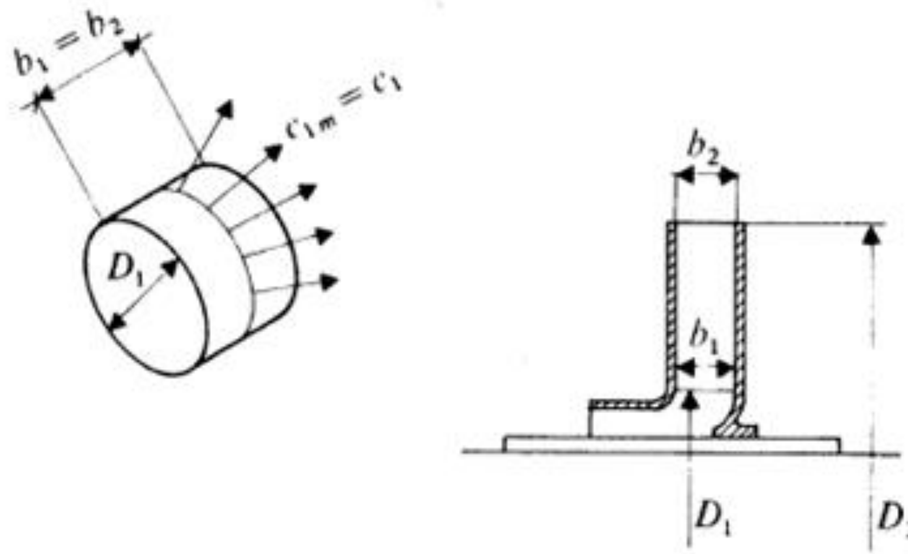
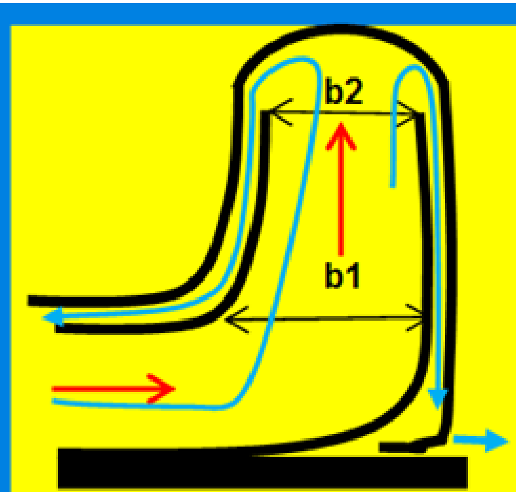
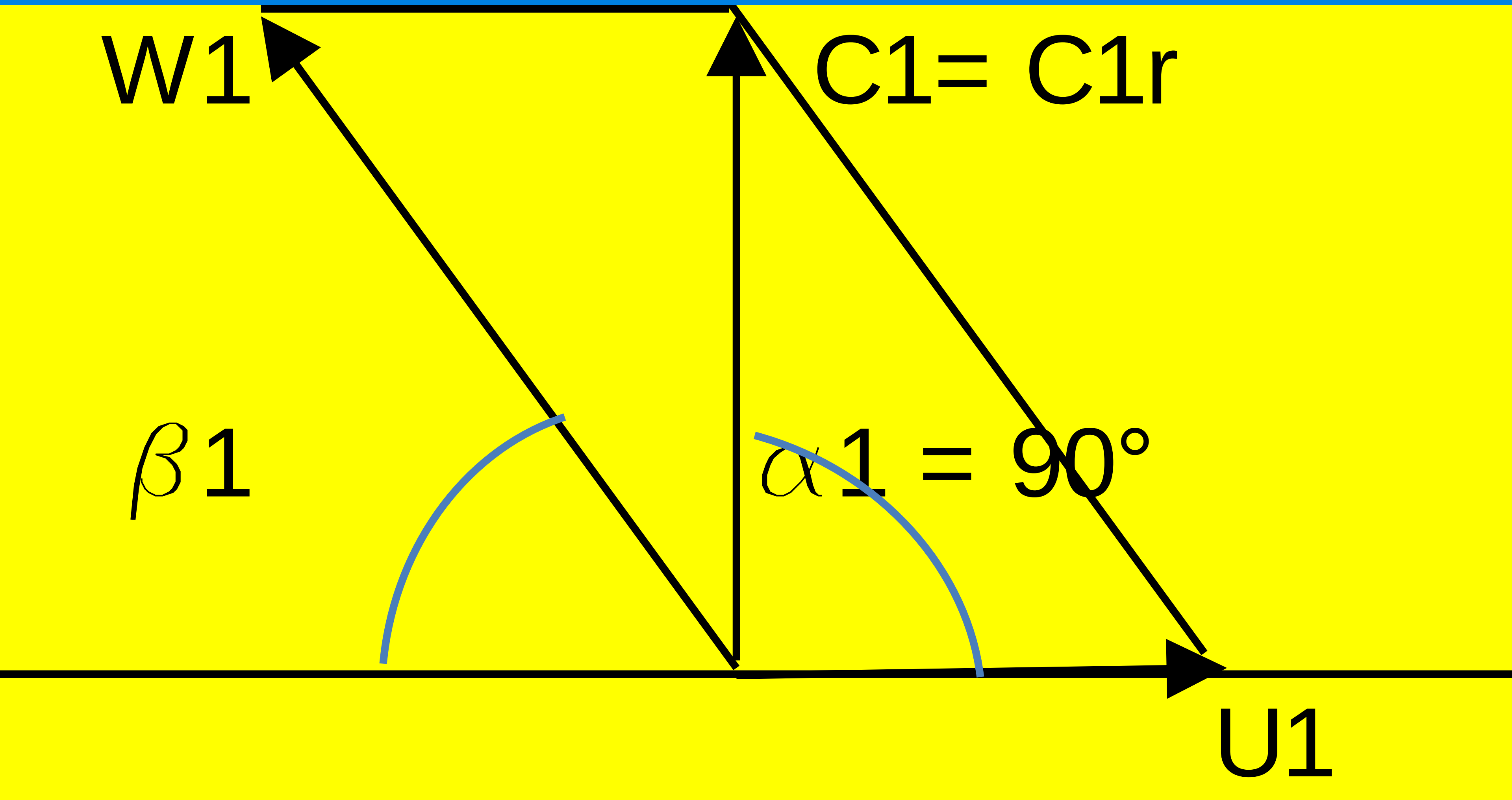
Una bomba centrífuga que produce un caudal de agua de 300 m^3/h tiene las caracterísicas enunciadas abajo. Calcular las rpm, altura que da la bomba, potencia, altura dinámica del rodete y grado de reacción



PROB. 19-2, 1



Q =				0.1 m/seg	
Q =	330	m3/h		mm	m
D1=	150	mm	r1 =	75	0.075
D2/D1 =	3		r2 =	225	0.225
b1 =	40	mm	b1 =	40	0.04
b2/b1 =	0.5		b2 =	20	0.02
β1 =	60	grados			
β2 =	40	grados			
Radial	Sin pérdida	Infinito N° álabes		rend =	0.78
α1 =	90	grados			
Δh =	0				
ω =	cte	$\omega = 2\pi$ n /60 [rad/s]			
ω =	37.4				



