

Faculdade de Engenharia  
Rua dos Bragas • 4099 PORTO CODEX • PORTUGAL  
Telef. (02) 311254 • Telex 27323 FEUP P • Fax 319125

Instalações Laboratoriais e Administrativas  
R. do Barroco, 174/214 • 4465 S. Mamede de Infesta • PORTUGAL  
Telef. (02) 9537348 (4 Linhas) • Fax (02) 9537352

## PARECER

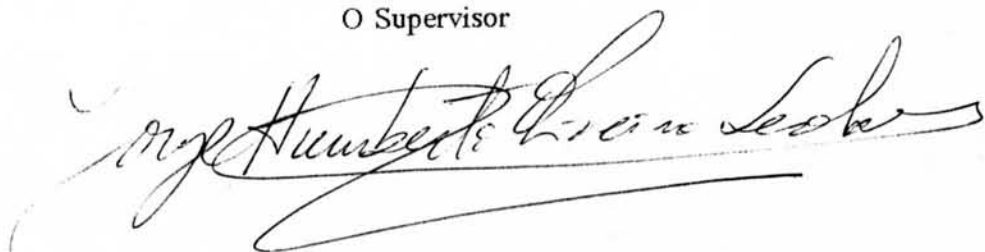
O aluno finalista do Curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial **LUCIANO AFONSO MARQUES SANTOS** realizou no INEGI, no âmbito do programa PRODEP, medida 4.3/7/7/92/93, um estágio cujo trabalho se encontra descrito no relatório apresentado com o título "**Projecto de um Reservatório**"

Durante a execução do conjunto de tarefas que lhe foram atribuídas, o referido estagiário atingiu os objectivos que lhe foram propostos, mostrando ter conhecimentos adequados.

Face à qualidade do trabalho produzido cumpre-me informar que o estágio realizado se revestiu de grande interesse para esta instituição.

Porto, 27 de Dezembro de 1993

O Supervisor



**DEMEGI**

Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

## PARECER

O aluno finalista do Curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial **LUCIANO AFONSO MARQUES SANTOS**, realizou no INEGI, no âmbito do programa PRODEP, medida 4.3/7/7/92/93, um estágio cujo trabalho se encontra descrito no relatório apresentado com o título "**Projecto de um Reservatório**"

Durante a execução do conjunto de tarefas que lhe foram atribuídas, o referido estagiário atingiu os objectivos que lhe foram propostos, mostrando ter conhecimentos adequados e empenho.

Face à qualidade do trabalho produzido cumpre-me informar que o estágio realizado se revestiu de grande interesse para a formação do aluno, como futuro engenheiro.

Porto, 27 Dezembro de 1994

O Supervisor

*António Augusto Soares*

PROJECTO DE UM RESERVATORIO

PROJECTO DE UM RESERVATORIO

SMPT

4  
621(0473)/LEM1954/SANR  
0A/AU/2009



Supervisor: ENG. SOBRAL PIRES

Aluno: LUCIANO AFONSO MARQUES DOS SANTOS

# INDICE

DADOS

CALCULOS

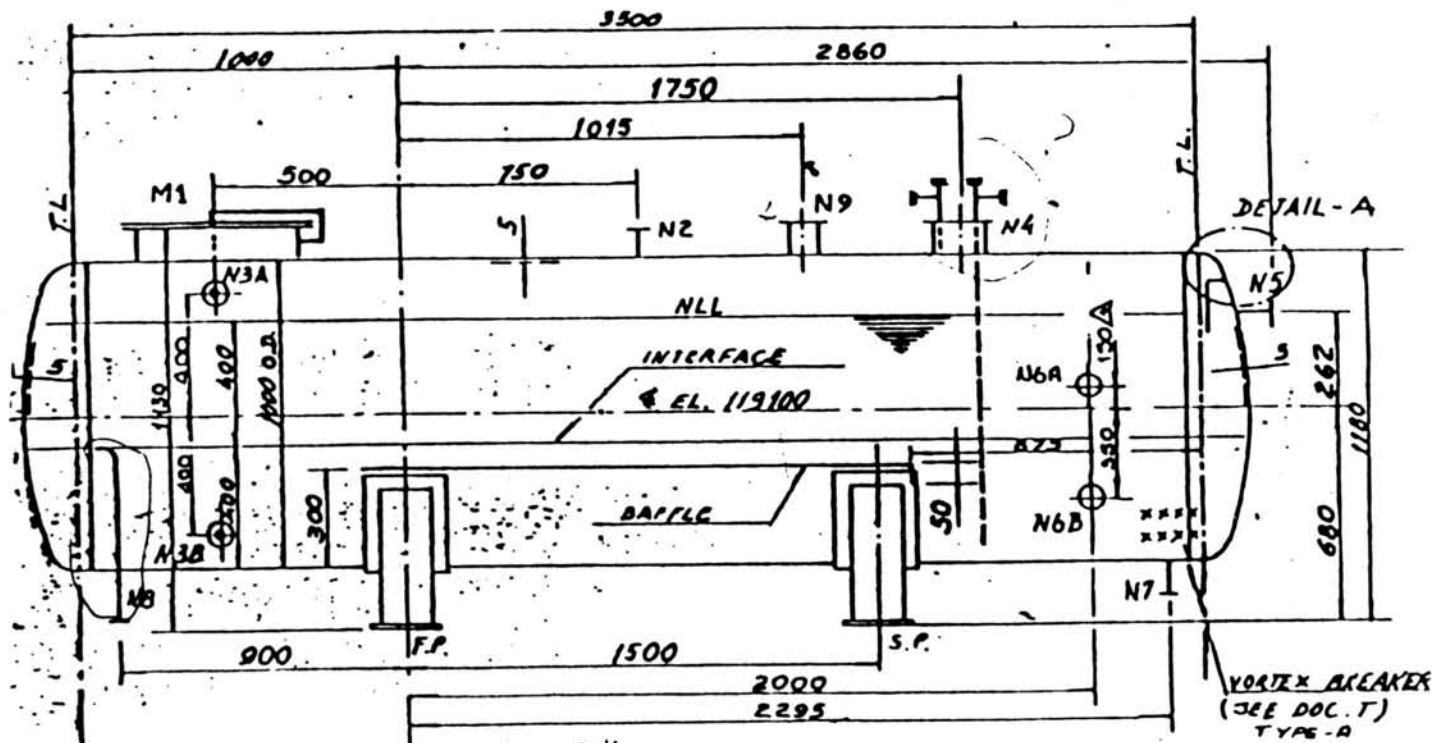
DESENHOS DE PROJECTO

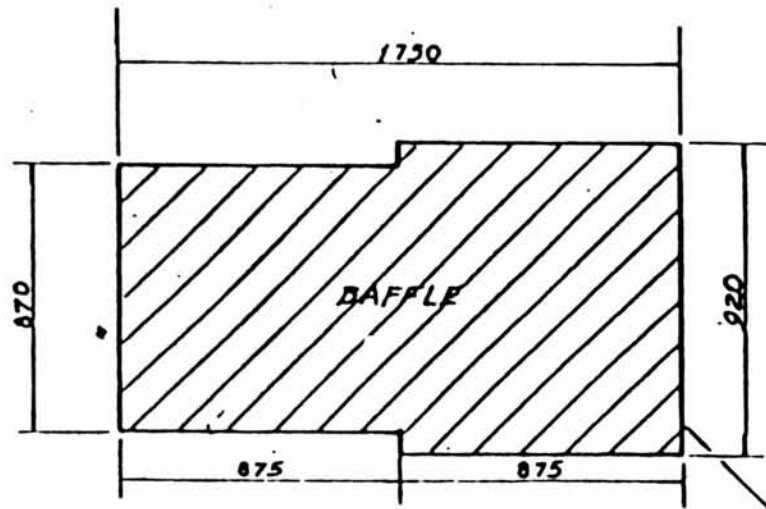
SEQUENCIA DE SOLDADURA:

ANEXO : WPS

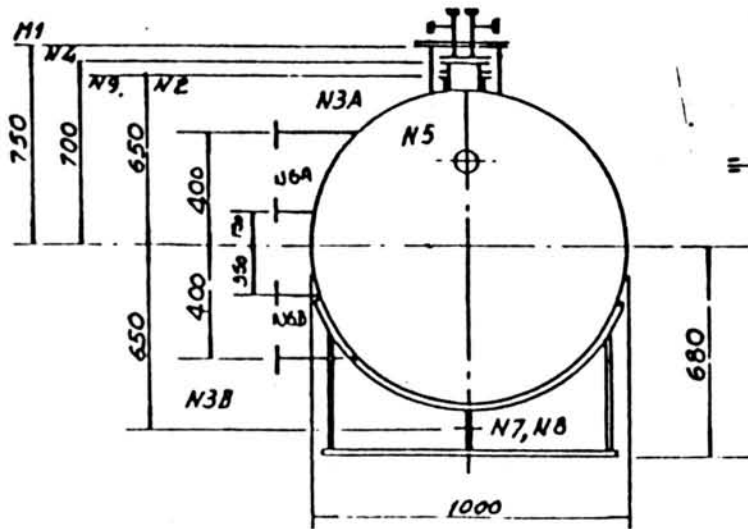
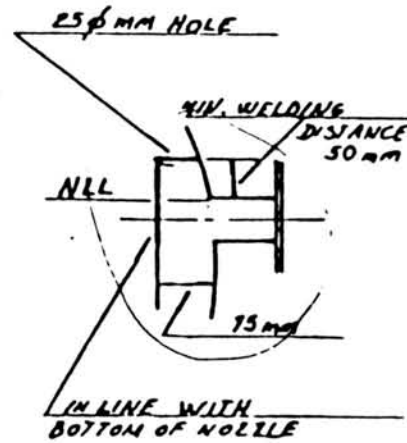
Ensaio mecánicos

DADOS





DETAIL - A



		Location	outdoors
Outside diameter	1000 mm	Position	horizontal
Length of vessel	3500 mm		
Nominal volume	2,7 m <sup>3</sup>	Effective vol.	3 m <sup>3</sup>
OPERATING CONDITIONS			
Process fluid	alcohol/water	Density	1Kg/dm <sup>3</sup>
Temperat. inside	40/80 °C	Temperat. outside	amb.
Pressure inside	atm./0,3 bar	Pressure outside	atm.
DESIGN CONDITIONS			
Permis. service temp. in.	90°C	Permis. serv. temp. out.	amb.
Max p. serv. pressure in.	0,5 bar	Max p. s. pressure out.	atm.
Max liquid level o.c.	0,8 m		
Initial test pressure in	full water		
Welding factor	0,85		
Total weight ex works	1050 kg	Weight water filled	4050 kg
Weight /process fluid	3950 kg	Insulation protection	30 mm
Design code	AD-Merkblätter		

PART		MATERIAL	STANDARD	INSP. CERTIF.
Shell		X10G NiMoTi 1810(1.4571)	D I N  1 7 4 4 0	a c c o r d i n g 5 0 4 9  e  a n d
Head		»		
Flanges	out	»		
	in	»		
Pipes	out	»		
	in	»		
Bolts/ Nuts	out	(1.4571)/(1.4571)		
	in	»		
Gaskets	out	It 400		
	in	»		
Internals	weld	X10G NiMoTi 1810(1.4571)		
	remov	»		
Manhole cover		»		
Manhole flange		R St37-2(1.0114)		
Supports		»		
Reinf. saddles		X10G NiMoTi 1810(1.4571)		
Clips platforms		»		
Clips insulation		»		
Anchor bolts			DIN 267	

Nozzle symbol	Designation	ND	NP	DIN	shape/ DIN	pipe dimensions
N2	Vent	100	10	2632	c/2526	114,3*3,6
N3	Level gauge	25	10	2632	c/2526	33,7*2,6
N4	High level alarm	200	10	2632	c/2526	219,1*6,3
N5	Alcohol outlet	80	10	2632	c/2526	88,9*3,2
N6	Interface control.	50	10	2632	c/2526	60,3*2,9
N7	Water outlet	50	10	2632	c/2526	60,3*2,9
N8	Inlet	80	10	2632	c/2526	88,9*3,2
N9	Spare/blind flange	100	10	2632	c/2526	114,3*3,6
M1	Manhole	500	10	2576	c/2526	508*11



CALCULON

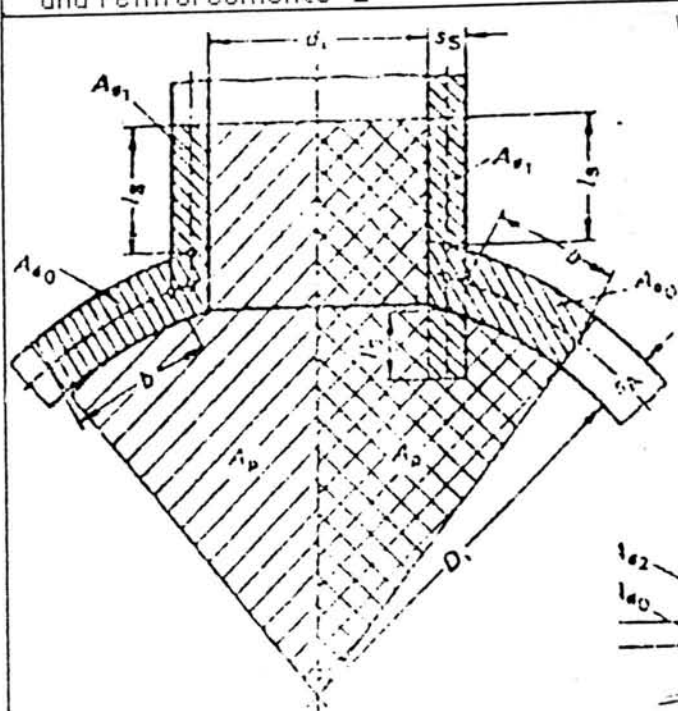
STRESS CALCULATION			
Cilindrical shell subject to internal pressure		Design	
Required wall thickness	$S = \frac{D_a \cdot p}{20 \cdot K / s \cdot v + p} + c1 + c2$	S	0,23 mm
External diam.		Da	1000 mm
Height of liquid		h	800 mm
Specific weight		w	1000 kgf/m <sup>3</sup>
Hidrostatic pressure	$p \cdot h = w \cdot h = 98E-4$	ph	0,08 barg
In. pressure		pi	0,5 barg
Design pressure		p	0,58 barg
Calc. temp.		T	90°C
Strength value		K	219 N/mm <sup>2</sup>
Joint efficiency		v	0,85
Safety factor		s	1,5
Allowance		c1	a)
		c2	
Actual wall thickness		Sc	5 mm

a) AD-Merkblatt B0 - 9 1.2

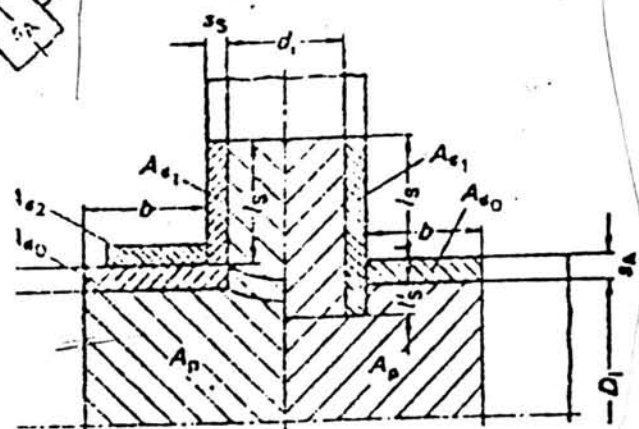
STRESS CALCULATION				
Dished ends subject to internal pressure				
Korbbogen type			Design	
Required wall thickness	crown	$S_c = \frac{D_a \cdot p}{40k/s.v+p} + c_1 + c_2$	Sc	0,19mm
	knuckle	$S_k = \frac{D_a \cdot p \cdot B}{40k/s.v} + c_1 + c_2$	Sk	0,26 mm
External diam. dished end			Da	1000 mm
Height of liquid			h	800 mm
Specific weight			w	1000 kgf/m <sup>3</sup>
Hidrost. pressure $p.h=w.h.98E-6$			ph	0,08 barg
In. pressure			pi	0,5 barg
Design pressure			p	0,58 barg
Calc. temperature			T	90°C
Strenght value			k	219 N/mm <sup>2</sup>
Safety factor			s	1,5
Joint efficiency			v	0,85
Allowance			c1	—
			c2	—
Design factor			B	2,2
Actual thickness	crown		Se	5 mm
	knuckle		Se	5 mm

STRESS CALCULATION		Nozzle : M1-manhole	
Openings nozzle thickness reinforcements 1		Design	
Required wall thickness	$S_s = \frac{d_a \cdot p}{20 \cdot K/s \cdot v + p} + c1 + c2$	Ss	0,90 mm
External diam. of nozzle		da	508 mm
Height of liquid		h	—
Specific weight		w	—
Hidrostatic pressure	$p \cdot h = w \cdot h = 98E-4$	ph	—
In. pressure		pi	—
Design pressure		p	0,5 barg
Calc. temp.		T	90°C
Strength value		K	219 N/mm <sup>2</sup>
Joint efficiency		v	0,85
Safety factor		s	1,5
Allowance		c1	0,8 mm
		c2	—
Actual wall thickness		Sc	11 mm
Shell internal diam.		Di	990 mm
Required nozzle length	$L_s = 1,25 \sqrt{(d_i + S_s - c1 - c2)(S_s - c1 - c2)}$	Ls	87,58 mm
Min. dist. between two adjacent openings	$l \gg 2 \sqrt{(D_i + S_a - c1 - c2)(S_a - c1 - c2)}$ cond. to be respected	l	141,06 mm

STRESS CALCULATION	Nozzle : M1-manhole
Openings nozzle thickness and reinforcements 2	Design



Calculation scheme for spherical shells

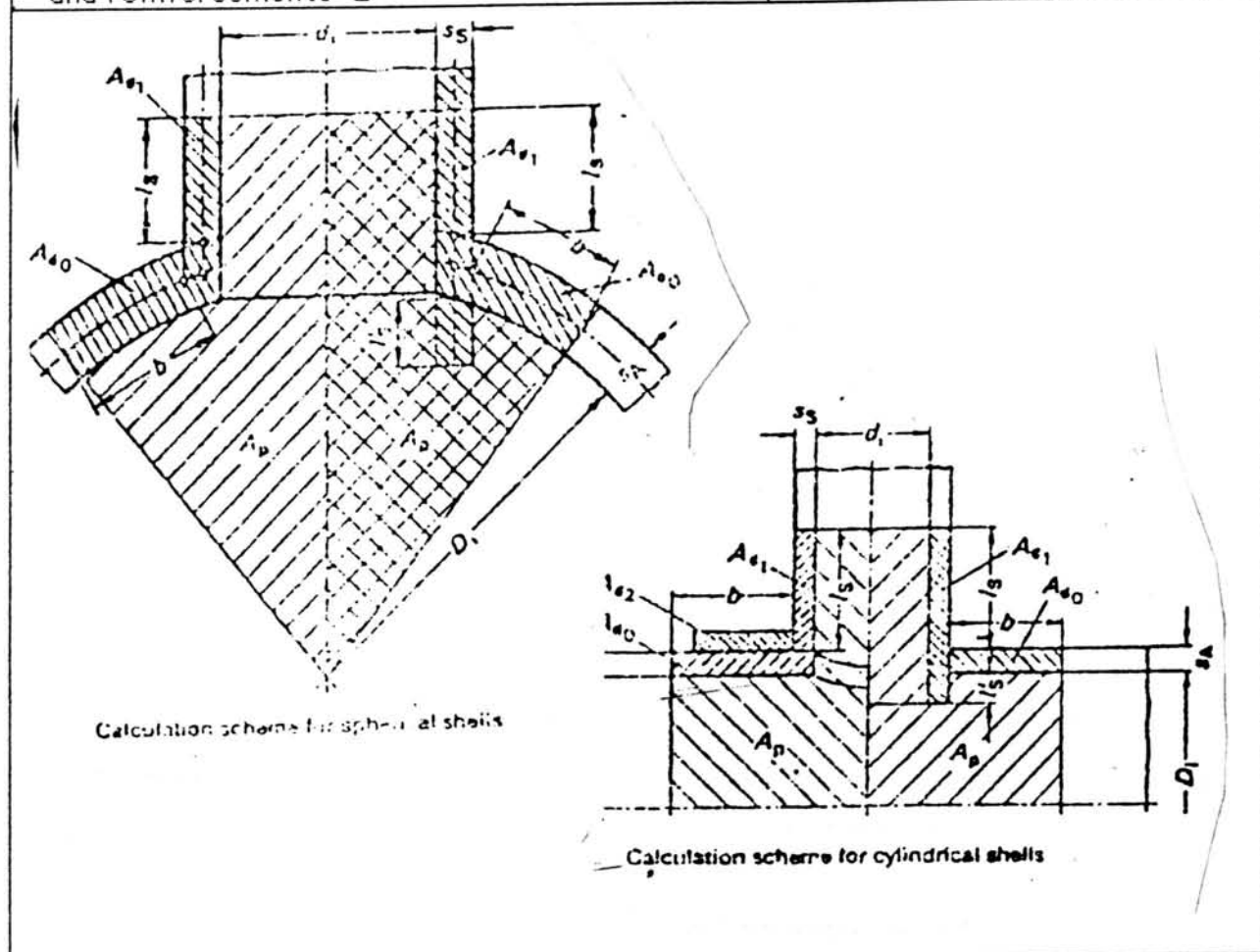


Calculation scheme for cylindrical shells

$\frac{ss-c1-c2}{Sa-c1-c2}$	1,98	wakening factor	Va	0,66
$\frac{di}{\sqrt{(Di+Sa-c1-c2)(Sa-c1-c2)}}$	7,2			
Required wall thickness	$Sa' = \frac{Da.p}{20.k/s.Va+p} + c1+c2$		Sa'	0,26 mm
Effective wall thickness at opening edge			Sa	5 mm
Condition to be respected			Sa' < Sa	yes

STRESS CALCULATION		Nozzle : N2 ; N9	
Openings nozzle thickness reinforcements 1		Design	
Required wall thickness	$S_s = \frac{d_a \cdot p}{20 \cdot K / s \cdot v + p} + c_1 + c_2$	Ss	0,38 mm
External diam. of nozzle		da	114,3 mm
Height of liquid		h	—
Specific weight		w	—
Hidrostat. pressure	$p \cdot h = w \cdot h = 98E-4$	ph	—
In. pressure		pi	—
Design pressure		p	0,5 barg
Calc. temp.		T	90°C
Strenght value		K	219 N/mm <sup>2</sup>
Joint efficiency		v	0,85
Safety factor		s	1,5
Allowance		c1	0,36 mm
		c2	—
Actual wall thickness		Sc	3,6 mm
Shell internal diam.		Di	990 mm
Required nozzle lenght	$L_s = 1,25 \sqrt{(d_i + S_s - c_1 - c_2)(S_s - c_1 - c_2)}$	Ls	24,04 mm
Min. dist. between two adjacent openings	$l \gg 2 \sqrt{(D_i + S_a - c_1 - c_2)(S_a - c_1 - c_2)}$ cond. to be respected	l	141,06 mm

STRESS CALCULATION	Nozzle : N2 ; N9
Openings nozzle thickness and reinforcements 2	Design

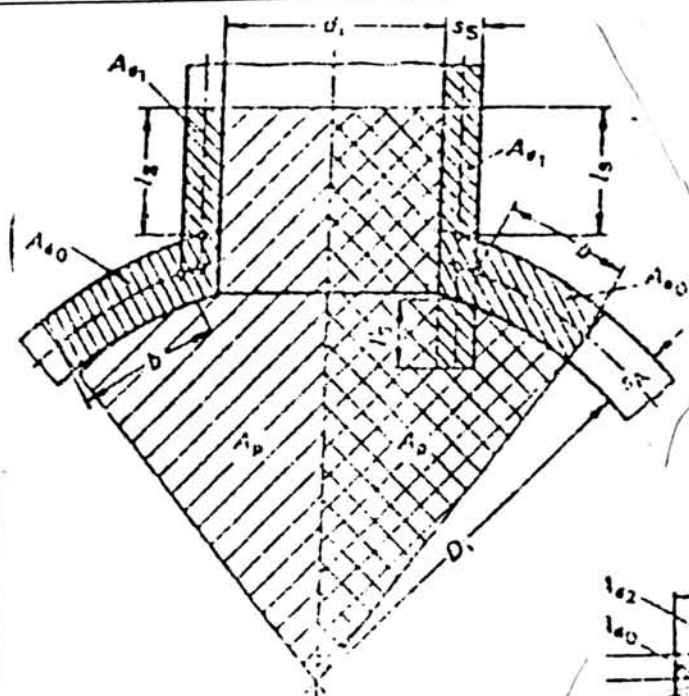


$\frac{Ss-c1-c2}{Sa-c1-c2}$	0,63	wakening factor	Va	0,67
$\frac{di}{\sqrt{(Di+Sa-c1-c2)(Sa-c1-c2)}}$	1,5			
Required wall thickness	$Sa' = \frac{Da.p}{20.k/s.Va+p} + c1+c2$		Sa'	0,26 mm
Efective wall thickness at opening edge			Sa	5 mm
Condition to be respected			Sa' « Sa	yes

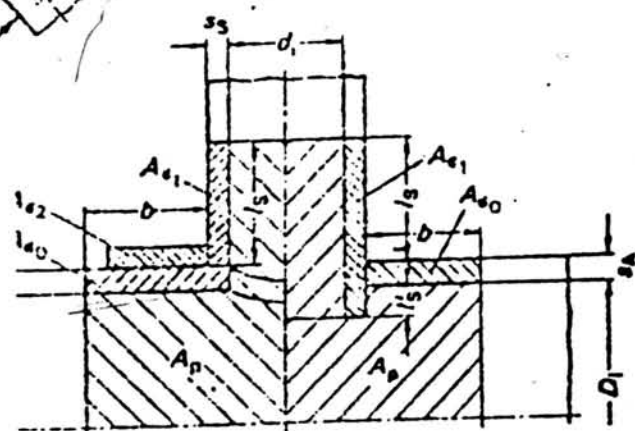
STRESS CALCULATION		Nozzle : N4	
Openings nozzle thickness reinforcements 1		Design	
Required wall thickness	$S_s = \frac{d_a \cdot p}{20 \cdot K / s \cdot v + p} + c_1 + c_2$	Ss	0,67 mm
External diam. of nozzle		da	219,1 mm
Height of liquid		h	—
Specific weight		w	—
Hidrostatic pressure	$p \cdot h = w \cdot h = 98E-4$	ph	—
In. pressure		pi	—
Design pressure		p	0,5 barg
Calc. temp.		T	90°C
Strength value		K	219 N/mm <sup>2</sup>
Joint efficiency		v	0,85
Safety factor		s	1,5
Allowance		c1	0,63 mm
		c2	—
Actual wall thickness		Sc	6,3 mm
Shell internal diam.		Di	990 mm
Required nozzle length	$L_s = 1,25 \sqrt{(d_i + S_s - c_1 - c_2)(S_s - c_1 - c_2)}$	Ls	43,48 mm
Min. dist. between two adjacent openings	$l \gg 2 \sqrt{(D_i + S_a - c_1 - c_2)(S_a - c_1 - c_2)}$ cond. to be respected	l	141,06 mm



STRESS CALCULATION	Nozzle : N4
Openings nozzle thickness and reinforcements 2	Design



Calculation scheme for spherical shells

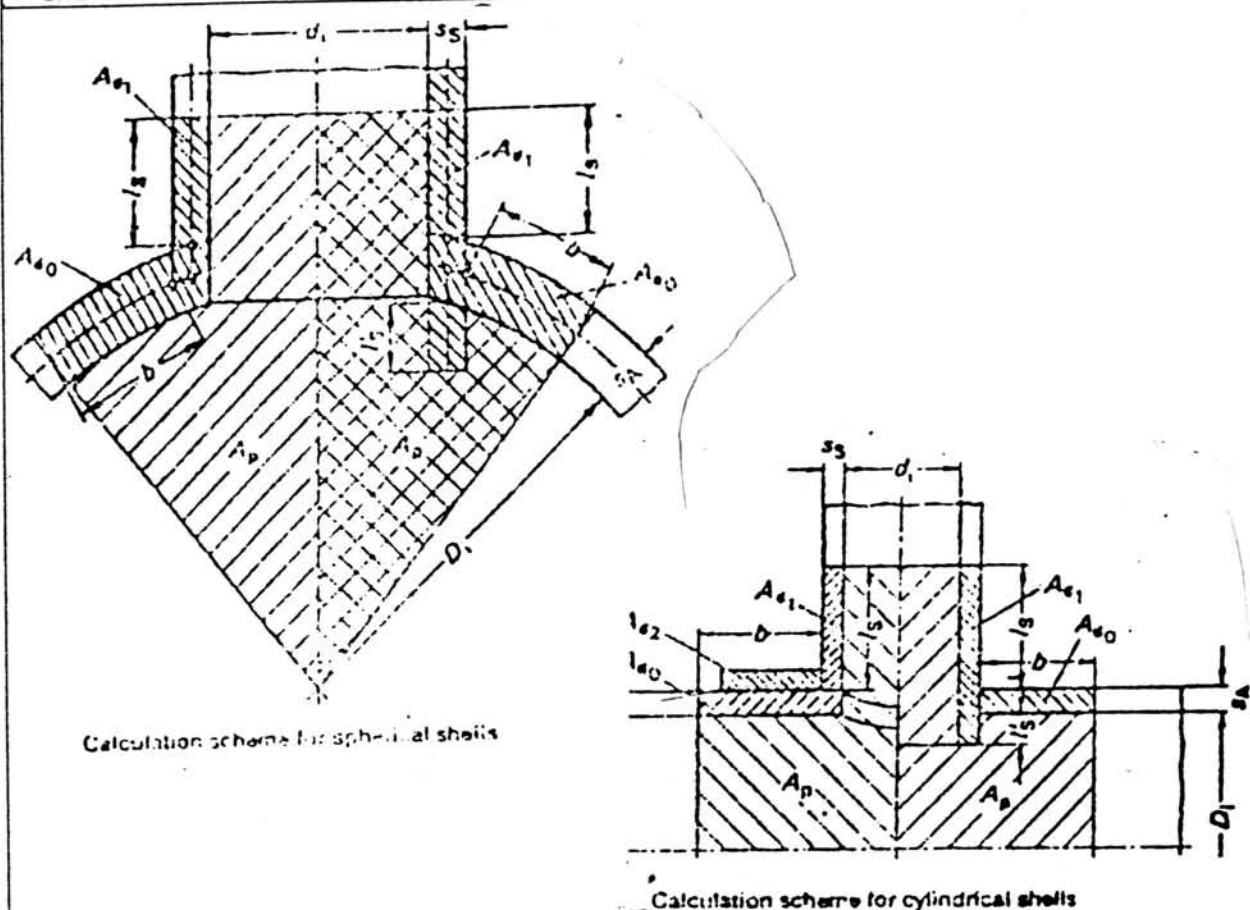


Calculation scheme for cylindrical shells

$\frac{Ss-c1-c2}{Sa-c1-c2}$	1,13	wakening factor	Va	0,64
$\frac{di}{\sqrt{(Di+Sa-c1-c2)(Sa-c1-c2)}}$	2,95			
Required wall thickness	$Sa' = \frac{Da.p}{20.k/s.Va+p} + c1+c2$			
Effective wall thickness at opening edge		Sa	5 mm	
Condition to be respected		Sa' < Sa	yes	

STRESS CALCULATION		Nozzle : N5	
Openings nozzle thickness reinforcements 1		Design	
Required wall thickness	$S_s = \frac{d_a \cdot p}{20 \cdot K/s \cdot v + p} + c_1 + c_2$	Ss	0,34 mm
External diam. of nozzle		da	88,9 mm
Height of liquid		h	—
Specific weight		w	—
Hidrost.pressure	$p \cdot h = w \cdot h = 98E-4$	ph	—
In. pressure		pi	—
Design pressure		p	0,5 barg
Calc. temp.		T	90°C
Strenght value		K	219 N/mm <sup>2</sup>
Joint efficiency		v	0,85
Safety factor		s	1,5
Allowance		c1	0,32 mm
		c2	—
Actual wall thickness		Sc	3,2 mm
Shell internal diam.		Di	990 mm
Required nozzle lenght	$L_s = 1,25 \sqrt{(d_i + S_s - c_1 - c_2)(S_s - c_1 - c_2)}$	Ls	19,6 mm
Min. dist. between two adjacent openings	$l \gg 2 \sqrt{(D_i + S_a - c_1 - c_2)(S_a - c_1 - c_2)}$ cond. to be respected	l	141,06 mm

STRESS CALCULATION	Nozzle : N5
Openings nozzle thickness and reinforcements 2	Design



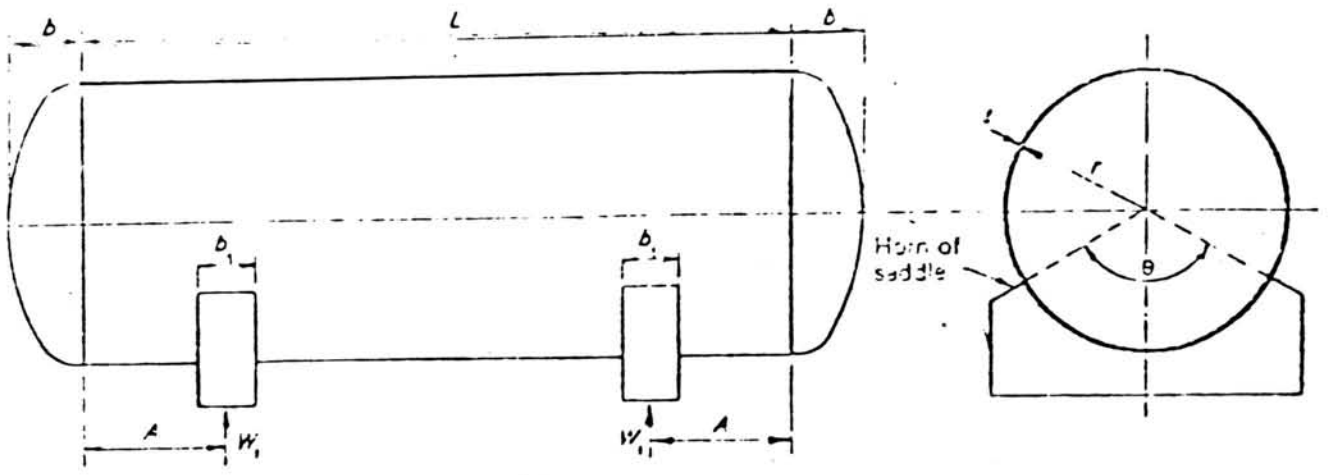
$\frac{Ss-c1-c2}{Sa-c1-c2}$	0,576	wakening factor	Va	0,7
$\frac{di}{\sqrt{(Di+Sa-c1-c2)(Sa-c1-c2)}}$	1,18			
Required wall thickness	$Sa' = \frac{Da.p}{40.k/s.Va+p} + c1+c2$			
Effective wall thickness at opening edge		Sa	5 mm	
Condition to be respected		Sa' « Sa	yes	

SADDLE SUPPORTS ANALYSIS  
According to BS 5500, G.3.3.2.

