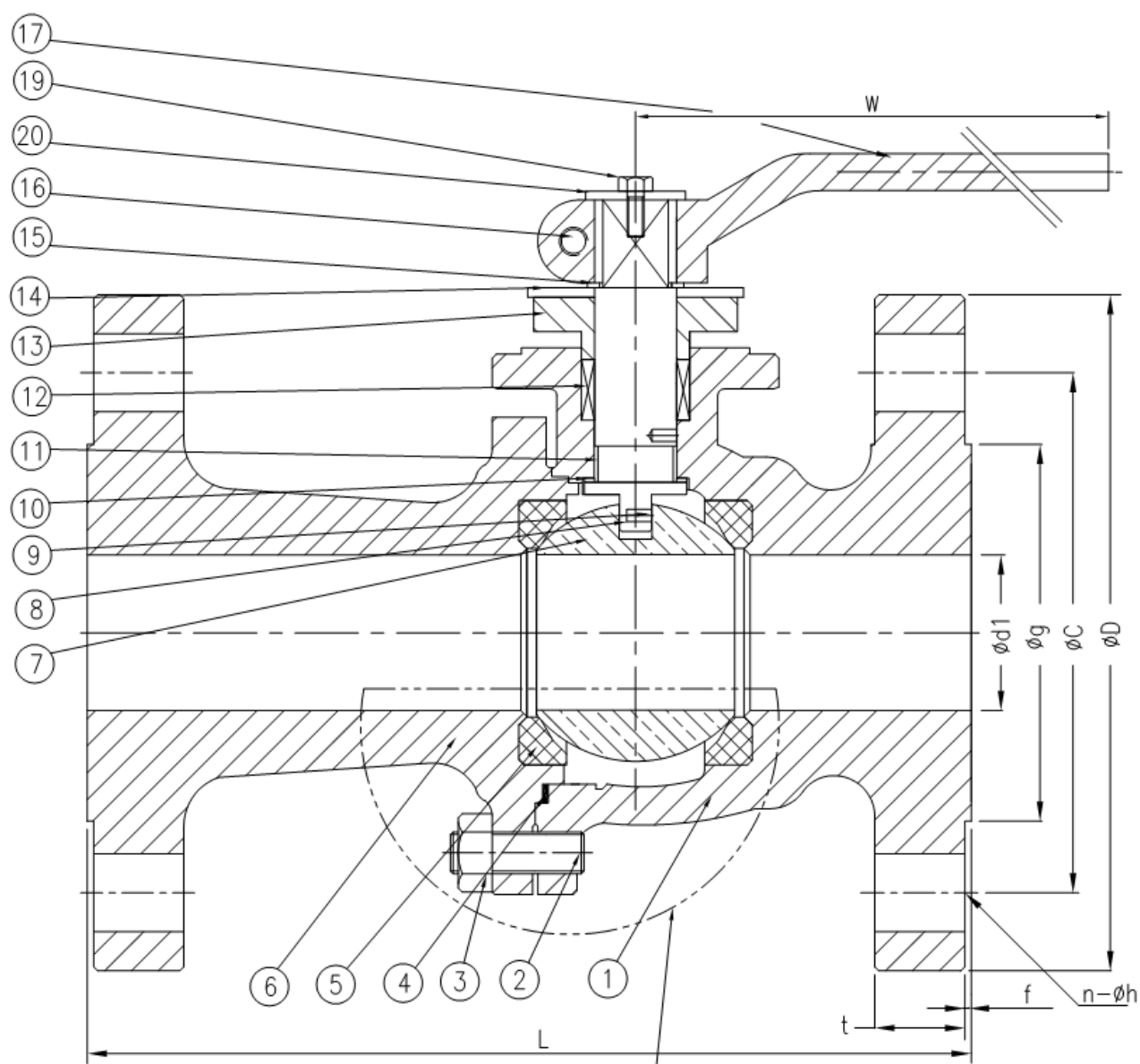
2) per la lavorazione secondaria alle macchine utensili:

- analisi e revisione critica del componente;
- selezione utensili;
- stesura del ciclo di lavoro, comprendente le superfici di riferimento per il piazzamento in macchina e la designazione di utensili e portautensili, per semplicità il candidato può ipotizzare di utilizzare un centro di tornitura con le caratteristiche descritte nell'allegato C;
- calcolo dei tempi attivi di taglio;
- verifica delle forze e delle potenze di taglio, supponendo che il materiale del componente sia un bronzo CuSn12-C UNI CEN/TS 13388:2004.



