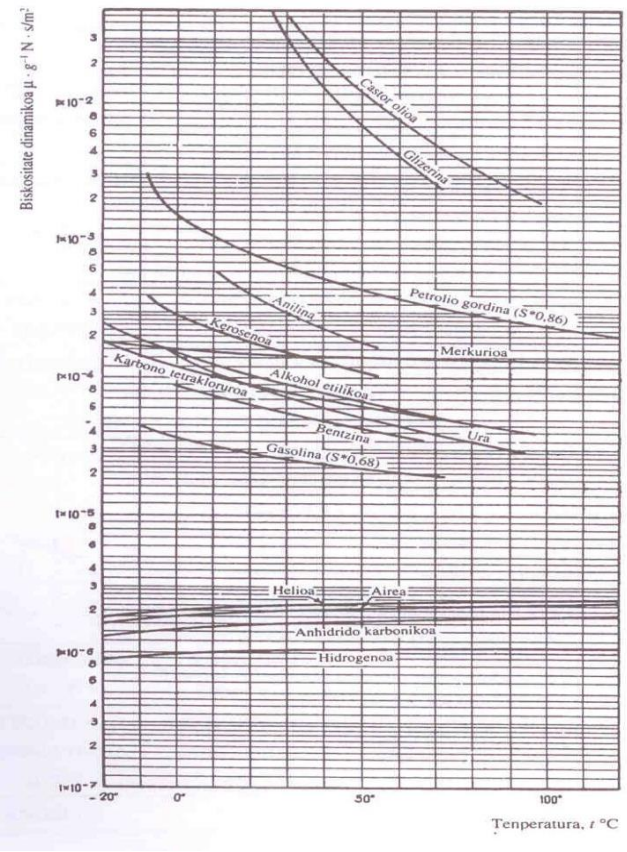
eman ta zabal zazu

Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea



Kuadroak eta Abakoak

(Fluidoen Mekanika eta Hidraulika)

Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoen Mekanika Saila

Gipuzkoako Ingeniaritza Eskola

Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa

Donostia - San Sebastián

Dokumentu hau Fluidoen Mekanika eta Ingeniaritza Hidraulikoa jakintza arloko irakasleek prestatu dute. Zenbait irakasgaitako ariketa praktikoak ebazteko lagungarri diren datuak eskeintzen dira, abako gisa edo tabulaturik.

Hitzaurrean azterketak ondo egiteko zenbait gomendio ematen dira. Abako logaritmikoak nola erabili eta nola interpolatu ere azaltzen da.

Denentzat baliagarria izan dadin espero dugu.

Alberro Eguilegor, Gorka

Almandoz Berrondo, Jabier

Esnaola Aldanondo, Ganix

Garmendia Antín, Maddi

Jimenez Redal, Ruben

Mongelos Oquiñena, Mª Belen

Pellejero Salaberria, Idoya

Aurkibidea **Orria**

Azterketak ondo egiteko azalpenak 1

1 Taula: Unitateen anizkoitz eta azpimultiploen eraketa 5

2 Taula: Gehien erabiltzen diren unitateak Sistema Internazionalean .. 6

3 Taula: Unitate arteko baliokidetasunak 8

4 Abakoa: Zenbait likido eta gasen biskositate dinamikoak 9

5 Abakoa: Zenbait likido eta gasen biskositate zinematikoak 10

6 Taula : Biskositate zinematiko eta bestelako biskositate enpiriko arteko baliokidetasunak 11

7 Taula : Gas arrunten propietateak 15,5° eta presio atmosferikonormalean. 13

8 Taula : Uraren propietate fisikoak presio atmosferikoan 14

9 Taula : Likido arrunten gainazal-tentsioa 20°C-tan dagoen airearekin ukipenean. 15

10 Taula : Uraren gainazal-tentsioa tenperatura ezberdinetan 16

11Taula : Presio-unitateak. 17

12 Taula : Azalera eta bolumenen propietateak 18

13 Abakoa : Abiadura-koefizienteak venturimetroetan 20

14 Abakoa : VDI toberaren C koefizientea..... 21

15 Abakoa : VDI diafragma edo zulogunearen C koefizientea..... 22

16 Taula: Aparatu deprimogenoen diseinurako organigrama 23

17 Taula : Oztopoen araberako erresistentzia-koefiziente tipikoak fluxu bidimentsionalean. 24

18 Taula : Gorputz tridimentsionalen erresistentzia Re $\approx 10^5$ denean. . 27

19 Taula : Helizez funtzionatzen duten aparatuen sailkapena 29

20 Taula: Materialen zimurduren balioak 30

21 Taula: Marruskadura-koefizienteak hodietan 31

22 Abakoa: Moody-ren abakoa 32

Moody-ren abakoan interpolatzeko erak 33

23 Abakoa: Pieza berezien luzera baliokideak 38

24 Taula: Pieza berezietako K igarotze-faktoreak 39

25 Taula: Kalkulu azkarra hodietan Hazen/Williams-en formularen bidez 46

26 Taula: Batazbesteko zimurdura-koefizienteak Manning-en arabera 48

27 Taula: Ebakidura betearekiko sakonera ezberdinetako emari eta abiadurak 49

28 Taula: Ebakidura betearekiko sakonera ezberdinetako emari eta abiadurak 50

AZTERKETAK ONDO EGITEKO AZALPENAK

0.- SARRERA

Esperientziak argi baieztatzen du ikasleek beren ezagupenak azterketetan adierazteko arazo handiak dituztela. Baita horrelako probetatik kanpo ere.

Horren ondorioz beren ezagupenen erakusketa maila apala izaten da. Oroar, duten baino maila kaskarragoa agertzen dute.

Baina beharrezkoa da persona batek ezagupenak bereganatzeaz gain beste pertsonei garbiro adierazteko, idatziz nahiz ahoz, gai izatea.

Azterketen helburua, ikasleek jasotako ezagupenak azalpen batez, gehienetan idatziz, neurtzea da. Beraz, azterketak dira ikasleen adierazpen gaitasunaren erakusgarri.

Ondorengo hitz-lerroetan arazo hauetaz hausnartzen da eta azterketen emaitzak hobetzeko zenbait arau proposatzen dira.

1.- AZTERKETAK EGITEA

Azterketan eginiko galderak hiru multzotan bana daitezke:

- Galdera teorikoak
- Galdera deskribatzaileak
- Ariketak

Galdera teorikoak kontzeptuei buruzkoak dira eta garapen matematikoak ere badituzte.

Galdera hauen erantzuna honela egitura daiteke:

- Galderaren helburua
- Galderaren aurretikoak
- Hasierako hipotesiak
- Erabilitako adierazpenak
- Garapen matematikoa
- Ondorioak
- Lorturiko helburua

Uneoro, baina bereziki ondorioetan gaiaren zati kontzeptuala nabarmenarazi behar da.

Galdera deskribatzaileek gehienetan ez dute garapen matematikorik ezta

justifikaziorik ere. Normalean buruz ikastekoak izaten dira.

Erantzuna honela egitura daiteke:

- Gaien aurkibidea
- Gaiaren sarrera, aurretikoak azalduz.
- Azalpen orokorra
- Partikularra denaren garapena, logikoki antolatua (kronologikoki, posizionalki, sekuentzialki...)
- Ondorioak.

Ariketak galdera praktiko edo aplikaziozkoak dira. Banakako galderetan edo multzo oso baten baitan azal dakizkiguke.

:

- Erabili beharreko prozeduraren azalpena, eragiketak egiaztatu gabe.
- Erabili beharreko adierazpenak
- Ebazpide ordenatua
- Emaitzak nabarmenduta

Edozein kuestio-mota dela ere, ohar hauek kontutan edukitzea komeni da:

- Edozertarako jarraitu beharreko ordena ondorengoa da: hausnartu-ordenatu-egin. Ez da ezer egin behar aldez aurretik pentsatu gabe eta burutu beharrekoa planifikatu gabe.
- Ez da ahaztu behar ingeniariaren hizkuntza marrazketa dela. Oso komenigarria da zenbait azalpen plano, krokis edo eskemen bidez laguntzea.
- Idazketa eta marrazketa arteko beste hizkuntza oso erabilgarria, organigrama, bloke-diagrama edo antzekoen erabilera da. Kontutan izan behar dira batez ere ariketa sekuentzialak edo iteratiboak direnean.
- Ahal denean kuadro sinoptikoak, taulak edo antzeko teknikak erabili behar dira.
- Ariketetan garapen-prozesua arrazoitu behar da. Erabilitako formulak lehendabizi aldagaien menpe adierazi behar dira eta segidan datuak ordezkatuta. Inoiz ezin da zuzeneko emaitzik onartu, dedukzio-prozesurik gabe.
- Ariketetan arreta handia eskeini behar zaie unitateei. Ahal dela Sistema Internazionala (SI) erabili behar da.

- Enuntziatuan aipatzen ez diren datuak, koefizienteak edo parametroak erabiltzen direnean, erabilitako iturria adierazi behar da. Datu hori aukeratzerakoan erizpideren bat segitu bada, azaldu egin behar da.

- Ikasleak emaitza ez-ohikoak lortzen baditu, azpimarratu egin beharko ditu, arrazoituz.

- Ikasleak galdera bakoitza amaitu ondoren irakurri egin behar du ebazpena, akatsak zuzentzeko.

2.- AZTERKETEN AURKEZPENA

Lana azaltzerakoan oso garrantzizkoa da bere aurkezpena.

Ordena, idazkera irakurterreza, garbitasuna, edukien banaketa egokia, … garrantzizkoak dira. Ez da gutxietsi behar azterketetan plantila erabiltzea.

Galderaren erantzuna zabala bada, sail eta azpisailak erabiliko dira.

Ez da ahaztu behar idazkera. Esaldi zuzen eta zentzudunak erabili behar dira. Hobe da sintaxi kartesiarra (subjetua, osagarria, aditza) erabiltzea hiperbatonak erabiltzea baino (egitura sintaktikoaren ordena-aldaketa), argiago eta errazago irakurtzen eta ulertzen baita.

Komenigarria da ideia bakoitza parrafo motz eta argian azaltzea, irakurketa oztopatzen duten parentesirik gabe. Puntu, puntu eta koma eta komak egoki ipini behar dira.

Ortografia zuzen erabiltzea ezinbestekoa da.

1 TAULA

UNITATEEN ANIZKOITZ ETA AZPIMULTIPLOEN ERAKETA.

	BALIOA	AURRIZKIA	IKURRA
ANIZKOITZAK	10^{12}	tera	**T**
	10^{9}	giga	**G**
	10^{6}	mega	M(*)
	10^{3}	kilo	k
	10^{2}	hekto	h
	10^{1}	deka	da
AZPIMULTIZOAK	10^{-1}	dezi	d
	10^{-2}	zenti	c
	10^{-3}	mili	m
	10^{-6}	mikro	µ
	10^{-9}	nano	n
	10^{-12}	piko	p
	10^{-15}	femto	f
	10^{-18}	ato	a

Batzutan aurrizki hauek erabiltzen dira: dezimili (10^{-4}); zentimili (10^{-5}).
(*) EE.BBEetan M ikurra milia adierazteko erabiltzen da, ez milioia.

2 TAULA

GEHIEN ERABILITAKO UNITATEAK SISTEMA INTERNAZIONALEAN

Unitate-sistema internazionala (SI) ondorengo unitateetan oinarritzen da:

METROA (m); KILOGRAMOA (kg); SEGUNDOA (s); KELVIN GRADUA (K);

AMPEREA (A) eta KANDELA (cd).

Ondorengo unitate-zerrenda maiz erabiltzen da Ingeniaritza Fluidomekanikoan.

MAGNITUDEA	UNITATEA	IKURRA	ERLAZIOA
LUZERA (L)	METROA	m	
MASA (M)	KILOGRAMOA	kg	
	kintala	q	100 kg
DENBORA (T)	SEGUNDOA	s	
	Minutua	min	60 s
	Ordua	H	3600 s
	Eguna	egun	86400 s
TENPERATURA	KELVIN GRADUA	K	
	Celsius Gradua	ºC	ºC+273,15 = K
AZALERA (L^2)	METRO KARRATUA	m^2	
BOLUMENA (L^3)	METRO KUBIKOA	m^3	
	Litroa	L	10^{-3} m^3
ABIADURA (LT^{-1})	METRO / SEGUNDO	m/s	
AZELERAZIOA (LT^{-2})	METRO / SEGUNDO^2	m/s^2	

../..