Q = C1r(Cm1) * 2 *π *r1 *b

$$U1 = \omega\ r1 = 2\pi\ n/60\ r1$$

$$C1r = U1\ tg\ \beta 1$$

$$tg\ \beta 1 = C_{1r} / U1$$

$$Q = C_{1r}\ 2\pi r1\ b$$

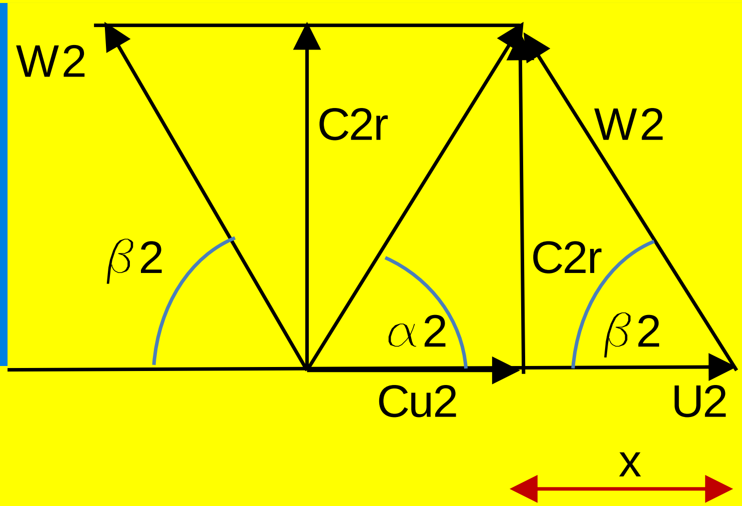
$$330\ m3/h = C1r\ 2\ 3.14\ 0.075\ m\ \ 0.04\ m$$

C1r	=	292	m/min	4.87	m/s
U1	=	$C1r / tg\beta 1$		2.81	m/s
W1	=	C1r / sen60		5.62	m/s

$$n = U1 * 30/3.14/r1$$

$$n = 358\ \text{rpm}$$

$C2r = Q \ / \ 2\pi \ r2 \ b2$	3.24	m/s
$W2 = C2r / sen\beta 2$	5.05	m/s
$U2 = U1 * r2/r1$	8.43	m/s
$U2 = \omega \ r2 = 2\pi \ n/60 \ \ r2$	8.42	m/s
$Cu2 = U2 - W2 \cos 40$	4.56	m/s



De otra forma:

$Ht = U2 \ Cu2 / g$

$Cu2 = U2 - x$

$Cu2 = U2 - C2r \ / \ tg\beta 2$	4.56	m/s
$C2 = (Cu2^2 + Cm2^2)$^.5	5.60	m/s
$tg\ \alpha 2 = Cr2/Cu2 =$	0.711	45.34

Altura total que alcanzará el chorro libre

Ht máx: no hay tubería de impulsión.

Ht = Cu2 * U2 /g = 3.9 m

Potencia comunicada a la bba N= 5.2 CV

Par motor:

C= γ Q/g Cu2 r2 = 9.60 Kg m

N = C ω = C U1/r1 = 359.6 Kg m 4.80 CV

Par motor:

C= γ Q/g Cu2 r2 = 9.60 Kg m

N = C ω = C U1/r1 = 359.6 Kg m 4.80 CV

Ht - Δi= Ht * rend = 3.06 m **(3.9 - 0.862) m 3.06** m

Δi = Ht - Hm = Ht (1-ηm) = 0.862 ηman = Hm/Ht

$Ht = (C2^2/2g + P2/\gamma + r2) - (C1^2/2g + P1/\gamma + r1) + h1 =$ 3.9 m

Ht = (5.6^2/2 9.8 + P2/g + 0.225) - (4.87^2/2 9.8 + P1/g + 0.075) = 3.9

Ht = 1.823693918 1.28282777 0.54086615

C1 = C1r = 4.87 m/s C2 = 5.60 m/s

$P2-P1/\gamma$ = 3.4 m

ρ = 86.2 % grado de reación

Ht: generada por la bomba para infinito número de álabes.

$Hm = Ht - \sum$ hpint (no las dan)

Cálculo de $\alpha 2$:

tg $\alpha 2$= C2r/Cu2 $\alpha 2$=

Cálculo de N:

$N = Q(m3/s)\ \gamma\ (kgf/m3)\ Ht(m)/75\ \eta$ [CV]

Alturas dinámica y de presión. Grado de Reacción

C1 coincide con C1r y Cu1 =0 porque es C1cos $\alpha 1$(90°).

C1r = U1 tg $\beta 1$ = C1 La entrada al álabe es radial

$C2 = (C2r^2 + Cu2^2)^{1/2}$

Aplicando Bernoulli a la salida y a la entrada del rodete:

$P1/\gamma + Z1 + C1^2/2g + Ht = P2/\gamma + Z2 + C2^2/2g$ **Aproximadamente Z1=Z2**

$(P2 - P1)/\gamma = (C1^2 - C2^2)/2g + Ht = Hpinf$

$\rho inf = Hpinf / Htinf = 1 - Hdinf/Htinf$

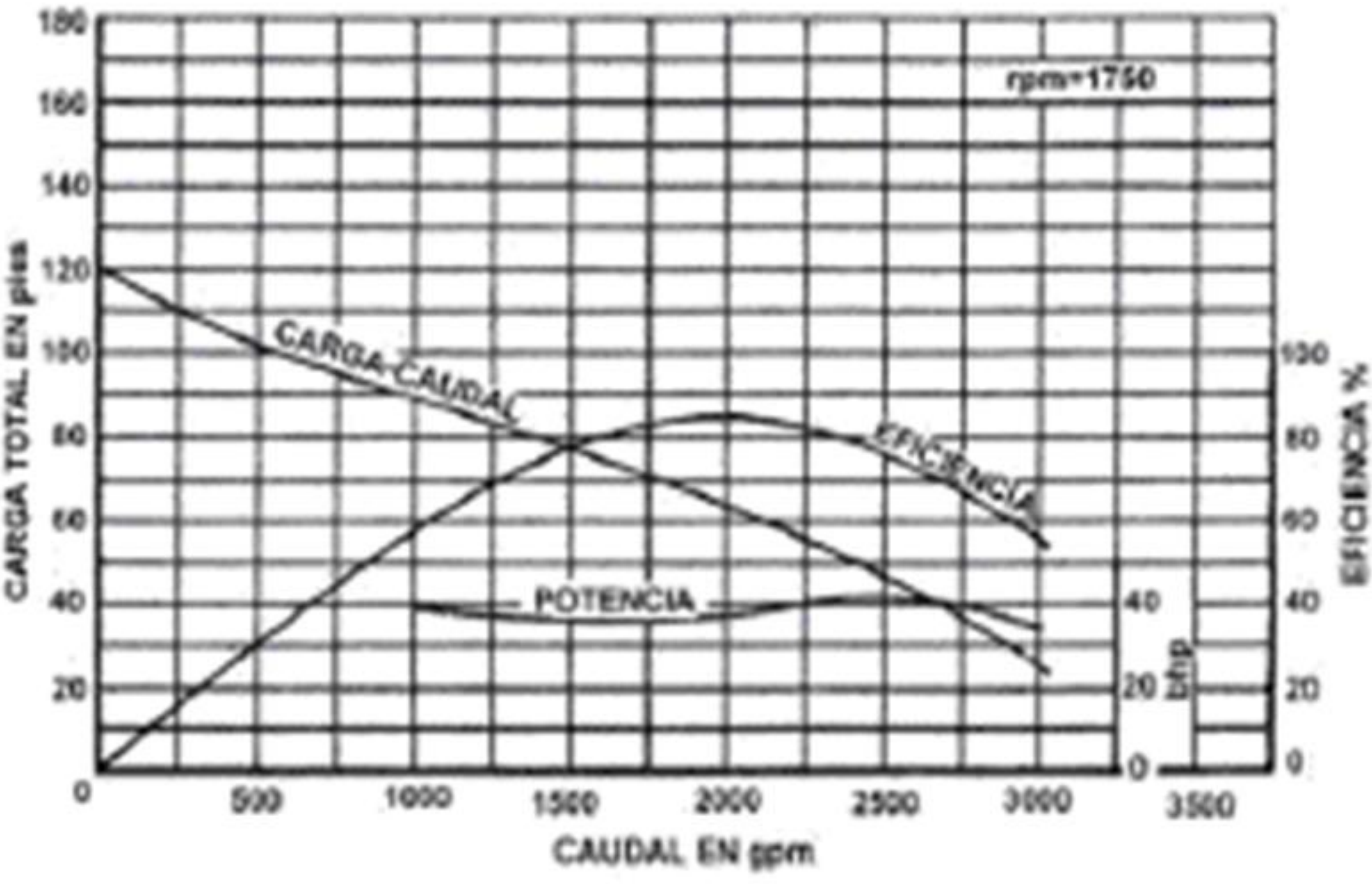
$Htinf = Hpinf + Hdinf$

$Hdinf = (C2^2 - C1^2) / 2g$

$Htinf = Hdinf + Hpinf$

$Hpinf = (P2 - P1) / \gamma = U2^2 - U1^2 / 2g + W1^2 - W2^2 / 2g$

Suponga que la bomba para lo cual se muestran los datos de funcionamiento en la figura fuera a operar a una velocidad de rotación de 1750 rpm y que el diámetroo del impulsor fuera de 13 ". Determinar la altura que resultaría en un caudal de 1500 gal/min y la potencia requerida para alimentar la bomba. Calcule el funcionamiento a 1250 rpm (caudal, altura y potencia).