ANALISE DAS TENSÕES NOS APOIOS

TYPE I

Conditions:  NEW  CORROD.  WORKING  DESIGN  TESTING



1. DATA

$W_1$	Maximum support reaction	2106,4 kg
L	Vessel length	3500 mm
A	Distance from TL to support	1000 mm
r	Inside radius	495 mm
b	Height of end	251,8 mm
p	Inside pressure	0,005 kg/mm <sup>2</sup>
t	Shell thickness	5 mm
ca	Corrosion allowance	— mm
$\theta$	Saddle angle	120°
$b_2$	WIDTH OF REINFORCEMENT PLATE	180 mm
$b_1$	Saddle width	130 mm
$t_1$	Reinforcing plate thickness	12 mm

SADDLE SUPPORTS ANALYSIS (cont.)  
According to BS 5500, G.3.3.2.

II. Longitudinal Stresses

$C_1$	Factor from fig. G.3 (10)	0,236
$C_2$	Factor from fig. G.3 (11) a)	1,096
$C_3$	Factor from fig. G.3 (11) b)	0,053
$M_3$	Longitudinal bending moment at mid-span $M_3 = W_1 (C_1 L - A)$	-366513,6 Kgf.mm
$M_4$	Longitudinal bending moment at supports $M_4 = \frac{W_1 A}{C_2} (1 - A/L + C_3 r/h - C_2)$	-685787,4 Kgf.mm
$f_1$	Longitudinal stress at mid-span (high-point) $f_1 = pr/2t - M_3/\pi r^2 t$	0,35 Kgf/mm <sup>2</sup>
$f_2$	Longitudinal stress at mid-span (low-point) $f_2 = pr/2t + M_3/\pi r^2 t$	0,16 Kgf/mm <sup>2</sup>
$K_1$	Factor from table G.3.3.2.3	0,107
$K_2$	Factor from table G.3.3.2.3	0,192
$f_3$	Longitudinal stress at supports (high-point) $f_3 = pr/2t - M_4/K_1 \pi r^2 t$	1,92 Kgf/mm <sup>2</sup>
$f_4$	Longitudinal stress at supports (low-point) $f_4 = pr/2t + M_4/K_2 \pi r^2 t$	-0,68 Kgf/mm <sup>2</sup>

Conditions to be respected:

$$f_1 < f; f_2 < f; f_3 < f; f_4 < f$$

$$f_1 < f^-; f_2 < f^-; f_3 < f^-; f_4 < f^-$$

(if applies)

Yes



No



SADDLE SUPPORTS ANALYSIS (cont.)  
According to BS 5500, G.3.3.2

III. Tangential Shearing Stresses

If  $A > r/2$  → take  $n$  steps

If  $A < r/2$  → take  $2n$  steps

$K_3$	Factor from table G.3.3.2.4	1,121
$q$	Shell tangential shearing stress $q = K_3 W_1 / rt$ ( $L-2A-b/L+b$ )	0,33 Kgf/mm <sup>2</sup>

$t_e$	End thickness	/
$K_3$	Factor from table G.3.3.2.4	
$K_4$	Factor from table G.3.3.2.4	
$q$	Shell tangential shearing stress $q = K_3 W_1 / rt$	
$q_e$	End tangential shearing stress $q_e = K_4 W_1 / rt_e$	

$q_{all}$	Allowable tangential shearing stress (shell)	/
$q_{e,all}$	Allowable tangential shearing stress (end)	

Conditions to be respected:

$q \leq q_{all}$     Yes     No   
 $q_e \leq q_{e,all}$     Yes     No

SADDLE SUPPORTS ANALYSIS (cont.)  
 Shell not stiffened by rings  
 According to BS 5500, G.3.3.2

IV. Circumferential Stresses

$K_5$	Factor from table G.3.3.2.7	0,76
$f_5$	Circumferential stress (low. point of cross section) $f_5 = \frac{-K_5 W_1}{t(b_1 + 10t)}$	$-1,78 \text{ kgf/mm}^2$
$K_6$	Factor from fig. G.3 (14)	0,054
$f_6$	Circumferential stress (horn of saddle) For $L/r > 5$ $f_6 = \frac{-W_1}{4t(b_1 + 10t)} - \frac{3K_6 W_1}{2t^2}$ For $L/r < 8$ $f_6 = \frac{-W_1}{4t(b_1 + 10t)} - \frac{12K_6 W_1 r}{Lt^2}$	$-1,31 \text{ kgf/mm}^2$

Conditions to be respected:

$f_5 \leq 1.25 f^-$

Yes

No

$f_6 \leq 1.25 f^-$

Yes

No

Obs:  $b_2 = b_1 + 10t$   
 $b_2 = 180 \text{ mm} \quad \Theta \geq 120^\circ + 12^\circ \Rightarrow t = t + t$

STRESS CALCULATION		
LOADING COMBINATIONS		Type 1
		$C_v = 0,6$ $g_n = 90$ $Def = 1,06$ $H = 1,21$
1.1 - Erection		
1.1.1 - Dead load		$W_{d1} = 1050 \text{ kgf}$
1.1.2 - Habitual wind		$F_v = C_v \cdot g_n \cdot Def \cdot H =$ $= 0,6 \cdot 90 \cdot 1,06 \cdot 1,21 =$ $= 69,26 \text{ kgf}$
Load at saddles	$\sum F_y = 0 \begin{cases} W_1 + W_2 - 1050 = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases}$	$W_1 = 493,6 \text{ kgf}$ $W_2 = 556,4 \text{ kgf}$
1.2 - Testing		
1.2.1 - Dead load + test load		$W_{d1t1} = 4050 \text{ kgf}$
1.2.2 - Live load		$W_{l1} = 200 \text{ kgf}$
		$W_1 = W_2 = 2125 \text{ kgf}$
1.3 - Operating		
1.3.1 - Dead load + operating load + live load		$W_{d1o1l1} = 4150 \text{ kgf}$
1.3.2 - Habitual wind		$W_{hw} = 69,26 \text{ kgf}$
	$\sum F_y = 0 \begin{cases} W_1 + W_2 = 4150 \\ \sum M = 0 \end{cases}$	$W_2 = 2106,4 \text{ kgf (a)}$ $W_1 = 2043,6 \text{ kgf}$

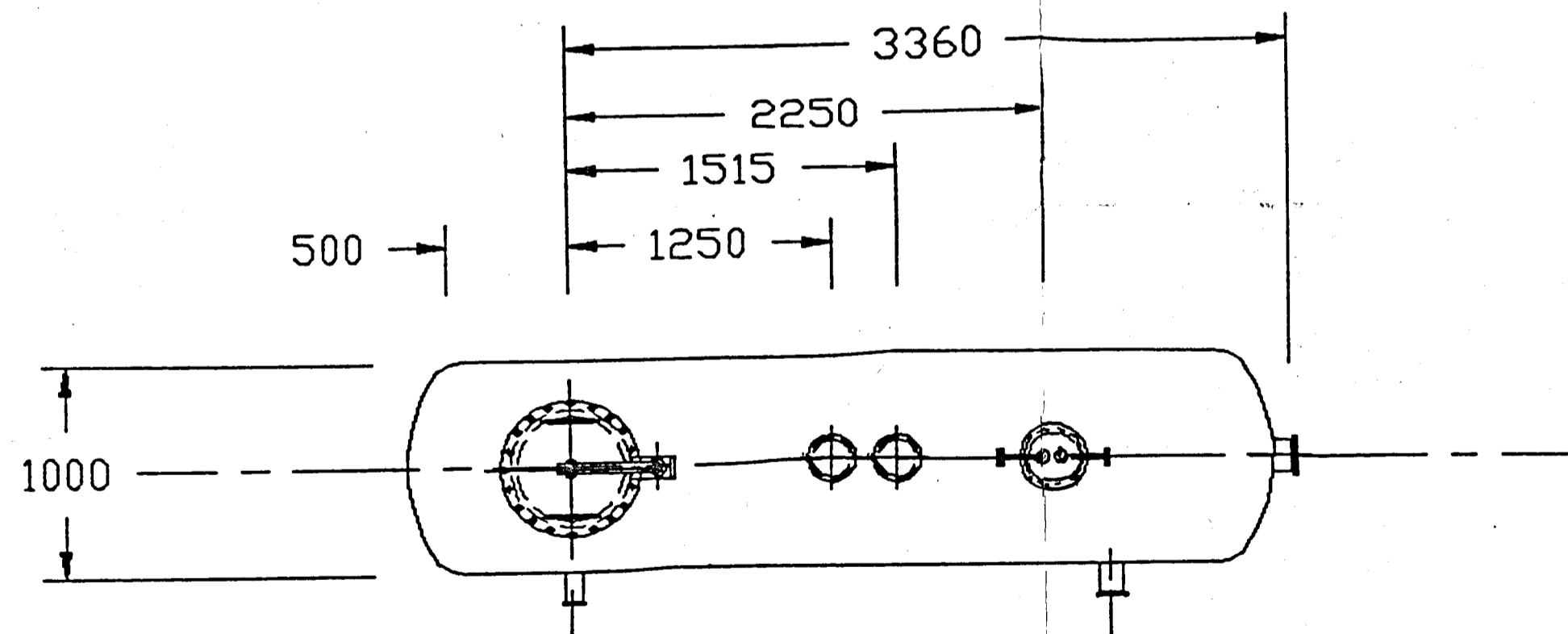
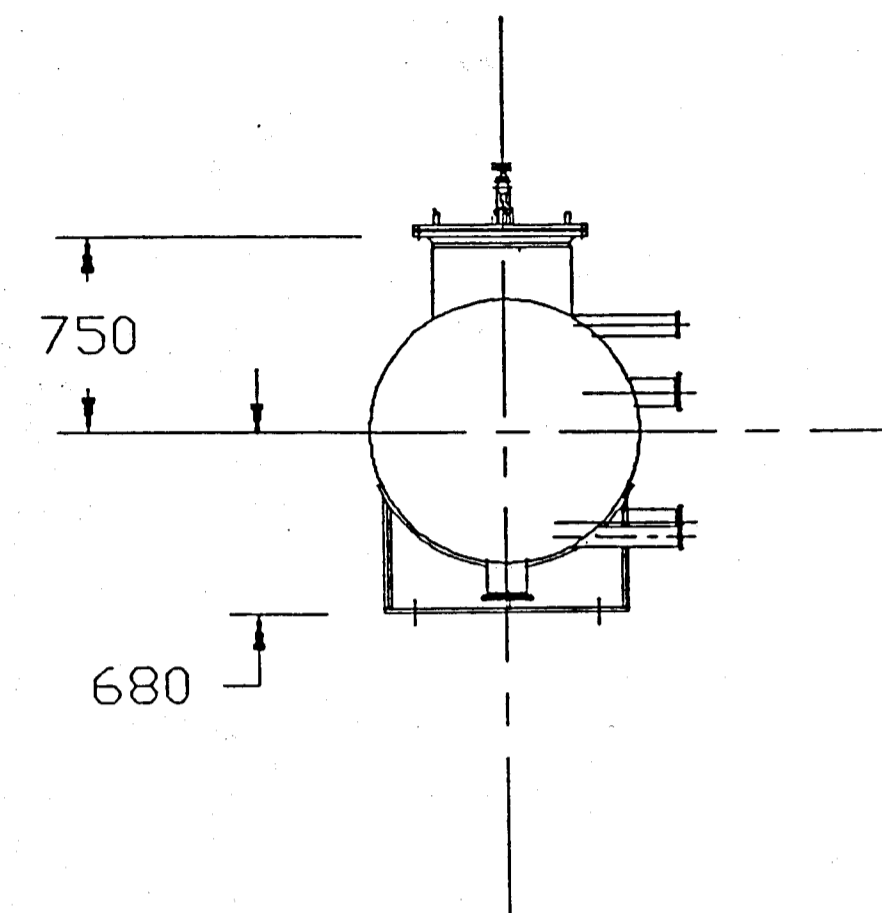
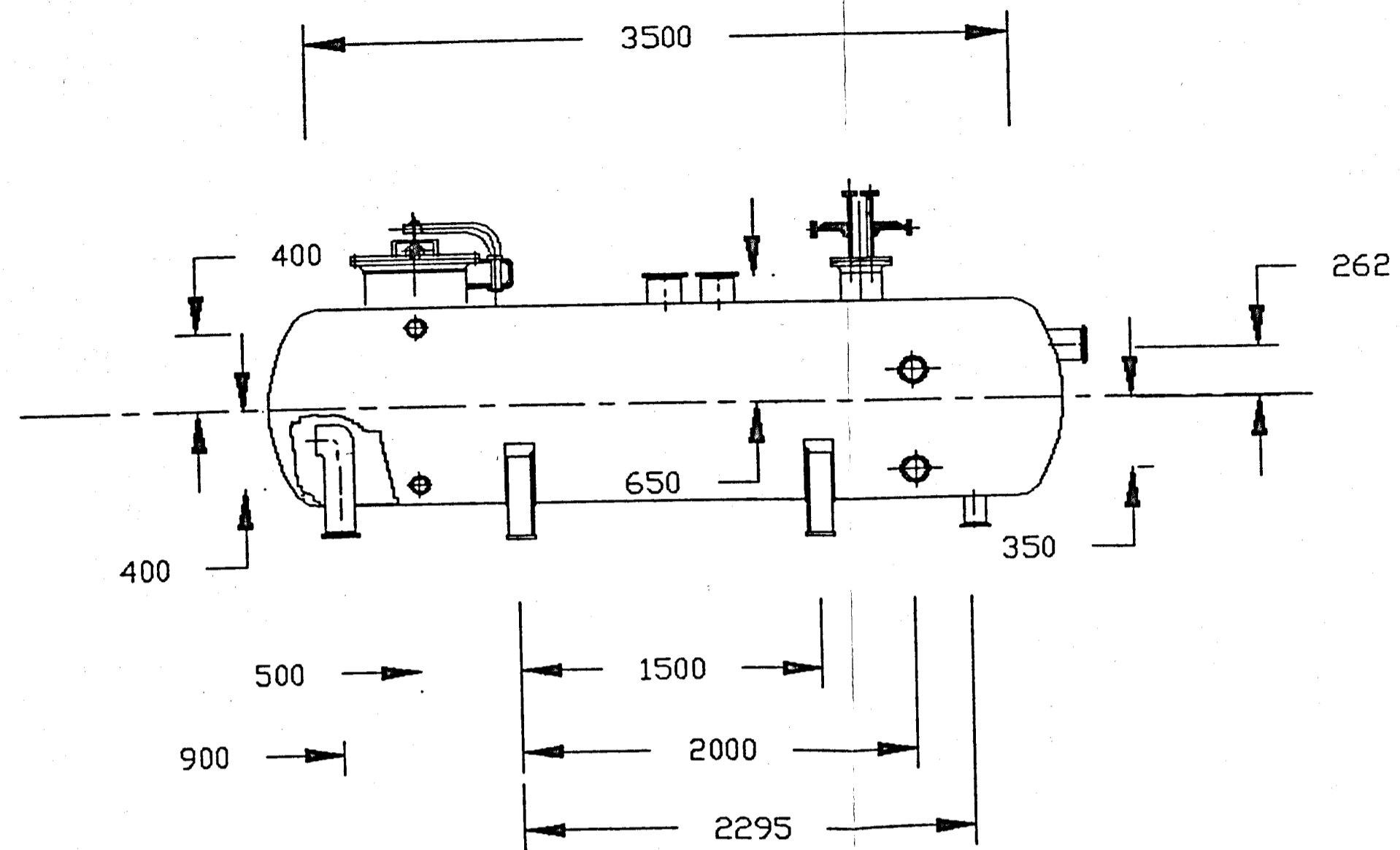
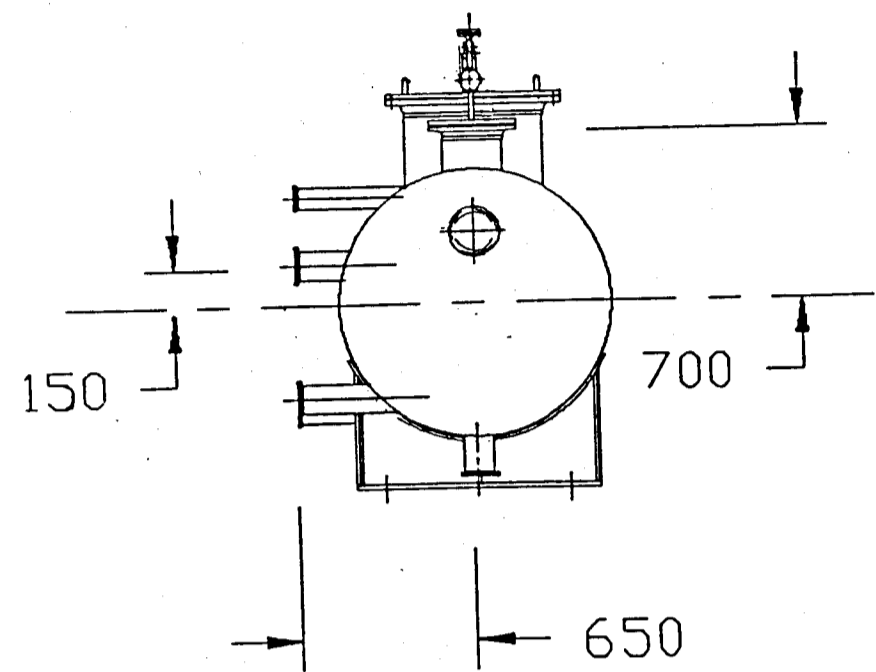
(a)  $W_1$  to saddle support analysis : the worst case to take account the allowable stresses for the combinations type II

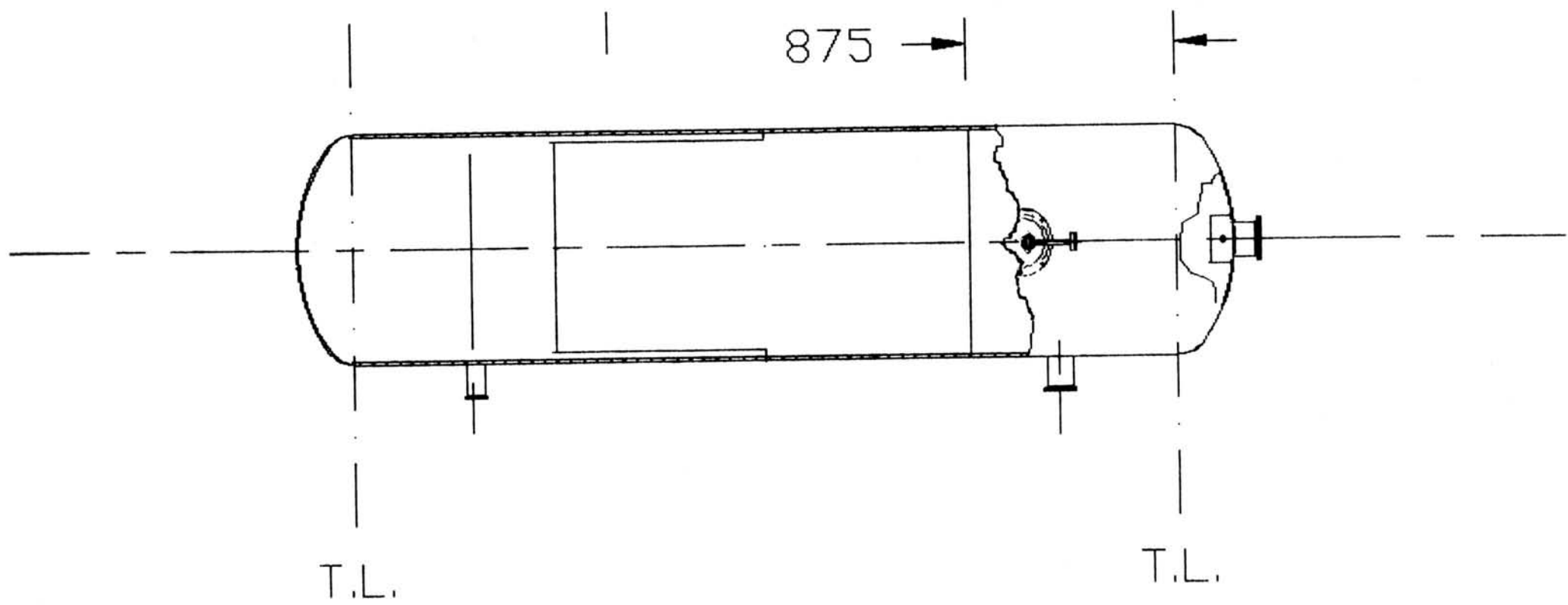


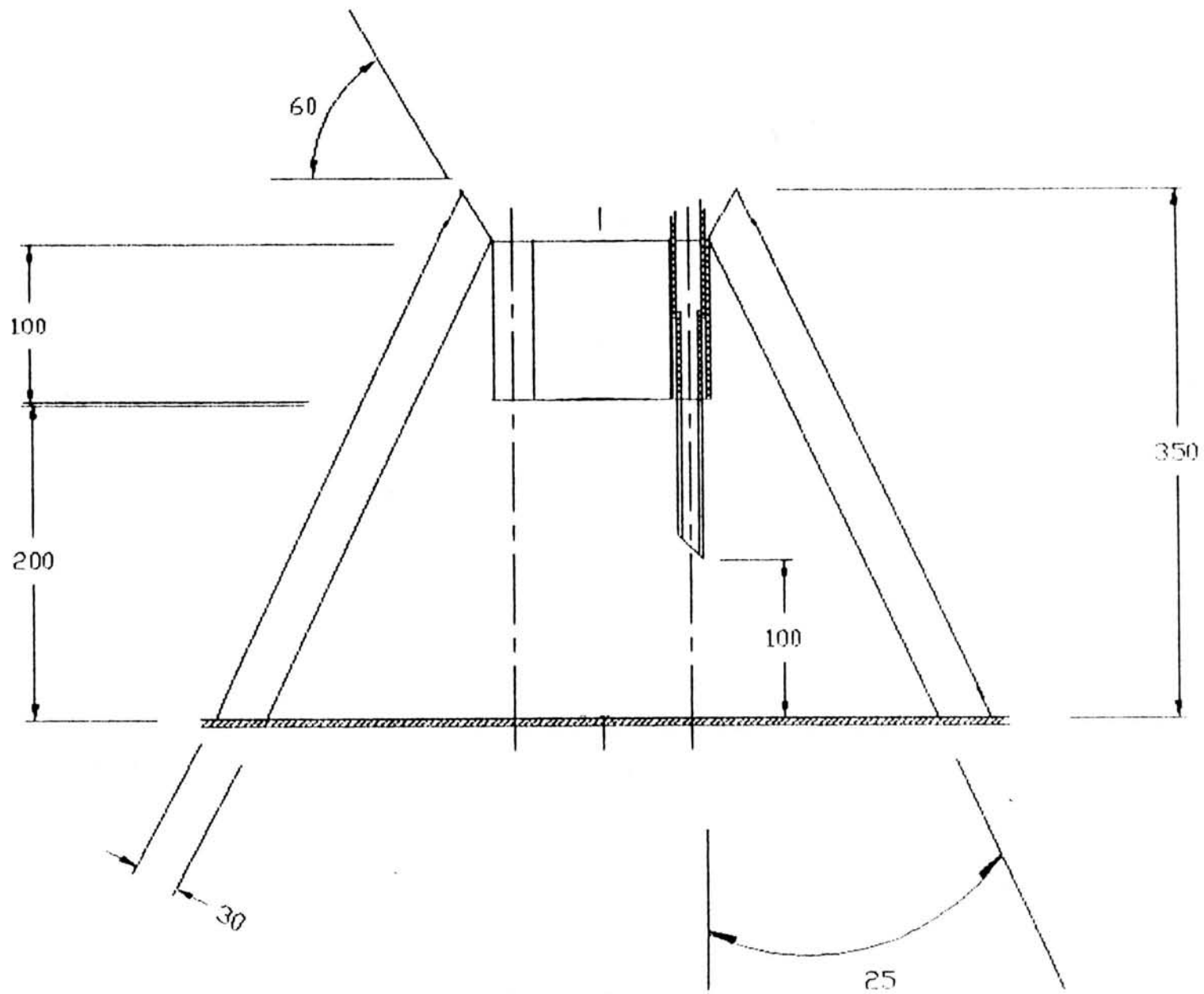
STRESS CALCULATION		
LOADING COMBINATIONS		Type II
2.1 - Erection		
2.1.1 - Dead load		$Wd1 = 1050 \text{ kgf}$
2.1.2 - Earthquake	earthquake govern	$Fe = c \cdot W =$ $= 0,2 * 1050 =$ $= 210 \text{ kgf}$
2.1.3 - Exceptional wind		$Fv = Cv \cdot gn \cdot Def \cdot H =$ $= 0,6 * 150 * 1,06 * 1,21 = 115,43 \text{ kgf}$
$\sum Fy = 0 \left\{ \begin{array}{l} W1 + W2 = 1050 \\ \sum M = 0 \left\{ \begin{array}{l} Wd1 * 750 + Fe * 680 - W2 * 1500 = 0 \end{array} \right. \end{array} \right.$		$W1 = 429,8 \text{ kgf}$ $W2 = 620,2 \text{ kgf}$
2.2 - Testing		
2.2.1 - Dead load + test load + live load		$Wd1t111 = 4250 \text{ kgf}$
2.2.2 - Habitual wind		$Whw = 69,26 \text{ kgf}$
$\sum Fy = 0 \left\{ \begin{array}{l} W1 + W2 = 4250 \\ \sum M = 0 \left\{ \begin{array}{l} Wd1t111 * 750 + Fv * 680 - W2 * 1500 \end{array} \right. \end{array} \right.$		$W1 = 2093,6 \text{ kgf}$ $W2 = 2156,4 \text{ kgf}$
2.3 - Operating		
2.3.1 - Dead load + operating load + live load		$Wd1o111 = 4150 \text{ kgf}$
2.3.2 - Earthquake		$Fe = c \cdot W = 0,2 * 4150 = 830 \text{ kgf}$
$\sum Fy = 0 \left\{ \begin{array}{l} W1 + W2 = 4150 \\ \sum M = 0 \left\{ \begin{array}{l} Wd1o111 * 750 + Fe * 680 - W2 * 1500 = 0 \end{array} \right. \end{array} \right.$		$W1 = 1689,7 \text{ kgf}$ $W2 = 2451,3 \text{ kgf}$