2 TAULA (Jarraipena)

MAGNITUDEA	UNITATEA	IKURRA	ERLAZIOA
ABIADURA ANGELUARRA (T^{-1})	RADIAN / SEGUNDO	rad/s	
AZELERAZIO ANGELUARRA (T^{-2})	RADIAN / SEGUNDO^2	rad/s^2	
INDARRA (MLT^{-2})	NEWTON Dina (C.G.S.) Estenua Kilogramo-indarra	N dyn Sn kg	 10^{-5} N 10^3 N 9,81 N
ENERGÍA (ML^2T^{-2})	JOULEA Erga	J erg	10^{-7} J
POTENTZIA (ML^2T^{-3})	WATTA Zaldi-potentzia	W ZP	735 W
PRESIÓA ($ML^{-1}T^{-2}$)	PASCAL Baria Bar Milibar Torr (1 mm Hg) Piezoa Atmosfera	Pa baria bar mbar torr pz at	N/m^2 10^{-1} Pa 10^5 Pa 10^2 Pa 133,28 Pa 10^3 Pa 101292,8 Pa
BISKOSITATEA ($ML^{-1}T^{-1}$)	POISEUILLE Poise (C.G.S)	Pl Po	Ns/m^2 10^{-1}Pl
BISKOSITATE ZINEMATIKOA (L^2T^{-1})	METRO^2 / SEGUNDO Stoke	m^2/s St	 cm^2/s = 10^{-4}m^2/s
ANGELUA	RADIAN	Rad edo rd	57º 17’ 44,8’’

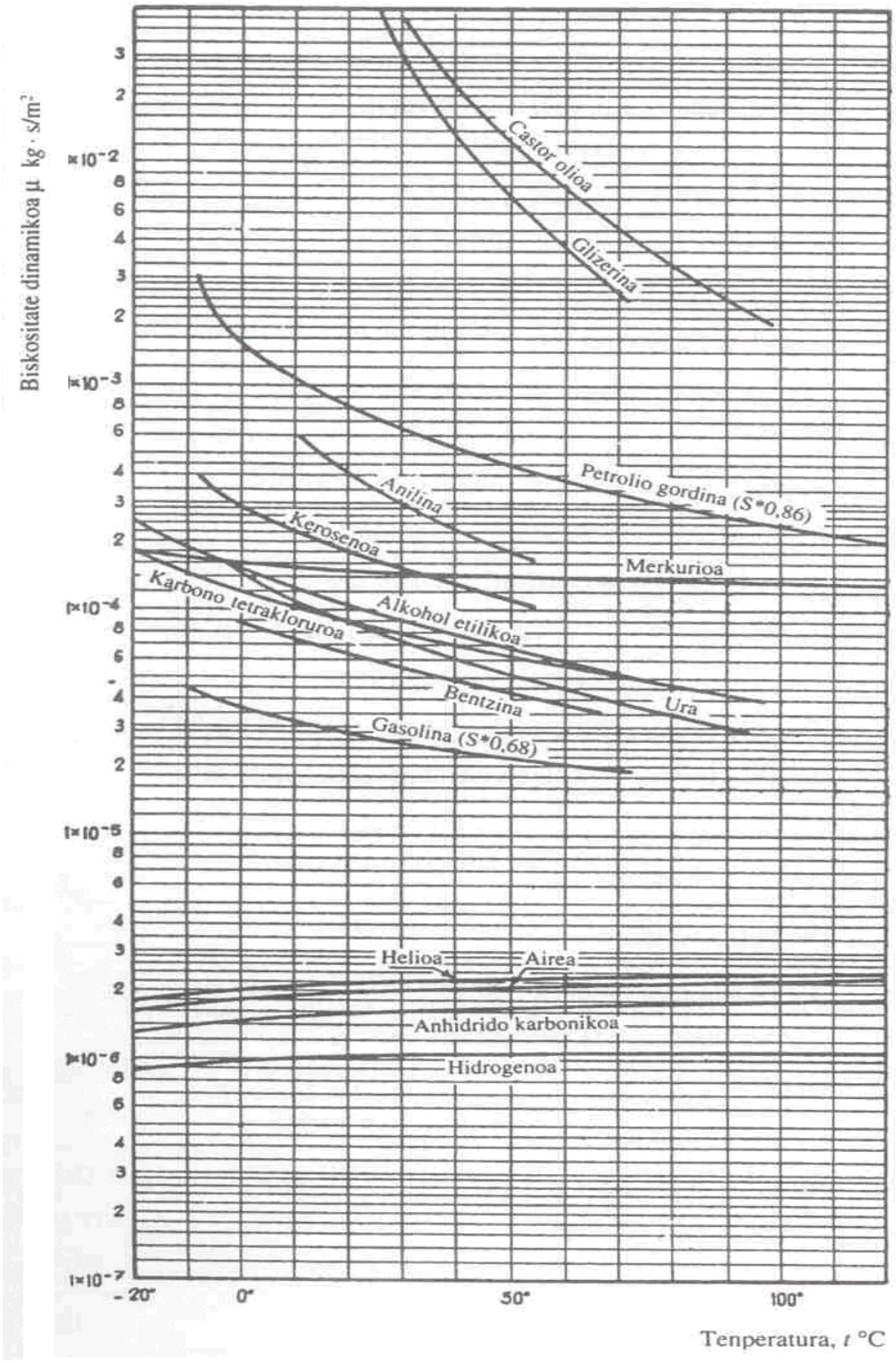
3 TAULA

UNITATE ARTEKO BALIOKIDETASUNAK

LUZERA:	Oinbetea (ft) = 0,3048 m = 12 hazbete
	Hazbetea(in) = 25,4 mm
	Yarda (yd) = 3 oinbete = 0,9144 m
	Besoa (fath) = 6 oinbete = 1,8288 m
	Lur-milia (mi) =1610 m
	Itsas-milia internazionala = 1852 m
	Itsas-milia britaniarra = 1853,184 m
MASA:	Slug = 14,6 kg
	Libra (Ib) = 0,4536 kg
	Ontza (oz) = 28,35 g
	Kintal Amerikarra (USkintala) = 100 Ib = 45,36 kg
	Kintal Britaniarra (UKkintala) = 112 Ib
	Tona Amerikarra (USton) =2000 Ib
	Tona Britaniarra (UKton) == 2240 Ib
BOLUMENA:	Galoi Amerikarra (USgal) = 3,78541 litro
	Galoi Britaniarra (UKgal) = 4,5461 litro
	Barrela (Upela) (Likidoetarako) == 0,158987 m^3
	Barrela (Upela) (Solidoetarako) = 0,115628 m^3
ABIADURA:	Korapilo = Itsas-milia/h = 1,852 km/h
AZALERA:	Akrea = 4046,86 m^2
	Area (a) =100 m^2
INDARRA:	Poundala (pdl) = libra · oinbete/s^2 = 0,138255 N
	Libra-indarra (Ibf) = 0,444822 daN
ENERGIA:	Unitate Termiko Britaniarra (Btu) = 1055,06 J
	Kaloría (cal) = 4,1855 J
	Termia (th)= 10^6 cal
	Frigoria (fg) = -1 kcal
POTENTZIA:	Zaldi-potentzia (ZP) = 735 W = 75 kg · m/s

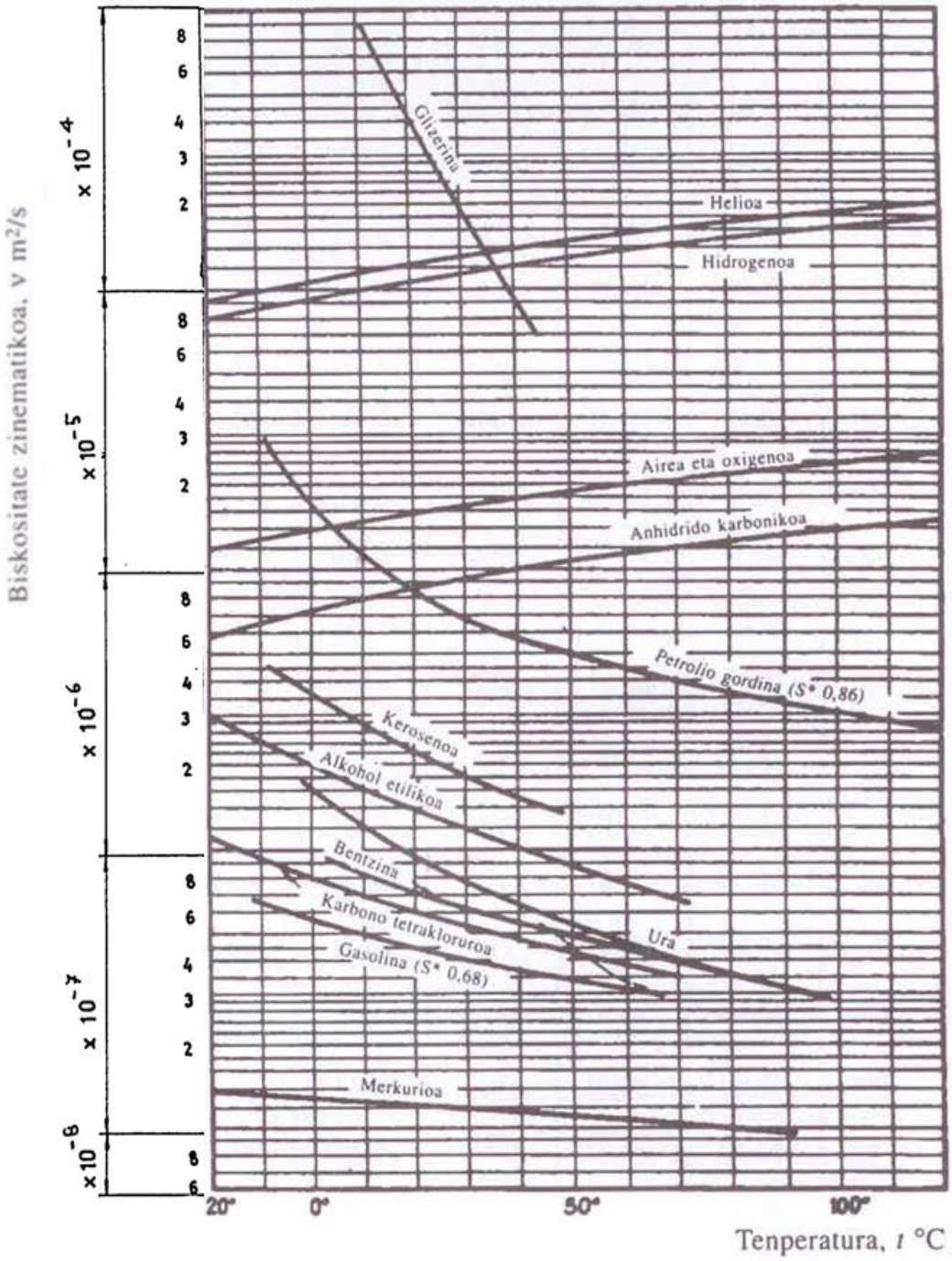
4 ABAKOA

ZENBAIT GAS ETA LIKIDOREN BISKOSITATE DINAMIKOAK (μ) PRESIO ATMOSFERIKO NORMALEAN.



5 ABAKOA

ZENBAIT GAS ETA LIKIDOREN BISKOSITATE ZINEMATIKOAK (υ) PRESIO ATMOSFERIKO NORMALEAN



6 TAULA

BISKOSITATE ZINEMATIKO (cSt) ETA ENGLER, REDWOOD ETA SAYBOLT BISKOSITATE ENPIRIKO ARTEKO BALIOKIDETASUNAK

ν (cSt)	Engler (ºE)	Redwood (s)	Saybolt (s)	ν (cSt)	Engler (ºE)	Redwood (s)	Saybolt (s)
1	1,00	28,50	32,00	20,0	2,90	86,00	97,00
1,5	1,06	30,00	33,00	20,5	2,95	88,00	98,00
2,0	1,12	31,00	34,00	21,0	3,00	90,00	101,00
2,5	1,17	32,00	35,00	21,5	3,05	92,00	104,00
3,0	1,22	33,00	36,50	22,0	3,10	93,00	106,00
3,5	1,26	34,50	38,00	22,5	3,15	95,00	108,00
4,0	1,30	35,50	39,50	23,0	3,20	97,00	110,00
4,5	1,35	37,00	41,00	23,5	3,30	99,00	112,00
5,0	1,40	38,00	42,50	24,0	3,35	101,00	114,00
5,5	1,44	39,50	44,00	24,5	3,40	103,00	117,00
6,0	1,48	41,00	45,50	25,0	3,45	105,00	119,00
6,5	1,52	42,00	47,00	26,0	3,60	109,00	123,00
7,0	1,56	43,50	48,50	27,0	3,70	113,00	128,00
7,5	1,60	45,00	50,50	28,0	3,85	117,00	132,00
8,0	1,65	46,00	52,00	29,0	3,95	121,00	136,00
8,5	1,70	47,5	54,00	30,0	4,10	125,00	141,00
9,0	1,75	49,00	55,50	31,0	4,20	129,00	145,00
9,5	1,79	50,50	57,00	32,0	4,35	133,00	150,00
10,0	1,83	52,00	59,00	33,0	4,45	236,00	154,00

../..