n=	1750 rpm
Dimp=	13"
Q=	1500 gal/min
n=	1250 rpm

Según curvas características:

N=	38 HP
Eficiencia	78 %
H=	78 pies

$N = \gamma\ Q\ H\ /75\eta \quad [CV]$ $\quad \gamma$ (Kgf/m3) H (m); Q(m3/s)

$Q_1/Q_2 = n1/n2\ \ D1^3/D2^3$

$H1/H2 = n1^2/n2^2\ \ D1^2/D2^2$

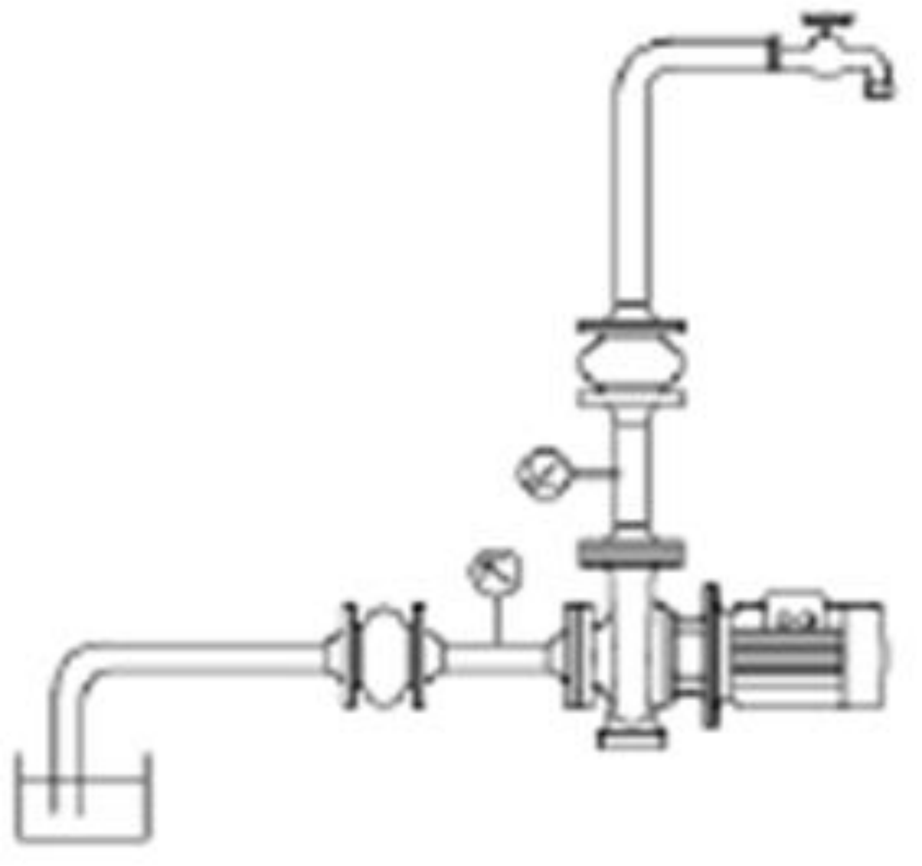
$N1/N2 = n1^3/n2^3\ \ D1^5/D2^5$

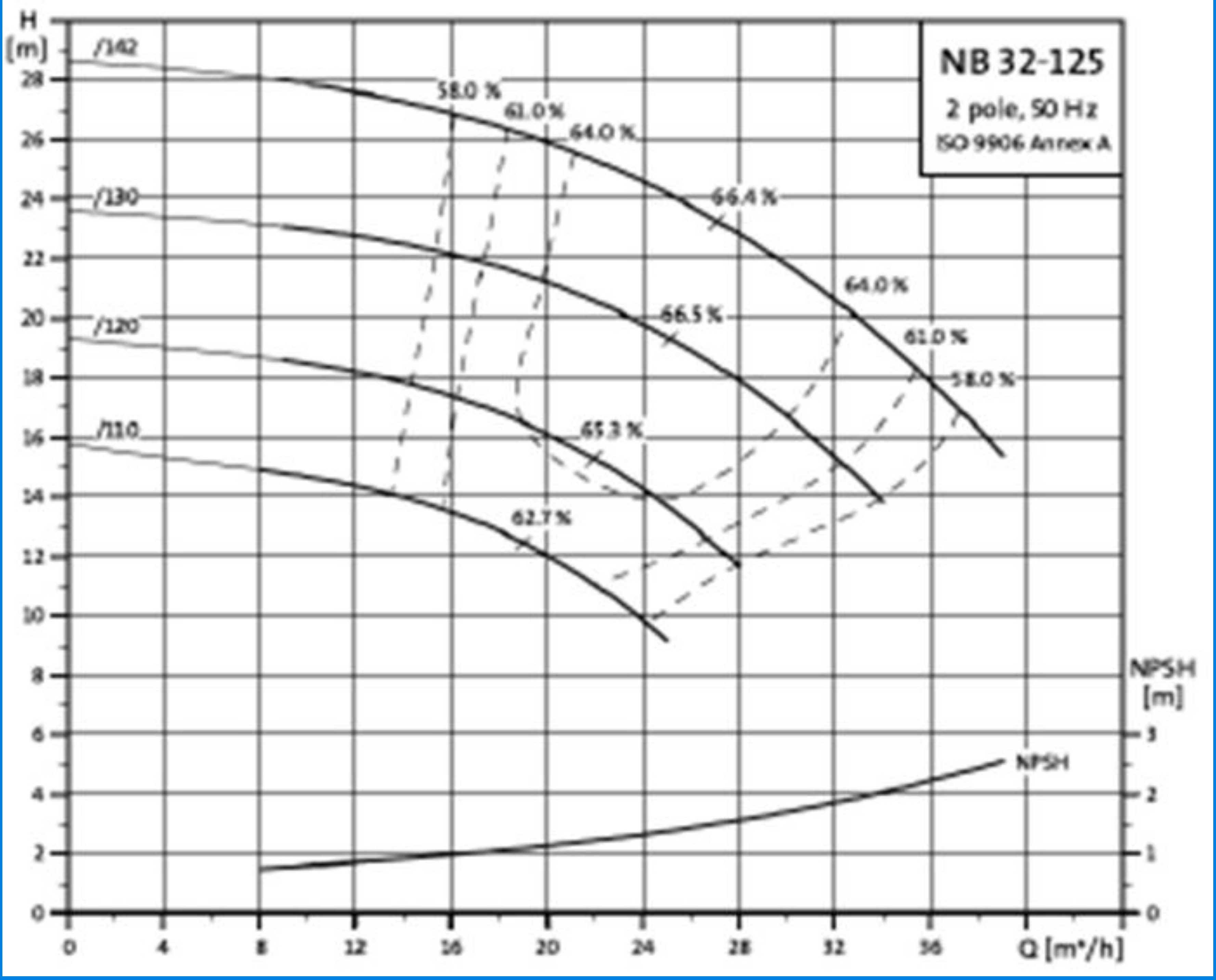
Para la instalación esquematizada, calcular:

a) Curva característica de la instalación

b) Seleccionar la bomba más adecuada

c) Altura máxima entre el tanque de aspiración y la brida de aspiración para que no se produzca cavitación en la bomba.