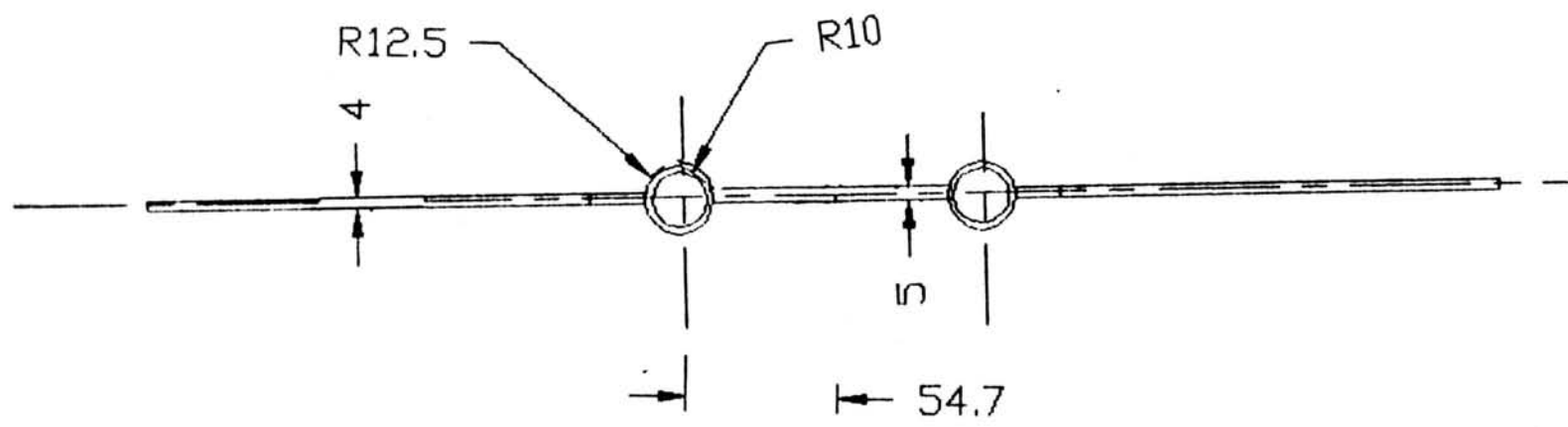
ALLOWABLE STRESSES			
Material	X10 Cr Ni Mo Ti 1810 (1.4571)		
Temperature		T	20°C
$f_u^+$	K/v = 225/1,5		150 N/mm <sup>2</sup>
$f_u^-$	Δ . s . f		76,72 N/mm <sup>2</sup>
Temperature		T	90°C
$f_u^+$	K/v = 193/1,5		128,27 N/mm <sup>2</sup>
$f_u^-$	Δ . s . f		70,06 N/mm <sup>2</sup>

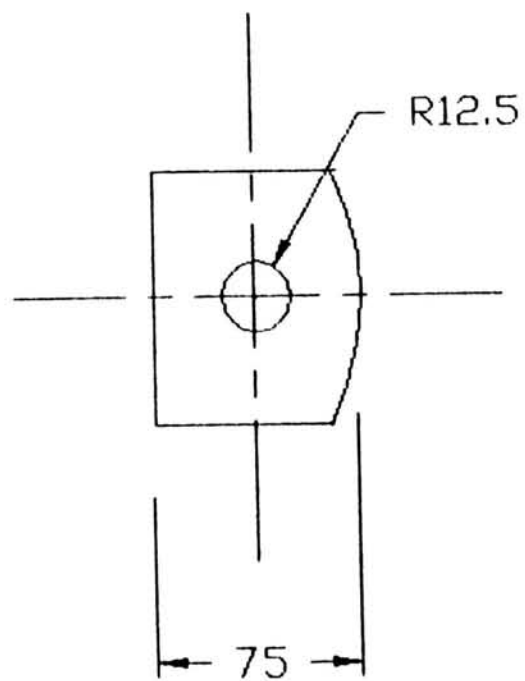
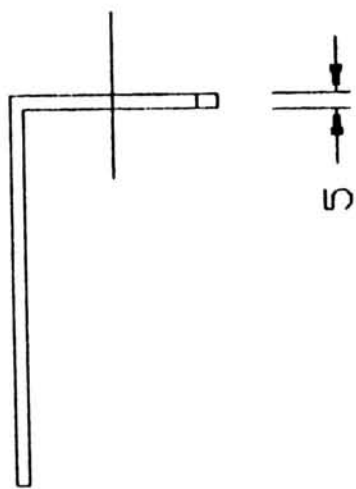
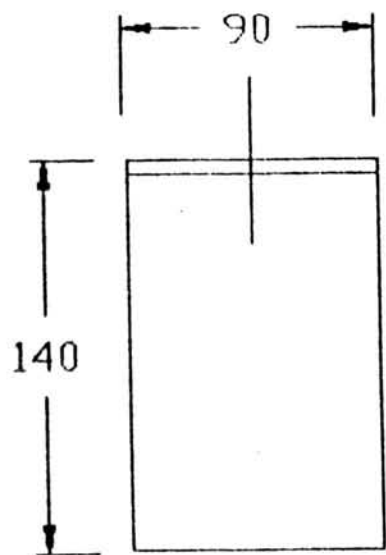
DESENHOS DE PROJECTO







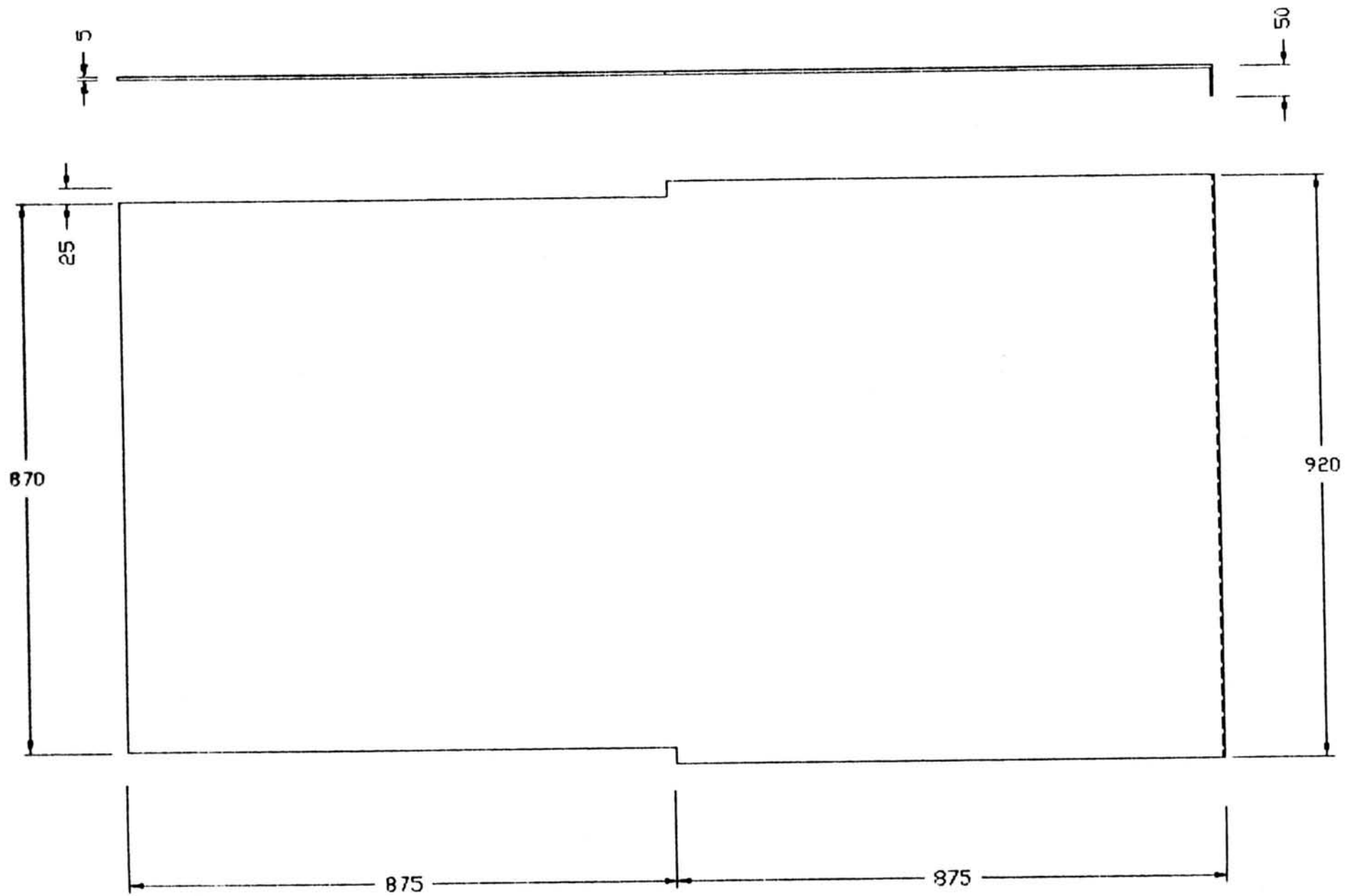




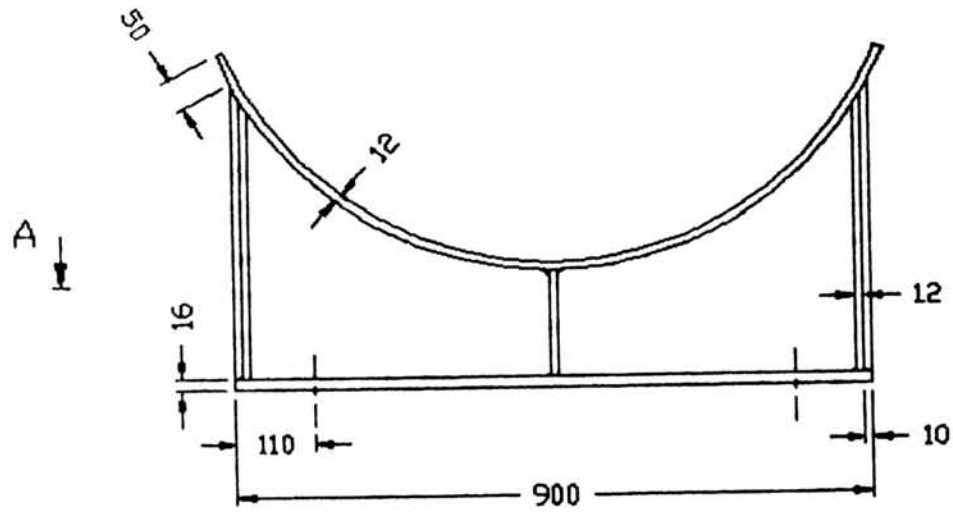
DETALHE A



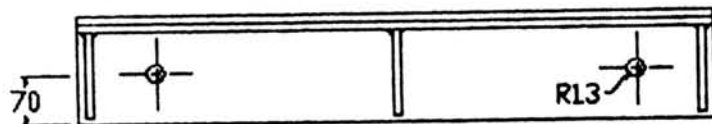
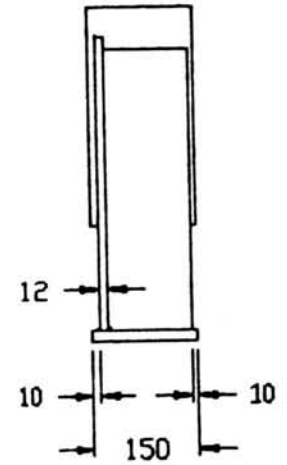
# BAFFLE



# FIXED SADDLE

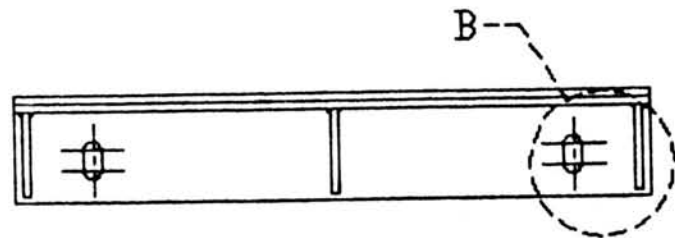
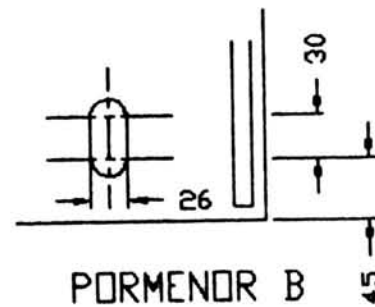
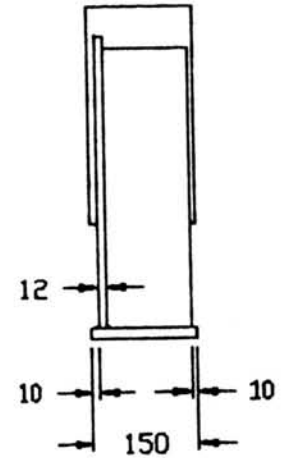
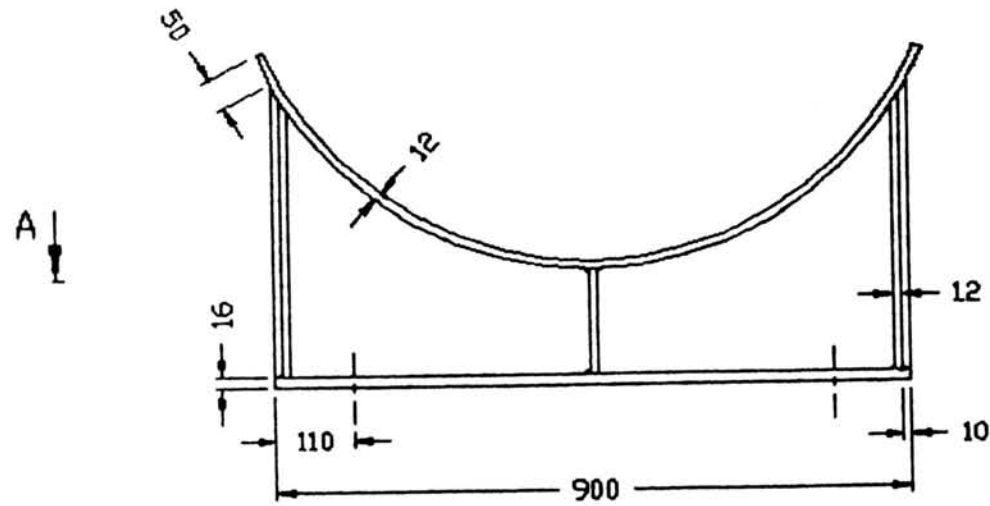


A



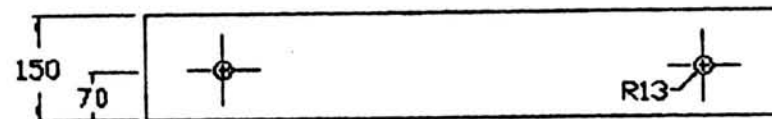
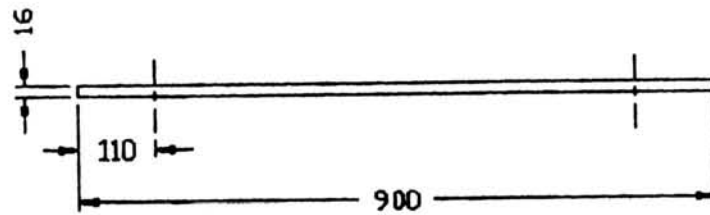
Nota : 2 anchor bolts M20

# SLIDING SADDLE

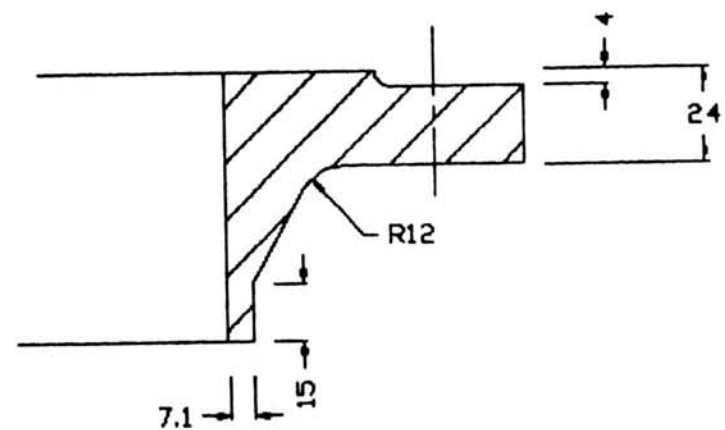
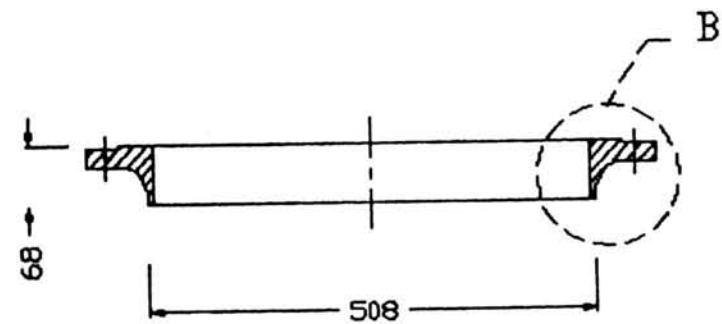
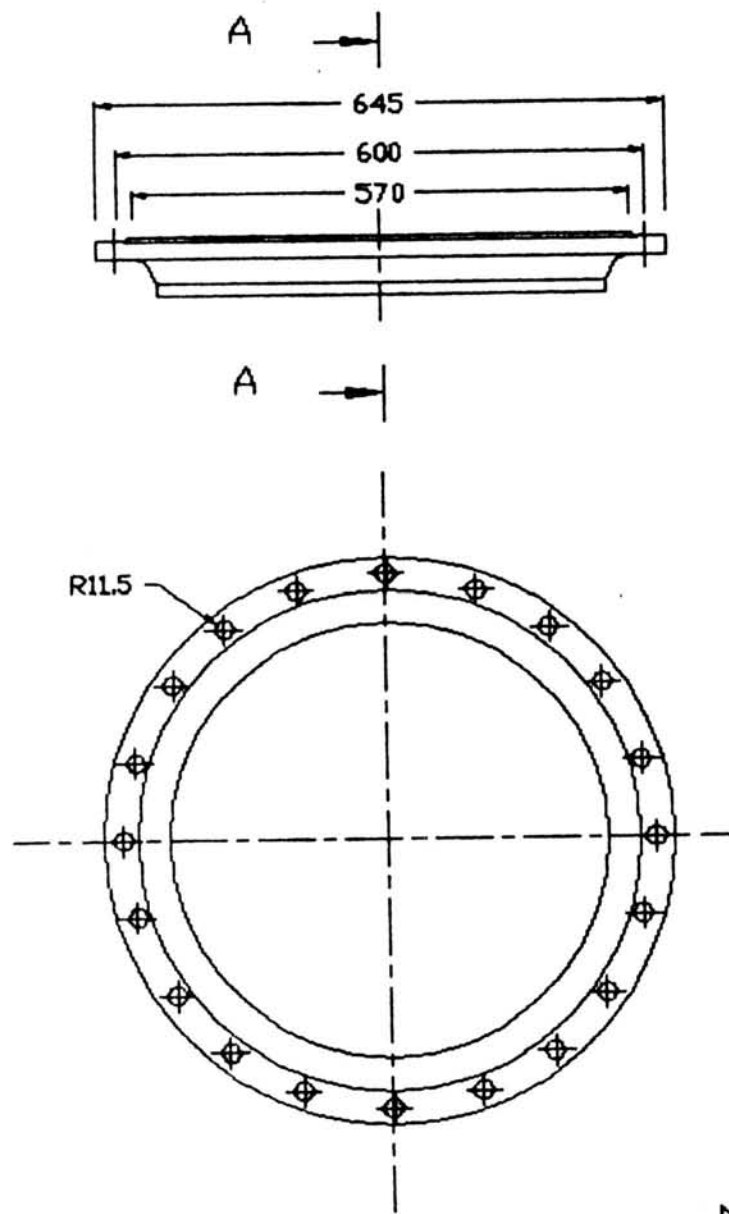


Nota : 2 anchor bolts M20

# SLIDE PLATE



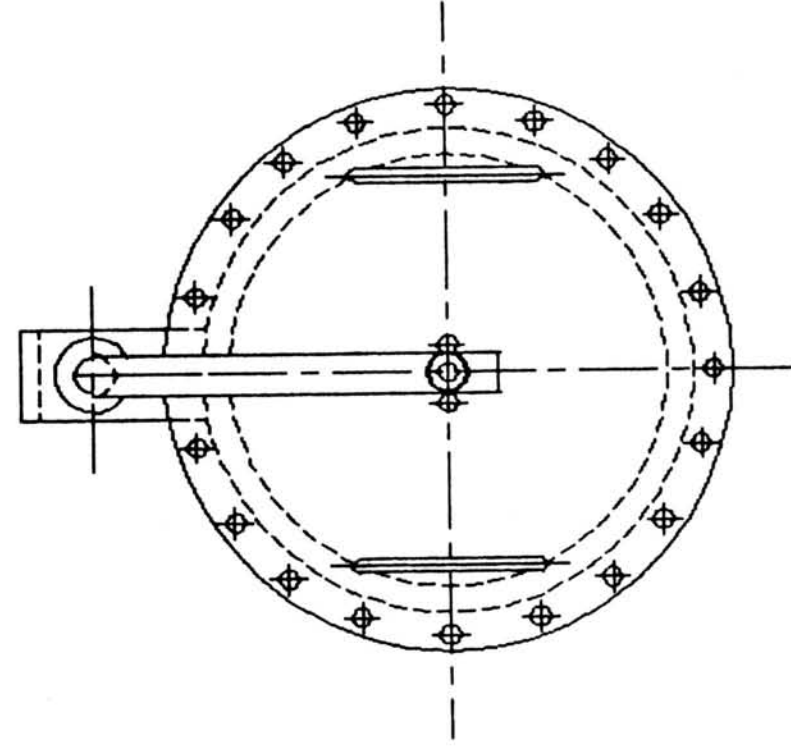
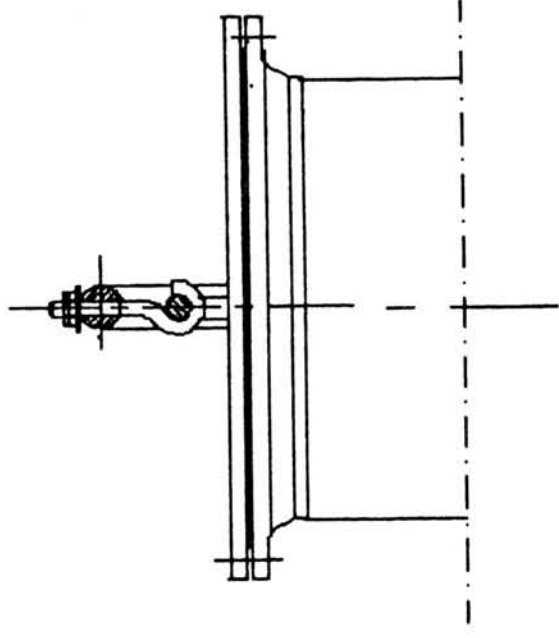
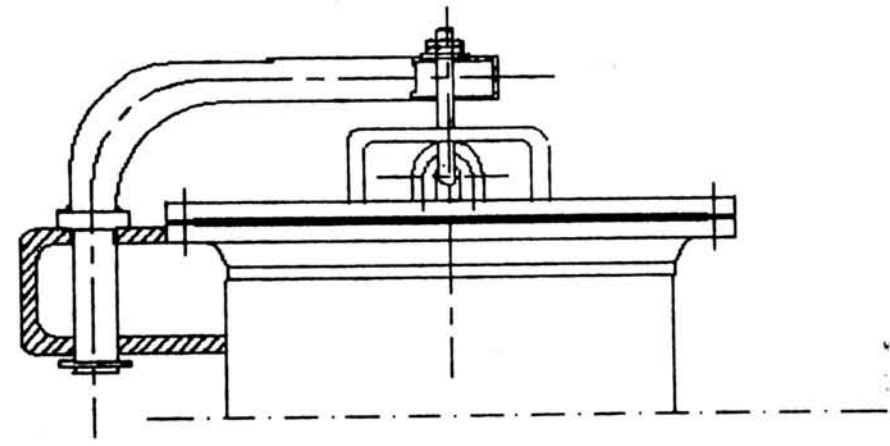
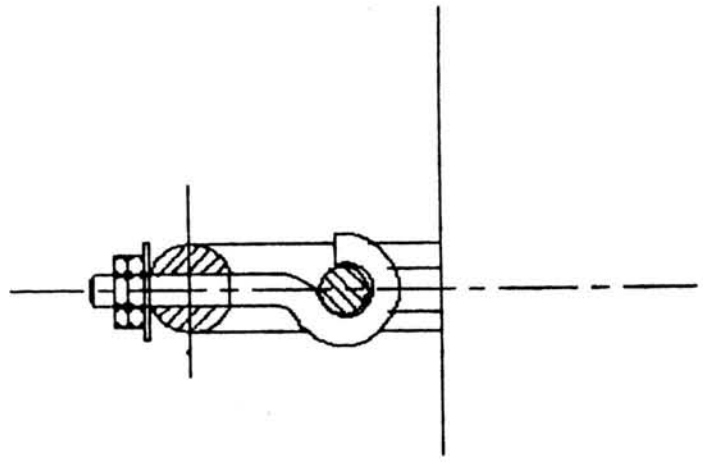
# MANHOLE FLANGE

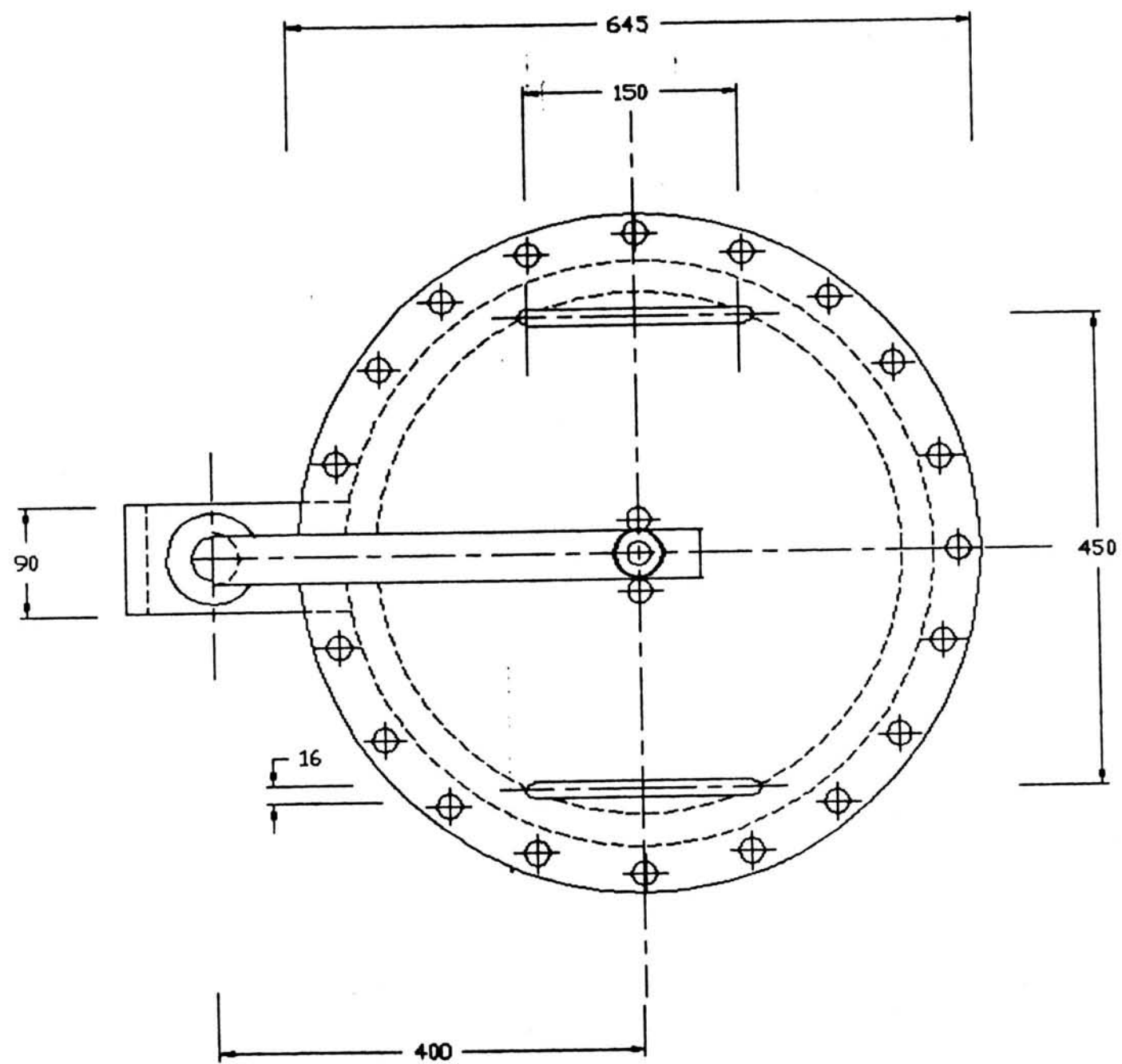


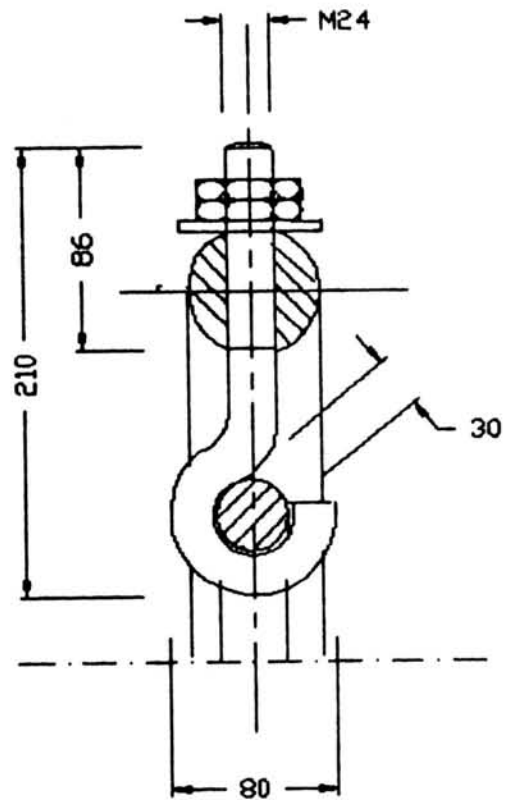
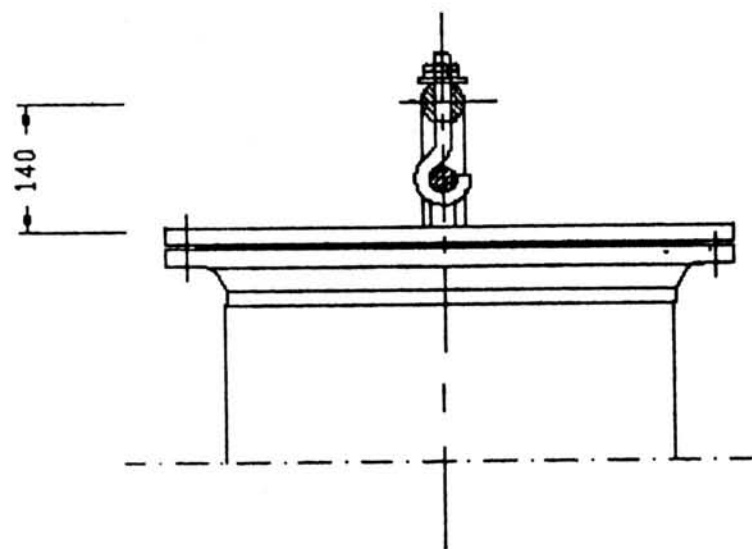
PORMENOR B