ν (cSt)	Engler (ºE)	Redwood (s)	Saybolt (s)	ν (cSt)	Engler (ºE)	Redwood (s)	Saybolt (s)
10,4	1,87	53,00	60,50	35,0	4,70	144,00	163,00
10,6	1,89	53,50	61,00	36,0	4,85	148,00	167,00
10,8	1,91	54,50	62,00	37,0	4,95	152,00	172,00
11,0	1,93	55,00	63,00	38,0	5,10	156,00	176,00
11,4	1,97	56,00	64,00	39,0	5,20	160,00	181.00
11,8	2,00	57,50	65,00	40,00	5,35	164,00	185,00
12,2	2,04	59,.00	67,00	41,0	5,45	168,00	190,00
12,6	2,08	60,00	68,00	42,0	5,60	172,00	194,00
13,0	2,12	61,00	70,00	43,00	5,75	177,00	199,00
13,5	2,17	63,00	72,00	44,0	5,85	181,00	203,00
14,0	2,22	64,50	74,00	45,0	6,00	185,00	207,00
14,5	2,27	66,00	76,00	46,0	6,10	189,00	212,00
15,0	2,32	68,00	77,00	47,0	6,25	193,00	216,00
15,5	2,38	70,00	79,00	48,0	6,45	197,00	221,00
16,0	2,43	71,50	81,00	49,0	6,50	201,00	225.00
16,5	2,50	73,00	83,00	50,0	6,65	205,00	230,00
17,0	2,55	75,00	85,00	52,0	6,90	213,00	239,00
17,5	2,60	77,00	87,00	54,0	7,10	221,00	248,00
18,0	2,65	78,50	89,00	56,0	7,40	229,00	257,00
18,5	2,70	80,00	91,00	58,0	7,65	237,00	266,00
19,0	2,75	82,00	93,00	60,0	7,90	245,00	275,00
19,5	2,80	84,00	95,00				

7 TAULA

GAS ARRUNTEN PROPIETATEAK 15,5 ºC ETA PRESIO ATMOSFERIKO NORMALEAN

Gasa	Pisu molekularra M	Gasen konstantea R (m·N / kg·K)	Konstante adiabatikoa k	Dentsitatea ρ (kg / m³)
AZETILENOA	28	319,48	1,26	1,14
AIREA	29	287,14	4	1,24
AMONIAKOA	17	383,18	1,31	0,7
ANHIDRIDO KARBONIKOA	44	187,57	1,28	1,8
ANHIDRIDO SULFUROSOA	64	127,4	1,26	2,62
HELIOA	4	2077,6	1,66	0,177
HIDROGENOA	2	4125,8	1,4	0,082
METANOA	16	517,44	1,32	0,68
KARBONO MONOXIDOA	28	296,94	1,4	1,144
NITROGENOA	28	295,96	1,4	1,144
OXIGENOA	32	59,7	1,4	1,31
UR-LURRINA	18	461,58	1,33	0,736

8 TAULA

URAREN PROPIETATE FISIKOAK PRESIO ATMOSFERIKOAN

Tenperatura (ºC)	Pisu Espezifikoa γ (N / m³)	Dentsitatea ρ (kg / m³)	Biskositate zinematikoa $\nu \cdot 10^6$ (m² / s)	Lurrin-presioa P_v (kPa)	Elastikotasun bolumetrikoaren modulua K (MPa)
0,0	9800	1000	1,79	0,55	1991,4
4,4	9800	1000	1,4	0,755	2039,6
10,0	9800	1000	1,31	1,166	2101,6
15,6	9800	1000	1,07	1,79	2149,8
21,1	9790,2	999	0,94	2,48	2179,8
26,7	9751	995	0,85	3,51	2239,4
32,2	9741,2	994	0,75	4,82	2266,9
37,8	9731,4	993	0,684	6,615	2280,7
49,0	9672,6	987	0,567	11,71	2294,5
66,0	9604	980	0,442	25,5	2260
82,0	9506	970	0,358	51,67	2191,2
100,0	9388,4	958	0,296	101,28	2087,8

Itsas-ura presio atmosferikoan: Pisu espezifikoa = 10045 N/m^3
Dentsitatea = 1025 kg/ m^3

9 TAULA

LIKIDO ARRUNTEN GAINAZAL-TENTSIOA (σ) 20ºC-TAN DAGOEN AIREAREKIN UKIPENEAN

Likidoa	Gainazal-tentsioa : $\sigma \cdot 10^2$ N/m
Etil-alkohola	2,234
Bentzenoa	2,89
Karbono tetrakloruroa	2,665
Kerosenoa	2,332÷2,205
Merkurioa: airearekin	51,33
urarekin	39,23
hutsarekin	48,57
Olio lubrifikatzailea	3,5 ÷ 3,8
Olio gordina	2,33 ÷ 3,79

10 TAULA

URAREN GAINAZAL-TENTSIOA (σ) TENPERATURAREN ARABERA

Tenperatura ºC	Gainazal-tentsioa: $\sigma \cdot 10^2$ N/m
0,0	7,5548
4,4	7,496
10,0	7,4088
15,6	7,3363
21,1	7,2481
26,7	7,1756
32,2	7,0883
37,8	6,9854
49,0	6,7963
66,0	6,5043
82,0	6,2132
100,0	5,8771

11 TAULA

PRESIO-UNITATEAK

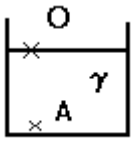
UNITATE-SISTEMA	UNITATEA	BALIOKIDETASUNA
ZEGESIMALA (CGS)	Baria = 1 dyn/cm^2	10^{-1} Pa
INTERNAZIONALA	**Pascal (Pa) = 1 N/m^2**	**1**
TEKNIKOA	1 kg/m^2	9,8 Pa
M T S	Piezoa (pz) = 1 Stheno/m^2	10^3 Pa = 1 kPa

MULTIPLOAK
MegaPascal (MPa) = 10^6 Pa
Bar = 10^5 Pa
mili Bar = 10^{-3} Bar = 10^2 Pa
kg / cm^2 = 10^4 kg / m^2 = 9,8 $\cdot 10^4$ Pa $\cong$ 10^5 Pa = **Bar**

PRESIOA METRO LIKIDO ZUTABETAN (mlz) adierazia

(Hidrostatikaren ekuazioa)

$$P_o + \gamma z_o = P_A + \gamma z_A$$



$P_o = P_{at} = 0$; $Z_o - Z_A = h$

$P_A = P_o + \gamma (z_o - z_A) = \gamma h$

$h = P_A / \gamma$ (mlz)

$P_A = \gamma h = \gamma' h'$; $P_A = h$ (mlz) = h' (ml'z)

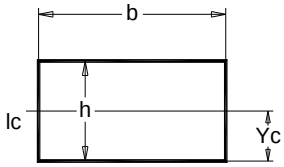
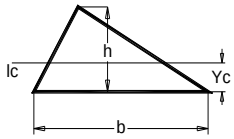
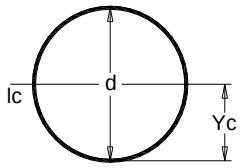
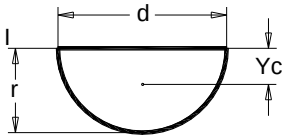
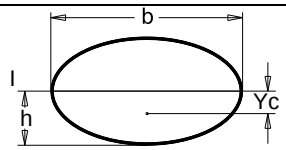
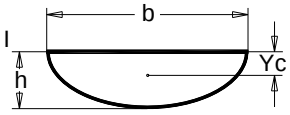
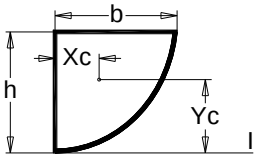
h' (ml'z) = $h \gamma / \gamma'$ (ml'z) = h s/s' (ml'z)

BESTE PRESIO-UNITATE ETA BALIOKIDETASUNAK

Atmosfera (at) = 760 mm Merkurio (s_{Hg} = 13,6) Atmosfera (at) = 0.76 · 13,6 · 9800 = 101293 Pa = 1,013 Bar Atmosfera (at) = 0,76 · 13,6 · 1000 = 10332 kg /m^2 = 1.033 kg/cm^2 **Atmosfera (at) = 1,033 kg / cm^2 = 1,013 Bar** Torr = 1 mm Merkurio
1kg / cm^2 = 10^4 kg / m^2 $\equiv$ 10^4 /10^3 muz = 10 muz 1 kg / m^2 = 10^{-4} kg / cm^2 = 10^{-3} muz = 1 mmuz

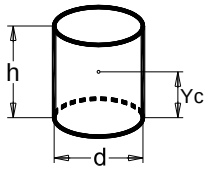
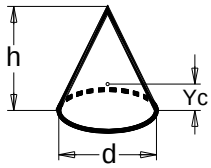
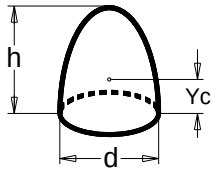
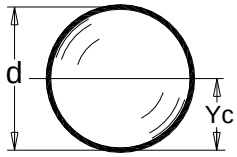
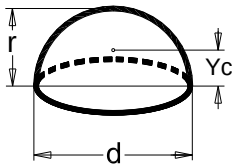
12 TAULA

AZALERA ETA BOLUMENEN PROPIETATEAK

IRUDIA	ESKEMA	AZALERA	Zentroidearen kokapena	I edo I_c
Laukizuzena		$b \cdot h$	$Y_C = \frac{h}{2}$	$I_C = \frac{b \cdot h^3}{12}$
Triangelua		$\frac{b \cdot h}{2}$	$Y_C = \frac{h}{3}$	$I_C = \frac{b \cdot h^3}{36}$
Zirkulua		$\frac{\pi \cdot d^2}{4}$	$Y_C = \frac{d}{2}$	$I_C = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$
Zirkuluerdia		$\frac{\pi \cdot d^2}{8}$	$Y_C = \frac{4 \cdot r}{3\pi}$	$I = \frac{\pi \cdot d^4}{128}$
Elipsea		$\frac{\pi \cdot b \cdot h}{4}$	$Y_C = \frac{h}{2}$	$I_C = \frac{\pi \cdot b \cdot h^3}{64}$
Elipseerdia		$\frac{\pi \cdot b \cdot h}{4}$	$Y_C = \frac{4 \cdot h}{3\pi}$	$I = \frac{\pi \cdot b \cdot h^3}{16}$
Parabola		$\frac{2}{3} b \cdot h$	$Y_C = \frac{3 \cdot h}{5}$ $X_C = \frac{3 \cdot b}{8}$	$I = \frac{2 \cdot b \cdot h^3}{7}$

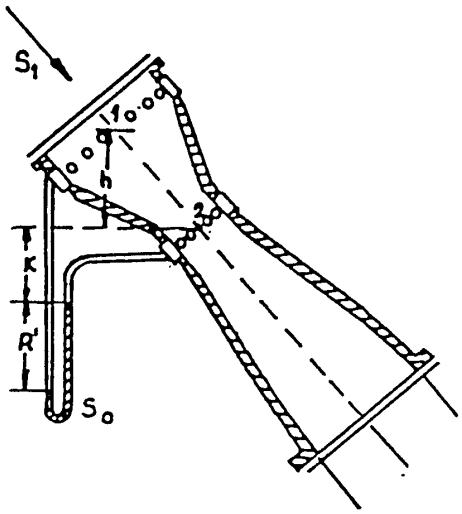
12 TAULA (Jarraipena)

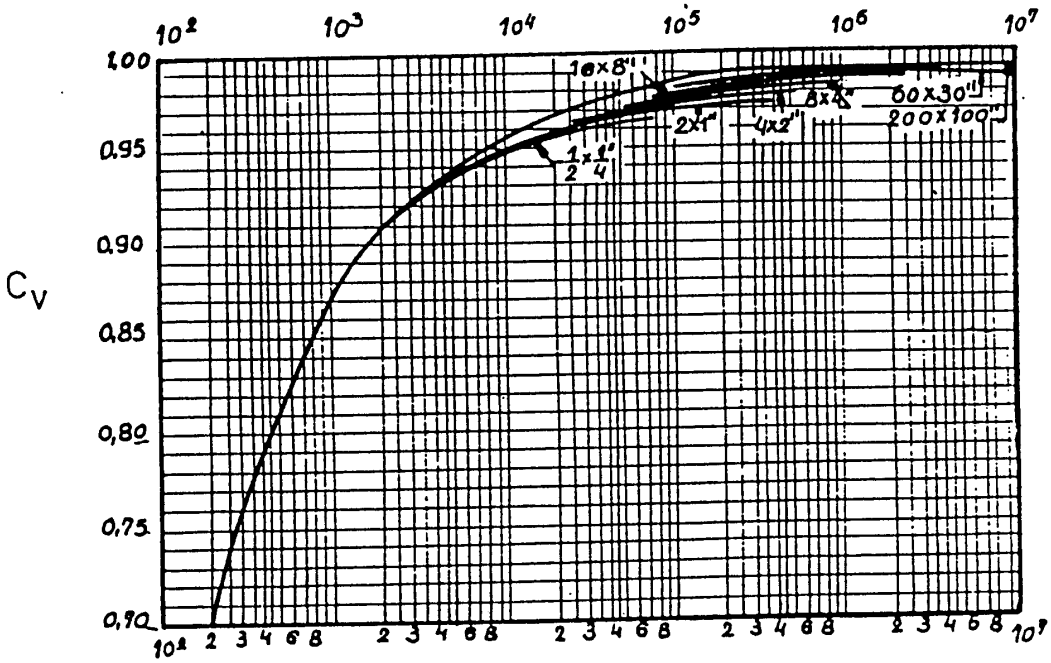
AZALERA ETA BOLUMENEN PROPIETATEAK

IRUDIA	ESKEMA	BOLUMENA	Zentroidearen kokapena	I o I_c
Zilindroa		$\frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}$	$Y_C = \frac{h}{2}$	
Konoa		$\frac{1}{3}\left(\frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}\right)$	$Y_C = \frac{h}{4}$	
Biraketa-paraboloidea		$\frac{1}{2}\left(\frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}\right)$	$Y_C = \frac{h}{3}$	
Esfera		$\frac{\pi \cdot d^3}{6}$	$Y_C = \frac{d}{2}$	
Hemisferioa		$\frac{\pi \cdot d^3}{12}$	$Y_C = \frac{3r}{8}$	