NB 32-125
2 pole, 50 Hz
ISO 9906 Annex A
H
[m]
/142
/130
/120
/110
58.0 %
61.0 %
64.0 %
66.4 %
66.5 %
65.3 %
62.7 %
64.0 %
61.0 %
58.0 %
NPSH
NPSH
[m]
Q [m³/h]

Datos

Caudal deseado: 24 m3/h

Delta z= 12.5 m

Fluido: agua a 20°C

Cañería de acero comercial (e= 0.003 cm)

Diámetro = 3 # (schedule 40)

Longitud de aspiración 25 m

Longitud de impulsión 125

Longitudes equivalentes para los accesorios:

Válvula de pie = 25 m

Codo 90° = 5 m

Junta de dilatación (1 aspiración y 5 m

Asumir f cte al caudal deseado

Agua a 20° C

Q =	24 m3/h	0.0067	m3/s
Δz (Ho) =	12.5 m		

Cañería acero comercial Sch. 40

e(espesor) 0.003 cm no usado

D =	**3**	**in**	**0.0762**	**m**
L asp=	**25**	**m**		
Limp =	**125**	**m**		
Leq acc :				
Vpie =	**25**	**m**		
Codo 90°=	**5**	**m**		
Junta dilatac.(1asp y 1 i	**5**	**m**		

f = cte a Qdeseado

Del Diagrama:

para Q=24 m3/h

NPSH=ANPA=	1.2	m	requerido por fabricante
PME :			
H =	18	m	
Rend =	66.5	%	

$$Hm = (P''-P')/\gamma + Ho\,(\Delta z) + \sum hl(asp+imp)$$

$\Delta h(asp+imp) = f\ Lt/d\ \ V^2/2g$

$Q = A\ V$	$V = Q/A$	A=	0.00456	m2
V=	1.46	m/s		

$Re = V\ D/\nu$

ν agua =	1.007E-06	m^2/s (20°C)
Re =	1.107E+05	

Para acero comercial, 3" Diagrama auxiliar:

K/D =	0.0006	
f=	0.021	(0.017 turbulento)
Lt = Leacc+ Ltr =	185	m
Leacc=	35	m
Ltr=	150	m
Δh(asp+imp)=	5.56	m

P" = P´= Patm ΔP = 0

Hm = Ho (Δz) + $\sum$hl(asp+imp) = 18.06 m

Ho= 12.5 m para Q=0

$$Hm = f\ Lt/D\ \ 8Q^2/\pi^2 g\ \ +12.5$$

Se va aumentando desde cero el Q y se van calculando las pérdidas y la Hm para cada caudal y se grafican. Se selecciona.

Pérdidas en la aspiración:

1 codo; 1 Vpie; 1junta 32.5 m

Leacc= 32.5 m

f = 0.021

D = 0.0762 m

Lt = Leacc+ Ltr = 57.5 m

Δh asp = 0.75 m

$$H_{asp\ máx} = P'(atm)/\gamma - Pvap/\gamma - Ve2/2g - hpasp - \Delta h(requerida)$$

760 mm Hg 10.33 mca

17.546 mmHg 0.238 mca = Pv agua a 20°C

	10.33	mca	Patm
	0.24	mca	Pvagua 20°C Mott p. 413
	0.11	mca	Velocidad (V2/2g)
	0.75	mca	Pérd. Asp
	1.2	mca	NPSH requerido (fabricante), perdidas bba
Hasp máx=	8.03	mca	

Una bomba centrífuga tiene para n = 1500 rpm la siguiente curva característica: $Hm = 150\text{-}275\ q^2$, donde q está expresada en m^3/seg y envía agua desde un depósito inferior a otro superior colocado a 125 m de altura a través de una tubería de impulsión, cuya curva característica es $\Delta e = 20q^2$(sistema)

Determinar:

a) El caudal que se puede enviar desde un punto a otro, y potencia que debe desarrollar la bomba si su rendimiento es del 75%

γ agua =	1000	Kgf/m^3
n =	1500	rpm
$Hm = 150\text{-}275\ Q^2$		Q[m3/s]
$H0(\Delta z) =$	125	m

$$\Delta e = 20\ Q^2 \text{ (sistema)}$$

$$\eta = 0.75$$

$Hm = Ho + \sum hl(asp+imp)$ $P1 = P2 = Patm$

$Hm = 125 + 20\ Q^2$ Pérdidas en el sistema

Punto de funcionamiento

$150 - 275\ Q^2 = 125 + 20\ Q^2$

$150 - 125 = (20+275) Q^2$ $Q =$ 0.291 m3/s

$Hm = 125 + 20\ (0.291)^2 =$ 126.7 m

Pérdida de carga en la cañería = 126.7 -125 m= 1.7 m

$\Delta e = 20\ Q^2 =$ 1.7 m

$N = Q(m3/s)\ \gamma\ (kgf/m3)\ Ht(m)/75\ \eta$ [CV] 0.736Kw = 75 kgm/s

N = 655.69 [CV]

N = 482.58 Kw

b) Número de rpm a aplicar a la bba para incrementar el caudal enviado al triple del anteriormente hallado, a través de la misma tubería. El nuevo punto de funcionamiento es:

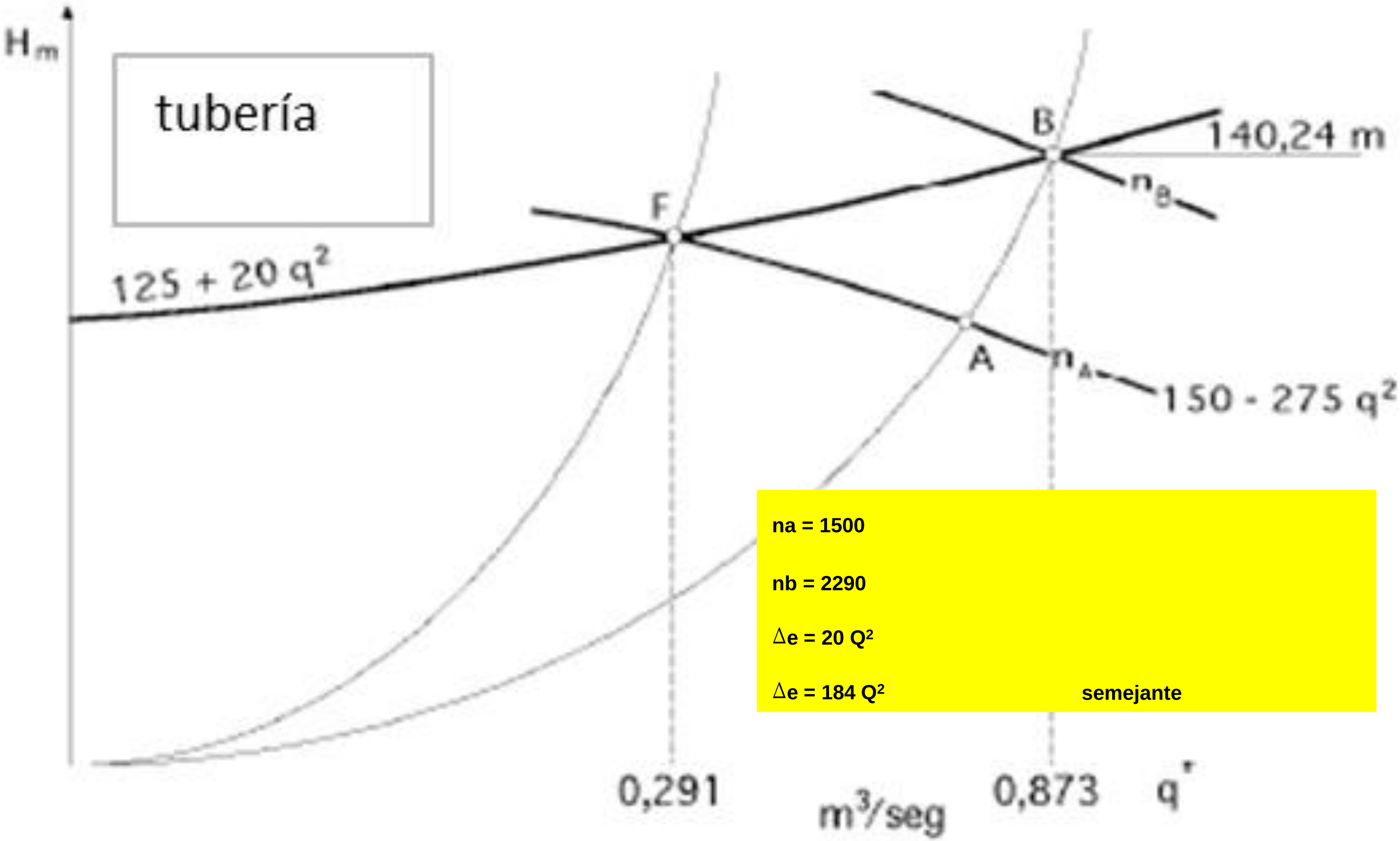
Qb = 0.873 m3/s **Las mismas pérdidas de carga del sistema**