1.6  

# ASSIEME



nota: il componente oggetto della prova d'esame è indicato con ⑥

## **CENTRO DI TORNITURA CNC**

### **- caratteristiche tecniche -**

#### **CAMPO DI LAVORO**

- diametro massimo tornibile 220 mm
- lunghezza massima tornibile 300 mm
- diametro massimo tornibile da barra 41 mm

#### **MANDRINO**

- numero massimo di giri al minuto 5000 giri/min
- diametro foro mandrino 52 mm
- potenza motore mandrino 15 kW
- potenza motore mandrino servizio continuo 11 kW
- diametro massimo autocentrante applicabile 165 mm

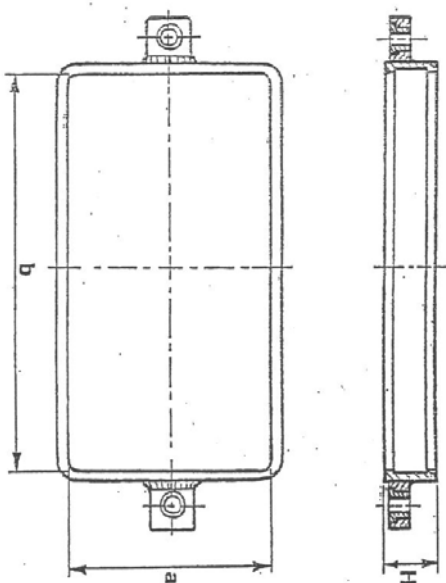
#### **TORRETTA PORTAUTENSILI**

- tipo torretta 12 posizioni
- dimensioni utensili esterni 20x20 mm
- dimensioni bareni (utensili interni) diametro 32 mm

#### **ALTRE ATTREZZATURE**

- si supponga di disporre di almeno tre dispositivi per utensili motorizzati con potenza massima di 1.8 kW

# ALLEGATO D



Serie quadrata

a	b	H											
315	315	50	63	80	100	125	160	200					
355	355	50	63	80	100	125	160	200					
400	400	50	63	80	100	125	160	200	250				
450	450	50	63	80	100	125	160	200	250				
500	500	50	63	80	100	125	160	200	250	300			
560	560	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355		
630	630	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
710	710	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	500
800	800	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	500
900	900	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	500

Serie rettangolare con rapporto b/a ≈ 1,25

a	b	H											
250	315	50	63	80	100	125	160	200					
280	355	50	63	80	100	125	160	200	250				
315	400	50	63	80	100	125	160	200	250	300			
355	450	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355		
400	500	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
450	560	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
500	630	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
560	710	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
630	800	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
710	900	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
800	1000	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
900	1100	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
1000	1300	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
1100	1400	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
1200	1500	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
1300	1600	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
1400	1700	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
1500	1800	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	

Serie rettangolare con rapporto b/a ≈ 1,78

a	b	H											
315	560	50	63	80	100	125	160	200					
355	630	50	63	80	100	125	160	200	250				
400	710	50	63	80	100	125	160	200	250	300			
450	800	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355		
500	900	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
560	1000	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
630	1200	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
710	1300	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
800	1400	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
900	1600	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	
1000	1800	50	63	80	100	125	160	200	250	300	355	400	

TABLE 10.1

<b>Metal or alloy</b>	<b>Volumetric solidification contraction (%)</b>	<b>Metal or alloy</b>	<b>Volumetric solidification contraction (%)</b>
Aluminum	6.6	Copper alloys	4.5
Al-4.5%Cu	6.3	90%Cu-10%Al	4
Al-12%Si	3.8	Gray iron	Expansion to 2.5
Carbon steel	2.5-3	Magnesium	4.2
1% carbon steel	4	White iron	4-5.5
Copper	4.9	Zinc	6.5

*Source:* After R. A. Flinn.

**Tabella – Valori indicativi di ritiro volumetrico *di solidificazione***

Tabella 2.1 - Valori medi di ritiro lineare (UNI 473).