13 ABAKOA

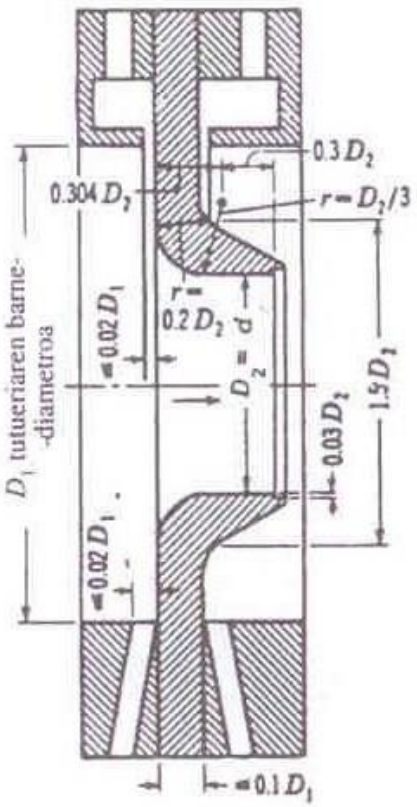
C_v abiadura-koefizientea Venturimetroetan

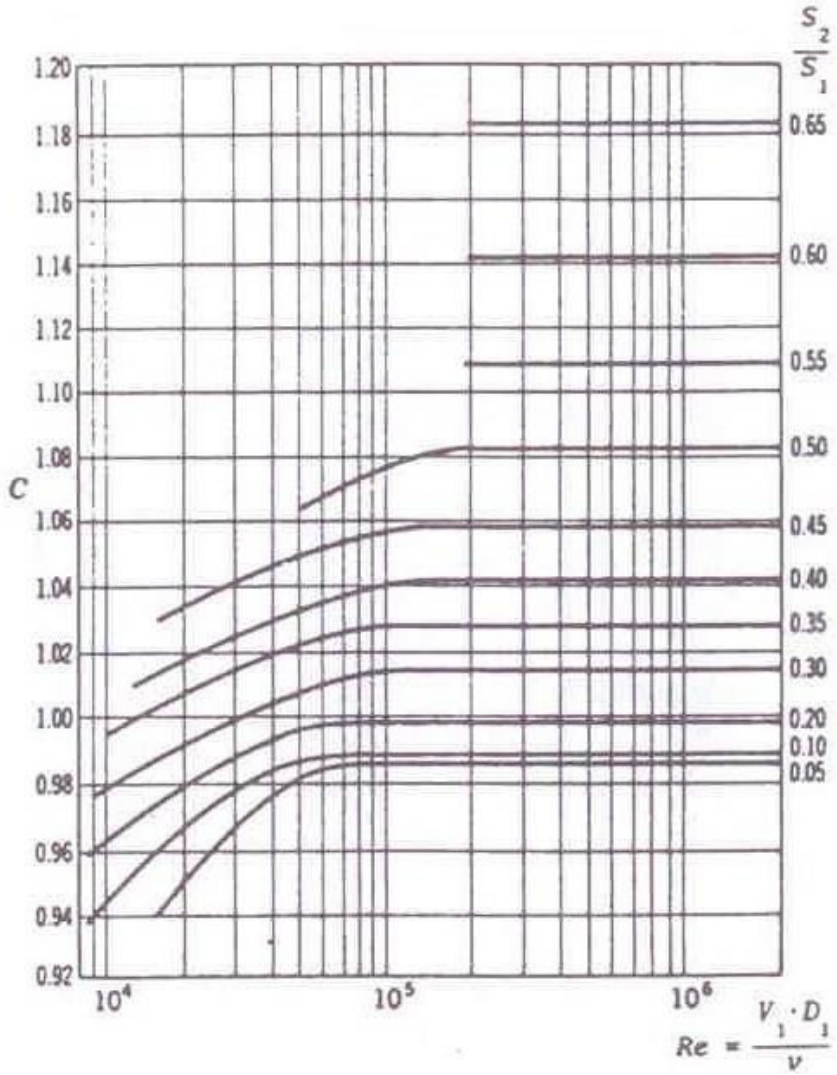




14 ABAKOA

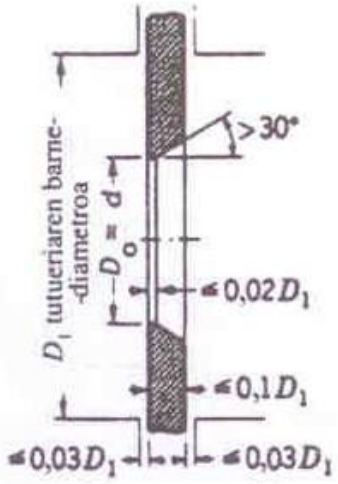
VDI toberetarako C koefizientea

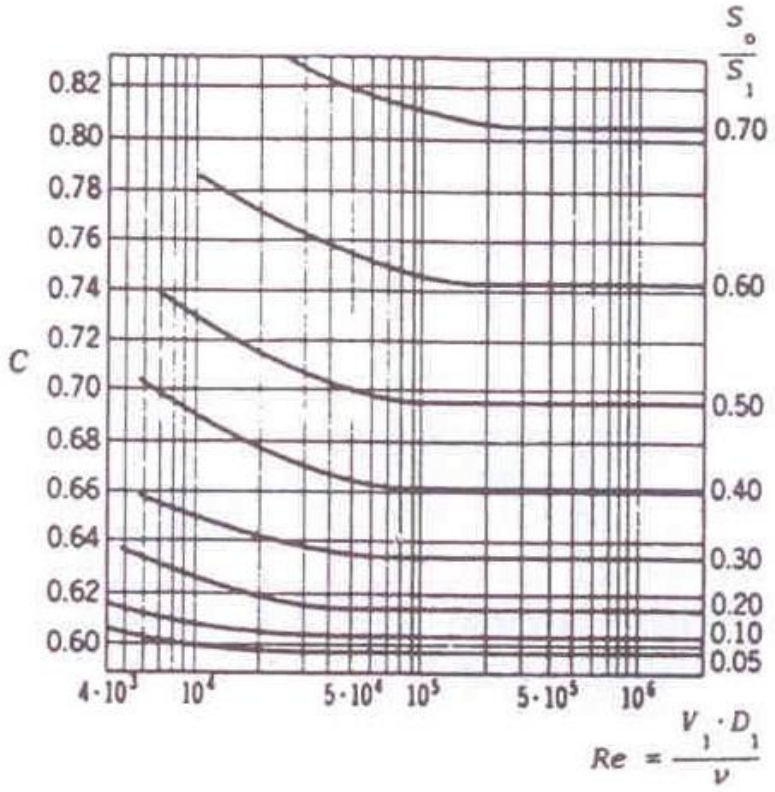




15 ABAKOA

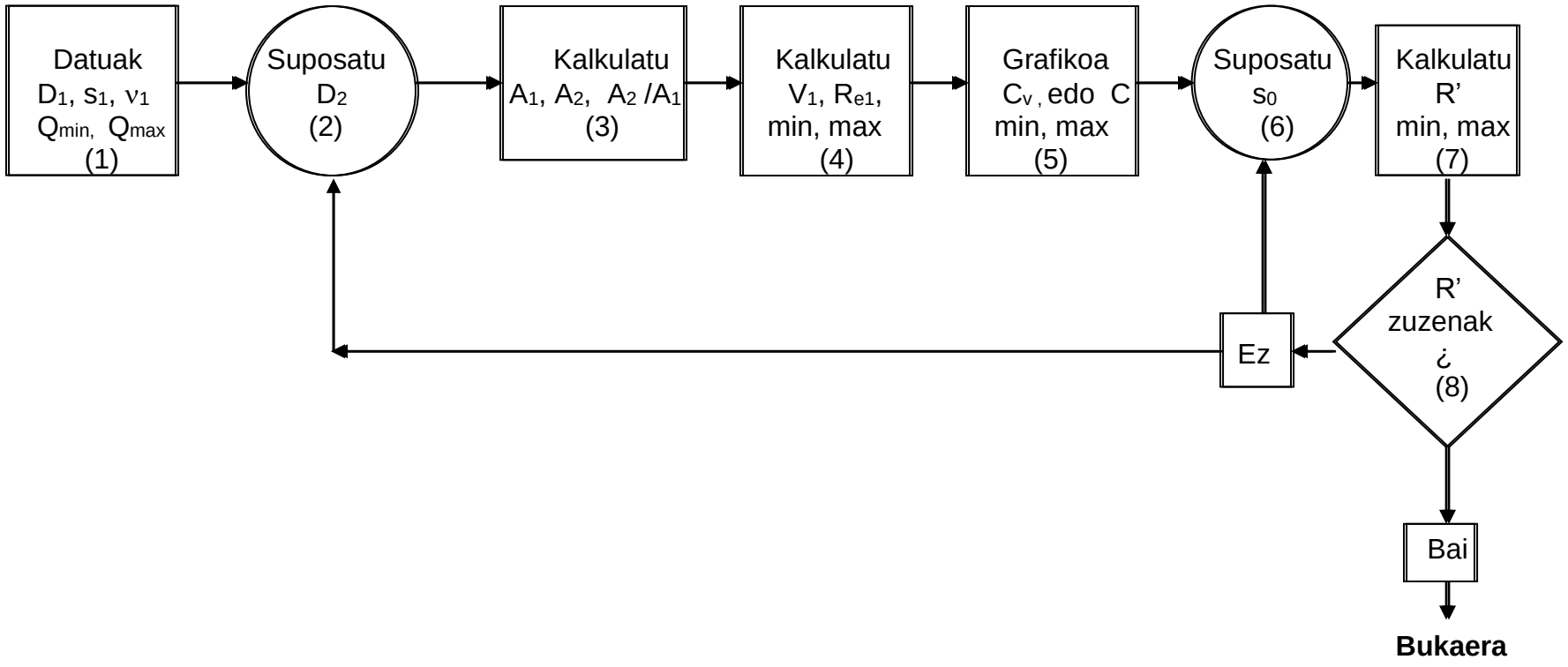
VDI zulogunerako C koefizientea





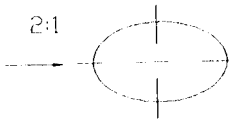
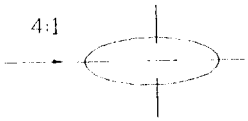
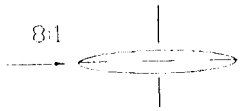
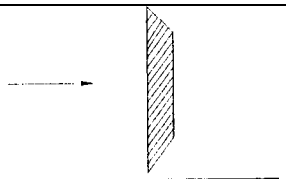
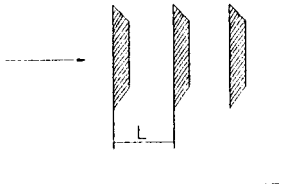
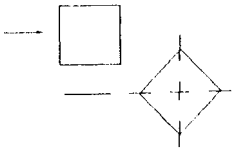
16 TAULA

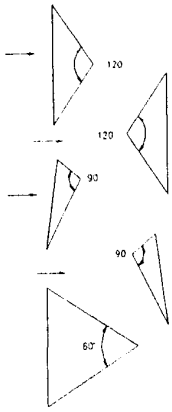
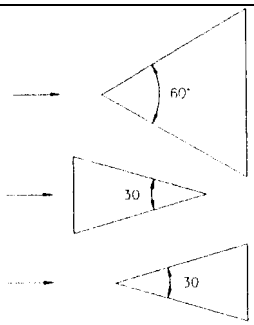
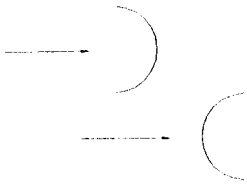
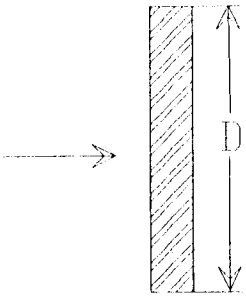
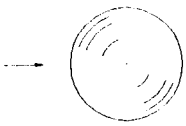
APARATU DEPRIMOGENOEN DISEINURAKO ORGANIGRAMA: VENTURIMETROA - TOBERA - ZULOGUNEA

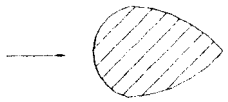


17 TAULA

OZTOPOEN ARABERAKO ERRESISTENTZIA-KOEFIZIENTE (C_R) TIPIKOAK FLUXU BIDIMENTSIONALEAN

Gorputzaren forma		C_R	REYNOLDS zenbakia
ZILINDRO ZIRKULARRA		1	$10^4 \div 1{,}5\cdot10^6$
ZILINDRO ELIPTIKOA		0,6 0,46	$4\cdot10^4$ 10^5
		0,32	$2{,}5\cdot10^4 \div 10^5$
		0,29 0,20	$2{,}5\cdot10^4$ $2\cdot10^5$
DISKO ZIRKULARRA		1,12	$> 10^3$
DISKO PARALELOAK (L = banantze-distantzia) (D = diametro)		L/D=0 1,12 L/D=1 0,93 L/D=2 1,04 L/D=3 1,54	$> 10^3$ $> 10^3$ $> 10^3$ $> 10^3$
PRISMA KARRATUA		2,0 1,6	$3{,}5\cdot10^4$ $10^4 \div 10^5$