$$Hmb = 125 + 20\,Q^2 = 125 + (20 * 0.873^2)$$

$$Hmb = 140.25 \text{ m}$$

Parábola de regímenes semejantes que pasa por B

$$Hm = Hmb/Qb^2 * Q^2 = 140.24/0.873^2 * Q^2 = 184\,Q^2$$



na = 1500

nb = 2290

$\Delta e = 20\ Q^2$

$\Delta e = 184\ Q^2$ semejante

El punto A de intersección de la parábola de regímenes semejantes con la curva característica de "n" rpm es:

$$184\ Qa^2 = 150 - 275\ Qa^2$$

$$Qa = \quad 0.572\ m3/s$$

$$Hma = 184.01 * 0.572^2 = 60.133\ m$$

N° de rpm buscado:

$$nb/na = (Hmb/Hma)^{0.5}$$

$$nb = 1500\ (140.24/60.33)^{0.5} = \quad 2290 \quad rpm$$

c) tres bbas a 1500 rpm manteniendo la misma tubería de impulsión entre los depósitos:

1 bba Hm = 150 - 275 Q^2

Tres bbas serie: Hm3 = 3*Hm y Q3bbas = Q

Hm3/3 = 150-275 $Q3^2$

Hm3 = 450-825 $Q3^2$

Punto de funcionamiento:

125+20Q2= 450-825 Q^2 **450-125=(20+825) Q^2**

Q= 0.62 m3/s

H=450- (825*0.62^2) = 132.69 m

Una bomba centrífuga bombea agua a 20°C :

n =	900	rpm				
r1 =	7.62	cm	0.0762	m		
r2 =	15.24	cm	0.1524	m		
b =	5.08	cm	0.0508	m		
β 1 =	25	°	0.0174444		tg β 1 =	0.4660
β 2 =	15	°	0.0174444		tg β 2 =	0.2678
γ agua =	1000	Kgf/m3				

a) Caudal entregado por la bomba

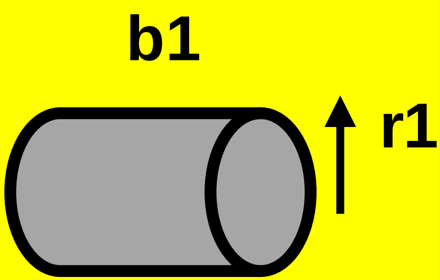
b) Energía específica generada por la bomba

c) Energía transmitida al fluido

d) Potencia requerida por la bomba en CV

e) calcular el aumento de presión en el impulsor

Caudal entregado por la bomba:



$Q = C1r_{(Cm1)} * 2 * \pi * r1 * b1 = V\ A$

Consideramos b1 = b2 (espesor del álabe cte)

$\omega = 2 \pi\ n /60$ [rad/s]

$U1 = \omega\ r1 = 2 \pi\ n /60\ r1$

$C1r = u1\ \ tg\ \beta 1$

ω =	94.2	rad/s			
U1 =	7.18	m/s	U2 =	14.36	m/s
C1r =	3.35	m/s	$C1 = Q / 2 \pi\ r1\ b$		
C1=	3.35	m/s			
Q =	0.0813	m3/s			

Energía específica de la bomba Ht:
(altura teórica para infinito número de álabes)

Es el incremento de energía por unidad de peso que experimenta el fluido en la bomba

Para flujo radial:

$Ht = U2\ Cu2/g$

$Cu2 = U2 - x$

$x = C2r / tg\ \beta 2$

$C2r = Q/2\pi\ r2\ b$

C2r =	1.67	m/s
x =	6.25	
Cu2 =	8.11	m/s
Ht =	11.9	m

$C_2 = (Cr2^2 + Cu2^2)^{0.5}$

$C_2 =$ 8.28 m/s

$\alpha 2 =$ tg Cm2/Cu2 0.21

$\alpha 2 =$ 0.21 $\alpha 2 =$ 11.99 °

Energía transmitida al fluido:

Es la altura teórica menos las pérdidas en la bomba

Hreal = Ht/η

Potencia requerida por la bomba:

N= Q(m3/s) γ (kgf/m3) Ht(m)/75 η [CV] η = 0.64

N= 20.13 [CV]

Aumento de presión en el impulsor:

Aplicando Bernoulli a la entrada y a la salida del álabe.

$$Pe/\gamma + Ve^2/2g + Ze + Ht = Ps/\gamma + Vs^2/2g + Zs \qquad Ze=Zs \text{ aprox.}$$

$$(Ps-Pe)/\gamma = (Ve^2 - Vs^2)/2g + Ht$$

$C1^2 - C2^2 =$	-57.39	-2.92	8.96	0.90	Kg/cm2

$\Delta P =$ 0.90 Kg/cm2

Una bomba de agua que suministra un caudal de 1200 m3/h tiene una tubería de asiración de diámetro Dasp= 16", y una tubería de impulsiópn de Dimp = 15". El manómetro conectado en la tubería de aspiración situado 60 mm debajo del eje e la bomba marca una presión de entrada de Pent = 2 mca, cuando el sistema está bajo presión atmosférica. El manómetro situado 500 mm por sobre el eje de la bomba marca una presión de salida de Psal = 12 mca.

Calcular la altura manométrica que entrega la bomba (altura real (útil) de elevación de la bomba)

Q =	1200	m3/h
$Ve = Q/Ae = 4\,Q/De^2\pi$ =	2.57	m/s
$Vs = Q/As = 4\,Q/Ds^2\pi$ =	2.93	m/s
D imp= 15" =	0.381	m
Dasp= 16" =	0.406	m
Q = 1200 m3/h =	0.33	m3/s
Pent =	-2	mca
Psal =	12	mca
Zs =	0.5	m
Ze =	-0.06	m

Aplicando Bernoulli entre la entrada y la salida

$$Pe/\gamma + Ve^2/2g + Ze + Hm = Ps/\gamma + Vs^2/2g + Zs$$

$$Hm = (Ps - Pe)/\gamma \quad + (Vs^2 - Ve^{2)}/2g + (Zs - Ze)$$

(Ps-Pe)/g =	14	mca
(Vs2 - Ve2)/ 2g=	0.099	mca
(Zs - Ze) =	0.56	mca
Hm =	14.66	mca

Hm = H de presión +H dinámica + desnivel geodésico

Considerar que el vacuómetro en la parte inferior marca menos 2 mca. El NR está en el eje de la bomba. El cero es la Patm.