Nota : 20 parafusos M20

3 1

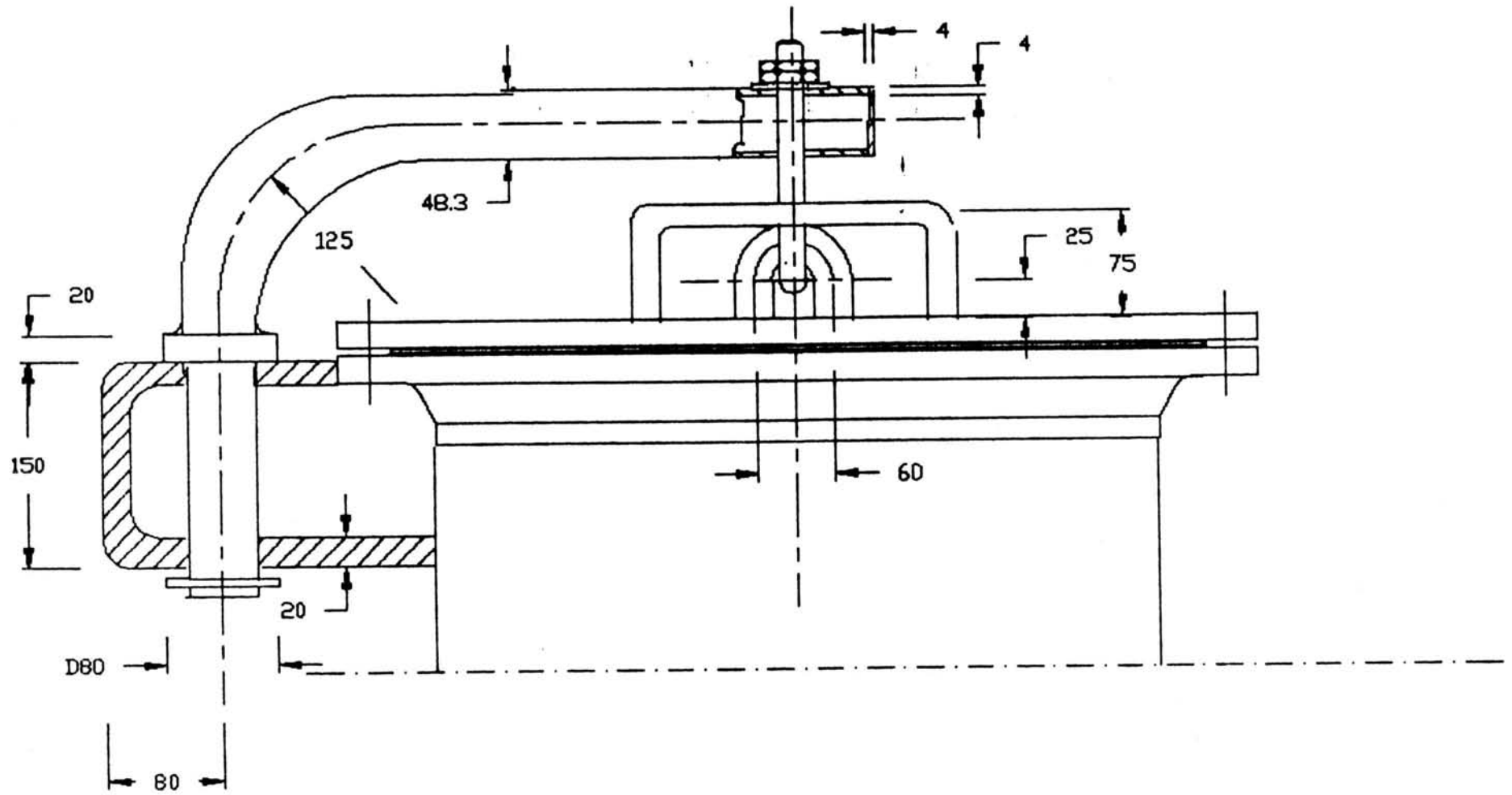




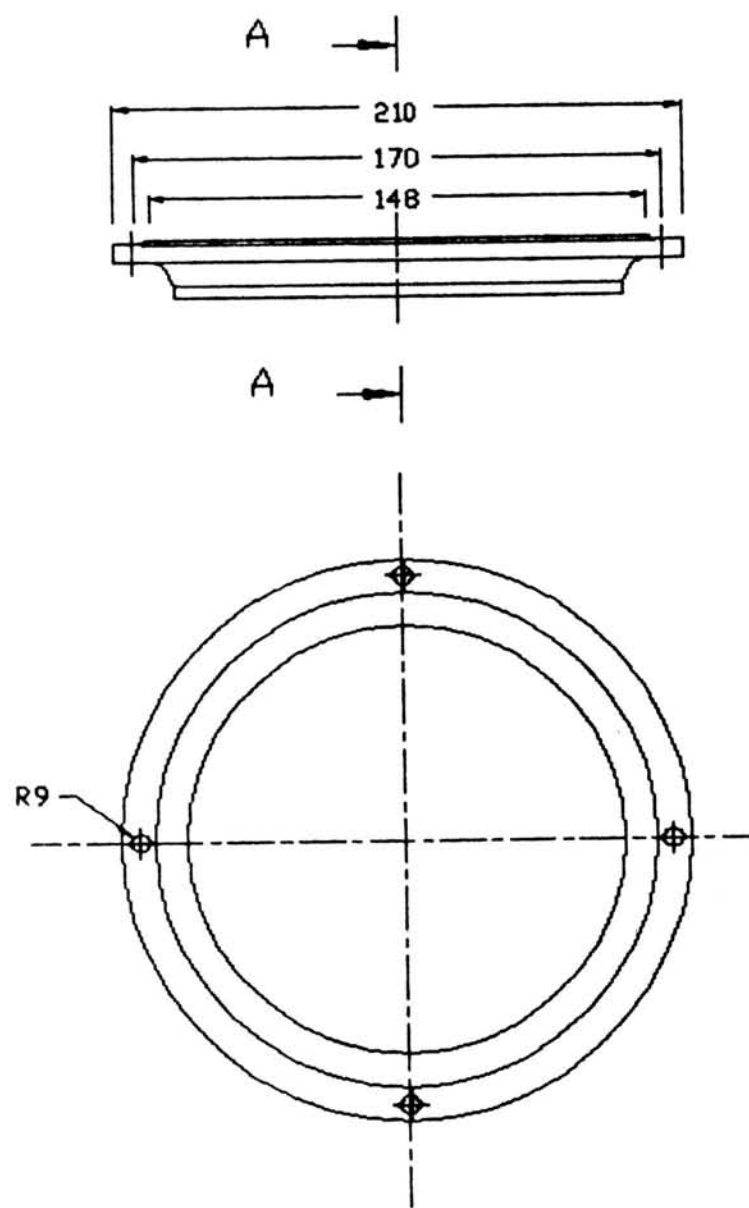


31

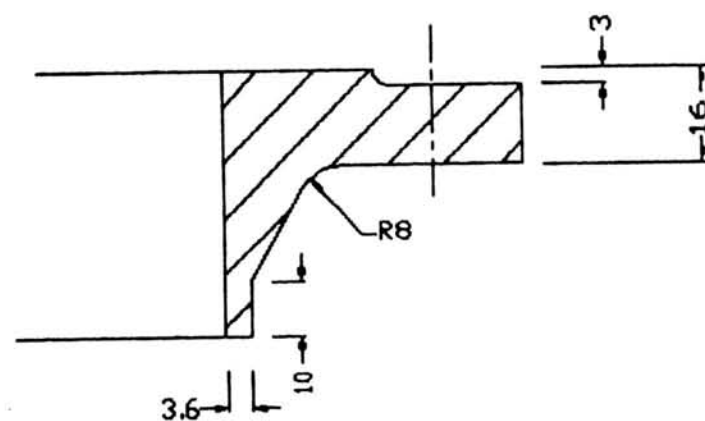
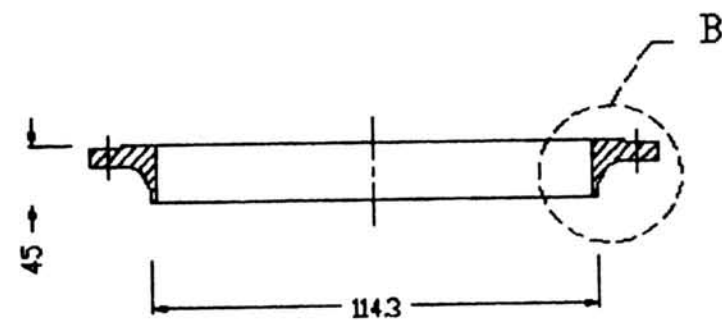




M 1



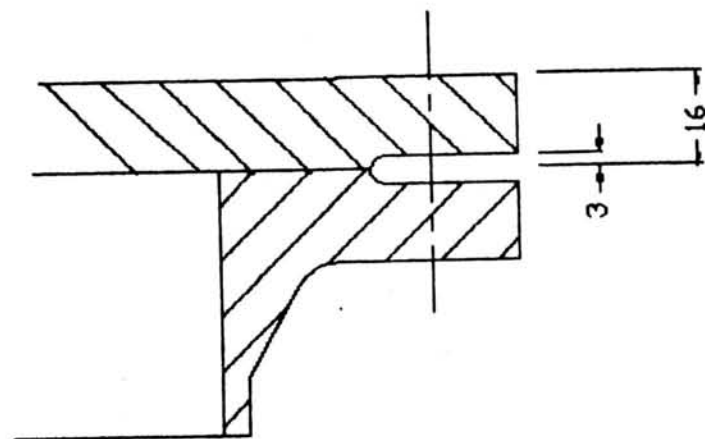
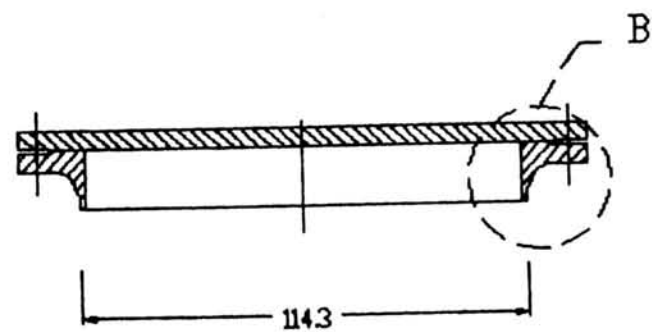
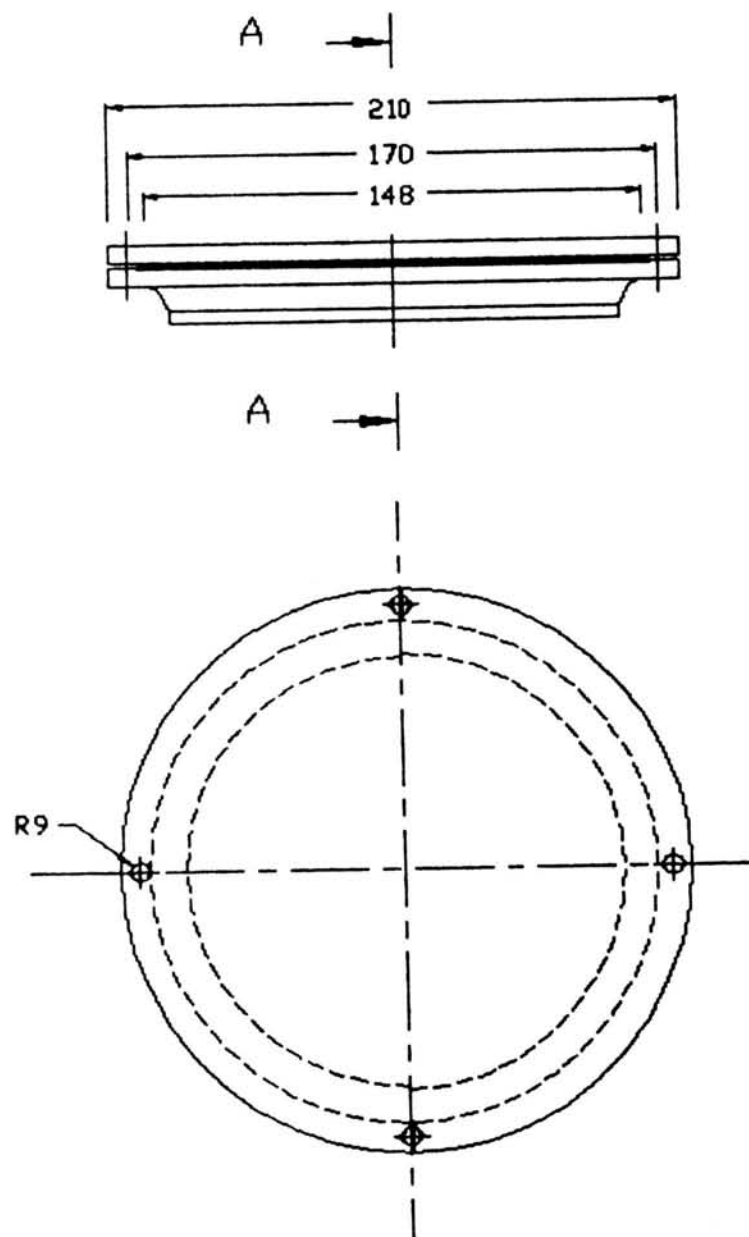
## N2 FLANGE



## PORMENOR B

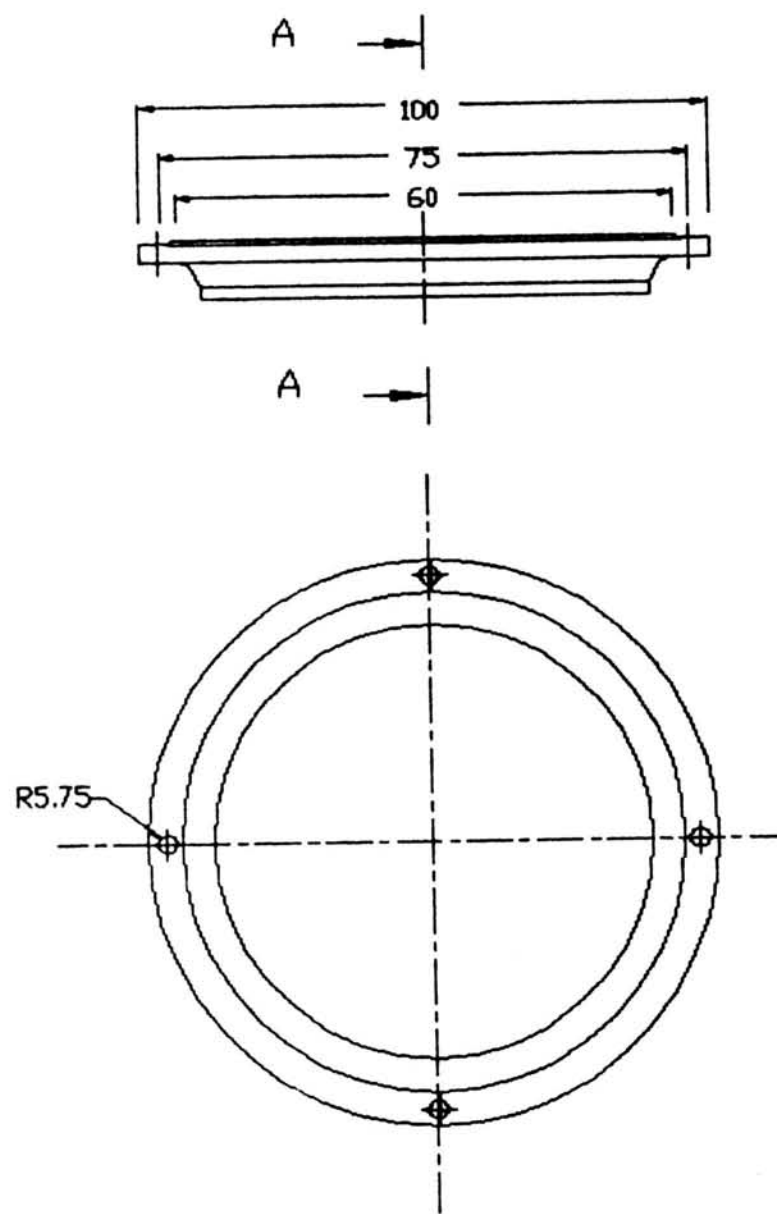
Nota : 4 parafusos M16

# N2 COVER FLANGE

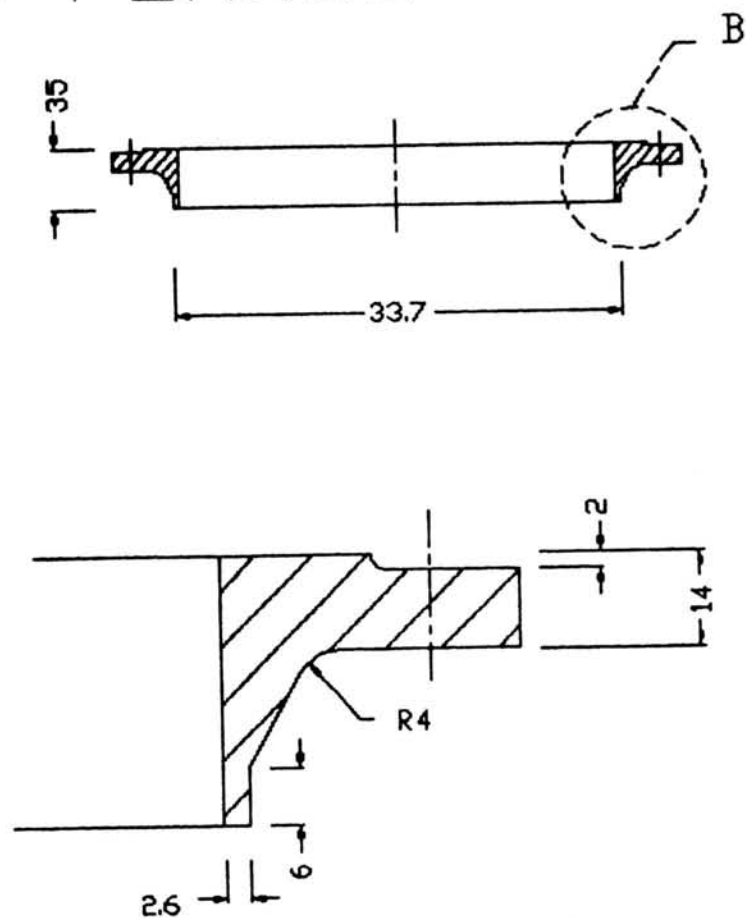


PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M16

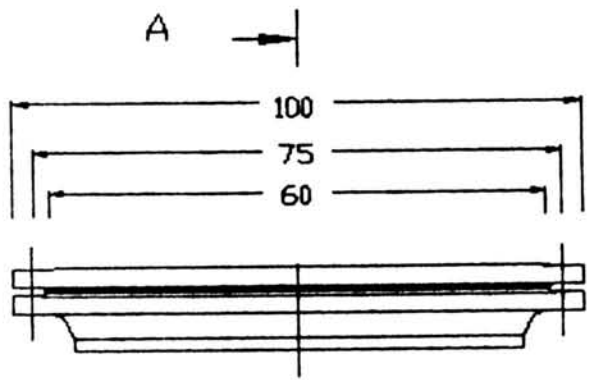


N3 FLANGE

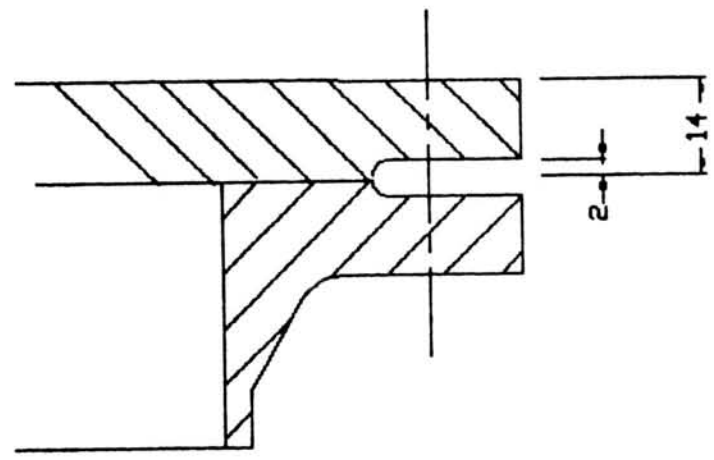
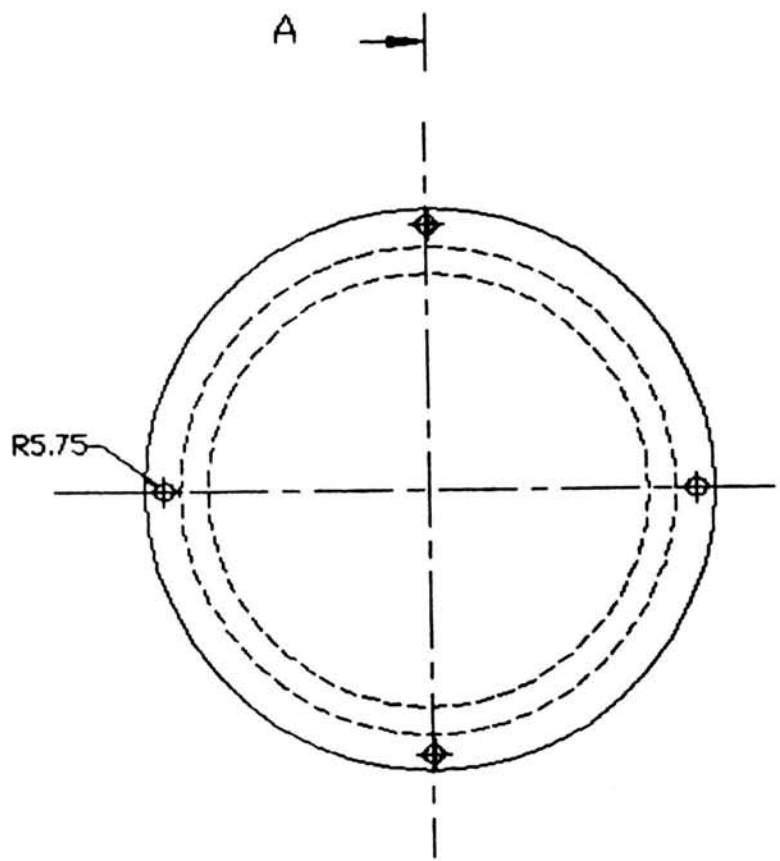
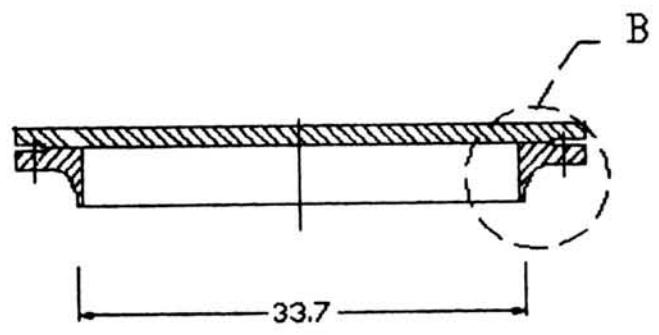


PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M10

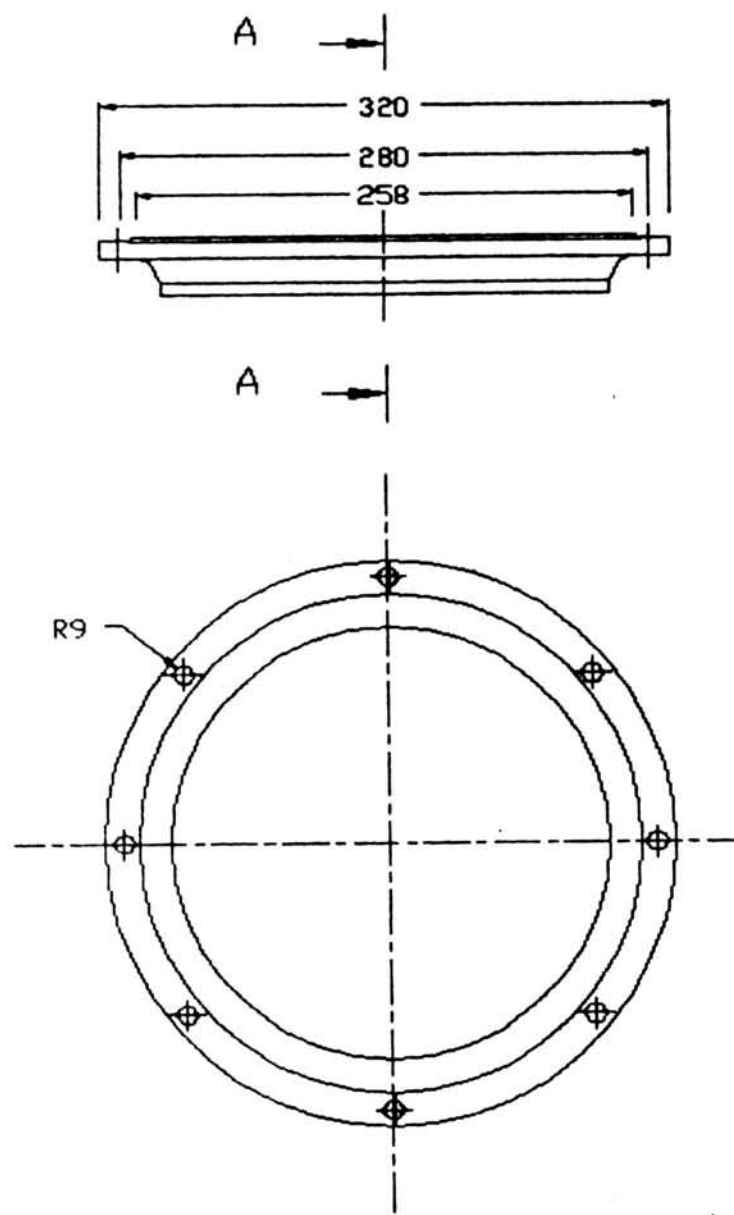


N3 COVER FLANGE

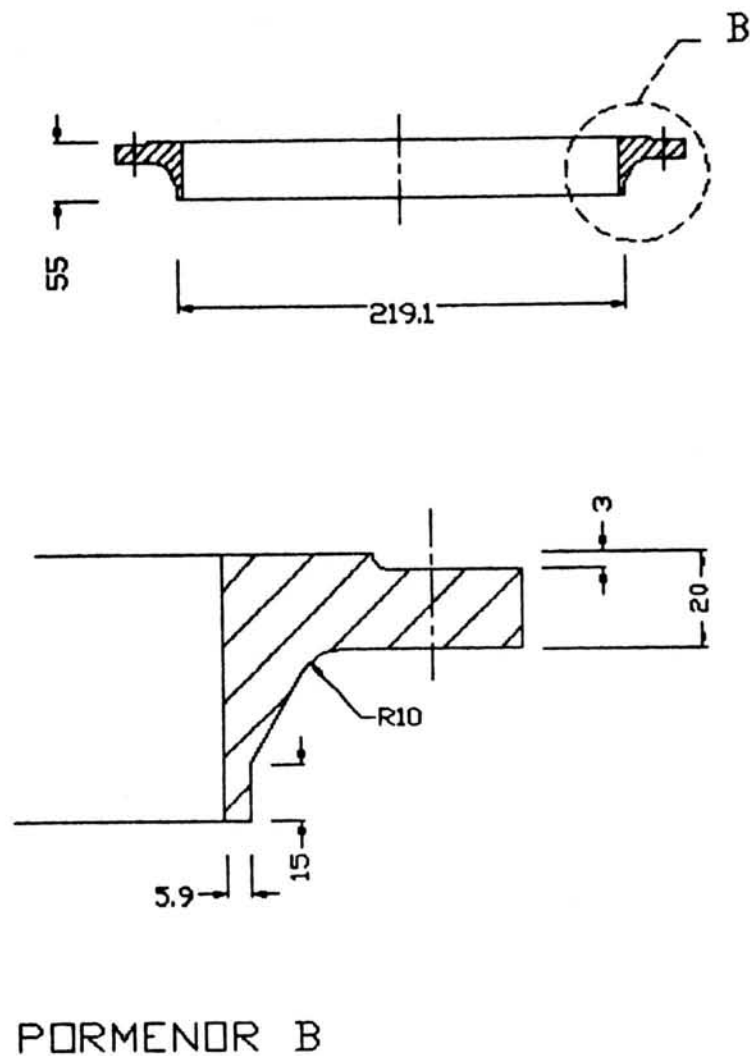


PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M10




## N4 FLANGE

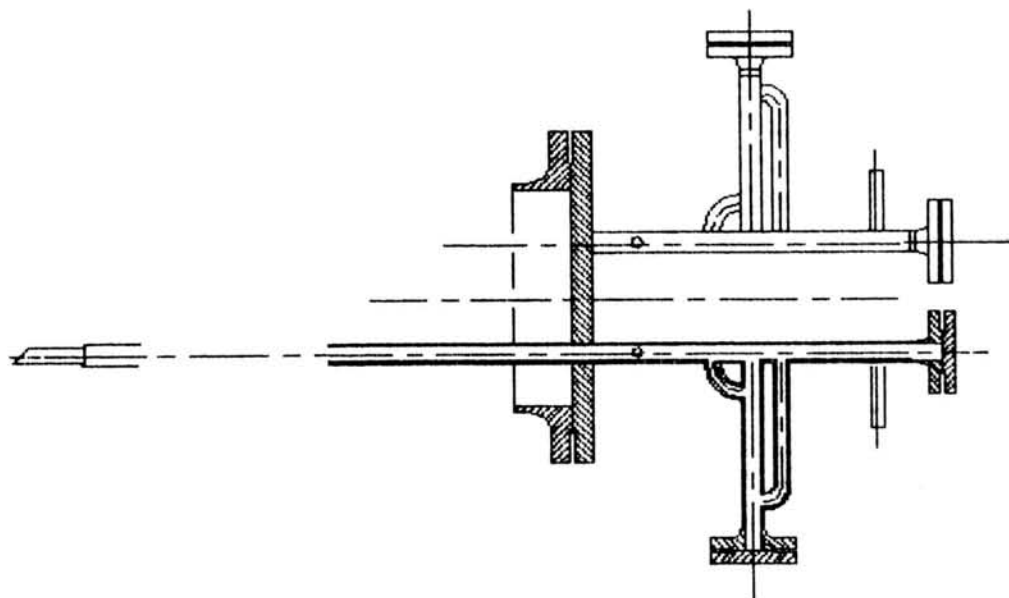
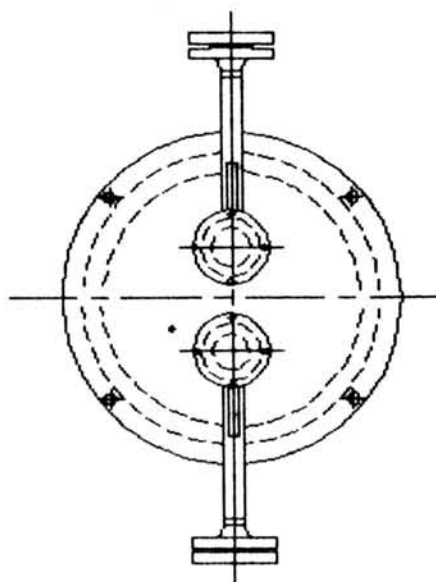