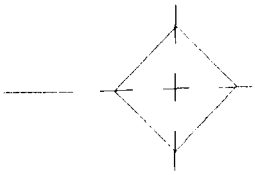
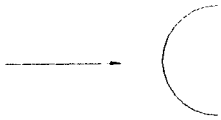
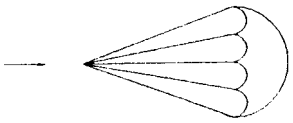
Gorputzaren forma		**C_R**	**REYNOLDS zenbakia**
PRISMA TRIANGELUARRA		2,0 1,72 2,15 1,60 2,20	10^4 10^4 10^4 10^4 10^4
PRISMA TRIANGELUARRA		1,39 1,80 1,10	10^4 10^5 10^5
HODIERDIA		2,3 1,12	$4 \cdot 10^4$ $4 \cdot 10^4$
PLAKA LAUKIZUZENA (L = marrazkiarekiko luzera normala) (D = zabalera)		L/D=1 1,16 L/D=5 1,20 L/D=20 1,50 L/D=∞ 1,90	$> 5 \cdot 10^3$ $> 5 \cdot 10^3$ $> 5 \cdot 10^3$ $> 5 \cdot 10^3$
ESFERA		0,5 0,2	$10^3 \div 2 \cdot 10^5$ $> 3 \cdot 10^5$

Gorputzaren forma		**C_R**	**REYNOLDS zenbakia**
AERONTZI-KROSKOA		0,05	$>2\cdot10^5$
PROFIL HIDRODINAMIKOA		0,08	$3\cdot10^4 \div 2\cdot10^5$

ERRESISTENTZIA $R = C_R \cdot A \cdot \dfrac{\rho \cdot U^2}{2}$

18 TAULA

GORPUTZ TRIDIMENTSIONALEN ERRESISTENTZIA (C_D) Re ≈ 10^5 denean

GORPUTZA	ERLAZIOA	AURREKO AZALEAN OINARRITUTAKO C_D
KUBOA		1,07
		0,81
60º-KO KONOA		0,5
DISKOA		1,17
KOPA		1,4
		0,4
JAUSGAILUA (POROSITATE BAXUA)		1,2

GORPUTZA	ERLAZIOA		AURREKO AZALEAN OINARRITUTAKO C_D	
PLAKA LAUKIZUZENA	b/h	1	1,18	
		5	1,2	
		10	1,3	
		20	1,5	
		∞	2,0	
EBAKIDURA LENTIKULARREKO ZILINDROA	L/d	0,5	1,15	
		1	0,90	
		2	0,85	
		4	0,87	
		8	0,99	
			Laminarra	Turbulentua
ELIPSOIDEA	L/d	0,75	0,5	0,2
		1	0,47	0,2
		2	0,27	0,13
		4	0,25	0,1
		8	0,2	0,08

19 TAULA

HELIZEZ FUNTZIONATZEN DUTEN APARATUEN SAILKAPENA

AINTZINAPEN MUGIMENDUA

URA	AIREA	AURRETIKOA	ONDORIOA	APARATUA	FLUIDOA
Itsasontzia	Hegazkina	Helizearen biraketa	Aparatuaren aintzinapena	Bai	Ez
Turbina (Irabiagailua)	Haizagailua	Helizearen biraketa	Fluidoaren aintzinapena	Ez	Bai
Turbina Hidraulikoa	Aerogeneradorea	Fluidoaren aintzinapena	Helizearen biraketa	Ez	Bai
Errotatxo hidraulikoa	Haurren haizagailua Autogiroa	Aparatuaren aintzinapena	Helizearen biraketa	Bai	Ez

HEGAZKINA : Helizez aintzinatzen da, hegalez sustentatzen da.

AUTOGIROA: Aurreko helizez aintzinatzen da, motorerik gabeko goiko helizez sustentatzen da.

HELIKOPTEROA: Altxatu, sostegatu eta aintzinatu motordun goiko helizez egiten du.

20 TAULA

MATERIALEN ZIMURDURAREN BALIOAK

Hodi-mota	ε-ren baloreak (cm)	
	Tartea	Diseinu-balorea
Altzairu erematxatua	0,091 ÷ 0,91	0,18
Hormigoia	0,03 ÷ 0,3	0,12
Burdinurtua	0,012 ÷ 0,06	0,026
Egurra	0,0183 ÷ 0,09	0,06
Burdina galvanizatua	0,006 ÷ 0,024	0,015
Burdinurtu asfaltatua	0,006 ÷ 0,018	0,012
Altzairu komertziala eta soldatua	0,003 ÷ 0,009	0,006
Burdina forjatua	0,003 ÷ 0,009	0,006
Hodi teinkatua	0,00024	0,00024
Latoi eta kobrea	0,00015	0,00015
Fibrozementua (zuntz-zementua)	0,01	0,01
PVC eta PE	0,0007	0,0007

21 TAULA

IGURTZIERA-KOEFIZIENTEAK HODIETAN

Fluxu-mota	*Hodiaren portaera*	*Adierazpena*	*f koefizientea*	*h_f*
Fluxu laminarra Re ≤ 2000		**Hagen-Poiseuille**	**f = 64 / Re**	hf = f (v)
2000< Re < 4000	**Fluxu indeterminatua**	**Zonalde kritikoa, ez da lanik egin behar**		
Fluxu turbulentua (Re ≥ 4000),	Hodi **Leuna** **Re <Re' =** $\frac{23}{\varepsilon/D}$),	**Re ≤ 10^5 Blasius**	**f = 0.316/ $Re^{0.25}$**	hf = f ($v^{1.75}$)
		Re > 10^5 Karman-Prandtl	$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\frac{Re\sqrt{f}}{2.51}$	
	Hodi **erdizimurra** **Re' ≤ Re ≤Re''**	**Colebrook- White**	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left[\frac{2.51}{Re\sqrt{f}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71}\right]$	
	Hodi **zimurra** **Re >Re'' =** $\frac{560}{\varepsilon/D}$	**Karman-Prandtl**	$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10}\frac{3.71}{\varepsilon/D}\right]^2}$	hf = f (v^2)

PSAK-aren adierazpen hurbilduak

Hodi leuna eta $R_e > 10^5$

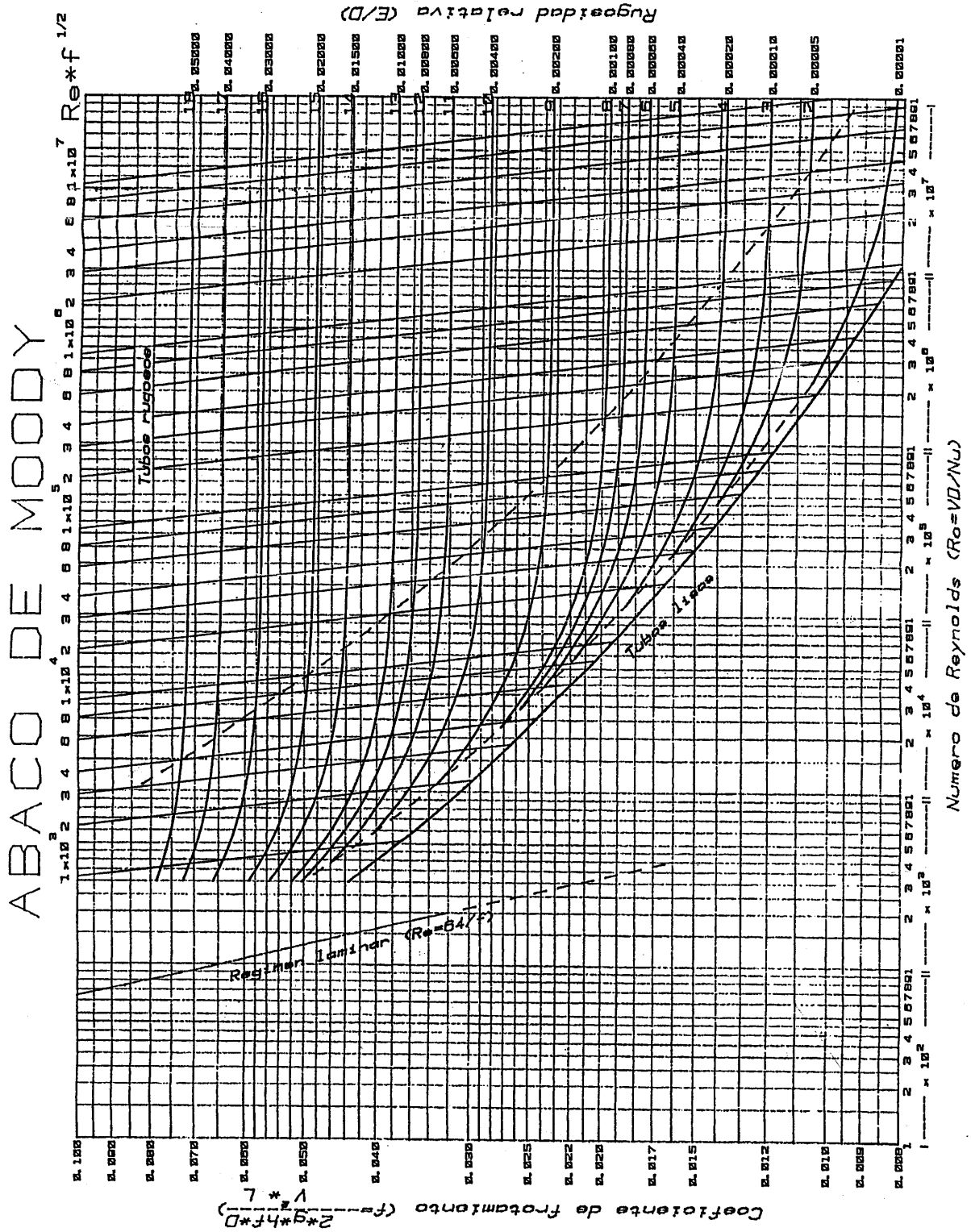
$$f = \frac{0,25}{\left[\lg_{10}\frac{5,74}{R_e^{0,9}}\right]^2}$$

Hodi erdileuna

$$f = \frac{0,25}{\left[\lg_{10}\left[\frac{\varepsilon/D}{3,71} + \frac{5,74}{R_e^{0,9}}\right]\right]^2}$$

22 ABAKOA

MOODY-REN ABAKOA

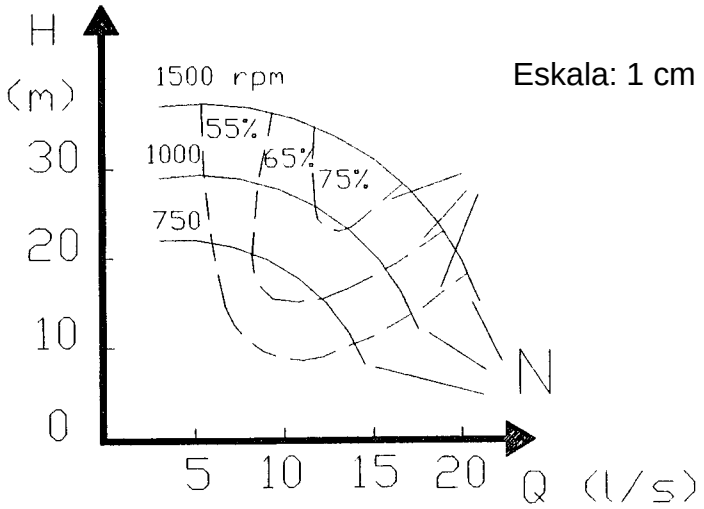


MOODY-REN ABAKOAN INTERPOLATZEKO MODUA

0.- SARRERA

Grafikoak, normalean koordenatu cartesiarretako sisteman irudikatzen dira, abzisa eta ordenatuetan aldagaiak ipiniz. Zenbaitetan “parametro” izeneko beste aldagai batzuen balio ezberdinei dagozkien kurbak irudikatzen dira. Kurba bakoitz hauetako puntu guztiek parametroaren balio bera dute.

Abzisa eta ordenatuetan agertzen diren aldagaien magnitudeak adierazteko eskala konbentzionalak aukeratzen dira. Eskala konbentzional hauen luzera-unitateak aldagai bakoitzaren magnitude jakina adierazten du.



Eskala: 1 cm = 5 l/s = 10 m

Abzisa eta ordenatu ardatzetan ez da koordenatu- jatorritik dagoen luzera ipintzen, baizik eta luzera bakoitzak adierazten duen aldagaiaren balioa. Hau da, luzerek eta aldagaiek zuzeneko menpekotasuna dute eta puntu bakoitzari dagokion magnitudea edota aldagaiaren magnitudeari dagokion puntua erraz ezagut daiteke**.**

Interpolazioa oso erraza suertatzen da, aldagaien magnitudeak eta hauek adierazten dituzten luzerek zuzeneko proportzionaltasuna baitute. Aski da hiruko erregelak egitea.