Una bomba centrífuga en que no se consideran las pérdidas ni se tienen en cuenta el estrechamiento del flujo producido por el espesor de los álabes, tiene las dimensiones especificadas abajo. El fluido es agua. La entrada en los álabes es radial.

Calcular:

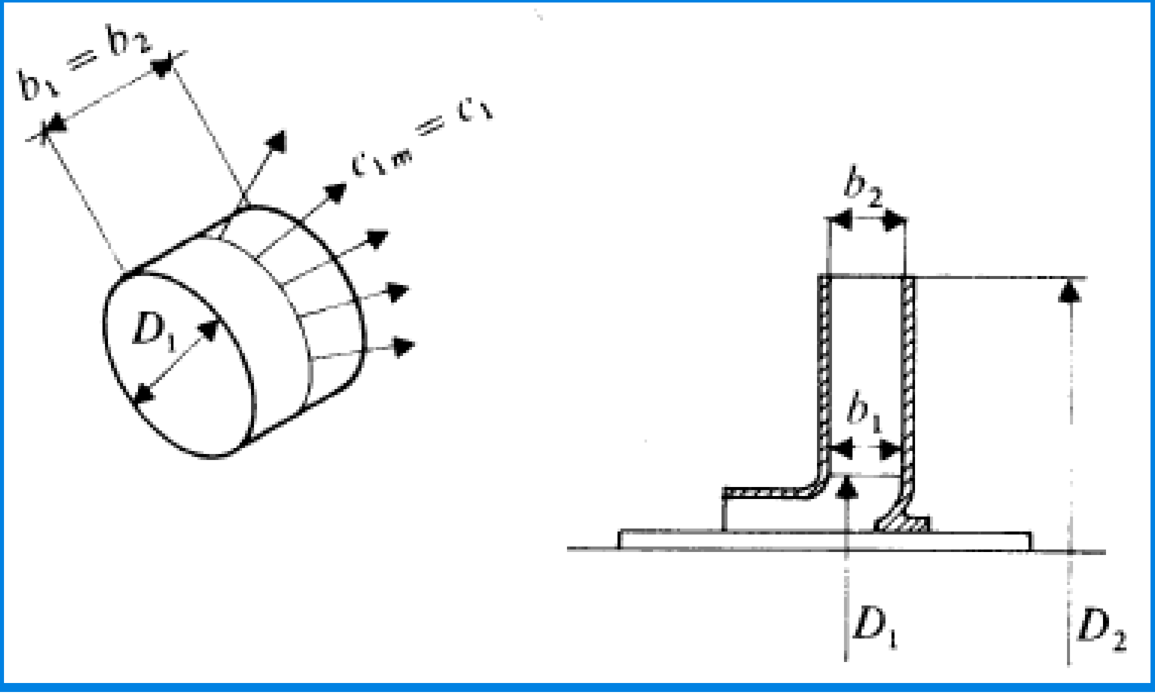
Caudal

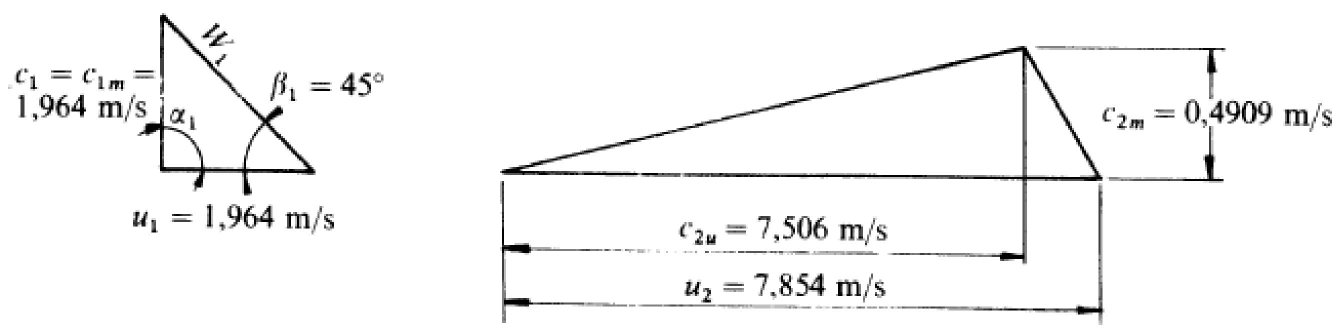
Altura de la bomba

Par transmitido por el rodete al fluido

Potencia de accionamiento

El caudal de una bomba en régimen permanente es el mismo en cualquier sección de la bomba (Ec. continuidad) la sección de entrada en los álabes del rodete es la superficie lateral de un cilindro, si no se tiene en cuenta el espesor de los álabes, y la velocidad normal a dicha sección es la componente radial C1m=C1 (entrada de la corriente radial)





b) Si no hay pérdidas

$$H_{r-\text{int}} = 0$$

y según las Ecs. (19-4) y 19-3)

$$H = H_u = \frac{u_2 c_{2u} - u_1 c_{1u}}{g} = \frac{u_2 c_{2u}}{g}$$

D1 =	75	mm	r1=	0.038 m
D2 =	300	mm	r2=	0.150 m
b1 =b2 =	50	mm	b=	0.050 m
β 1 =	45	0.785	tg β 1 =	1.00
β 2 =	60	1.047	tg β 2 =	1.73
n =	500	rpm		
γ agua =	1000	Kgf/m3	radial	

$Q = 2\pi$ r1 C1m b1

U1 = ω r1 = 2π n /60 r1

U1 = 1.96 m/s

C1m = U1 tg 45° = U1*1 = 1.96 m/s

Q = 0.023 m3/s

Hrint = 0

Ht =	$U_2\ C_{u2}\ /g$		
U2 =	$\omega\ r_2 = 2\pi\ n/60\ \ r_2 =$	7.85	m/s
Cu2 =	$U_2 - C_{2r}/tg\beta_2 =$	7.57	m/s
C2r =	$Q\ /\ 2\pi\ r_2\ b =$	0.49	m/s
Ht =		6.05	m

Par transmitido por el rodete al fluido

$M = \rho\ Q(C_{u2}\ r_2 - C_{u1}\ r_1)$

M = 26.23 N m

Si el rendimiento es 1

$N = \gamma\ \ Q\ H_t$	1,371.15	W	1.37	Kw
	18.30	CV		

1.- Una bomba centrífuga tiene un rodete de dimensiones: $r_1 = 75$ mm; $r_2 = 200$ mm ; $\beta_1 = 50^o$; $\beta_2 = 40^o$

La anchura del rodete a la entrada es, $b_1 = 40$ mm y a la salida, $b_2 = 20$ mm

Se puede suponer que funciona en condiciones de rendimiento máximo

Rendimiento manométrico, 0,78

Determinar, para un caudal $q = 0,1\ m^3/seg$ lo siguiente:

a) Los triángulos de velocidades; número de r.p.m. a que girará la bomba

b) La altura total que se alcanzará a chorro libre

c) El par motor y potencia comunicada al líquido

d1) Las pérdidas internas y elevación de la presión al pasar el agua por el rodete, en el supuesto de que las pérdidas en el mismo son nulas

d2) Las pérdidas internas y elevación de la presión al pasar el agua por el rodete, en el supuesto de que las pérdidas en el mismo son un 40% de las totales ; rendimiento de la voluta

e) Curva característica

RESOLUCIÓN

a) Triángulos de velocidades

Entrada: Como: $\vec{c_1} \perp \vec{u_1}$, por ser $c_1 = c_{1m}$, el agua penetra $\perp$ a $\vec{u_1}$; $\alpha_1 = 90°$

$$c_1 = c_{1m} = \frac{q}{2\pi r_1 b_1} = \frac{0{,}1 \ m^3/seg}{2\pi \times 0{,}075 \ m \times 40.10^{-3} \ m} = 5{,}305 \ m/seg$$

$$\frac{c_1}{u_1} = \frac{w_1 \ sen \ \beta_1}{w_1 \cos \beta_1} = tg \ \beta_1 \quad \Rightarrow \quad u_1 = \frac{c_1}{tg \ \beta_1} = \frac{5{,}305}{tg \ 50} = 4{,}45 \ m/seg \quad ; \quad w_1 = \frac{c_{1m}}{sen \ \beta_1} = \frac{5{,}305}{sen \ 50°} = 6{,}925 \ m/seg$$