## PORMENOR B

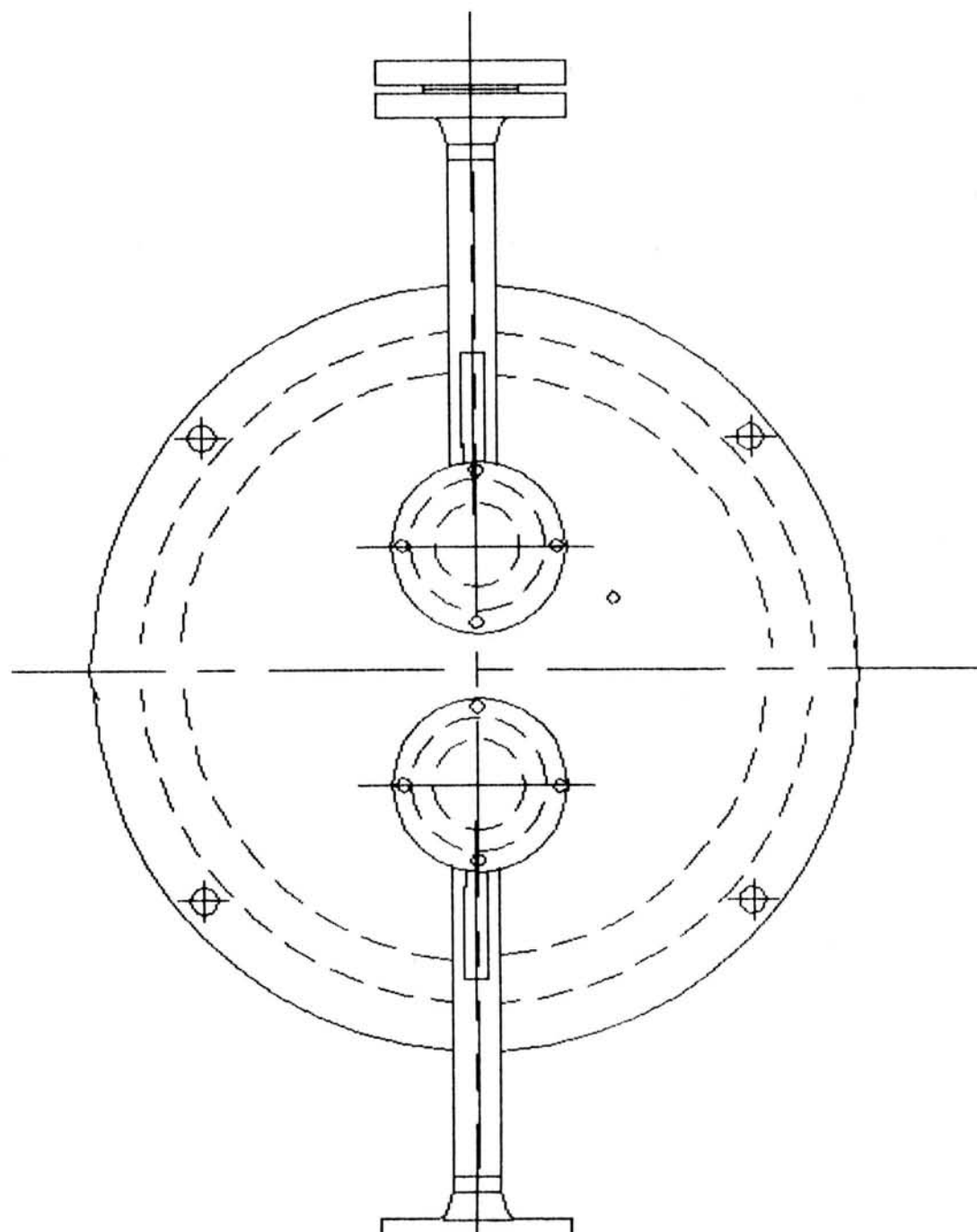
Nota : B parafusos M16

# N4 COVER FLANGE

A 



A 

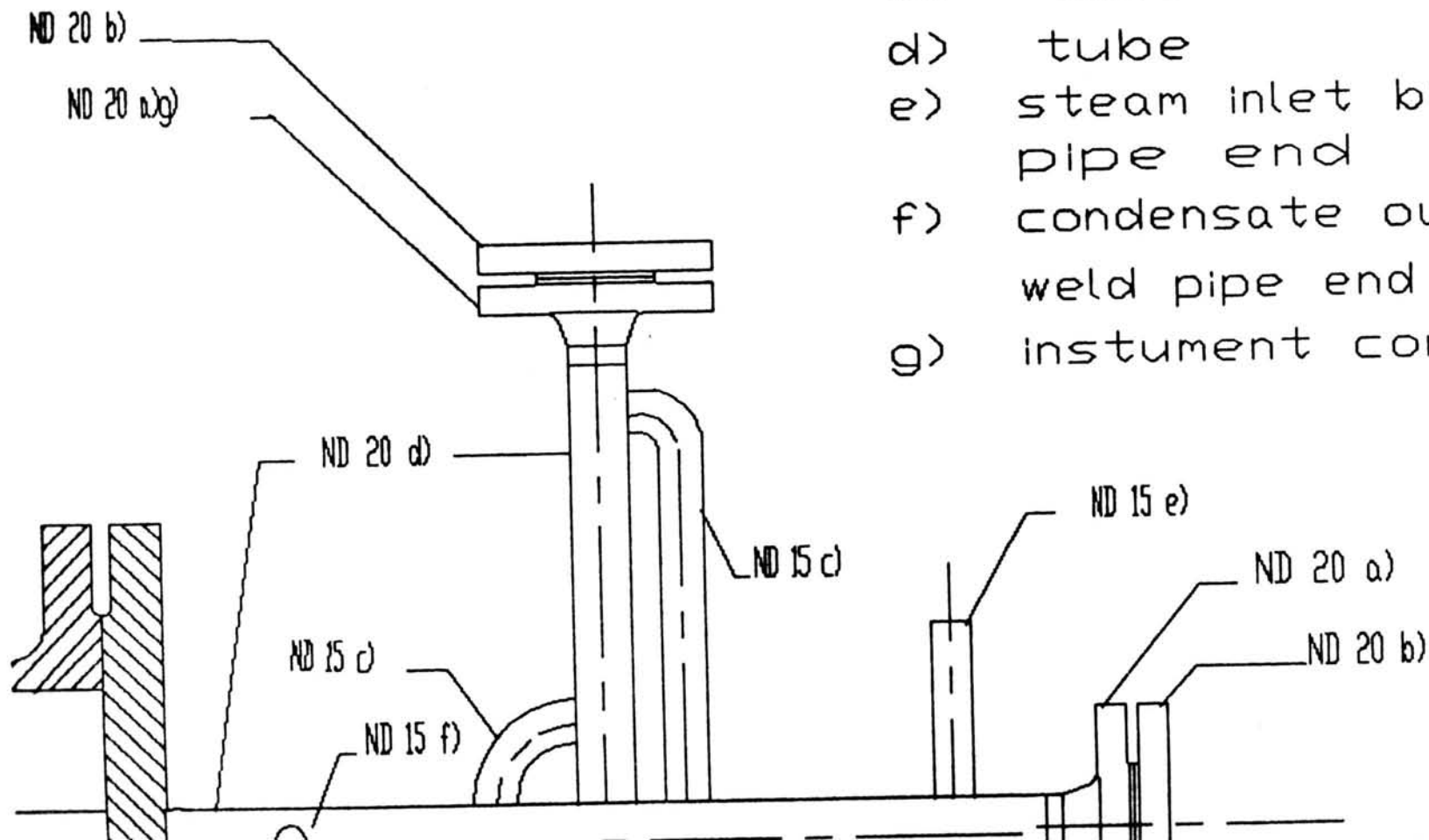




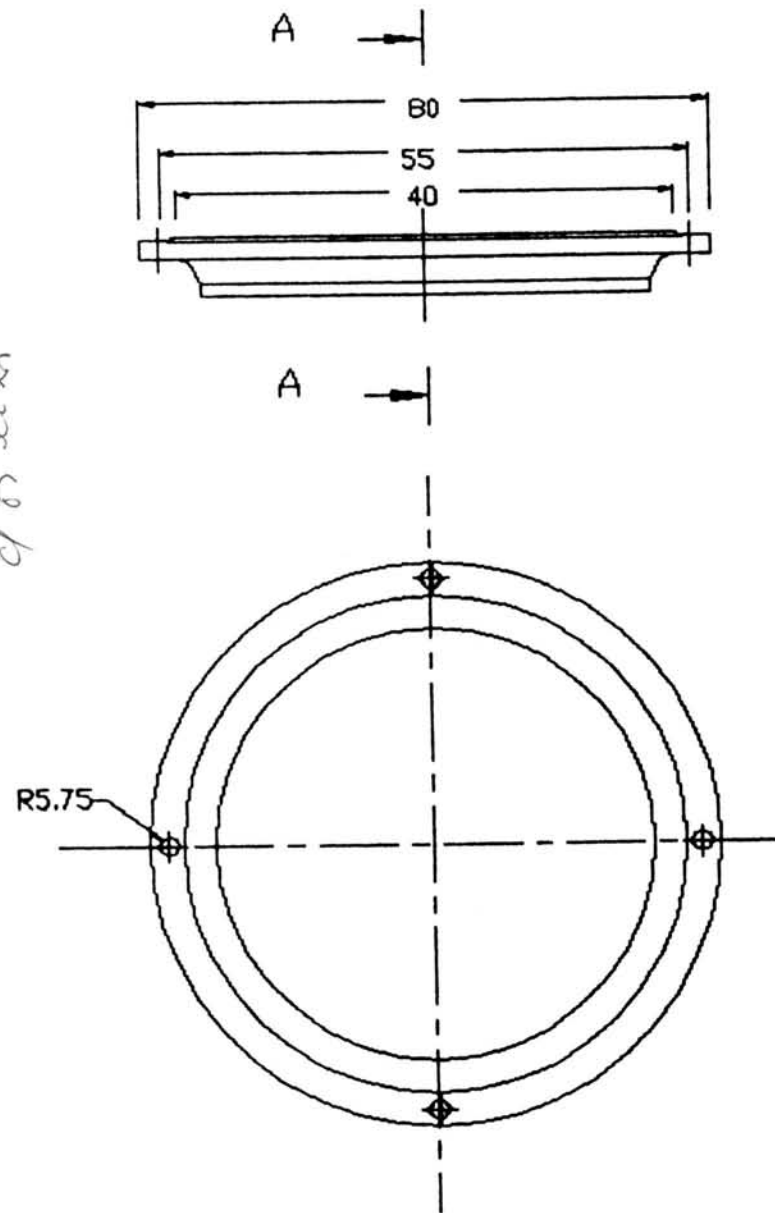
# PORMENOR 1

## N4C

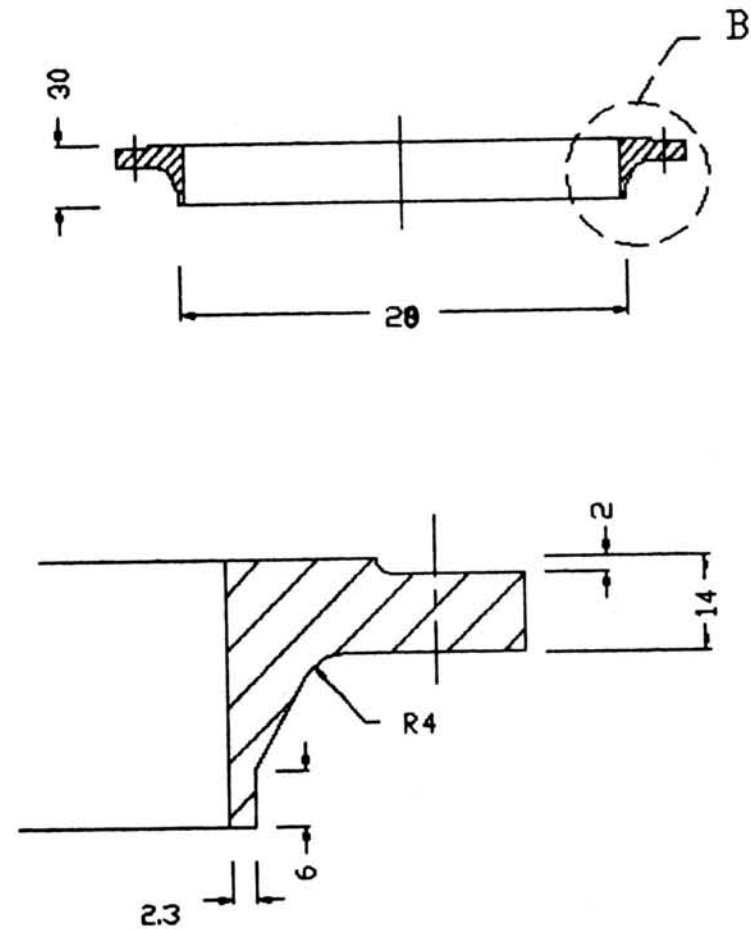
- a) smooth flange
- b) blind flange
- c) tube
- d) tube
- e) steam inlet butt weld pipe end
- f) condensate outlet butt weld pipe end
- g) instrument connection



A flange a ser montada  
no tubo



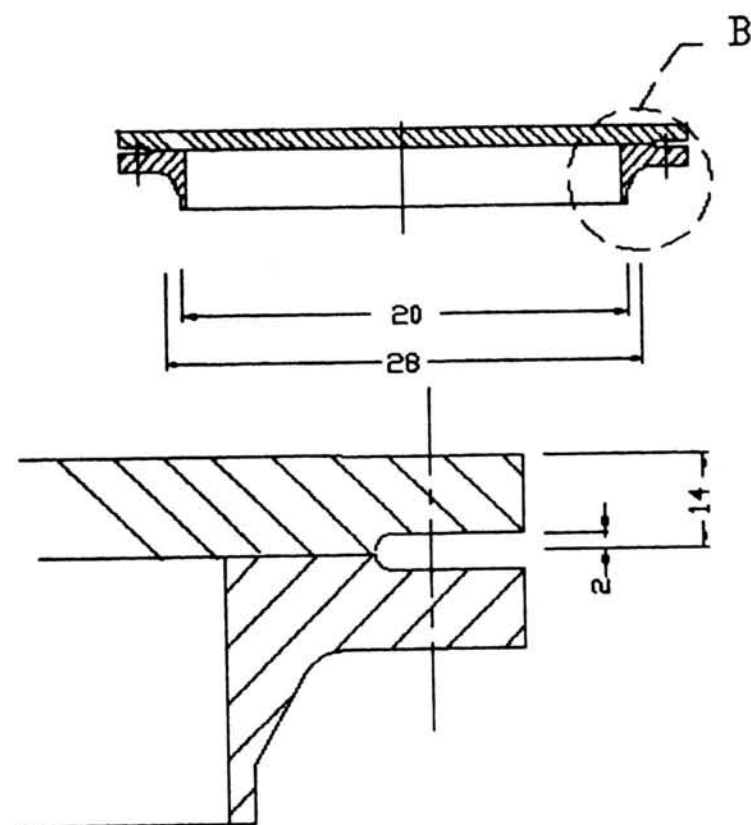
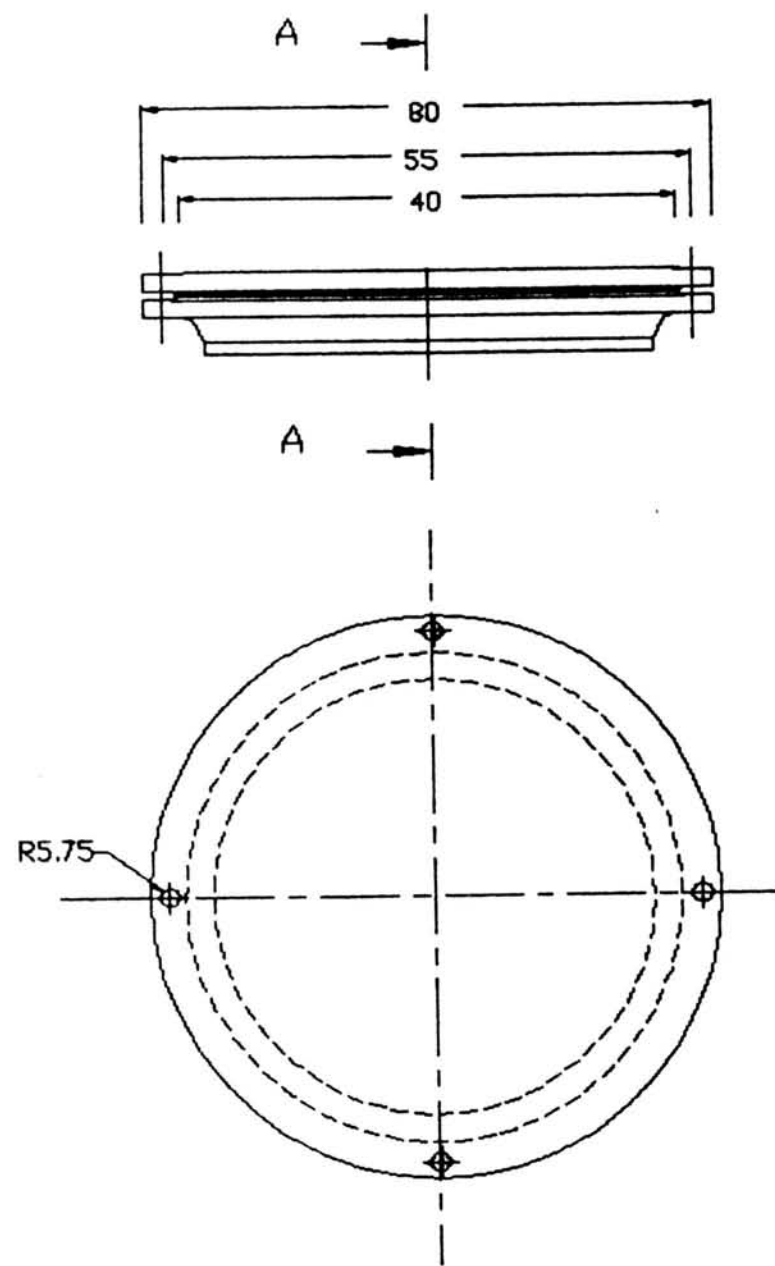
ND20 smooth flange



PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M10

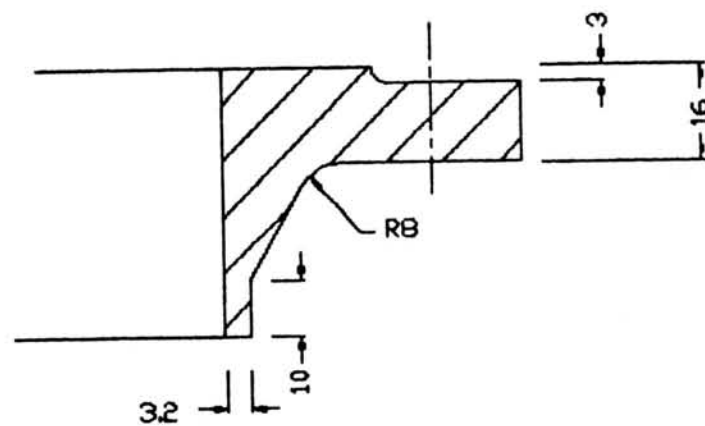
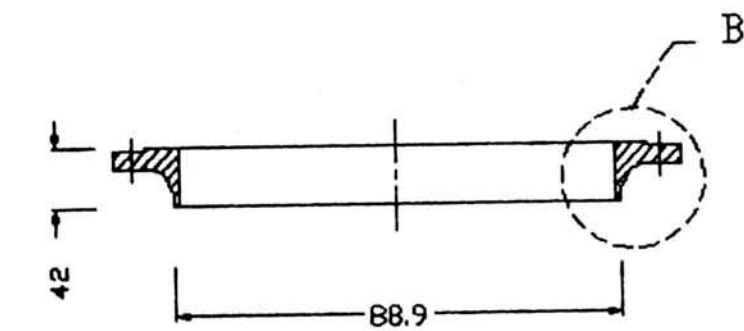
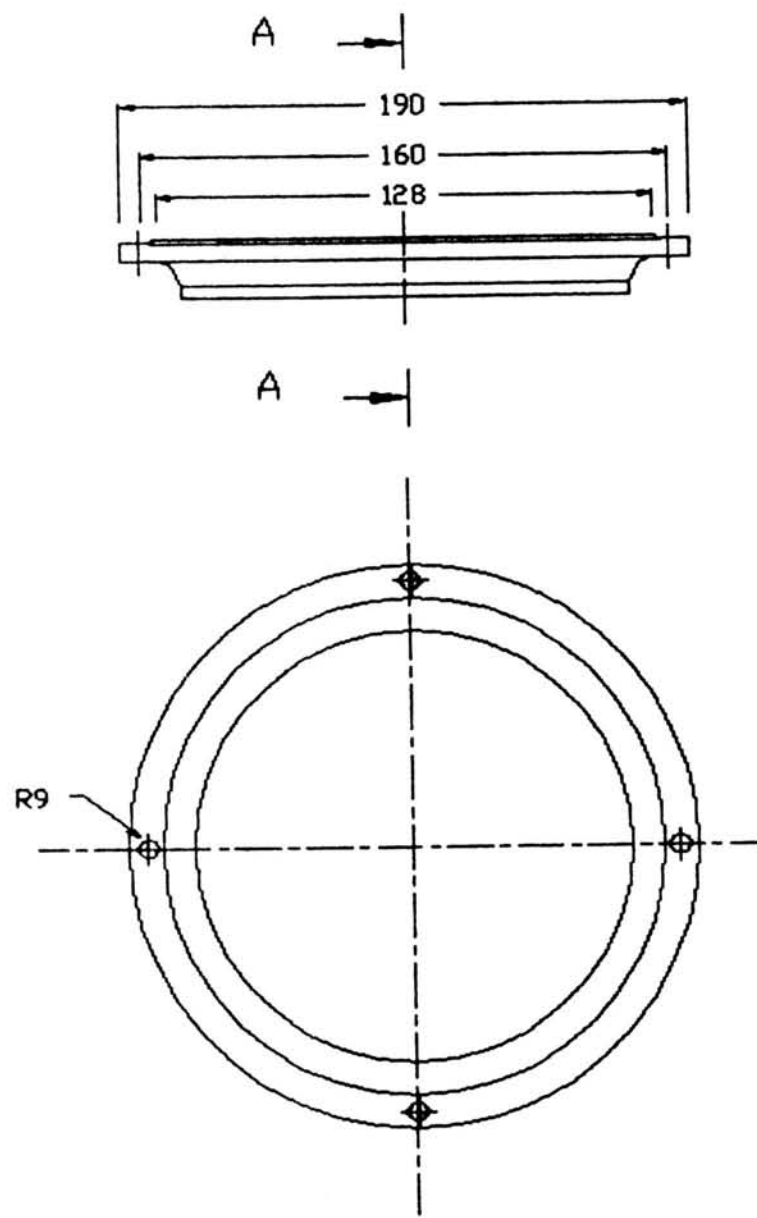
# ND20 blind flange



PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M10

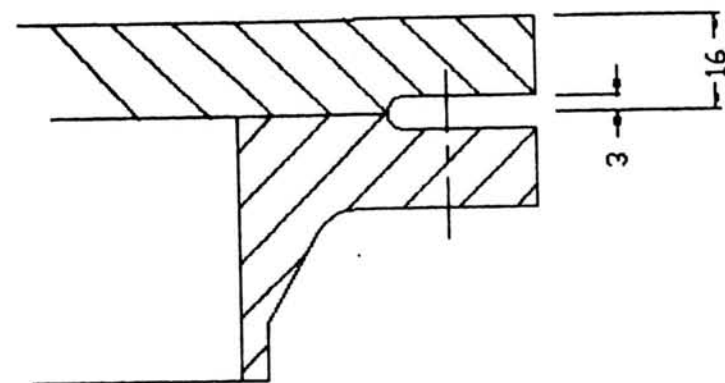
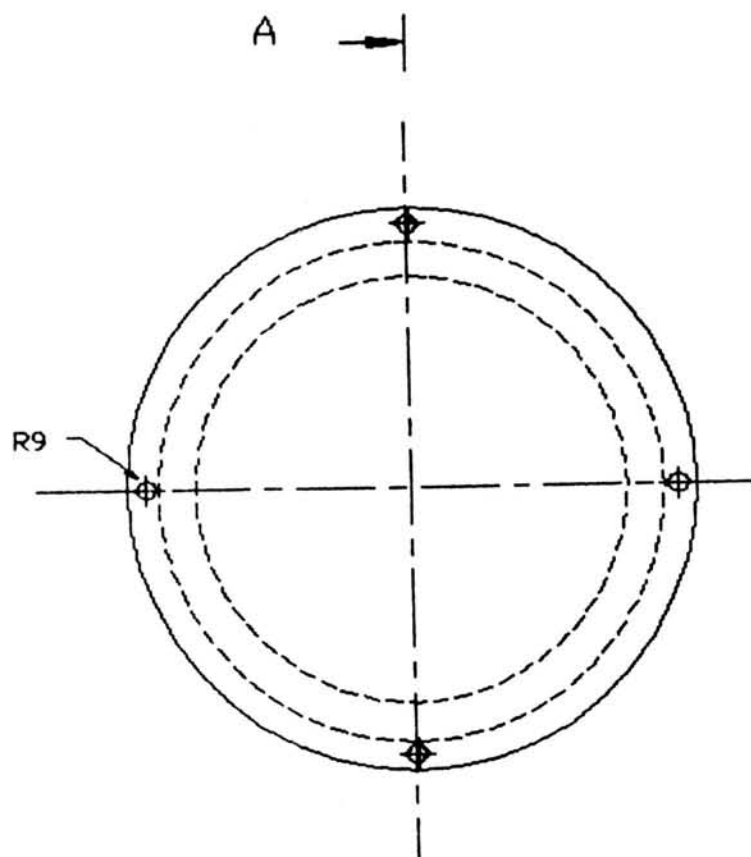
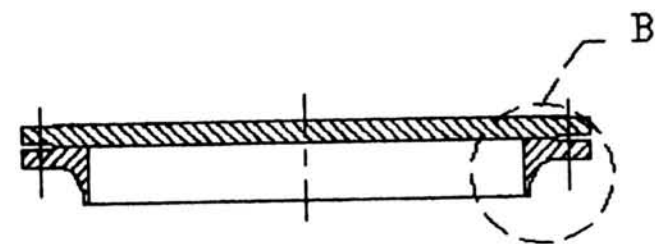
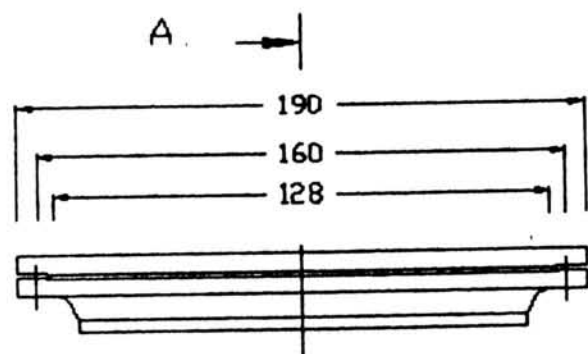
# N5 N8 FLANGE