Parametroen balio desberdinei dagozkien kurben artean interpolatzeko, derrigorrez aldez aurretik kurben balioak eta posizioak ezagutu behar dira, interpolazioa fidagarria izan dadin. Normalean interpolazio hauek “grosso modo” egiten dira, batzuetan akats handiak eginez.

1.- ADIERAZPEN LOGARITMIKOA

Zenbait kasutan, aurrerago argituko diren arrazoirengatik, grafikoen irudikatze-metodoan ez da aurreko atalean deskribaturiko metodoa erabiltzen, eskala logaritmikoak baizik, abzisetan edo, ordenatuetan (adierazpide sinplea) edota bietan (adierazpide logaritmiko bikoitza). Erabiltzen diren paperek izen bera dute.

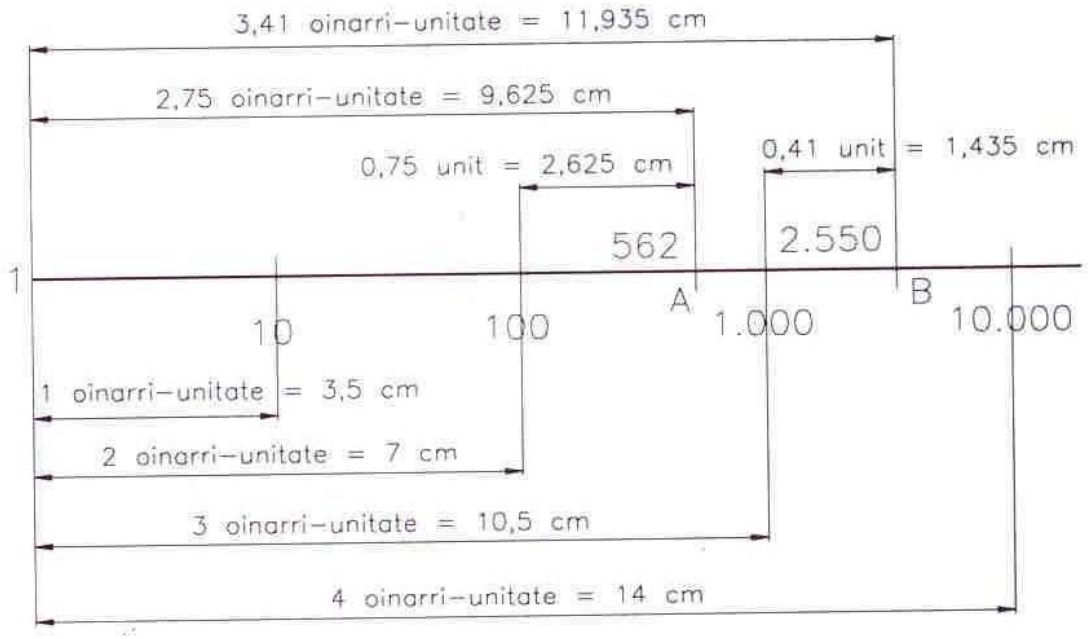
Adierazpen logaritmikoan ere eskala konbentzionalak aukeratu behar dira, baina **zuzeneko korrelazioa ez da aldagaia eta luzera artean izaten, baizik eta luzera eta aldagaiaren magnitudearen logaritmo artean.**

Eskala ondorengoa izaten da: luzera jakina **(l)** log 10 balioaren baliokidea da, aldagaiaren balioa 10 izanik. “**l”** luzera oinarri-unitate izendatzen da.

Horrela, luzera geometriko berak aldagaiaren 1 ÷10; 10 ÷ 100; 100 ÷ 1000 tarteak ordezkatzen ditu.

Horrelako adierazpena egitearen arrazoietako bat aldagaiaren balio txikiak zein handiak aldi berean eta nolabaiteko zehaztasunez nabaritu ahal izatea da.

Ondorengo irudian adierazpen-mota hau ikus daiteke.



Edozein punturi dagokion magnitudea ezagutzeko, puntu horri dagozkion oinarri-unitateen zenbakiaren antilogaritmoa kalkulatu behar da.

A puntua jatorritik 9,625 cm-ra dago, hots 2,75 oinarri-unitatera, beraz puntu honi antilog 2,75 = 562 magnitudea dagokio.

Beste modu honetara ere egin daiteke: 100 zenbakitik dauden unitateak neurtu, hots 0,75 eta bere antilogaritmoa kalkulatu.

Kasu honetan antilog 0,75 = 5,62. Beraz A puntuari ondorengo balioa dagokio : 5,62 x 100 = 562.

Aurrekoaren arrazoia hauxe da:

$$\text{Log } 562 = \log (100 \times 5{,}62) = \log 100 + \log 5{,}62 = 2 + 0{,}75 = 2{,}75$$

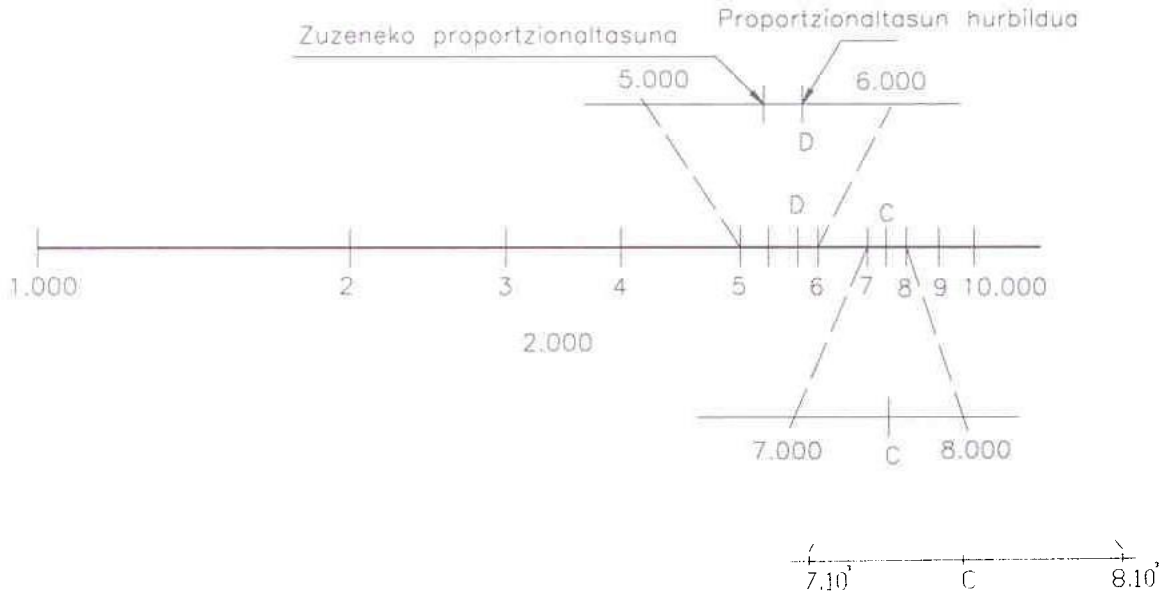
Azken modu honek badu abantaila handi bat, koordenatu-jatorrira jo behar ez izatea. Gainera, askotan agertu ere ez da egiten grafikoetan. Bestalde erreparatu behar da koordenatu-jatorriari aldagaiaren zero balioa ez dagokiola, $10^0 = 1$ baizik.

Alderantziz, magnitude bati dagokion puntua ezagutzeko bere logaritmoa kalkulatu behar da.

Aldagaiaren magnitudea 2.550 bada; log 2550 = 3,41; puntu hau jatorritik 3,41 oinarri-unitatera dago, hots 11,935 cm-ra. Edota 0,41 oinarri-unitatera dago, 1000 magnitudea ordezkatzen duen puntutik 1,435 cm-ra.

Gehienetan, eskalatan 10 zenbakiaren anizkoitzak ezik, tarteko balioak ere jartzen dira, grafikoaren erabilera errazteko. Halere, sarritan interpolatu beharra dago.

Arestian esan bezala, kontutan hartu behar da interpolatzeko unean eskalak ez direla normalak, logaritmikoak baizik. Ez dago aldagaiaren magnitudearen eta luzeraren artean zuzeneko proportzionaltasunik. Aldagaiaren magnitudea adierazten duten lerro arteko distantzia txikia denean interpola daiteke *grosso modo* eran. C puntuari dagokion aldagaiaren magnitudea ezagutu nahi bada, zuzeneko proportzionaltasun geometrikoari dagokion baino balio txikixeagoa eman beharko zaio.



Adibidea: Zuzeneko proportzionaltasuna $7{,}5 \cdot 10^3$

Proportzionaltasun hurbildua $7{,}3 \cdot 10^3$

Alderantziz, eskalan sartzeko, zuzeneko proportzionaltasunarekin hartuko litzatekeen luzera geometrikoa baino handixeagoa eman beharko zaio. Esaterako $5{,}7 \cdot 10^3$ balioari D puntua dagokio.

2.- INTERPOLAZIOA MOODY-REN ABAKOAN

Moody-ren abakoan bi eskalak logaritmikoak dira, abzisetan Reynolds zenbakia (Re) adierazteko eta ordenatuetan igurtziera-koefizientea (f) adierazteko. Zimurdura erlatiboa (ε/D) parametro gisa erabiltzen da, hots, balio bereko kurbatan islatzen da.

Abako honetan koordenatu-jatorria ez dago adierazita. Abzisa-jatorria Re = 10^2 hartzen da, hots jatorritik 2 oinarri-unitatera (gogoratu jatorriari dagokion balioa ez dela 0, baizik eta 10^0) eta ordenatu-jatorria f = 0,008 da. Beraz, ez da oinarri-unitateen zenbaki zehatza; gorago 0,01 (10^{-2}) agertzen da, jatorritik (10^0) -2 oinarri-unitatera. Re adierazteko grafikoan 6 oinarri-unitate dauden bitartean, f adierazteko oinarri-unitate bakarra dago (0,01 ÷ 0,1).

Arestian aipatu bezala, abakoak ε/D-ren balio ezberdinei dagozkien zenbait kurba islatzen ditu. Kurbaok logaritmozko modu ez-zehatzean tartekaturik daude, 10^n -ren balio desberdinen artean ez baitago distantzia geometriko bera (0,00001 – 0,0001 – 0,001 – 0,01). Interpolazioa, kasu honetan, *grosso modo* egin behar da derrigorrez, adierazpide logaritmikora hurbiltzen dela kontuan izanik.

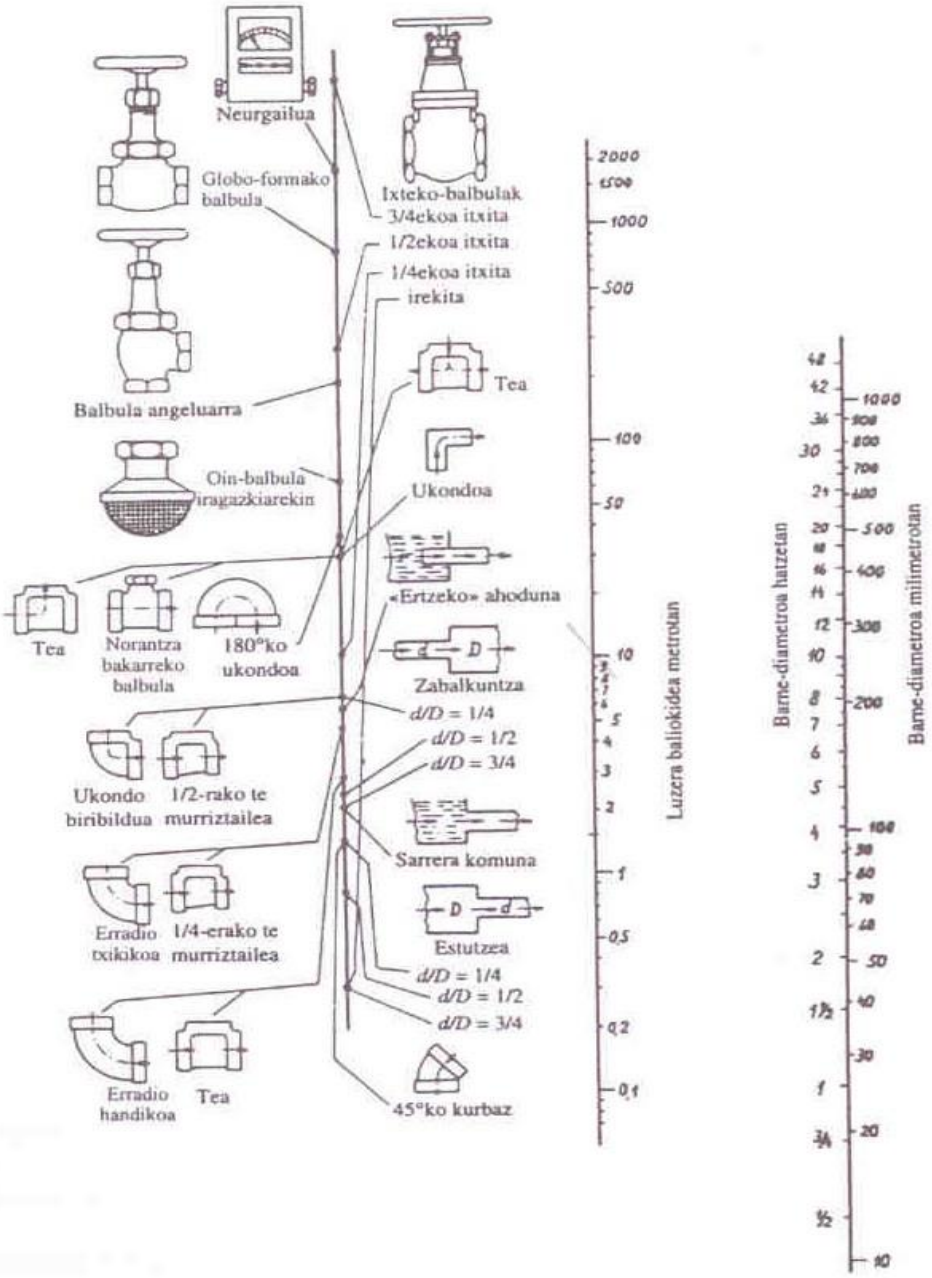
Ref$^{1/2}$ parametro laguntzailea islatzen duten kurbak era logaritmikoan adieraziak daude.