N º de revoluciones por minuto: $n = \frac{30 \ u_1}{\pi \ r_1} = \frac{30 \times 4{,}45}{\pi \times 0{,}075} = 566{,}6$

Salida: $c_{2m} = \frac{q}{2\pi r_2 b_2} = \frac{0{,}1}{2\pi \times 0{,}2 \times 0{,}02} = 3{,}978 \ m/seg$

$$c_{2n} = u_2 - w_2 \cos \beta_2 = \left| \begin{array}{l} w_2 = \dfrac{c_{2m}}{sen \ \beta_2} = \dfrac{3{,}978}{sen \ 40} = 6{,}189 \ m/seg \\ u_2 = u_1 \dfrac{r_2}{r_1} = 4{,}45 \ \dfrac{200}{75} = 11{,}87 \ m/seg \end{array} \right| = 11{,}87 - 6{,}189 \cos 40 = 7{,}12 \ \frac{m}{seg}$$

$$c_2 = \sqrt{c_{2m}^2 + c_{2n}^2} = \sqrt{3{,}978^2 + 7{,}12^2} = 8{,}156 \ m/seg$$

$$tg \ \alpha_2 = \frac{c_{2m}}{c_{2n}} = \frac{3{,}978}{7{,}12} = 0{,}5587 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\alpha_2 = 29{,}19°}$$

b) Altura total que se alcanzará a chorro libre: $H_{t(máx)}$ $\Rightarrow$ que no hay tubería de impulsión

$$H_{t(máx)} = \frac{u_2 \ c_{2n}}{g} = \frac{11{,}87 \times 7{,}12}{g} = 8{,}624 \ m$$

c) Par motor: $C = \frac{\gamma \ q}{g} r_2 \ c_{2n} = \frac{1000 \ kg/m^3 \times 0{,}1 \ m^3/seg}{g} \times 0{,}2 \ m \times 7{,}12 \ \frac{m}{seg} = 14{,}53 \ mkg$

Potencia comunicada a la bomba: $N = C \ w = 14{,}53 \ \frac{u_1}{r_1} = 14{,}53 \ (m.Kg) \ \frac{4{,}45}{0{,}075} = 862{,}11 \ Kgm/seg = 11{,}5 \ CV$

Potencia comunicada por la bomba al líquido (en el supuesto de $\eta_{vol} = 1$):

$$N_h = \gamma \ q_1 \ H_t = 1000 \ Kg/m^3 \times 0{,}1 \ m^3/seg \times 8{,}624 \ m = 862{,}4 \ Kgm/seg = 11{,}5 \ CV$$

d1) Pérdidas internas: $\Delta i = H_t - H_m = \left| \eta_{man} = \frac{H_m}{H_t} \right| = H_t (1 - \eta_{man}) = 8{,}624 \times (1 - 0{,}78) = 1{,}897$

Elevación de la presión al pasar el agua por el rodete, si las pérdidas en el mismo son nulas

$$H_m = \left(\frac{c_S^2}{2g} + \frac{p_S}{\gamma} + z_S\right) - \left(\frac{c_E^2}{2g} + \frac{p_E}{\gamma} + z_E\right) = H_t - \Delta i = H_t \eta_{man} = 8{,}624 \times 0{,}78 = 6{,}727 \text{ m}$$

$$H_t = \left(\frac{c_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + r_2\right) - \left(\frac{c_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + r_1\right) + h_r = \left(\frac{8{,}156^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + 0{,}2\right) - \left(\frac{5{,}305^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + 0{,}075\right) + 0 = 8{,}624 \text{ m}$$

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 6{,}54 \text{ m}$$

En el supuesto de considerar que las velocidades c_S y c_E sean iguales, así como z_S y z_E, la altura de presión total creada en la bomba es:

$$\frac{p_S - p_E}{\gamma} = H_{man} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \text{Altura de presión creada en la voluta}$$

La altura de presión creada en la voluta es $= H_{man} - \frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 6{,}727 - 6{,}54 = 0{,}187 \text{ m}$

d2) Elevación de la presión al pasar el agua por el rodete, si las pérdidas en el mismo son un 40% de las totales y rendimiento de la voluta

$$\left(\frac{8{,}156^2}{2\,g} + \frac{p_2}{\gamma} + 0{,}2\right) - \left(\frac{5{,}305^2}{2\,g} + \frac{p_1}{\gamma} + 0{,}075\right) = H_t - h_r = H_t - 0{,}4\,\Delta i = 8{,}624 - (0{,}4 \times 1{,}897) = 7{,}865\ \text{m}$$

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} + (3{,}594 - 1{,}511) = 7{,}865\ \text{m} \Rightarrow \frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 5{,}782\ \text{m.c.a.}\ ;\ \Delta p_{rodete} = 0{,}5782\ \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

En el supuesto de considerar que las velocidades c_S y c_E sean iguales, así como z_S y z_E, se tiene:

$$\text{Altura de presión creada en la voluta} = H_{man} - \frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 6{,}727 - 5{,}782 = 0{,}945\ \text{m}$$

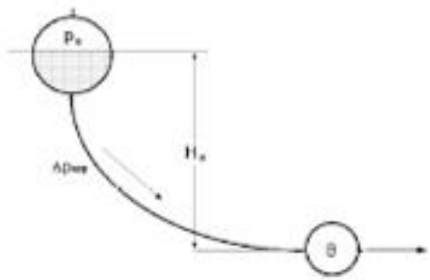
$$\text{Altura dinámica creada en el rodete} = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2\,g} = \frac{8{,}156^2 - 5{,}305^2}{2\,g} = 1{,}958\ \text{m}$$

$$\text{Rendimiento de la voluta} = \frac{H_{p\ voluta}}{H_{d\ rodete}} = \frac{H_{p\ voluta}}{\frac{c_2^2 - c_1^2}{2\,g}} = \frac{0{,}945}{1{,}958} = 0{,}483$$

f) Curva característica: $H_m = A - B\,q - C\,q^2 =$

$$= \left| \begin{array}{l} A = \dfrac{u_2^2}{g} = \dfrac{11{,}87^2}{9{,}8} = 14{,}42 \\ B = \dfrac{u_2 \cot \beta_2}{k_2\, g\, \Omega_2} = \dfrac{u_2 \cot \beta_2}{k_2\, g\, 2 \pi r_2 b_2} = \dfrac{11{,}87 \times \cot 40}{9{,}8 \times 2 \pi \times 0{,}2 \times 0{,}02} = 57{,}43 \\ C\,q^2 = \Delta i = 1{,}897\ \text{m} \Rightarrow C = \dfrac{1{,}897}{q^2} = \dfrac{1{,}897}{0{,}1^2} = 189{,}7 \end{array} \right| = 14{,}42 - 57{,}43\,q - 189{,}7\,q^2$$

$$\text{Comprobación del rendimiento manométrico: } \eta_{man} = \frac{H_m}{H_t} = 1 - \frac{C\,q^2}{A - B\,q} = 1 - \frac{1{,}897}{14{,}42 - (57{,}43 \times 0{,}1)} = 0{,}78$$



15.- Calcular la altura mínima a que hay que colocar el depósito de condensación para un líquido de $\gamma = 1750\ kg/m^3$, siendo el $(NPSH)_r = 7{,}1\ m$, la presión de vapor $p_v = 0{,}28\ kg/cm^2$, y la presión del depósito de condensación $p_a = 10\ m.c.a.$