Materiale	Ritiro (%)	Materiale	Ritiro (%)
Acciai non legati	1,80	Ghise malleabili nere	0,50
Acciai legati (esclusi quelli al Mn e inossid.)	1,80	Leghe Al (basso Si)	1,35
Acciai al manganese	2,30	Leghe Al (alto Si)	1,20
Acciai inossidabili	2,00	Leghe Cu-Sn	1,50
Ghise grigie	1,00	Leghe Cu-Zn	1,20
Ghise sfer., perlitiche	1,20	Leghe Cu-Sn-Zn	1,30
Ghise sfer., ferritiche	0,50	Leghe Cu-Zn (Mn, Fe, Al)	2,00
Ghise austenitiche	2,00	Leghe Cu-Al (Ni, Fe, Mn)	1,80
Ghise bianche	2,00	Leghe di Zn	1,30
Ghise malleabili bianche	1,60	Leghe antifrizione (metalli bianchi)	0,50

Tabella 2.2 - Valori indicativi del sovrametallo (in mm) per getti in acciaio realizzati mediante fusione in terra.

Quota nominale (mm)	Dimensione massima del getto (mm)		
	< 250	250 + 1000	1000 + 2500
< 40	4,0 + 6,0	4,0 + 8,0	5,0 + 8,0
40 + 85	4,0 + 6,0	4,0 + 8,0	5,0 + 9,0
85 + 100	4,0 + 6,0	4,0 + 7,0	5,0 + 10,0
100 + 180	4,0 + 7,0	5,0 + 7,0	5,0 + 10,0
180 + 250	8,0 + 8,0	8,0 + 8,0	7,0 + 10,0
250 + 400	-	8,5 + 9,0	7,0 + 11,0
400 + 830	-	7,0 + 10,0	8,0 + 12,0
830 + 1000	-	8,0 + 11,0	9,0 + 14,0
> 1000	-	-	11,0 + 20,0

Tabella 2.3 - Valori indicativi del sovrametallo (in mm) per getti in ghisa realizzati mediante fusione in terra.

Quota nominale (mm)	Dimensione massima del getto (mm)		
	< 250	250 + 1000	1000 + 2500
< 40	2,5 + 4,5	4,0 + 5,0	4,5 + 7,0
40 + 85	3,0 + 4,5	4,0 + 5,0	4,5 + 7,5
85 + 100	3,0 + 5,0	4,0 + 6,0	4,5 + 8,0
100 + 180	3,0 + 6,0	4,5 + 6,5	5,0 + 8,0
180 + 250	3,5 + 6,5	4,5 + 7,0	5,0 + 8,5
250 + 400	-	5,0 + 7,5	5,5 + 9,5
400 + 830	-	5,5 + 8,5	6,0 + 10,5
830 + 1000	-	6,5 + 10,0	6,5 + 11,5
> 1000	-	-	9,0 + 16,0

Tabella 2.4 - Valori indicativi dell'angolo di spoglia (in gradi e corrispondente pendenza) in funzione dell'altezza dell'elemento che si considera.

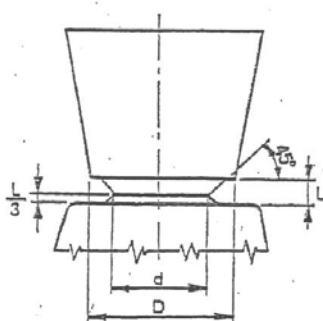
Altezza (mm)	Mod. in legno	Mod. metall.
≤ 20	4° 00' - 7,0%	2° 00' - 3,5%
20 + 50	3° 00' - 5,0%	1° 30' - 2,5%
50 + 80	2° 00' - 3,5%	1° 00' - 1,7%
80 + 120	1° 30' - 2,8%	0° 45' - 1,3%
120 + 220	1° 00' - 1,7%	0° 40' - 1,1%
≥ 220	1° 00' - 1,7%	0° 30' - 0,9%

Tabella 2.7 - Valori indicativi delle costanti  $K_M$  e  $K_S$  per acciai, ghise e bronzi in funzione del surriscaldamento del metallo liquido (colata in sabbia silicea).