Re eta Re$\cdot$f$^{1/2}$ adierazten dituzten oinarri-unitateen balio geometrikoa 51 mm da eta f marruskadura-koefizienteari dagokiona 211,5 mm-koa. Adierazita ez dauden kurben magnitudeen balioak erraz deduzi daitezke, bi balio ezagun jarrairen artean dagoen marra-kopuruari esker.

Azkenik, azpimarratu beharra dago grafiko-mota hauetan erabileraren erabileraz lortzen dela emaitza nahiko fidagarriak erdiestea. Bestalde, komenigarria da abakoan zuzenen artean gidatzeko erregela gardena erabiltzea, kurba-matazan ez nahasteko eta akats-arriskua txikiagotu dadin.

23 ABAKOA

PIEZA BEREZIEN LUZERA BALIOKIDEAK



ADIBIDEA: Abakoa zeharkatzen duen lerroak 60 mm-ko diametroa (diametroen eskala), duen angelu-balbularen luzera baliokidea ematen du. Erdiko eskalan irakur daitekeenez, 10 m da.

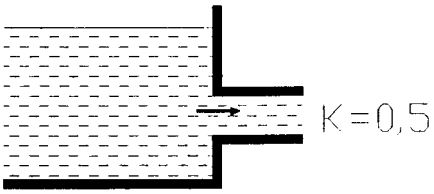
OHARRA: Zabalgune eta estuguneetan diametro txikienarekin sartu behar da eskuineko eskalan.

24 TAULA

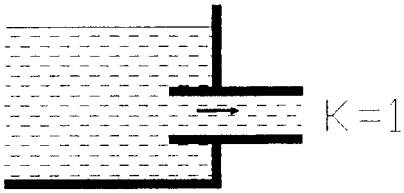
PIEZA BEREZIETAKO KARGA-GALEREN K IGAROTZE-FAKTOREA

Karga-galera metrotan : $h_f = K\dfrac{V^2}{2g}$ (V m/s-tan)

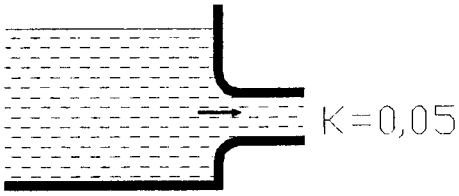
DEPOSITU-IRTEERAK



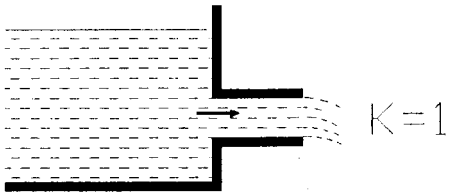
Angelu zuzenak



Borda zulogunea

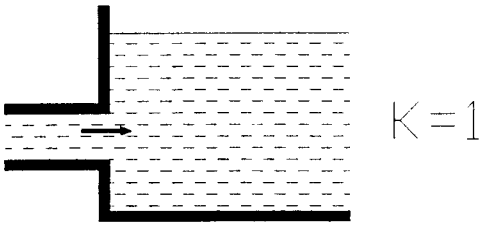


Angelu biribilduak

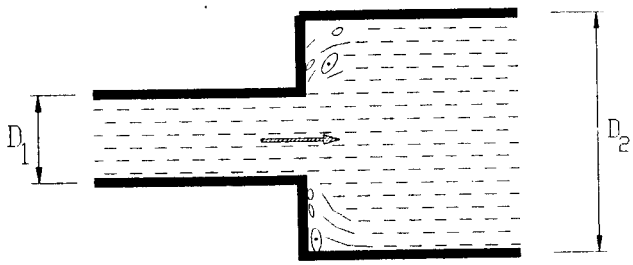


Angelu biziak (irteera atmosferara)

DEPOSITU-SARRERAK



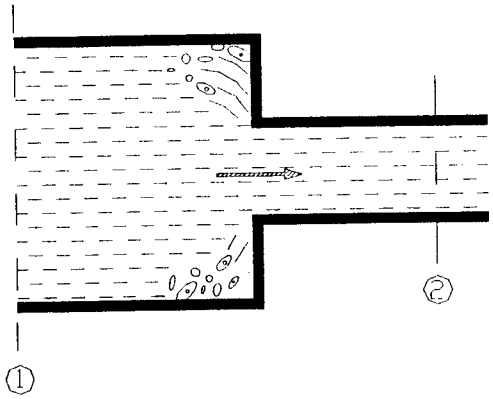
BAPATEKO ZABALGUNEA



$$K = \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right]^2$$

$$h_f = K \cdot \frac{V_1^2}{2g}$$

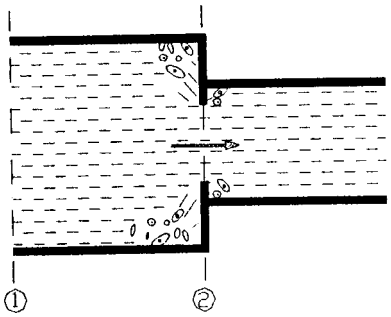
BAPATEKO ESTUGUNEA



$$K = \left[\frac{1}{C_c} - 1\right]^2$$

$$h_f = K \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

A_2/A_1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Cc	0,624	0,632	0,643	0,659	0,681	0,712	0,755	0,813	0,892	1

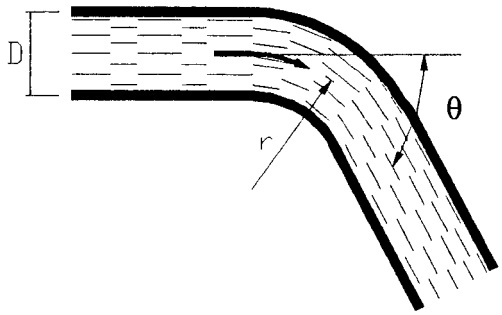


$$K = \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right]^2$$

$$h_f = K \cdot \frac{V_1^2}{2g}$$

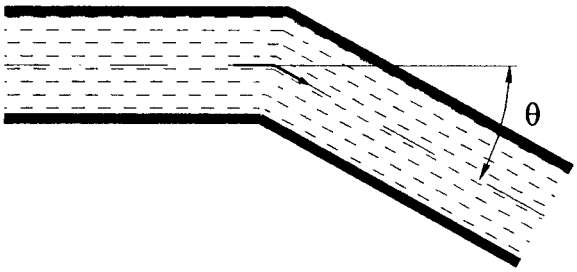
A_2/A_1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
K	232	51	18	9,6	5,3	3,1	2,1	1,2	0,6	0,48

UKONDO BIRIBILDUAK



r/D θ	1	2	3	4	6
22,5º	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
30º	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
45º	0,14	0,10	0,09	0,08	0,08
60º	0,19	0,12	0,11	0,10	0,09
90º	0,21	0,14	0,12	0,11	0,09

BAPATEKO UKONDOAK

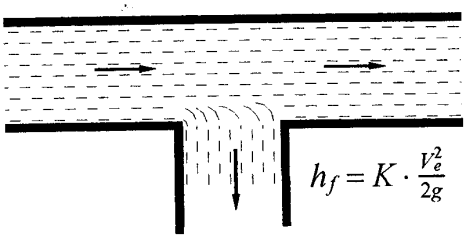


θ	22,5	30	45	60	90
K	0,07	0,11	0,24	0,47	1,13

90º -KO UKONDO KOMERTZIALA (ERRADIO ERTAINA): K ≈ 0,75

90º-KO UKONDO KOMERTZIALA (ERRADIO HANDIA): K ≈ 0,6

Q_e (sarrera)

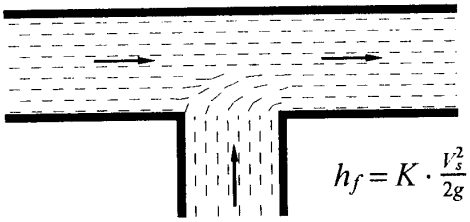


Q_s (irteera)

Q_r (adarra)

Q_r / Q_e	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
K_r	0,95	0,88	0,89	0,95	1,1	1,28
K_s	0,04	-0,08	-0,05	0,07	0,1	0,35

Q_e

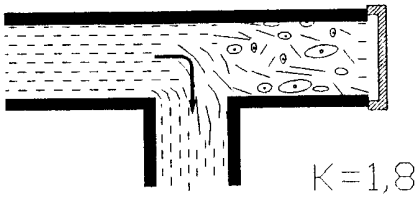


Q_s

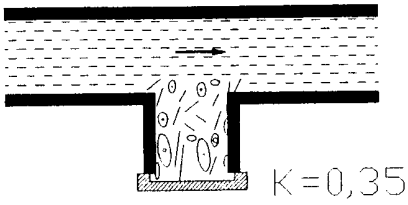
Q_r (adarra)

Q_r / Q_s	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
K_e	0,04	0,17	0,3	0,41	0,51	0,6
K_s	-1,12	-0,4	0,08	0,47	0,72	0,91

T NORMALEKO AHOKAGUNEA

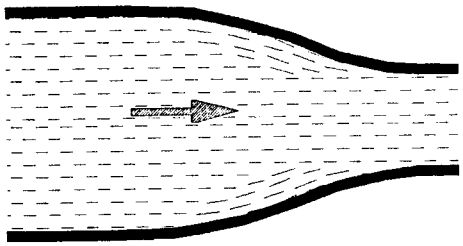


T norabide-aldaketaduna



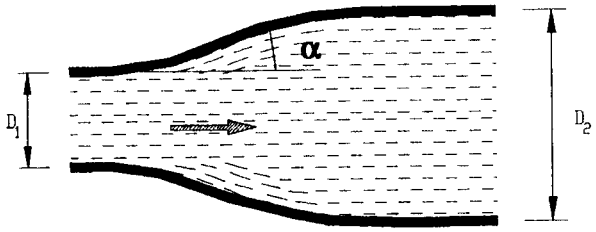
T norabide-aldaketarik gabea

ESTUGUNE PROGRESIBOA



hf alde batera uztekoa

ZABALGUNE PROGRESIBOA

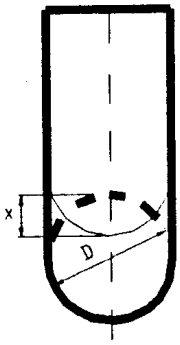


$$h_f = K\frac{V^2}{2g}$$

$$K = 0{,}2.\left[1-\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4\right] \quad (\alpha \leq 10^0)$$

K ≅ Bapateko zabalgunea ($\alpha > 10^o$)

KONPORTA-BALBULA (HODI ZIRKULARRAK)

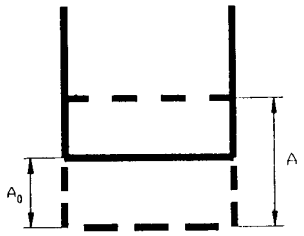


X = obturadorearen sakonera (m)

D = hodiaren diametroa (m)

X/D	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875
K	0,19	0,21	0,26	0,81	2,1	5,5	17	98

KONPORTA-BALBULA (HODI ANGELUZUZENA)

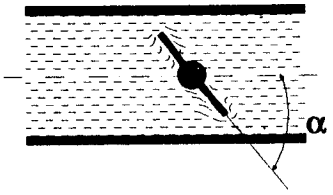


A_0 = igarotze-sekzioa

A =hodi angeluzuzenaren sekzioa

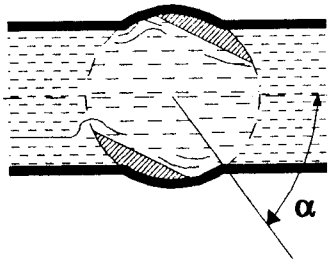
A_0/A	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
K	193	44,5	17,8	8,12	4,02	2,1	0,95	0,39	0,1	0

TXIMELETA-BALBULA



α	5	10	15	20	30	40	45	50	60	70
K	0,24	0,52	0,9	1,54	3,9	11	19	33	120	750

BALBULA ESFERIKOA

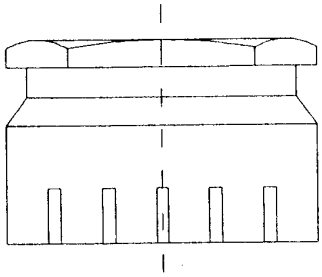


α^o	5	10	15	20	25	30	35
K	0,05	0,3	0,75	1,56	3,1	5,47	0,7

α^o	40	45	50	55	60	65	80
K	17,3	31,2	52,6	110	206	490	∞

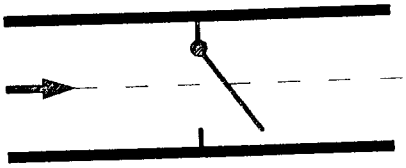
SEGURTASUN-BALBULA K = 2,5

IRAGAZKIDUN OIN-BALBULA



K = 2,5

NORANTZA BAKARREKO BALBULA



DN 25 : K = 2,5

DN 50 : K = 2

DN 75 : K = 1,5

25 TAULA

KALKULU AZKARRA HODIETAN **HAZEN-WILLIAMS** FORMULAREN BIDEZ

Jakina denez: $h_f = J_1 \cdot L \cdot Q^{1,852}$

Q = emari zirkulatzailea l/s-tan

L = luzera m-tan.