PORMENOR B

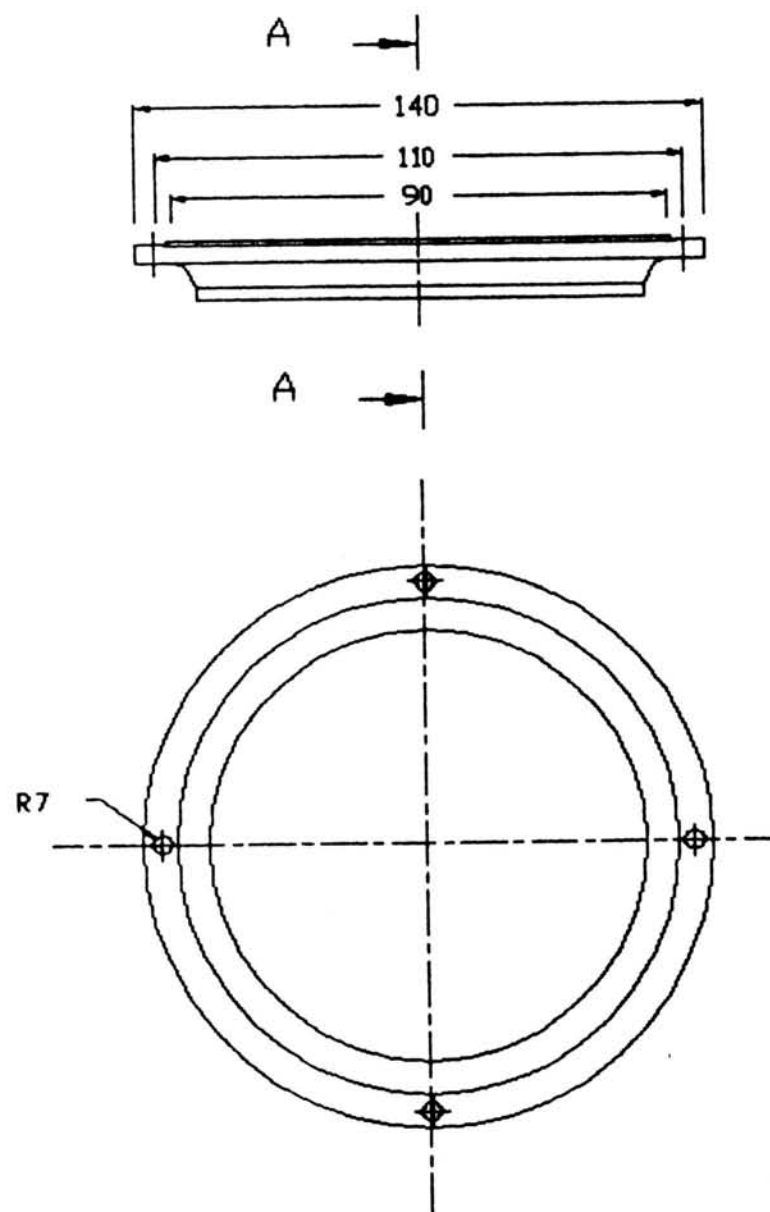
Nota : 4 parafusos M16

# N5 N8 COVER FLANGE

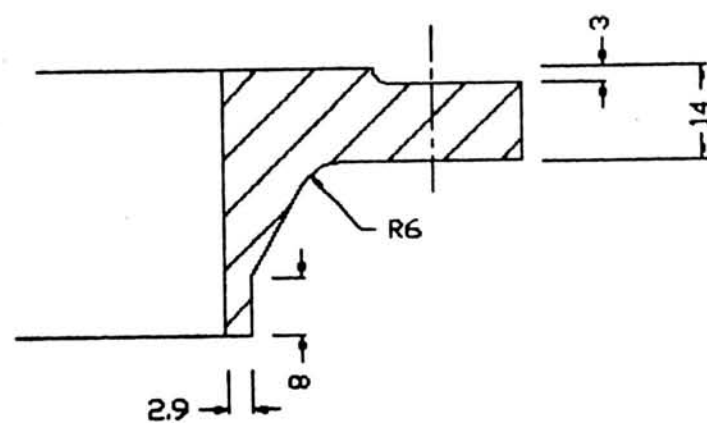
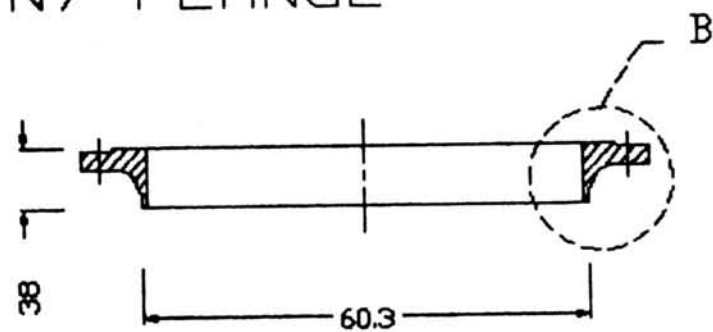


PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M16

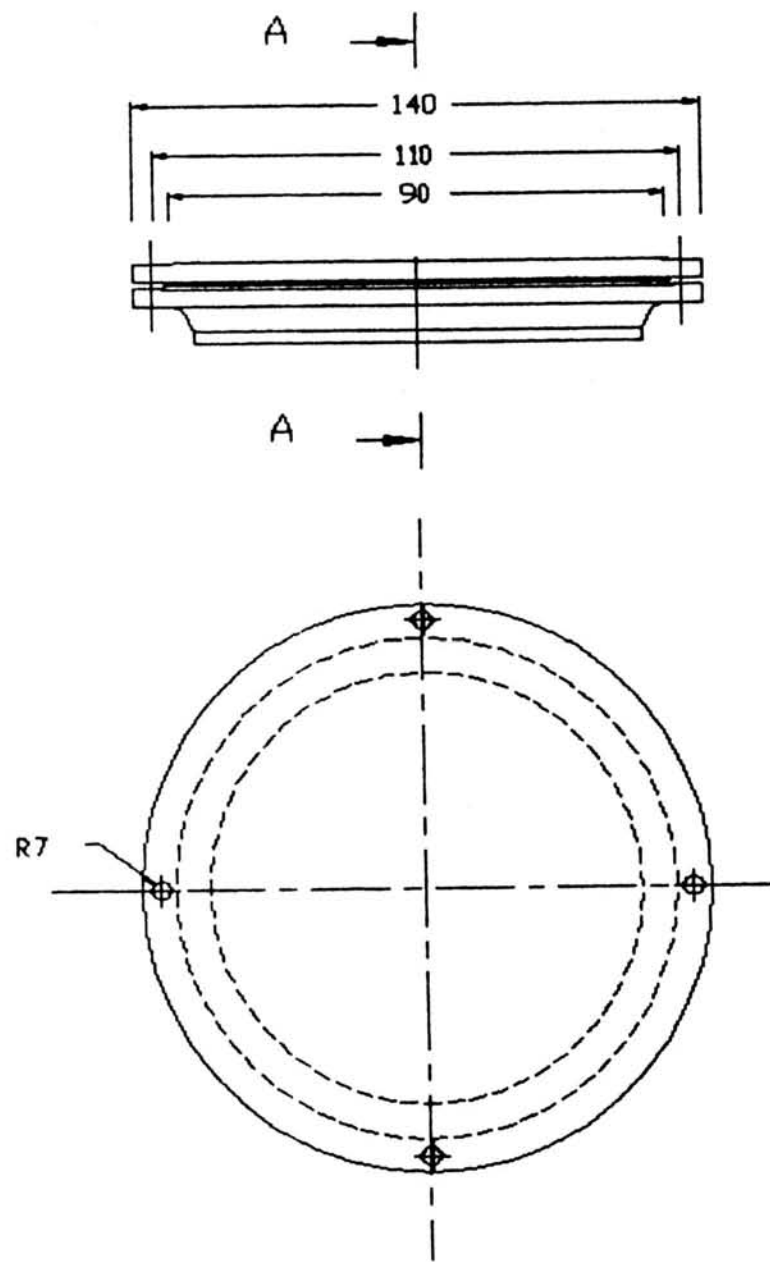


N6 N7 FLANGE

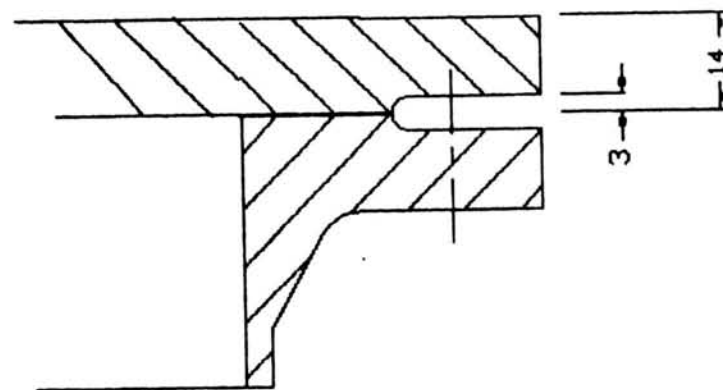
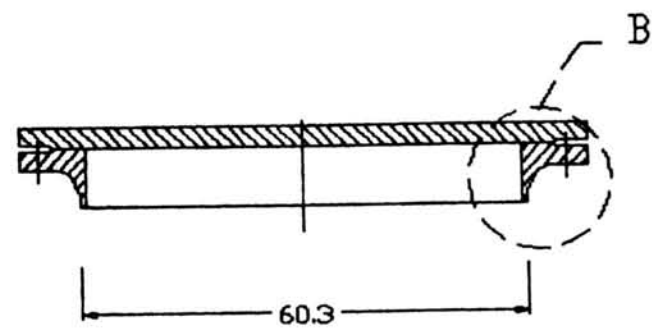


PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M12



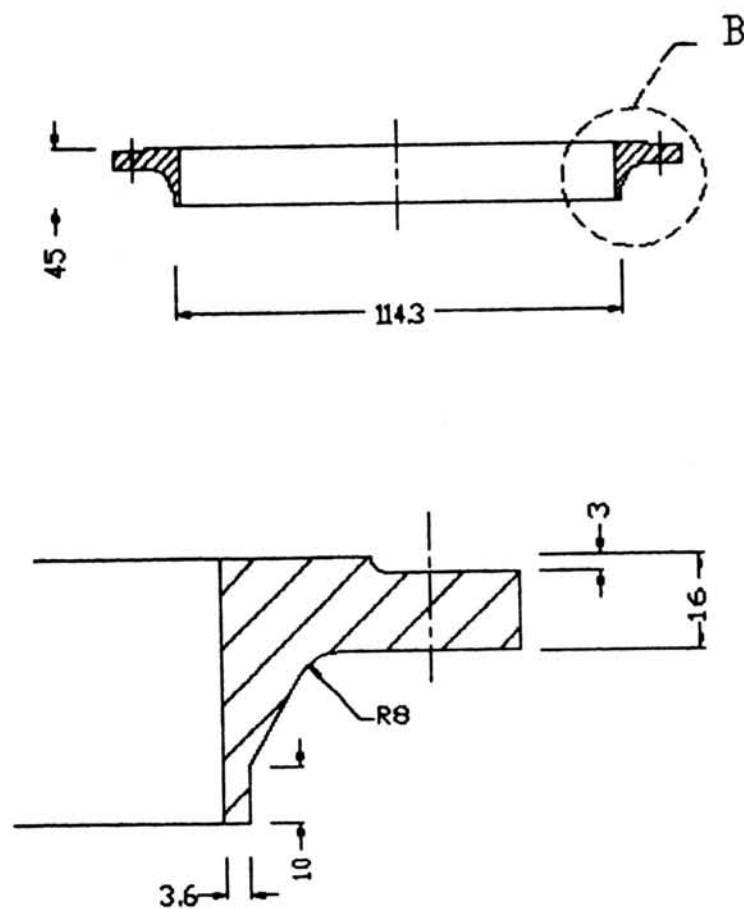
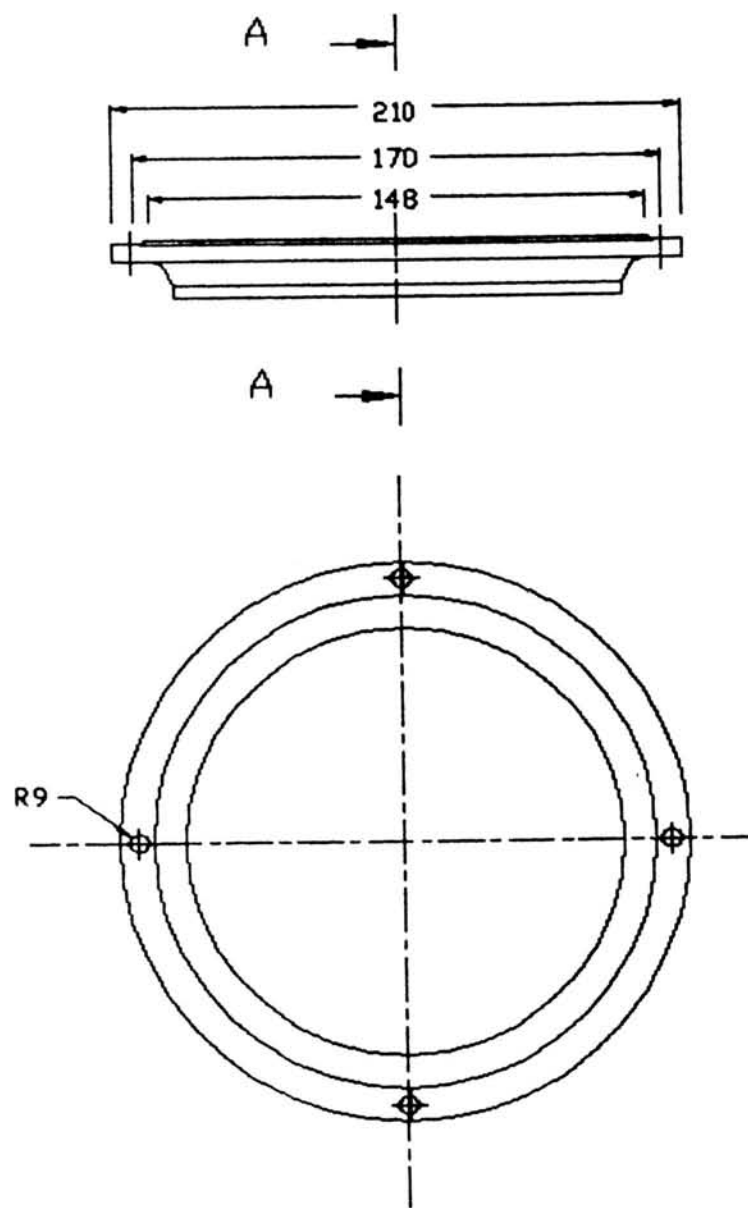
# N6 N7 COVER FLANGE



## PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M12

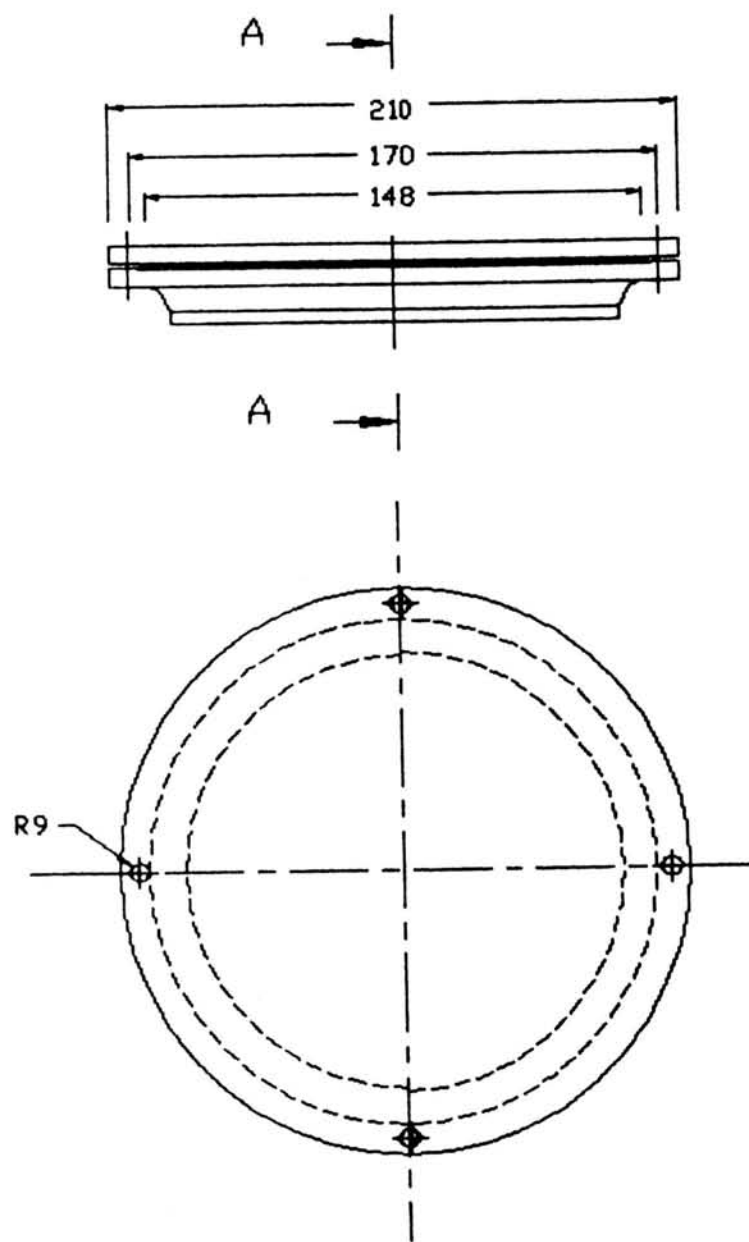
# N9 FLANGE



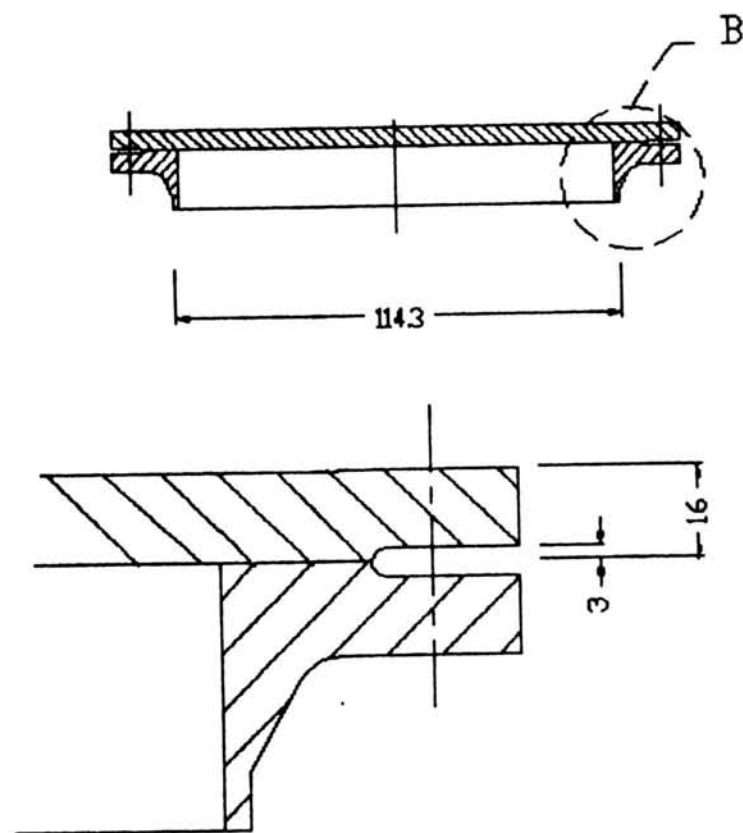
PORMENOR B

Nota : 4 parafusos M16





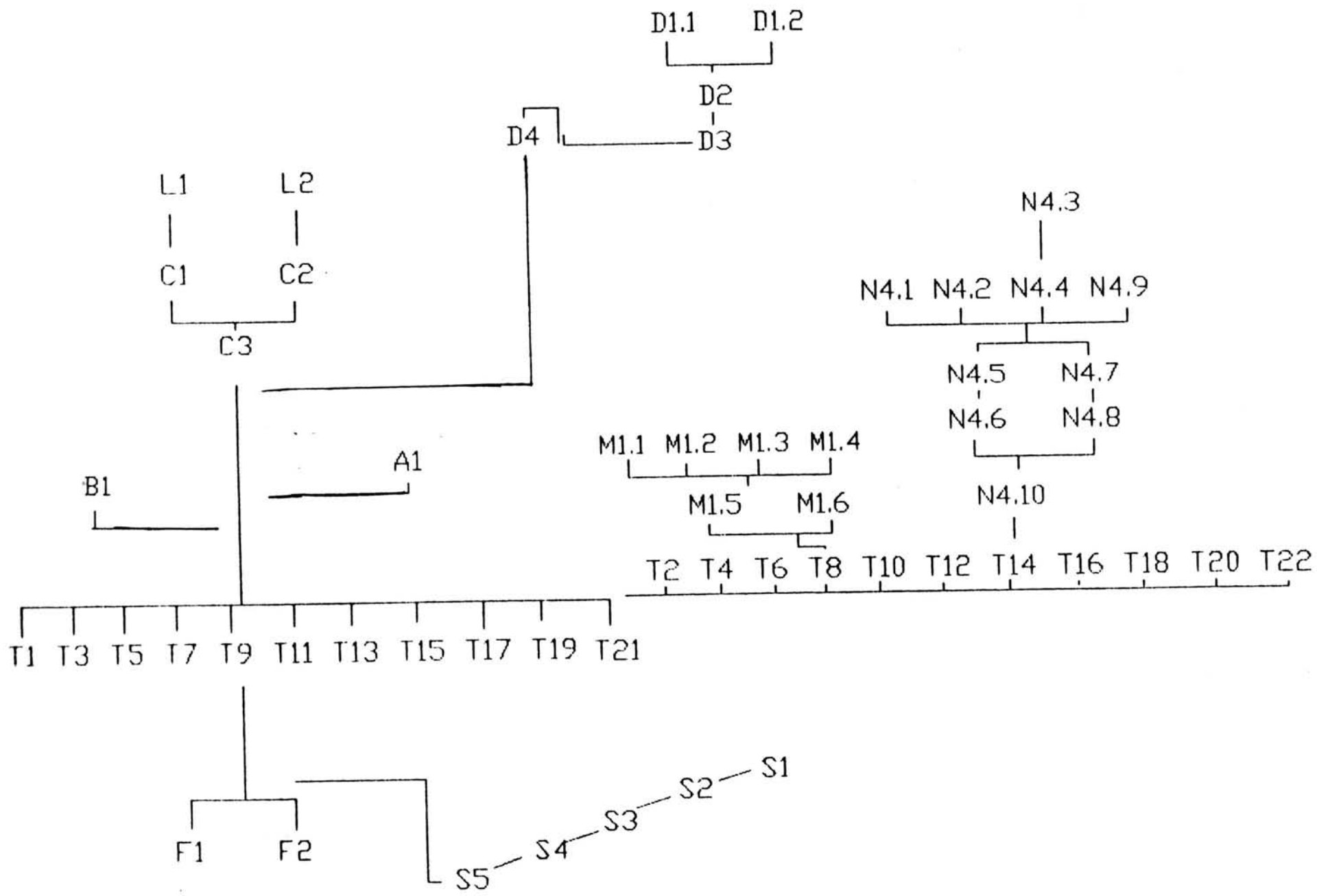
## N9 COVER FLANGE

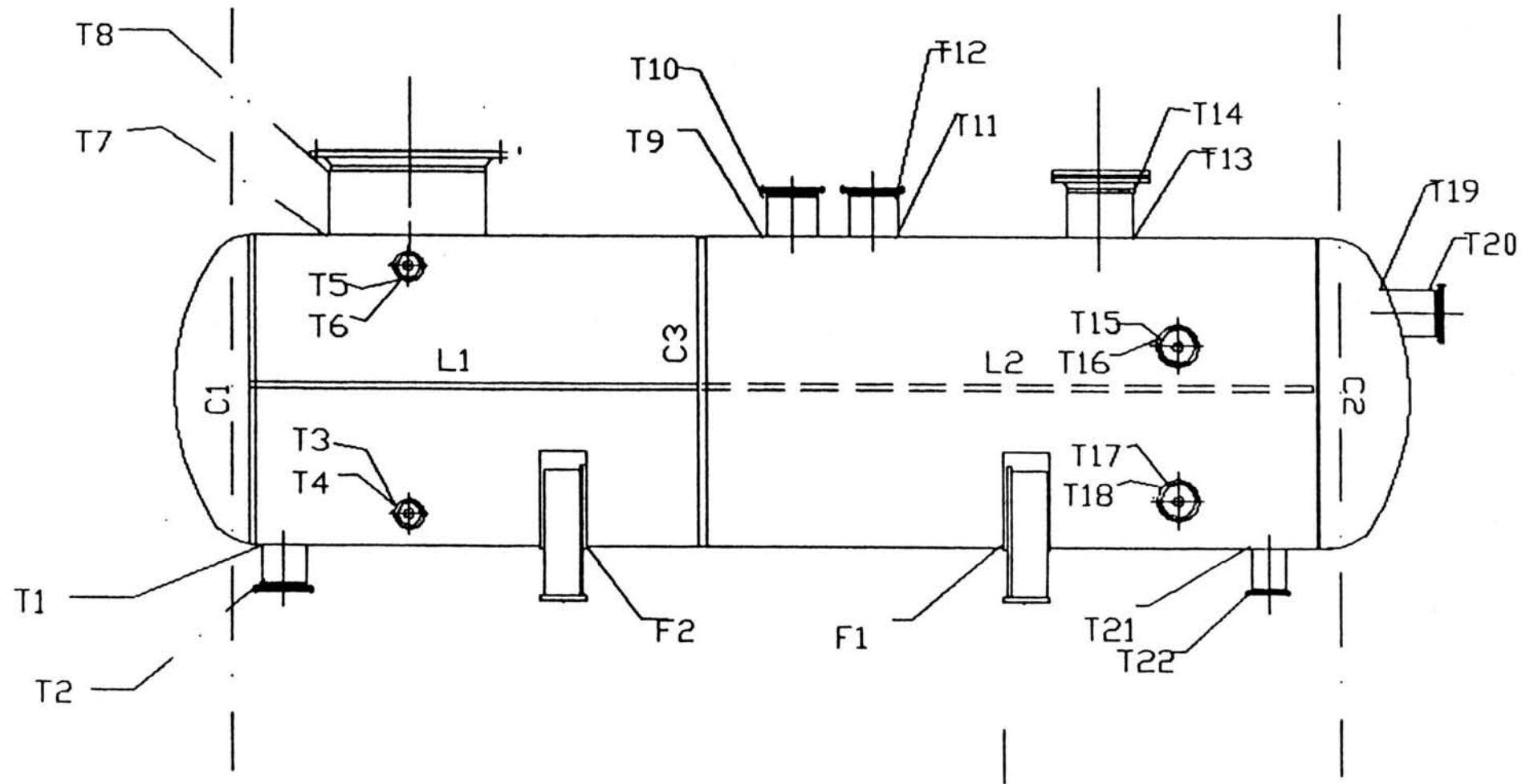


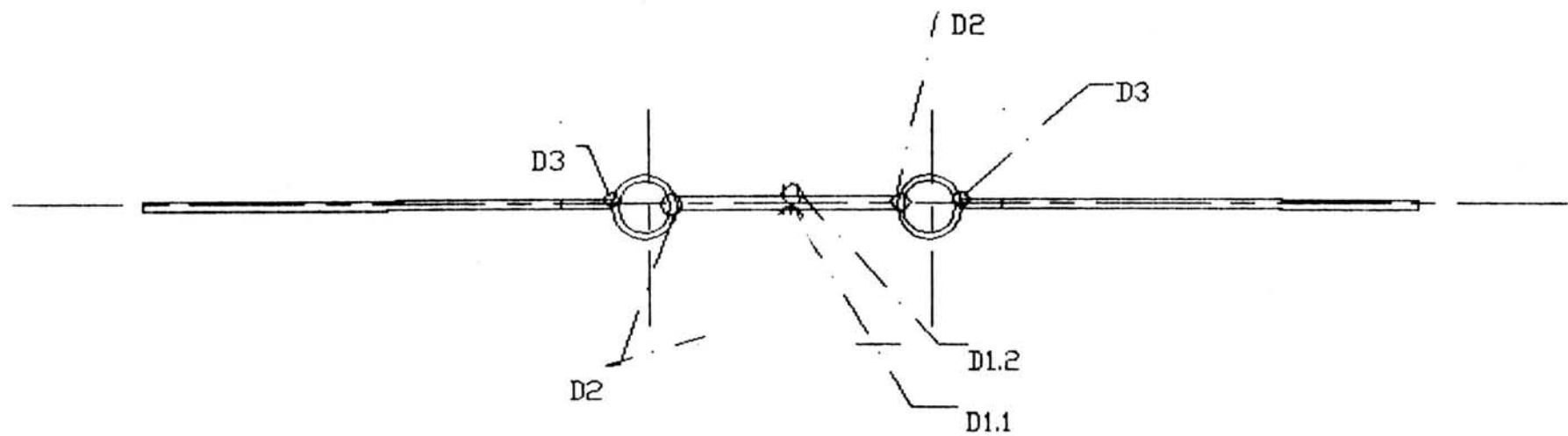
## PORMENOR B

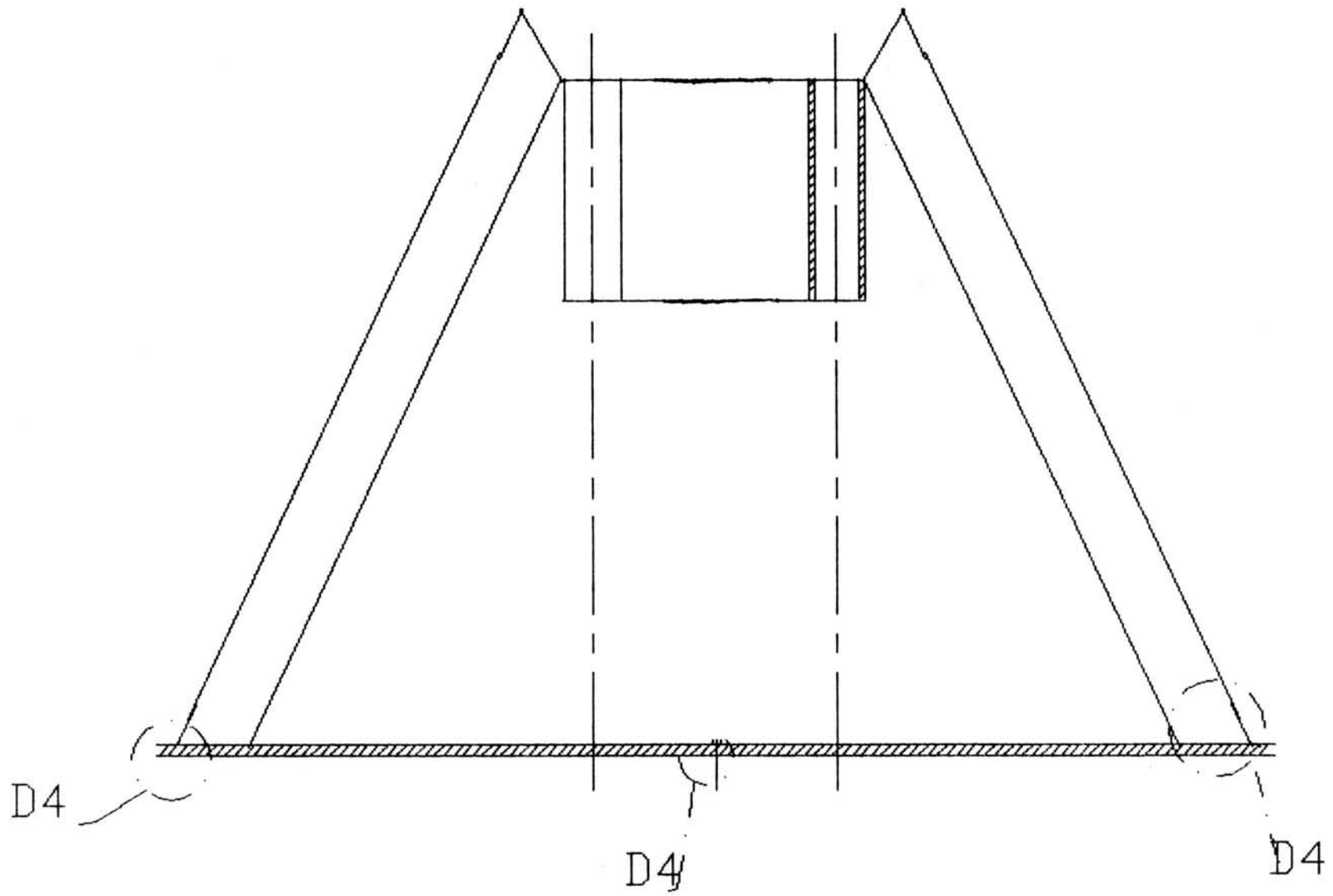
Nota : 4 parafusos M16

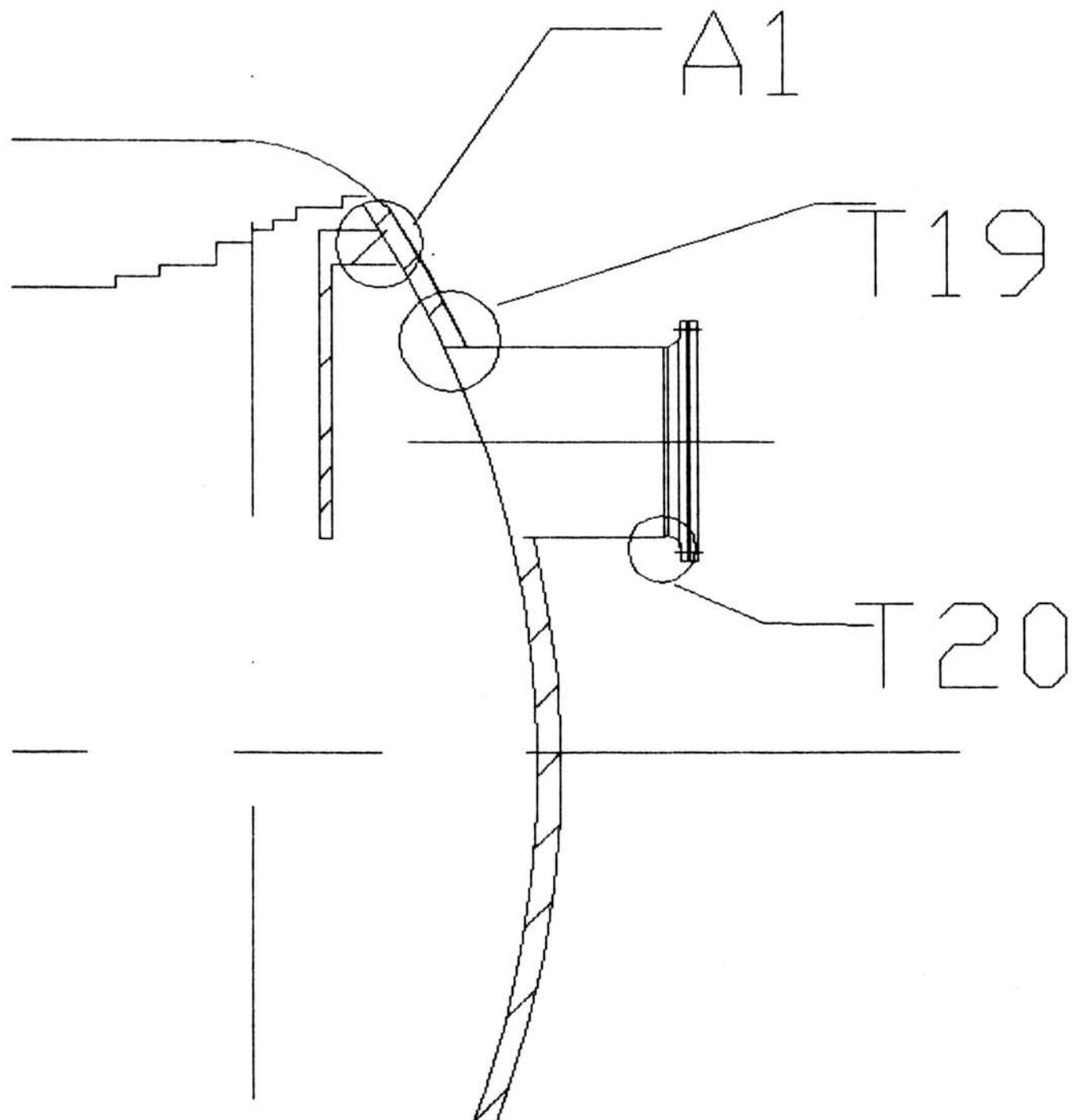
SEQUENCIA DE SOLDADURA

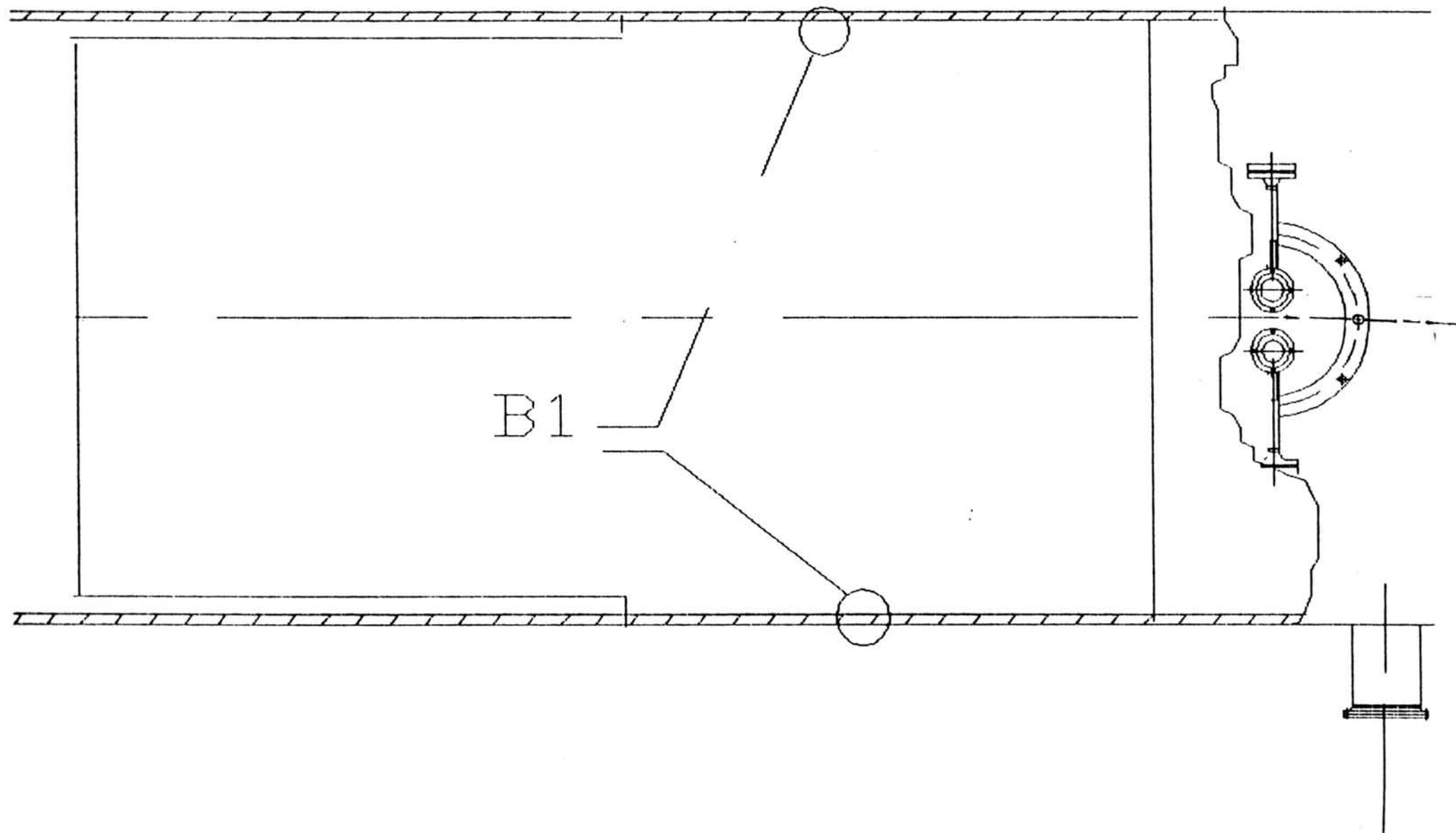




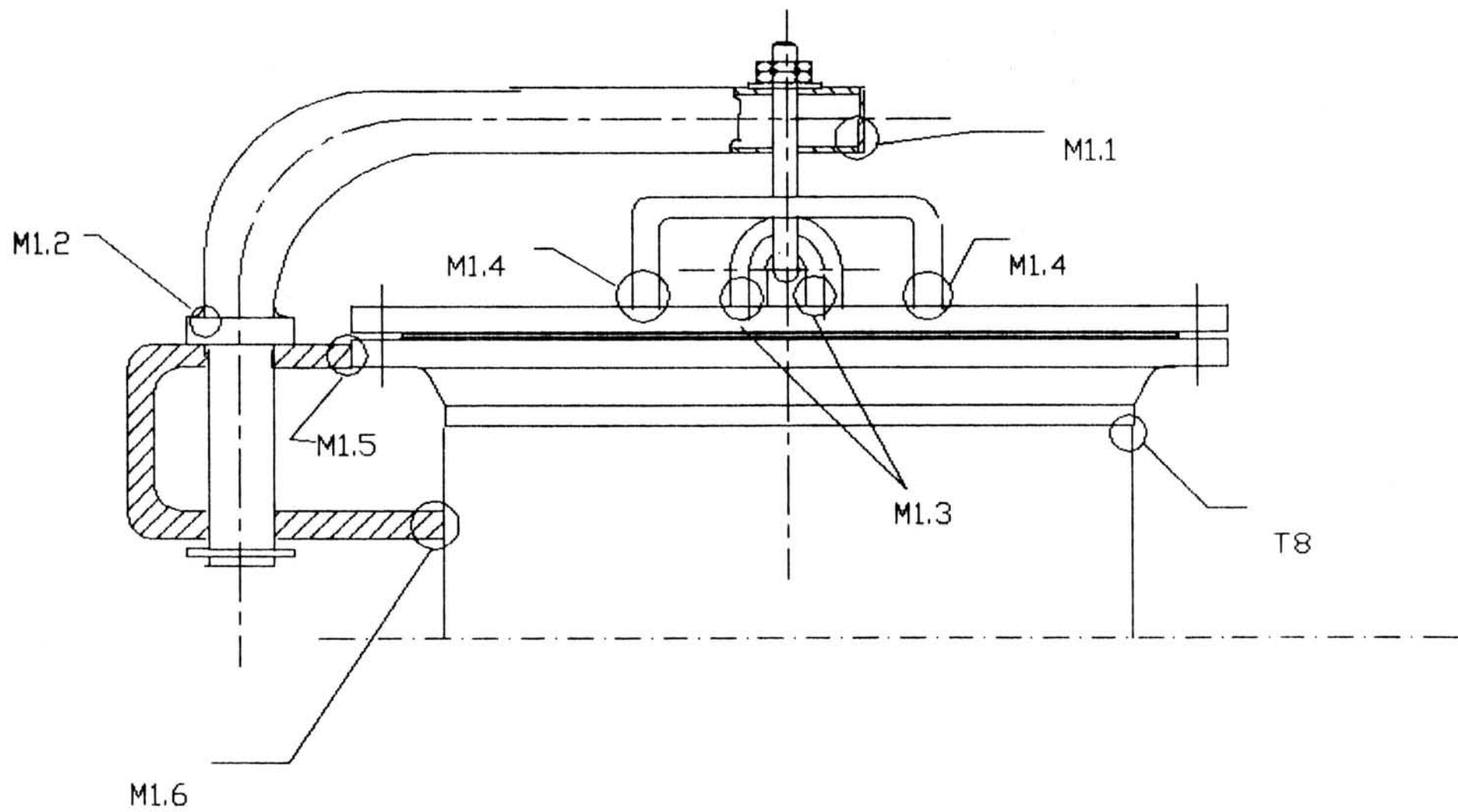




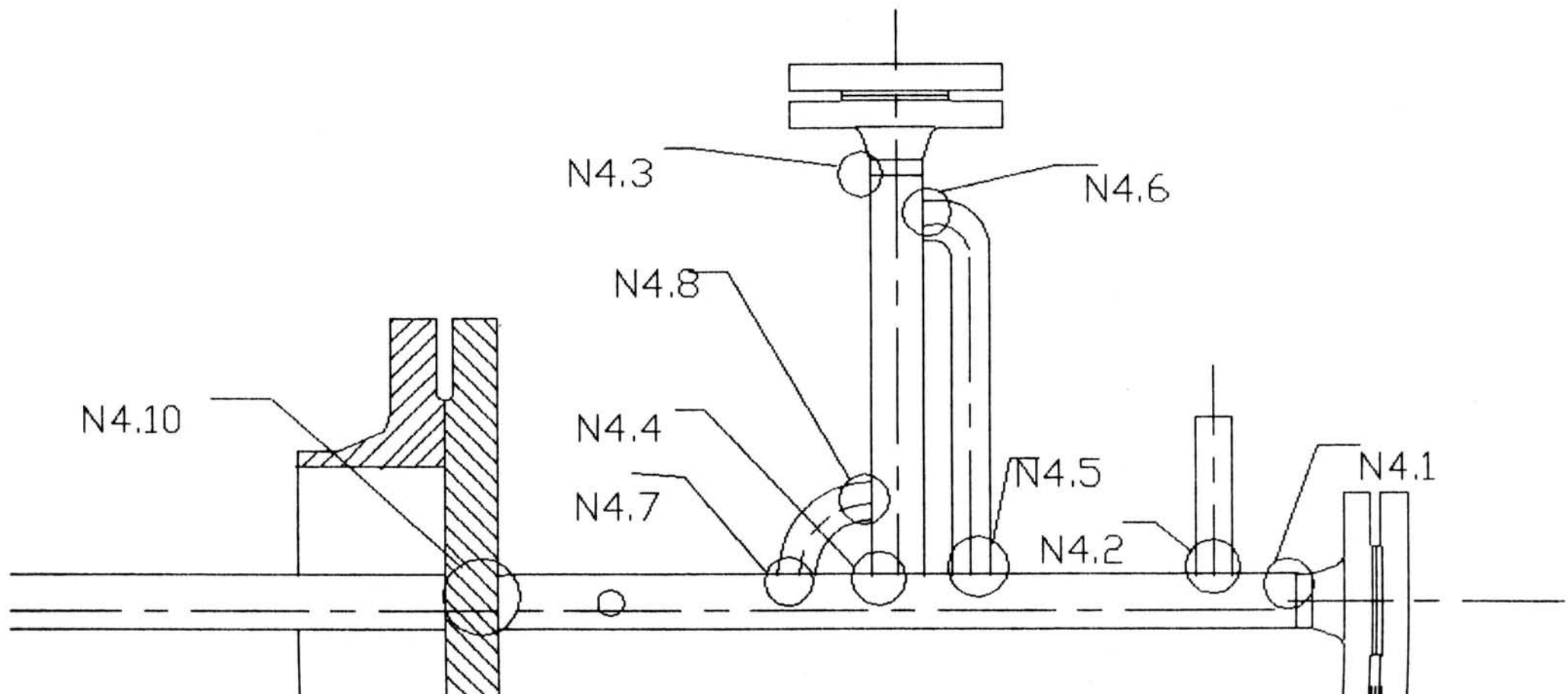




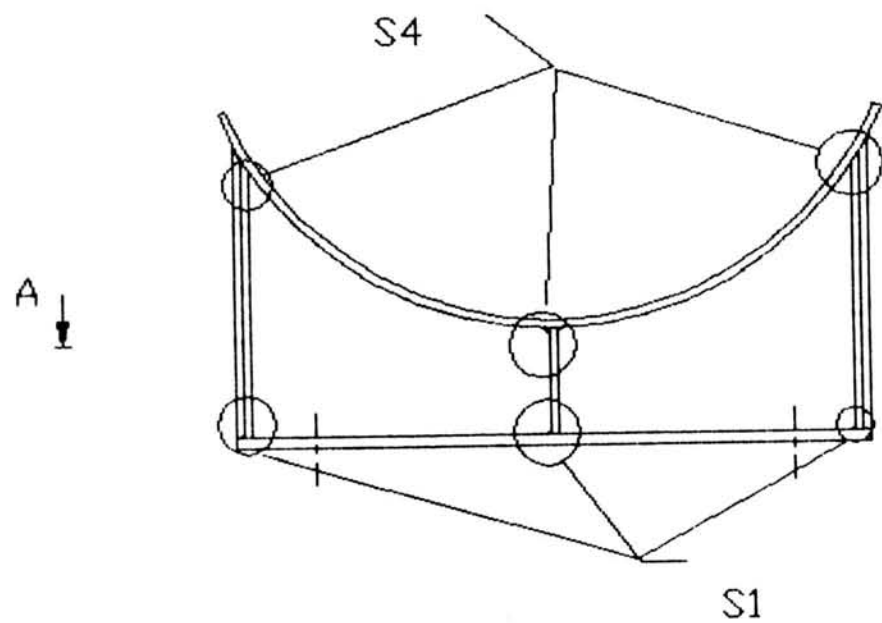




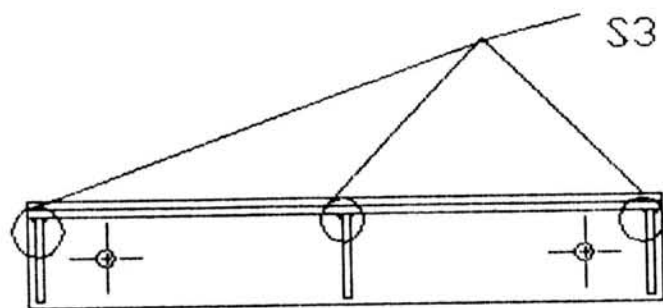
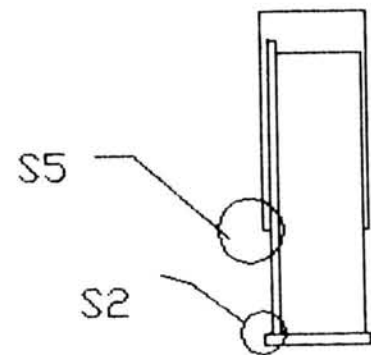
M 1



# SADDLES



A



W P S

TITULO : \_\_\_\_\_

PROCESSO DE SOLDADURA TIG/SAW TIPO — WPS Nº 1 POR Nº \_\_\_\_\_

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

TIPO DE CORRENTE  AC  DC POLARIDADE  +  - INTENSIDADE (GAMA) \_\_\_\_\_ (Amp.)

DIMENSÕES E TIPO DO ELECTRODO DE TUNGSTENIO \_\_\_\_\_

TIPO DE TRANSFERENCIA DO METAL (GMAW) \_\_\_\_\_

VELOCIDADE DO FIO ELECTRODO (GAMA) \_\_\_\_\_ OUTROS \_\_\_\_\_

**TECNICA**

PASSO  CORRIDO  BALANCEADO DIMENSÃO DO ORIFICIO DA BUSE \_\_\_\_\_

LIMPEZA INICIAL E ENTRE PASSES (Escova, rebarbadora, etc) Rebarbadora seguida de escova

RETOMA  SIM  NÃO METODO \_\_\_\_\_ OSCILAÇÃO  SIM  NÃO PASSO  SIMPLES  MULTIPLO

DISTANCIA TUBO DE CONTACTO / PECA \_\_\_\_\_ (mm) ELECTRODOS  SIMPLES  MULTIPLOS

VELOCIDADE DE SOLDADURA (GAMA) \_\_\_\_\_ MARTELAGEM  SIM  NÃO

OUTROS : \_\_\_\_\_

ASSE(S)	PROCESSO	METAL DE ADIÇÃO		CORRENTE			TENSÃO (Volts)	VELOC. SOLD.A.	OUTROS
		CLASSE	Ø	AC/DC	+/-	Amps			
1	TIG	OKTIGBD1610		DC	-	250	30		
2	ARCO SUB	OKFLUX1291	4mm	DC	+	600	39	40m/h	
3	ARCO SUB	OKFLUX1291	4mm	DC	+	600	39	40m/h	

OBSERVAÇÕES: _____ _____ _____ _____	TESTES: _____	EXEC. POR	
	_____	VERI. POR	
	_____	CLIENTE	
	_____	INSP.	
	_____		

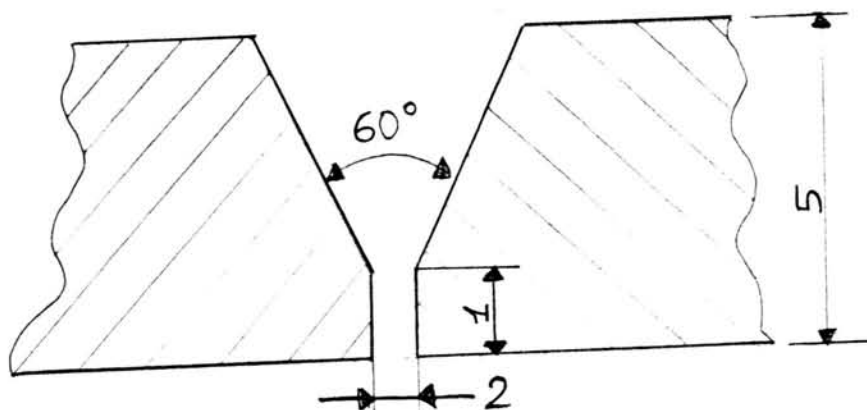
TITULO: \_\_\_\_\_

PROCESSO DE SOLDADURA TIG/SAW TIPO \_\_\_\_\_ WPS Nº 1 POR Nº \_\_\_\_\_

**JUNTAS**

PREPARAÇÃO  V COBREJUNTA  SIM  NÃO MATERIAL DA COBREJUNTA \_\_\_\_\_

L1	L2	C1	C2	C3
----	----	----	----	----



**METAL BASE**

ESPECIFICAÇÃO, TIPO E GRAU: \_\_\_\_\_

P. Nº \_\_\_\_\_ A P. Nº \_\_\_\_\_

GAMMA DE ESPESURAS \_\_\_\_\_

METAL BASE X10CrNiMoTi 1810  TOPO A TOPO  CANTO

METAL DEPOSITADO \_\_\_\_\_

DIAMETRO DOS TUBOS \_\_\_\_\_  TOPO A TOPO  CANTO

Outros: \_\_\_\_\_

**METAL DE ADIÇÃO**

F. Nº \_\_\_\_\_ A. Nº \_\_\_\_\_

Nº DA ESPECIFICAÇÃO (SFA) \_\_\_\_\_

CLASSIFICAÇÃO AWS \_\_\_\_\_

CLASSIFICAÇÃO DO FIO/FLUXO BCS 5716 45AC8-06

DIMENSÃO DO MATERIAL DE ADIÇÃO 4mm

MARCA DO FIO/FLUXO OTFLUX 10.9 / OKAVT ROD 610

INTERCALAR CONSUMIVEL \_\_\_\_\_

OBS: PASSE DE RAIZ EXECUTADO C/TIG

**PREAQUECIMENTO**

TEMP. MINIMA DE PREAQUECIMENTO \_\_\_\_\_ (°C)

TEMP. MAXIMA ENTRE PASSES \_\_\_\_\_ (°C)

APLICAÇÃO DO PREAQUECIMENTO \_\_\_\_\_

**TRATAMENTO TERMICO**

TEMPERATURAS \_\_\_\_\_ (°C) TEMPO \_\_\_\_\_

VELOCIDADE DE AQUECIMENTO \_\_\_\_\_ (°C/h)

VELOCIDADE DE ARREFECIMENTO \_\_\_\_\_ (°C/h)

**POSIÇÃO**

TOPO A TOPO  CANTO

PROGRESSÃO DA SOLDADURA  ASC.  DESC.

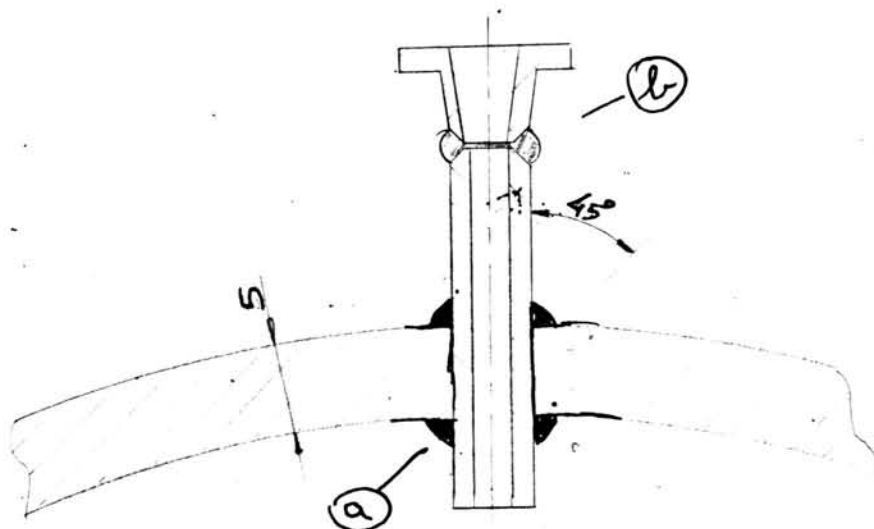
TITULO :

CELULOSICO 0

PROCESSO DE SOLDADURA ELECT REVEST TIPO BASICO WPS Nº 2 POR Nº —

**JUNTAS**

PREPARAÇÃO V-b COBREJUNTA  SIM  NÃO MATERIAL DA COBREJUNTA —



**METAL BASE**

ESPECIFICAÇÃO, TIPO E GRAU —

P. Nº — A P. Nº —

GAMA DE ESPESSURAS —

METAL BASE —  TOPO A TOPO  CANTO

METAL DEPOSITADO —

DIÂMETRO DOS TUBOS —  TOPO A TOPO  CANTO

Outros: —

**METAL DE ADIÇÃO**

F. Nº — A. Nº —

Nº DA ESPECIFICAÇÃO (SFA) —

CLASSIFICAÇÃO AWS —

CLASSIFICAÇÃO DO FIO/FLUXO —

DIMENSÃO DO MATERIAL DE ADIÇÃO —

MARCA DO FIO/FLUXO —

INTERCALAR CONSUMIVEL —

OBS: —

**PREAQUECIMENTO**

TEMP. MINIMA DE PREAQUECIMENTO — (°C)

TEMP. MAXIMA ENTRE PASSES — (°C)

APLICAÇÃO DO PREAQUECIMENTO —

**TRATAMENTO TERMICO**

TEMPERATURAS — (°C) TEMPO —

VELOCIDADE DE AQUECIMENTO — (°C/h)

VELOCIDADE DE ARREFECIMENTO — (°C/h)

**POSIÇÃO**

TOPO A TOPO  CANTO

PROGRESSÃO DA SOLDADURA  ASC.  DESC.

TITULO : \_\_\_\_\_

PROCESSO DE SOLDADURA ELECT. REVEST TIPO SELULOS WPS Nº 2 (a) PQR Nº \_\_\_\_\_

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

TIPO DE CORRENTE  AC  DC POLARIDADE  +  - INTENSIDADE (GAMA) 80-250 (Amp.)

DIMENSÕES E TIPO DO ELECTRODO DE TUNGSTENIO \_\_\_\_\_

TIPO DE TRANSFERENCIA DO METAL (GMAW) \_\_\_\_\_

VELOCIDADE DO FIO ELECTRODO (GAMA) \_\_\_\_\_ OUTROS \_\_\_\_\_

**TECNICA**

PASSO  CORRIDO  BALANCEADO DIMENSÃO DO ORIFICIO DA BUSE \_\_\_\_\_

LIMPEZA INICIAL E ENTRE PASSES (Escova, rebarbadora, etc) rebarbadora seguida de escova

RETOMA  SIM  NÃO METODO \_\_\_\_\_ OSCILAÇÃO  SIM  NÃO PASSO  SIMPLES  MULTIPLO

DISTANCIA TUBO DE CONTACTO / PECA \_\_\_\_\_ (mm) ELECTRODOS  SIMPLES  MULTIPLOS

VELOCIDADE DE SOLDADURA (GAMA) \_\_\_\_\_ MARTELAGEM  SIM  NÃO

OUTROS: \_\_\_\_\_

PASSE(S)	PROCESSO	METAL DE ADIÇÃO		CORRENTE			TENSÃO (Volts)	VELOC. SOLD.A.	OUTROS
		CLASSE	Ø	AC/DC	+/-	Amps			
1	ELECTREVEST	OK 22.45	3.25	DC	+	85	25	—	—
2	"	"	4.00	"	"	130	30	—	—

OBSERVAÇÕES: SOLDADURA DA FLANGE AO TUBO

TESTES: \_\_\_\_\_

EXEC. POR \_\_\_\_\_  
 VERI. POR \_\_\_\_\_  
 CLIENTE \_\_\_\_\_  
 INSP. \_\_\_\_\_



TÍTULO: \_\_\_\_\_

PROCESSO DE SOLDADURA ELECTROVEST TIPO BÁSICO WPS Nº 2-b PQR Nº 1CARACTERÍSTICAS ELÉTRICASTIPO DE CORRENTE  AC  DC POLARIDADE  +  - INTENSIDADE (GAMA) 110-340 (Amp.)