Materiale	Surriscaldamento							
	50 °C		100 °C		150 °C		200 °C	
	$K_M$	$K_S$	$K_M$	$K_S$	$K_M$	$K_S$	$K_M$	$K_S$
Acciai	2	0,8	2	3	18	6	30	10
Ghise malleabili bronzi	3	0,9	12	3,5	25	7,5	45	14
Ghisa grigia e sferoidale	4	1,3	16	5	38	12	65	20

Tabella 2.8 - Valori indicativi del tempo critico  $t_c$  (in secondi).  
Questi tempi dipendono dalla granulometria della sabbia (aumentano con le dimensioni del grano) dal tipo di legante, nonché dalla forma del getto.

Forme in terra (a verde)	Forme e anime agglomerate con leganti sintetici
4 + 25	fino a 60



Materiale	d	L
Acciaio	$0,40 \cdot D$	$0,18 \cdot D$
Ghisa	$0,66 \cdot D$	$0,18 \cdot D$
Bronzi	$0,66 \cdot D$	$0,20 \cdot D$
Leghe leggere	$0,70 \cdot D$	$0,35 \cdot D$

Fig. 2.48 - Dimensionamento del collare di una materozza aperta.



Tabella 2.5 - Raccordo fra due pareti parallele di spessore differente ( $S$  e  $s$ ) con e senza una superficie in comune.

	$R = 10$ $A = 0,7 \cdot S + 10$	mm	$S \leq 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = S$	mm	
	$R = 10$ $A = s + 10$	mm	$S \leq 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = s + 0,33 \cdot S$	mm	
	$R = 10$ $A = 0,7 \cdot S + 20$	mm	$S \leq 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = 1,4 \cdot S$	mm	
	$R = 10$ $A = s + 20$	mm	$S \leq 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = s + 0,7 \cdot S$	mm	

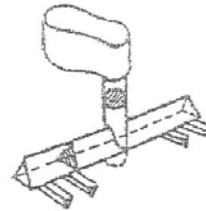
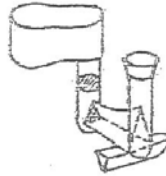
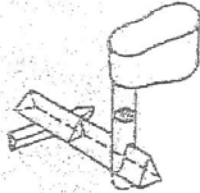
Tabella 2.6 - Raccordo fra due pareti (di spessore  $s$ ) che si incontrano secondo un angolo retto, ottuso o acuto. ( $R$  e  $s$  sono espressi in mm).

Nel caso la funzionalità del pezzo permetta di arrotondare anche lo spigolo valgono i dati riportati nel riquadro di sinistra. Se le pareti fossero di spessore differente, tali valori sono ancora validi qualora si ponga  $s$  pari allo spessore massimo.

Nel caso la funzionalità del pezzo non permettesse di arrotondare lo spigolo (raccordato comunque con un raggio pari al sovrametallo) valgono i dati riportati nel riquadro di destra.

Caso	R	Caso	R		
			$s < 10$	$10 \leq s \leq 30$	$s > 30$
	$1,25s$		$s$	10	$0,33s$
	$s$		$0,75s$	7,5	$0,25s$
	$1,5s$		$1,2s$	12	$0,4s$

Colate con trappole triangolari per scorie e attacchi (4)



Canale di colata		Canale alimentatore		Attacco semplice	
Diametro mm (A)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>
15	177	15 x 18	135	13 x 13	85
18	255	18 x 21	189	16 x 16	128
20	314	20 x 24	240	18 x 18	162
22	380	22 x 26	282	20 x 20	200
25	491	26 x 29	363	22 x 22	242
30	707	30 x 35	525	27 x 27	364
35	962	35 x 41	718	31 x 31	481
40	1257	40 x 47	940	35 x 35	613
45	1590	45 x 53	1193	40 x 40	800

Attacco doppio		Attacco triplo		Attacco quadruplo	
Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>
9 x 9	81	8 x 8	96	7 x 7	98
11 x 11	121	9 x 9	122	8 x 8	128
13 x 13	169	10 x 10	150	9 x 9	162
14 x 14	196	11 x 11	182	10 x 10	200
16 x 16	256	13 x 13	254	11 x 11	242
19 x 19	361	15 x 15	338	13 x 13	338
22 x 22	484	18 x 18	486	16 x 16	512
25 x 25	625	21 x 21	662	18 x 18	648
28 x 28	784	23 x 23	794	20 x 20	800