J_1 = karga-galera unitarioa. Karga-galera emaria 1 l/s-koa denean, hodi metroko, metro ur zutabetan adierazia (muz/m)

$$J_1 = \frac{1{,}2117.10^{10}}{C_{HW}^{1,852} . D_{(mm)}^{4,87}}$$

HAZEN WILLIAMS

C_{HW} = 150	$\varepsilon/D \leq 1{,}5 \cdot 10^{-5}$
C_{HW} = 140	$1{,}5 \cdot 10^{-5} < \varepsilon/D \leq 2 \cdot 10^{-4}$
C_{HW} = 130	$2 \cdot 10^{-4} < \varepsilon/D \leq 1 \cdot 10^{-3}$
C_{HW} = 120	$1 \cdot 10^{-3} < \varepsilon/D \leq 4 \cdot 10^{-3}$
C_{HW} = 110	$4 \cdot 10^{-3} < \varepsilon/D \leq 1{,}5 \cdot 10^{-2}$
C_{HW} = 100	$\varepsilon/D > 1{,}5 \cdot 10^{-2}$

D (mm)	J_1						
	C_{HW}						
	150	**140**	**130**	**120**	**110**	**100**	**80**
50	6,02E-03	6,84E-03	7,84E-03	9,09E-03	0,011	0,013	0,019
60	2,48E-03	2,81E-03	3,23E-03	3,74E-03	4,40E-03	5,25E-03	7,93E-03
70	1,17E-03	1,33E-03	1,52E-03	1,77E-03	2,08E-03	2,48E-03	3,74E-03
80	6,10E-04	6,93E-04	7,95E-04	9,22E-04	1,08E-03	1,29E-03	1,95E-03
100	2,06E-04	2,34E-04	2,68E-04	3,11E-04	3,65E-04	4,36E-04	6,59E-04
125	6,94E-05	7,89E-05	9,05E-05	1,05E-04	1,23E-04	1,47E-04	2,22E-04
150	2,86E-05	3,24E-05	3,72E-05	4,32E-05	5,07E-05	6,05E-05	9,15E-05
175	1,35E-05	1,53E-05	1,76E-05	2,04E-05	2,39E-05	2,86E-05	4,32E-05
200	7,03E-06	7,99E-06	9,17E-06	1,06E-05	1,25E-05	1,49E-05	2,25E-05
250	2,37E-06	2,70E-06	3,09E-06	3,59E-06	4,21E-06	5,03E-06	7,60E-06
300	9,77E-07	1,11E-06	1,27E-06	1,48E-06	1,73E-06	2,07E-06	3,13E-06
350	4,61E-07	5,24E-07	6,01E-07	6,97E-07	8,19E-07	9,77E-07	1,48E-06
400	2,41E-07	2,73E-07	3,14E-07	3,64E-07	4,27E-07	5,10E-07	7,71E-07
450	1,36E-07	1,54E-07	1,77E-07	2,05E-07	2,41E-07	2,87E-07	4,34E-07
500	8,12E-08	9,22E-08	1,06E-07	1,23E-07	1,44E-07	1,72E-07	2,60E-07
600	3,34E-08	3,79E-08	4,35E-08	5,05E-08	5,93E-08	7,08E-08	1,07E-07
700	1,58E-08	1,79E-08	2,05E-08	2,38E-08	2,80E-08	3,34E-08	5,05E-08
800	8,23E-09	9,35E-09	1,07E-08	1,24E-08	1,46E-08	1,74E-08	2,64E-08
1000	2,78E-09	3,15E-09	3,62E-09	4,20E-09	4,93E-09	5,88E-09	8,89E-09

26 TAULA

BATAZBESTEKO ZIMURDURA-KOEFIZIENTEAK MANNING-EN ARABERA

HORMAKO MATERIALA	MANNING-en koefizientea **n**
Egur arrabotua	0,012
Arrabotu gabeko egurra	0,013
Hormigoi landua	0,012
Hormigoi landugabea	0,015
Burdinurtua	0,016
Adreilua	0,016
Altzairu erematxatua	0,016
Hondarra (Harea)	0,020
Zimurduradun altzairua	0,022
Legar xehea (10/20/30 lodiera)	0,022
Legar ertaina	0,025
Legarra (50/100/150 lodiera)	0,029
Harri-horma	0,026
Lurra	0,026
Harria edo belarra duen lurra	0,035
Harriak	0,037
Arroka ertainak	0,042
Arroka handiak	0,060
PVC	0,009

27 TAULA

Q_c/Q_{II}; V_c/V_{II} eta h_c/D arteko erlazioak. Thorman eta Franke-ren taula

Qc/QII	vc/vII	Hc/HII	Qc/QII	vc/vII	Hc/HII	Qc/QII	vc/vII	Hc/HII
0,001	0,159	0,024	0,36	0,919	0,415	0,82	1,116	0,689
0,002	0,196	0,033	0,37	0,925	0,421	0,83	1,118	0,695
0,003	0,222	0,040	0,38	0,931	0,427	0,84	1,120	0,702
0,004	0,243	0,046	0,39	0,938	0,434	0,85	1,122	0,708
0,005	0,260	0,051	0,40	0,944	0,440	0,86	1,125	0,715
0,006	0,277	0,056	0,41	0,950	0,446	0,87	1,126	0,721
0,007	0,289	0,060	0,42	0,956	0,452	0,88	1,128	0,728
0,008	0,301	0,064	0,43	0,962	0,458	0,89	1,130	0,735
0,009	0,311	0,067	0,44	0,968	0,464	0,90	1,132	0,742
0,010	0,322	0,071	0,45	0,973	0,470	0,91	1,133	0,749
0,015	0,364	0,086	0,46	0,979	0,476	0,92	1,135	0,756
0,020	0,396	0,098	0,47	0,985	0,483	0,93	1,136	0,763
0,025	0,424	0,109	0,48	0,990	0,488	0,94	1,137	0,770
0,030	0,448	0,119	0,49	0,995	0,494	0,95	1,138	0,778
0,035	0,468	0,128	0,50	1,000	0,500	0,96	1,139	0,786
0,040	0,489	0,137	0,51	1,005	0,506	0,97	1,139	0,794
0,045	0,506	0,145	0,52	1,010	0,512	0,98	1,140	0,802
0,050	0,521	0,152	0,53	1,015	0,518	0,99	1,140	0,811
0,060	0,550	0,166	0,54	1,020	0,524	1,0	1,140	0,829
0,070	0,576	0,179	0,55	1,024	0,529	1,02	1,139	0,839
0,080	0,598	0,191	0,56	1,028	0,535	1,03	1,137	0,850
0,090	0,621	0,203	0,57	1,033	0,541	1,04	1,136	0,861
0,10	0,640	0,214	0,58	1,037	0,547	1,05	1,133	0,874
0,11	0,658	0,224	0,59	1,041	0,552	1,06	1,128	0,889
0,12	0,674	0,234	0,60	1,045	0,558	1,0701	1,120	0,910
0,13	0,691	0,244	0,61	1,049	0,564	1,0715	1,118	0,914
0,14	0,705	0,253	0,62	1,053	0,570	1,0730	1,116	0,919
0,15	0,720	0,262	0,63	1,057	0,576	1,0740	1,113	0,923
0,16	0,732	0,270	0,64	1,061	0,581	1,0751	1,110	0,929
0,17	0,746	0,279	0,65	1,064	0,587	1,0755	1,107	0,933
0,18	0,757	0,287	0,66	1,068	0,593	1,07567	1,105	0,936
0,19	0,769	0,295	0,67	1,072	0,599	1,07571	1,104	0,938
0,20	0,780	0,303	0,68	1,075	0,605	1,07568	1,103	0,940
0,22	0,802	0,319	0,69	1,079	0,611	1,0755	1,101	0,943
0,23	0,812	0,326	0,70	1,082	0,617	1,0751	1,097	0,947
0,24	0,822	0,334	0,71	1,085	0,622	1,0741	1,093	0,952
0,25	0,832	0,341	0,72	1,088	0,628	1,0722	1,088	0,958
0,26	0,840	0,348	0,73	1,091	0,634	1,0700	1,083	0,963
0,27	0,849	0,355	0,74	1,094	0,640	1,065	1,074	0,971
0,28	0,858	0,362	0,75	1,097	0,646	1,060	1,066	0,977
0,29	0,866	0,369	0,76	1,100	0,652	1,056	1,060	0,981
0,30	0,875	0,376	0,77	1,103	0,658	1,050	1,054	0,985
0,31	0,882	0,382	0,78	1,106	0,664	1,040	1,041	0,991
0,32	0,890	0,389	0,79	1,108	0,670	1,030	1,031	0,995
0,33	0,897	0,395	0,80	1,111	0,677	1,019	1,019	0,998
0,34	0,904	0,402	0,81	1,114	0,683	1,014	1,014	0,999
0,35	0,911	0,408				1,0	1,000	1,000

28 TAULA

h_c/D, Q_c/Q_{ll} eta V_c/V_{ll} arteko erlazioak

h/D	Qc/Qll	vc/vll	h/D	Qc/Qll	vc/vll	h/D	Qc/Qll	vc/vll
0,010	0,000	0,089	0,340	0,249	0,830	0,670	0,789	1,108
0,020	0,001	0,141	0,350	0,263	0,843	0,680	0,806	1,112
0,030	0,002	0,184	0,360	0,277	0,855	0,690	0,821	1,116
0,040	0,003	0,222	0,370	0,292	0,868	0,700	0,837	1,120
0,050	0,005	0,257	0,380	0,307	0,879	0,710	0,853	1,123
0,060	0,007	0,289	0,390	0,322	0,891	0,720	0,868	1,126
0,070	0,010	0,319	0,400	0,337	0,902	0,730	0,883	1,129
0,080	0,013	0,348	0,410	0,353	0,913	0,740	0,898	1,131
0,090	0,017	0,375	0,420	0,368	0,924	0,750	0,912	1,133
0,100	0,021	0,401	0,430	0,384	0,934	0,760	0,926	1,135
0,110	0,025	0,426	0,440	0,400	0,944	0,770	0,939	1,137
0,120	0,031	0,450	0,450	0,417	0,954	0,780	0,953	1,138
0,130	0,036	0,473	0,460	0,433	0,964	0,790	0,965	1,139
0,140	0,042	0,495	0,470	0,450	0,973	0,800	0,977	1,140
0,150	0,049	0,517	0,480	0,466	0,983	0,810	0,989	1,140
0,160	0,056	0,538	0,490	0,483	0,991	0,820	1,000	1,140
0,170	0,063	0,558	0,500	0,500	1,000	0,830	1,011	1,139
0,180	0,071	0,577	0,510	0,517	1,008	0,840	1,021	1,139
0,190	0,079	0,597	0,520	0,534	1,016	0,850	1,030	1,137
0,200	0,088	0,615	0,530	0,551	1,024	0,860	1,039	1,136
0,210	0,097	0,633	0,540	0,568	1,032	0,870	1,047	1,134
0,220	0,106	0,651	0,550	0,586	1,039	0,880	1,054	1,131
0,230	0,116	0,668	0,560	0,603	1,046	0,890	1,060	1,128
0,240	0,126	0,684	0,570	0,620	1,053	0,900	1,066	1,124
0,250	0,137	0,701	0,580	0,637	1,060	0,910	1,070	1,120
0,260	0,148	0,717	0,590	0,655	1,066	0,920	1,073	1,115
0,270	0,159	0,732	0,600	0,672	1,072	0,930	1,075	1,109
0,280	0,171	0,747	0,610	0,689	1,078	0,940	1,076	1,103
0,290	0,183	0,762	0,620	0,706	1,084	0,950	1,075	1,095
0,300	0,196	0,776	0,630	0,723	1,089	0,960	1,071	1,086
0,310	0,209	0,790	0,640	0,740	1,094	0,970	1,066	1,075
0,320	0,222	0,804	0,650	0,756	1,099	0,980	1,057	1,062
0,330	0,235	0,817	0,660	0,773	1,104	0,990	1,042	1,044
						1,000	1,000	1,000