RESOLUCIÓN

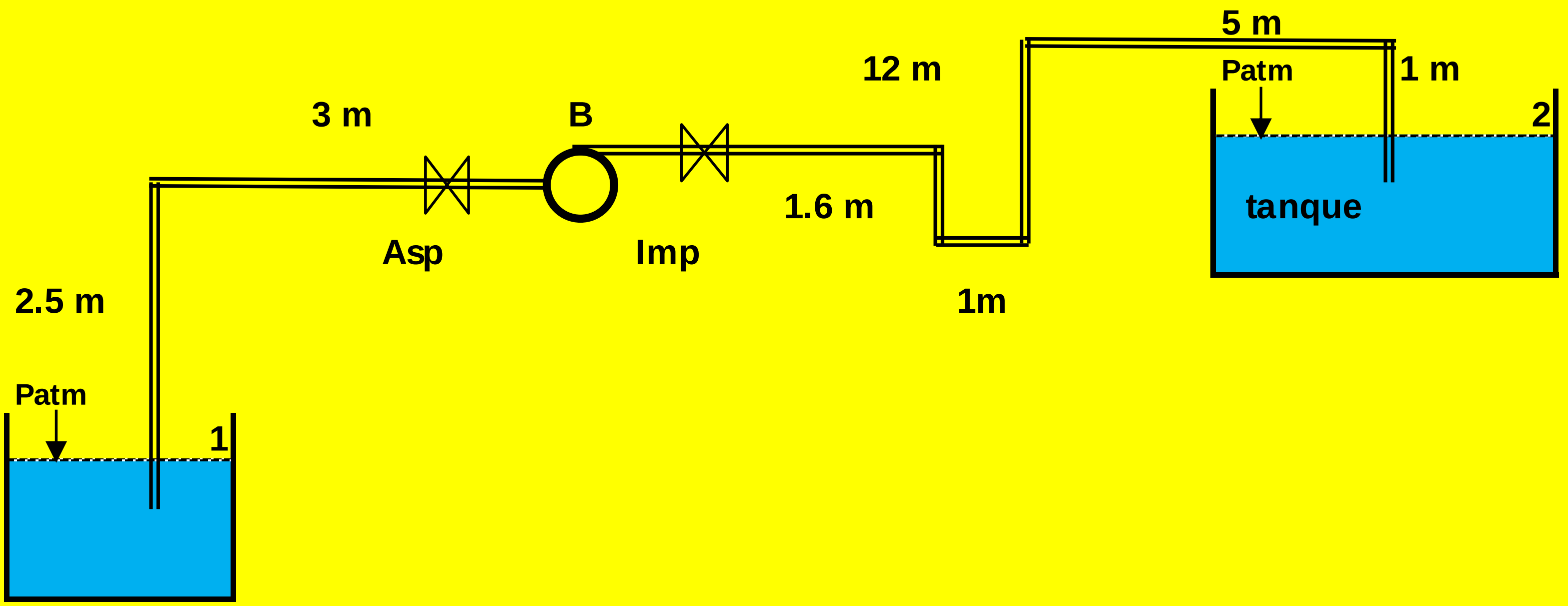
La presión p_a del depósito de condensación es de 10 m.c.a.= 10330 kg/m^2

$$H_a = \frac{p_{dep} - p_v}{\gamma} - \Delta P_{asp} - NPSH_r = \frac{(10330\ -\ 2800)\ kg/m^2}{1750\ kg/m^3} - \Delta P_{asp} - 7{,}1 = -\ 2{,}79\ - \Delta P_{asp}$$

es decir, la altura mínima a la que hay que colocar el depósito de condensación es: $2{,}79 + \Delta P_{asp}$

Calcular la potencia necesaria del motor para el accionamiento de una bomba que bombea un caudal de agua de 100 m3/h según la siguiente instalación.

Q =	**100**	**m3/h**	**0.0278**	**m3/s**



Aplicando Bernoulli entre 1 y B:

$$P_{atm}/\gamma + Z1\ V1^2/2g - H_{1B} = P_{asp}/\gamma + V_{asp}^2/2g + Z_{asp}$$ NR en eje de la bba

$$P_{asp}/\gamma = P_{atm}/\gamma - Z1 - H_{1B} - V_{asp}^2/2g$$ Zasp=0 ; V1 = 0

Pérdidas de carga según D-W:

$$H1B = f\ L_{asp}/D_{asp}\ V_{asp}^2/2g$$ Lasp = Ltr asp + Lea asp

Puedo asumir una velocidad comercial para el transporte de agua:

V =	3	m/s		
A = Q / V =	0.00926	m2	$A = \pi D^2/4$	
D =	0.1086	m	4.28	in

Par tubos de acero comercial ASTM (5"):

Dext =	141.3	mm	e=	6.55	mm
D int =	128.2	mm	Dasp =	0.1282	mm
$A = \pi D^2/4$ =	0.0129	m2			

$V_{asp} = Q/A = 100 m^3/h\ 1h/3600\ s\ 1/0.0129 =$ 2.15 m/s

Para acero comercial del diagrama auxiliar de Moody:

D= 12.8 cm se obtiene:

K/D = 0.0004

ν agua 20°C = 1.007E-06 m2/s

$Re\ asp = V_{asp}/\nu_{asp} =$ 274,101

Del diagrama de Moody:

fasp = 0.025

Longitud equivalente:

Filtro o alcachofa:	**1.9**	**m**
Codo radio largo:	**2.7**	**m**
Válvula compuerta:	**0.9**	**m**
Válvula de pie:	**30**	**m**
	35.5	**m**
Lasp = 2.5+ 3 + 35.5 =	**41**	**m**

H1B = 1.89 m **Pérdidas primarias y secundarias en la aspiración**

$Pasp/\gamma = Patm/\gamma - Z1 - H_{1B} - Vasp^2/2g$

$Pasp/\gamma =$ 1Kgf/cm2 1/998 Kgf m3 10000 cm2/1m2 - 2.5 -1.88 - $(2.152)^2/2$ 9,81

$Pasp/\gamma =$ 5.40 m **debe verificar ser mayor que la tensión de vapor del agua a 20° C que es:**

Mayor que el NPSH requerido **NPSH = ANPA = 1.2 m** **requerido por fabricante**

IMPULSIÖN:

Tomando Bernoulli entre la brida de aspiración y el nivel en el tanque:

$$Pasp/\gamma + Zasp + Vasp^2/2g + H_{bba} - H_{pbba\text{-}2} = Pimp/\gamma + ZB + VB^2/2g \qquad 3$$

energía entregada pérdidas en la impulsión

Asumiendo una velocidad de salida de 3 m/s se obtiene D imp= 0.118 m **4.65 in**

Para tuberías de Sch 40:

Dext 141.3 e= 6.55 D imp = 128.2 mm 0.1282 m

Recalculando la velocidad:

Vimp = 2.152 m/s

f imp = 0.025

Longitud equivalente:

5 codos radio largo = 13.5 m

1 válvula compuerta = 0.9 m

Lacc = 14.4 m

Ltr = 52.2 m

Lt = 66.6 m

Pérdidas en la tubería de impulsión:

H2B = f Limp/Dimp V2imp/2g

H2B = 3.07 m **ZB = 11 m**

De 3:

$HB = Pimp/\gamma + ZB + V^2 imp/g + H_{2B} - V^2 asp/2g - Pasp/g$ **Pimp =patm**

1Kgf/cm2 1/998 m3/Kgf 10000/1Cm2/m2 +11m(ZB)+3.07-(Pasp/g)5.39m

HB = 18.79 m **Vimp = Vasp**

POTENCIA:

$N = \gamma$ q Hb $/\eta$ 75 **γ = 998.23 Kgf/m3** **η= 0.64**

N= 10.85 CV