DIMENSÕES E TIPO DO ELECTRODO DE TUNGSTENIO \_\_\_\_\_

TIPO DE TRANSFERÊNCIA DO METAL (GMAW) \_\_\_\_\_

VELOCIDADE DO FIO ELECTRODO (GAMA) \_\_\_\_\_ OUTROS \_\_\_\_\_

TECNICAPASSO  CORRIDO  BALANÇEADO DIMENSÃO DO ORIFÍCIO DA BUSE \_\_\_\_\_LIMPEZA INICIAL E ENTRE PASSES (Escova, rebarbadora, etc) rebarbadora seguida de escovaRETOMA  SIM  NÃO MÉTODO \_\_\_\_\_ OSCILAÇÃO  SIM  NÃO PASSO  SIMPLES  MULTÍPLODISTÂNCIA TUBO DE CONTACTO / PEÇA \_\_\_\_\_ (mm) ELECTRODOS  SIMPLES  MULTÍPLOSVELOCIDADE DE SOLDADURA (GAMA) \_\_\_\_\_ MARTELAGEM  SIM  NÃO

OUTROS: \_\_\_\_\_

PASSE(S)	PROCESSO	METAL DE ADIÇÃO		CORRENTE			TENSÃO (Volts)	VELOC. SOLD.A.	OUTROS
		CLASSE	Ø	AC/DC	+/-	Amps			
1	ELECTROVEST	OK 48.15	3.15	DC	+	115	23	1	-
2	"	"	4.00	"	"	190	24	-	1
1R	"	"	3.15	"	"	115	23	-	-
2R	"	"	4.00	"	"	190	24	-	-

OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_

SOLDADURA DO TUBOAO DEPOSITO

TESTES: \_\_\_\_\_

EXEC. POR \_\_\_\_\_

VERI. POR \_\_\_\_\_

CLIENTE \_\_\_\_\_

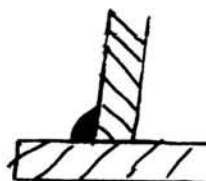
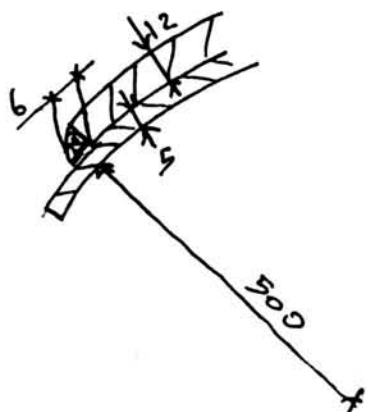
INSP. \_\_\_\_\_

TITULO: \_\_\_\_\_

PROCESSO DE SOLDADURA MIG-MAG TIPO — WPS Nº 3 PQR Nº —

**JUNTAS**

PREPARAÇÃO — COBREJUNTA  SIM  NÃO MATERIAL DA COBREJUNTA —



**METAL BASE**

ESPECIFICAÇÃO, TIPO E GRAU: \_\_\_\_\_

P. Nº \_\_\_\_\_ à P. Nº \_\_\_\_\_

GAMA DE ESPESURAS \_\_\_\_\_

METAL BASE X10CrNiMoTi 1810  TOPO A TOPO  CANTO

METAL DEPOSITADO \_\_\_\_\_

DIÂMETRO DOS TUBOS \_\_\_\_\_  TOPO A TOPO  CANTO

Outros: \_\_\_\_\_

**METAL DE ADIÇÃO**

F. Nº \_\_\_\_\_ à. Nº \_\_\_\_\_

Nº DA ESPECIFICAÇÃO (SFA) \_\_\_\_\_

CLASSIFICAÇÃO AWS \_\_\_\_\_

CLASSIFICAÇÃO DO FIO/FLUXO ER 705-6

DIMENSÃO DO MATERIAL DE ADIÇÃO 1,6mm

MARCA DO FIO/FLUXO DK AUTROD 12.51

INTERCALAR CONSUMÍVEL \_\_\_\_\_

OBS: \_\_\_\_\_

**PREAQUECIMENTO**

TEMP. MINIMA DE PREAQUECIMENTO \_\_\_\_\_ (°C)

TEMP. MAXIMA ENTRE PASSES \_\_\_\_\_ (°C)

APLICAÇÃO DO PREAQUECIMENTO \_\_\_\_\_

**TRATAMENTO TERMICO**

TEMPERATURAS \_\_\_\_\_ (°C) TEMPO \_\_\_\_\_

VELOCIDADE DE AQUECIMENTO \_\_\_\_\_ (°C/h)

VELOCIDADE DE ARREFECIMENTO \_\_\_\_\_ (°C/h)

**POSIÇÃO**

TOPO A TOPO  CANTO

PROGRESSÃO DA SOLDADURA  ASC.  DESC.

TITULO : \_\_\_\_\_

PROCESSO DE SOLDADURA MIG-MAG TIPO — WPS Nº 3 POR Nº \_\_\_\_\_

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

TIPO DE CORRENTE  AC  DC POLARIDADE  +  - INTENSIDADE (GAMA) 225-480 (Amp.)

DIMENSÕES E TIPO DO ELECTRODO DE TUNGSTENIO \_\_\_\_\_

TIPO DE TRANSFERENCIA DO METAL (GMAW) \_\_\_\_\_

VELOCIDADE DO FIO ELECTRODO (GAMA) \_\_\_\_\_ OUTROS \_\_\_\_\_

**TECNICA**

PASSO  CORRIDO  BALANCEADO DIMENSÃO DO ORIFICIO DA BUSE \_\_\_\_\_

LIMPEZA INICIAL E ENTRE PASSES (Escova, rebarbadora, etc) rebarbadora seguida de escova

RETOMA  SIM  NÃO METODO \_\_\_\_\_ OSCILAÇÃO  SIM  NÃO PASSO  SIMPLES  MULTIPLO

DISTANCIA TUBO DE CONTACTO / PECA \_\_\_\_\_ (mm) ELECTRODOS  SIMPLES  MULTIPLOS

VELOCIDADE DE SOLDADURA (GAMA) 135m/h MARTELAGEM  SIM  NÃO

OUTROS: \_\_\_\_\_

ASSE(S)	PROCESSO	METAL DE ADIÇÃO		CORRENTE			TENSÃO (Volts)	VELOC. SOLD. A.	OUTROS
		CLASSE	Ø	AC/DC	+/-	Amps			
1	MIG-MAG	DR AVTRODIS	1,6	DC	T	225	22		
2	10	"	"	"	"	300	28		

OBSERVAÇÕES: gás protector argon com 20% Co2  
serve para todas as soldaduras de corte a arco

TESTES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

EXEC. POR \_\_\_\_\_  
VERI. POR \_\_\_\_\_  
CLIENTE \_\_\_\_\_  
INSP. \_\_\_\_\_

ANEXO

Ensaaios mecanicos

ENSAIOS

MECANICOS

## 1 Advertencia preliminar

Esta norma contiene sólo los puntos de vista a observar especialmente para la forma de probetas y toma de muestras de probetas para tracción de cordones a tope soldados por fusión y su ensayo. Por lo demás se observará la DIN 50146 "Ensayo de materiales metálicos, ensayo de tracción sin mediciones de alargamiento de precisión, ejecución y valoración".

## 2 Objeto del ensayo

El ensayo sirve para averiguar la resistencia a la tracción de cordones a tope soldados por fusión en sentido transversal al cordón de soldadura<sup>1)</sup>. Hay que diferenciar entre el ensayo de la unión soldada y el ensayo del cordón de soldadura.

### 2.1 Ensayo de la unión soldada

La probeta para tracción se ha de disponer de modo que la soldadura, la zona de transición y el material básico queden sometidos a igual esfuerzo (probeta para tracción plana según fig. 1). La resistencia a la tracción del cordón de soldadura sólo puede ser averiguada al emplear esta probeta, cuando la rotura se encuentre en la soldadura. Si por el contrario la rotura se presenta en el material básico, la resistencia a la tracción del cordón de soldadura será mayor que la resistencia a la tracción del material básico; por lo tanto en este caso únicamente se averigua la resistencia a la tracción del material básico, teniendo en cuenta la influencia del calor de soldadura. Para la rotura en el material básico se dificulta algo el alargamiento y en relación con ello se eleva algo la resistencia a la tracción efectiva de la zona de transición. Este aumento procede por una parte de la consolidación de la soldadura más fuerte siempre en estos casos y por otra parte por la proximidad de la cabeza de la probeta más ancha. No se puede dar una dato numérico de validez general sobre este aumento, porque depende de la forma del estrechamiento (o sea cuanto mayor sea el estrechamiento mayor será el aumento). Por regla general es reducido y no necesita ser tenido en cuenta en la indicación de la resistencia a la tracción en el informe del ensayo.

### 2.2 Ensayo del cordón de soldadura

La probeta para tracción se ha de disponer de modo que la rotura se presente por regla general en el cordón de soldadura (probeta para tracción redondeada según fig. 2). El redondeado, como siempre en estos casos, origina una dificultad de alargamiento sensible y en relación con esto una elevación de la resistencia a la tracción efectiva. Este aumento, p.e. para aceros de construcción sin alear, es por término medio de aproximadamente 10 %. Para el cálculo de la resistencia a la tracción efectiva se ha de tener en cuenta en este caso un factor de corrección 1,1.

$$\sigma_B \approx \frac{F_{max}}{1,1 \cdot F_0}$$

1) Para averiguación de la capacidad de deformación se ha previsto el ensayo de doblado según DIN 50121.

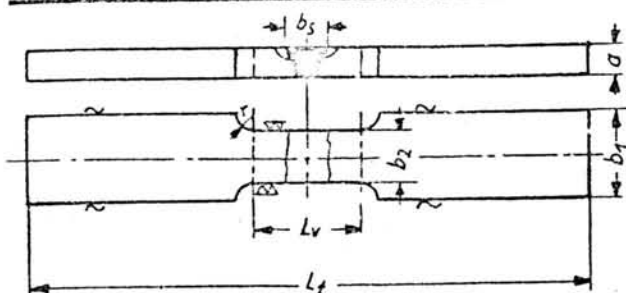


### 3 Conceptos

véase DIN 50145 "Ensayo de materiales metálicos, ensayo de tracción conceptos y notación".

### 4 Forma de las probetas y toma de muestras

#### 4.1 Probetas para tracción para el ensayo de la unión soldada



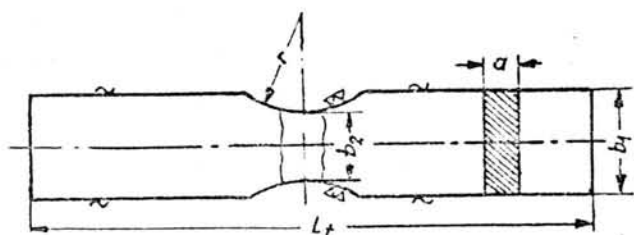
a = espesor de la probeta = espesor de la chapa  
 b<sub>1</sub> = anchura de la cabeza  
 b<sub>2</sub> = anchura de la probeta  
 b<sub>s</sub> = anchura del cordón de soldadura<sup>2)</sup>  
 L<sub>t</sub> = longitud total de la probeta para tracción  
 L<sub>v</sub> = longitud para el ensayo  
 r = radio de redondeado

Fig.1. Probeta para tracción plana

Tabla 1

a	hasta 10	más de 10 hasta 20	más de 20 hasta 35	más de 35
L <sub>t</sub> ≈	250	250	300	350
L <sub>v</sub>	Anchura del cordón de soldadura b <sub>s</sub> + (0 a 5) 2)			
b <sub>1</sub>	20	30	35	40
b <sub>2</sub>	15	20	25	30
r	10	15	20	20

#### 4.2 Probetas para tracción para el ensayo del cordón de soldadura



a = espesor de la probeta = espesor de la chapa  
 b<sub>1</sub> = anchura de la cabeza  
 b<sub>2</sub> = anchura de la probeta  
 L<sub>t</sub> = longitud total de la probeta para tracción  
 r = radio de redondeado

Fig.2. Probeta para tracción redondeada

Tabla 2

a	hasta 6	más de 6 hasta 8	más de 8 hasta 10	más de 10 hasta 12	más de 12 hasta 14	más de 14 hasta 16	más de 16 hasta 18	más de 18 hasta 20
L <sub>t</sub>	200	200	200	250	250	250	250	250
b <sub>1</sub>	18	24	30	36	42	48	54	60
b <sub>2</sub>	12	16	20	24	28	32	36	40
r	24			40			60	

#### 4.3 Zona de muestras

Las probetas para tracción se toman perpendicularmente al cordón de soldadura. La perla de soldadura se mecanizará al espesor de la chapa. Si es necesaria una eliminación de muescas de penetración

2) La anchura del cordón de soldadura se ha de medir siempre en el lado con la anchura del cordón mayor.

de la soldadura o una igualación de la sección de ensayo a causa de bordes de chapa opuestos, etc., se tomará por base para la averiguación de la resistencia a la tracción el espesor de chapa sin mecanizar. En ambas formas de probeta se tendrá en cuenta que el cordón de soldadura en ambas barretas se encuentre exactamente en el centro de la longitud de ensayo o del redondeado.

### 5 Disposición del ensayo y ejecución del ensayo

según DIN 50146

### 6 Informe del ensayo

En el informe del ensayo se indicará, haciendo referencia a esta norma:

Forma de la probeta para tracción (probeta para tracción plana o probeta para tracción redondeada)

Espesor de la probeta  $a$  y anchura de la probeta  $b_2$

Resistencia a la tracción  $\sigma_B = \frac{P_{max}}{F_0}$  (para la probeta para tracción plana) ó  $\frac{P_{max}}{1,1 F_0}$  (para la probeta para tracción redondeada) en  $kg/mm^2$  con exactitud hasta de 0,1  $kg/mm^2$  3)

Situación y clase de la rotura (en el cordón de soldadura, en la zona de transición, en la chapa, rotura de deformación, rotura de bronquedad)

Clase e importancia de defectos de soldadura posiblemente existentes, p.e. defectos de ligazón, poros, grietas formadas por el calor, inclusiones de escoria, etc.

3) Para reunir experiencias se recomienda indicar también el estrechamiento de rotura para la probeta para tracción redondeada.



Medidas en mm

## 1 Objeto del ensayo

El ensayo de doblado da conclusiones sobre la capacidad de deformación de cordones a tope soldados, cuyo espesor mínimo es de unos 5 mm. Generalmente se realiza en probetas en las que la perla de soldadura está mecanizada al espesor de la chapa.

Además de servir para averiguación de la capacidad de deformación, la probeta de doblado sirve también para apreciar la ejecución de la soldadura, siempre que la probeta se rompa por el cordón de soldadura. A este objeto se puede realizar el ensayo de doblado también con la raíz sin repasar la soldadura hacia el lado de tracción. Si en el doblado a 180° no se ha llegado a conseguir rotura, se puede preparar y ensayar una probeta de rotura de doblado según DIN 50127<sup>1)</sup> "Probetas tecnológicas para la apreciación de superficies de cordones angulares y a tope soldados por fusión".

## 2 Ensayo normal

### 2.1 Forma de las probetas y toma de muestras

Para el ensayo normal se tomarán barretas perpendiculares al cordón de soldadura, de modo que éste se encuentre en el centro de las probetas que se marquen antes del ensayo (daño el caso después de decapado local). La anchura de la barreta b es por lo regular de 30 mm. Para espesores de chapa inferiores a 10 mm, previo acuerdo, puede tomarse una anchura de barreta b de 20 mm. Longitud de las barretas véase en t a b l a s 1 y 2. Para espesores de chapa superiores a 30 mm se rebaja la barreta por el lado de la anchura del cordón más reducido hasta un espesor restante de 30 mm. Las aristas de las barretas se han de redondear en el lado de tracción a un radio de aproximadamente 0,1 x espesor de la barreta. Se recomienda alisar la superficie, de modo que no se formen estrías transversales en el lado de tracción.

### 2.2 Disposición del ensayo

Las barretas se curvan en un dispositivo según figura 1 alrededor de un punzón o mandrino de forma semicircular.

2.21 En general el diámetro del mandrino de flexión d (radio de redondeado del punzón o del mandrino) es

para aceros hasta de 42 kg/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción (valor nominal) = 2 x espesor de la barreta

para acero de más de 42 kg/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción (valor nominal) = 3 x espesor de la barreta<sup>2)</sup>.

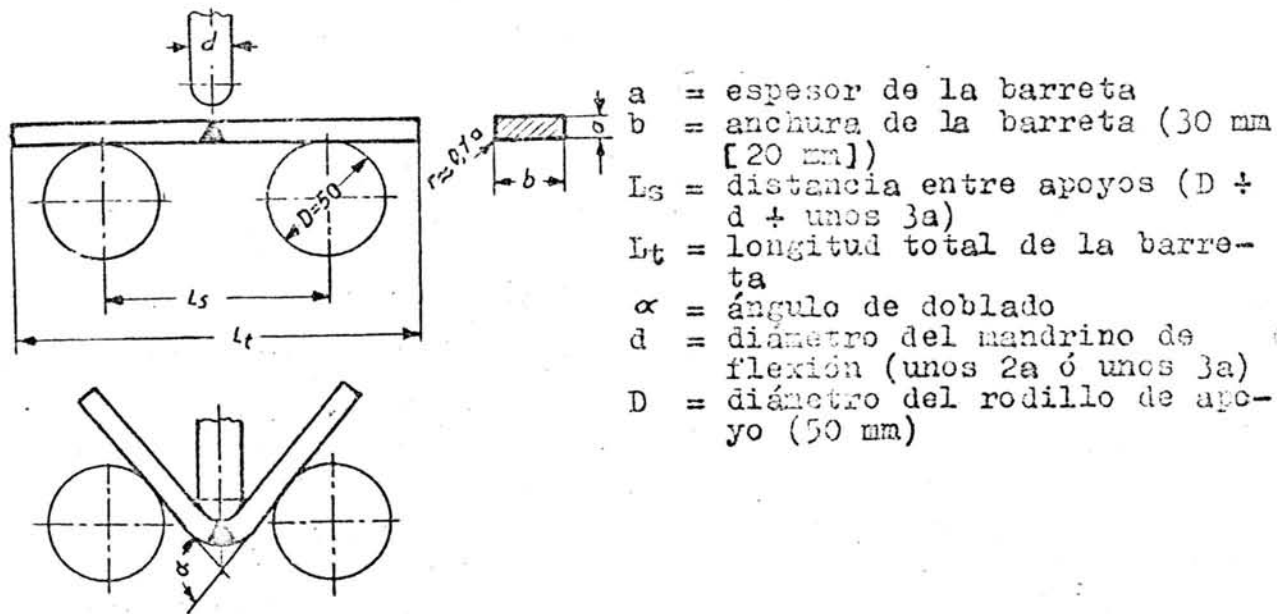
2.22 La anchura de luz entre los rodillos de apoyo es como mínimo de  $d + 3a$ . El diámetro de los rodillos de apoyo D será de 50 mm. El punzón se aplicará sobre el centro del cordón de soldadura. Será

- 1) Actualmente en proyecto
- 2) Para ensayos de soldadura en calderas de vapor u otros recipientes de presión de vigilancia obligatoria, las dimensiones de los mandrinos de flexión se tomarán correspondiendo a las prescripciones en vigor.

continúa

más ancho que la barreta. El lado de tracción del punto de flexión se observará bien durante la ejecución del ensayo.

2.23 El lado de la raíz del cordón en V ó el lado de la probeta con la anchura de cordón más reducida se encuentra en el caso normal en el lado de presión de la barreta.



- a = espesor de la barreta
- b = anchura de la barreta (30 mm [20 mm])
- $L_s$  = distancia entre apoyos ( $D \pm d + \text{unos } 3a$ )
- $L_t$  = longitud total de la barreta
- $\alpha$  = ángulo de doblado
- d = diámetro del mandrino de flexión (unos  $2a$  ó unos  $3a$ )
- D = diámetro del rodillo de apoyo (50 mm)

Fig. 1. Disposición del ensayo

Tabla 1

Para chapas con una resistencia a la tracción hasta de  $42 \text{ kg/mm}^2$  correspondiendo a una dureza Brinell hasta a unos  $120 \text{ kg/mm}^2$

$d \approx 2a$

a	más de 5 hasta 10	más de 10 hasta 15	más de 15 hasta 20	más de 20 hasta 25	más de 25 hasta 30
$d \approx 2a$	20	30	40	50	60
$L_s$	100	130	150	160	200
$L_t$	250	250	250	300	300

Tabla 2

Para chapas con una resistencia a la tracción superior a  $42 \text{ kg/mm}^2$  correspondiendo a una dureza Brinell superior a unos  $120 \text{ kg/mm}^2$

$d \approx 3a$

a	más de 5 hasta 10	más de 10 hasta 15	más de 15 hasta 20	más de 20 hasta 25	más de 25 hasta 30
$d \approx 3a$	30	40	50	60	60
$L_s$	110	130	160	190	230
$L_t$	250	250	250	300	300

2.3 Ejecución y valoración del ensayo

2.31 Las barretas se doblarán continuamente en el lado de tracción hasta la primera fisura metálica, de modo que el avance del mandrino de flexión sea aproximadamente de 1 mm/s.

2.32 El ángulo de doblado  $\alpha$  alcanzado se mide con la barreta sin tensión. La compresión total de la barreta en los dispositivos de doblado descritos da un ángulo de unos  $160^\circ$ .

2.33 Si las barretas se han de seguir doblando hasta  $180^\circ$ , puede hacerse esto entre rodillos colocados más estrechamente unidos o entre mordazas de suplemento. Se recomienda doblar la barreta has-

continúa

Editorial Reizola - Bilbao, Apartado 131. Reproducción prohibida

ta la rotura para examen de la superficie de rotura.

## 2.4 Determinación del alargamiento de flexión

Siempre que la determinación del ángulo de doblado no sea solo suficiente para el ensayo de deformación, es ventajoso medir también el alargamiento total de la soldadura en la fibra de tracción más externa.

Para esto se aplican antes de la flexión sobre el lado ancho estirado de las barretas marcas a derecha e izquierda del centro del cordón de soldadura en una longitud de medida total de 40 mm. Las marcas de medida no deben ser rayadas muy profundamente ni llegarán hasta el borde de la barreta (véase figura 2).

La división se hace desde el centro del cordón. De este modo se puede medir por una parte el alargamiento de flexión de la fibra de tracción más externa de la propia soldadura en una longitud de medida aproximada de  $4 \times 5 = 20$  mm y además el alargamiento de flexión del cordón de soldadura y la zona de transición al material básico.

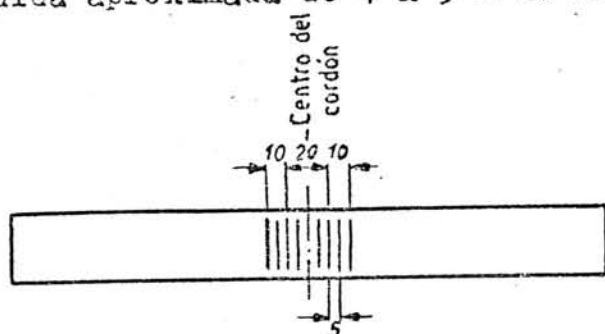


Fig.2. Barreta de doblado con división de las marcas de medida del alargamiento

Se recomienda trazar sobre el centro de la barreta una raya longitudinal fina, cuyas partes a ambos lados de la rotura puedan medirse mejor después del doblado, dando como resultado un error menor grande para la medida del alargamiento que si se mide la anchura de la rotura y se reduce posteriormente.

## 2.5 Informe del ensayo

En el informe del ensayo se indicará, haciendo referencia a esta norma:

Forma del cordón

Dirección del esfuerzo (esfuerzo de tracción en el lado superior o raíz del cordón)

Espesor de la barreta a y anchura de la barreta b

Diámetro del mandrino de flexión

Ángulo de doblado  $\alpha$  después de la descarga hasta con 2% de exactitud, indicando el posible agrietamiento

Alargamiento de flexión redondeado a tantos por ciento enteros (en caso necesario)

## 3 Ensayos especiales

Para los detalles de ensayo de los ensayos especiales en los párrafos 3.1 y 3.2, rigen en sentido análogo las condiciones de ensayo normal según párrafos 2.1 a 2.4.

### 3.1 Ensayo de doblado en caliente

para comprobación de la capacidad de doblado en caliente, cuando los cordones de soldadura se han de recordar o embutir en caliente. La temperatura del ensayo se tomará correspondiente a las prescripciones de construcción en cada caso y se indicará en el informe del ensayo.

continúa

### 3.2 Ensayo de doblado para chapas finas

Para el ensayo de doblado en chapas finas (espesores de chapa inferiores a 5 mm) se recomienda una barreta de doblado redondeada según figura 3. El mandrino de flexión se ahuecará correspondiendo a la figura 4.

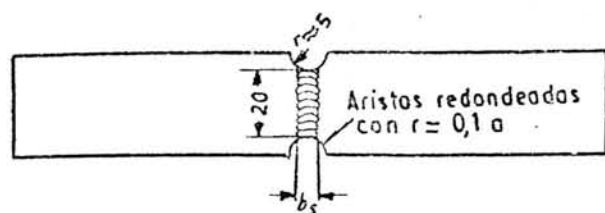


Fig. 3. Barreta de doblado redondeada

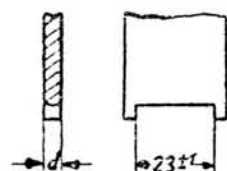


Fig. 4. Mandrino de flexión para la barreta de tracción redondeada

$b_s$  = anchura del cordón de soldadura

$a$  = espesor de la barreta



# Ensayo de flexión por choque con entalladura en soldaduras a tope soldadas por fusión

DIN  
50122

Esta norma contiene sólo los puntos de vista a observar especialmente para la toma de muestras de probetas de flexión al choque con entalladura de soldaduras a tope soldadas por fusión y su ensayo. Por lo demás se observará la DIN 50115, Ensayo de acero y acero moldeado, ensayo de flexión por choque con entalladura.

## 1 Objeto del ensayo

El ensayo sirve para juzgar la resistencia al choque con entalladura en el cordón de soldadura.

## 2 Conceptos

Véase DIN 50115

## 3 Forma de las probetas y toma de muestras

3.1 Por regla general se empleará la probeta DVM (véase DIN 50115, figura 5). Para piezas más delgadas ( $< 10$  mm hasta 6 mm de espesor de chapa) se empleará la probeta DVMK (véase DIN 50115, figura 6). Se observará la DIN 50115, párrafo 4.

3.2 Las probetas se toman transversalmente al cordón de soldadura y se entallan paralelamente a la superficie de la pieza en sentido longitudinal del cordón de soldadura (véase figura). La superficie de corte transversal al cordón se decapará localmente en caso necesario, para que se pueda aplicar correctamente la entalladura.

## 4 Disposición del ensayo y ejecución del ensayo

Véase DIN 50115

## 5 Informe del ensayo

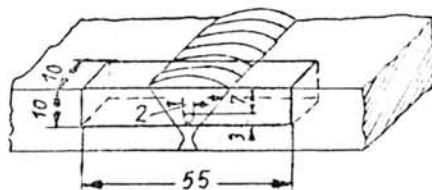
En el informe del ensayo se indicará:

5.1 Forma de la probeta (probeta DVM ó probeta DVMK)

5.2 Resistencia al choque con entalladura  $a_k$  en  $\text{kgm/cm}^2$ , inferior a  $10 \text{ kgm/cm}^2$  redondeada hasta a  $0,1 \text{ kgm/cm}^2$ , superior a  $10 \text{ kgm/cm}^2$  redondeada hasta a  $1 \text{ kgm/cm}^2$ .

Para una probeta que haya sido tirada por los apoyos sin rotura, se recomienda poner el valor  $a_k$  entre paréntesis y designar la probeta como "no rota".

5.3 Para probetas rotas se ha de indicar la clase y alcance de defectos de soldadura posiblemente existentes, como defectos de ligazón, poros, grietas formadas por el calor, inclusiones de escoria, etc.



Posición de la probeta de choque con entalladura

## ENSAIOS MECANICOS

De acordo com o código ASME os ensaios mecânicos necessários para a qualificação do processo de soldadura GMAW com fio fluxado e protecção gasosa, são .

Duas ( 2 ) Tracções transversais .

Duas ( 2 ) Dobragens face

Duas ( 2 ) Dobragens raiz

Uma ( 1 ) Macro dureza, HV 5 .

Seis ( 6 ) Resiliências, quando se qualifica o processo para tal, sendo três resiliências da ZAC e três resiliências do MD

Dado que alguns clientes o exigem nas suas especificações vai-se também realizar :

Uma ( 1 ) Tracção cilíndrica .

De acordo com o mesmo código as propriedades mecânicas exigidas, para os diferentes tipos de fio fluxado são :

### E 70T-1 ; E 71T-1

Tensão de ruptura-----497 MPa  
Tensão de cedência -----414 MPa  
Alongamento ( 50 mm )-----22 %  
Resiliência [ T=-18 C ]-----27 J

### E 70T-5

Tensão de ruptura-----497 MPa  
Tensão de cedência -----414 MPa  
Alongamento ( 50 mm )-----22 %  
Resiliência [ T=-29 C ]-----27 J

## ENSAIOS MECANICOS REALIZADOS

### ENSAIO DE TRACCAO

Uma traccao transversal

### ENSAIO DE DOBRAGEM

Uma dobragem face

Uma dobragem raiz

### ENSAIO DE RESILIENCIA

Nove resiliencias , sendo :

Tres na zona afectada (ZA)

Tres no cordao de soldadura (CS)

Tres na chapa (CH)

### MACRODUREZAS

Uma macrodureza (HV5)

## METAL BASE

A chapa usada tinha as seguintes medidas:

COMP.: 300 mm  
LARG.: 200 mm  
ESP.: 12 mm

CONSTITUICAO : St 37 - 2

## CORDAO DE SOLDADURA

□ cordao usado foi

FIO FLUXADO E 70T-5

com as propriedades mecanicas indicadas  
na norma.



## ENSAIO DE TRACCAO

O ensaio de tracção foi realizado segundo a norma DIN 50120 sendo as medidas do provete, as seguintes :

LT	200 mm
a	19 mm
LM	50 mm
b	14 mm
Alt.	32 mm

Os valores obtidos no ensaio, ou seja, a tensão a que o provete atingiu a ruptura foi :

que corresponde a

9825 kgf

36 kg/mm<sup>2</sup>

valor semelhante ao da tensão de ruptura do material base que é : 37 kg/mm<sup>2</sup>

*ou que faz?*

## ENSAIO DE DOBRAGEM

O ensaio de dobragem foi realizado segundo a norma DIN 50121 sendo as medidas dos provetes, as seguintes :

Provete 1 (mm)		Provete 2 (mm)	
LT	200	LT	200
ESP.	10	ESP.	10
Alt.	37	Alt.	37

Analisando os provetes após os ensaios podemos verificar que aqueles não apresentam fissuras visíveis sendo por isso considerados positivos os resultados obtidos nestes ensaios.

## ENSAIO DE RESILIENCIA

O ensaio de resiliencia foi realizado segundo a norma DIN 50122 sendo as medidas dos provetes, as seguintes :

PROVETES(mm)	
LARG.	9
ALT.	9
ENTALHE	8
COMP.	55

O ensaio foi realizado utilizando valores de energia na ordem dos 160 Joules .

Esses valores foram insuficientes para podermos avaliar qual a energia absorvida pelos provetes para atingirem a ruptura.

No caso de podermos fazer outros ensaios os valores de energia a utilizar deveriam ser da ordem dos 300 Joules.

De qualquer forma apresento os valores de energia absorvida pelos provetes

PROVETES	1	2	3
CS	**	127.48	127.48
ZA	**	**	**
CH	**	**	**

\*\* —>

PROVETES NAO ATINGIRAM A RUPTURA