

MODULO I

PRINCIPIOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA



AMERIC

AGRADECE TU PARTICIPACIÓN

Magda.castillo@dimisamx.com.mx

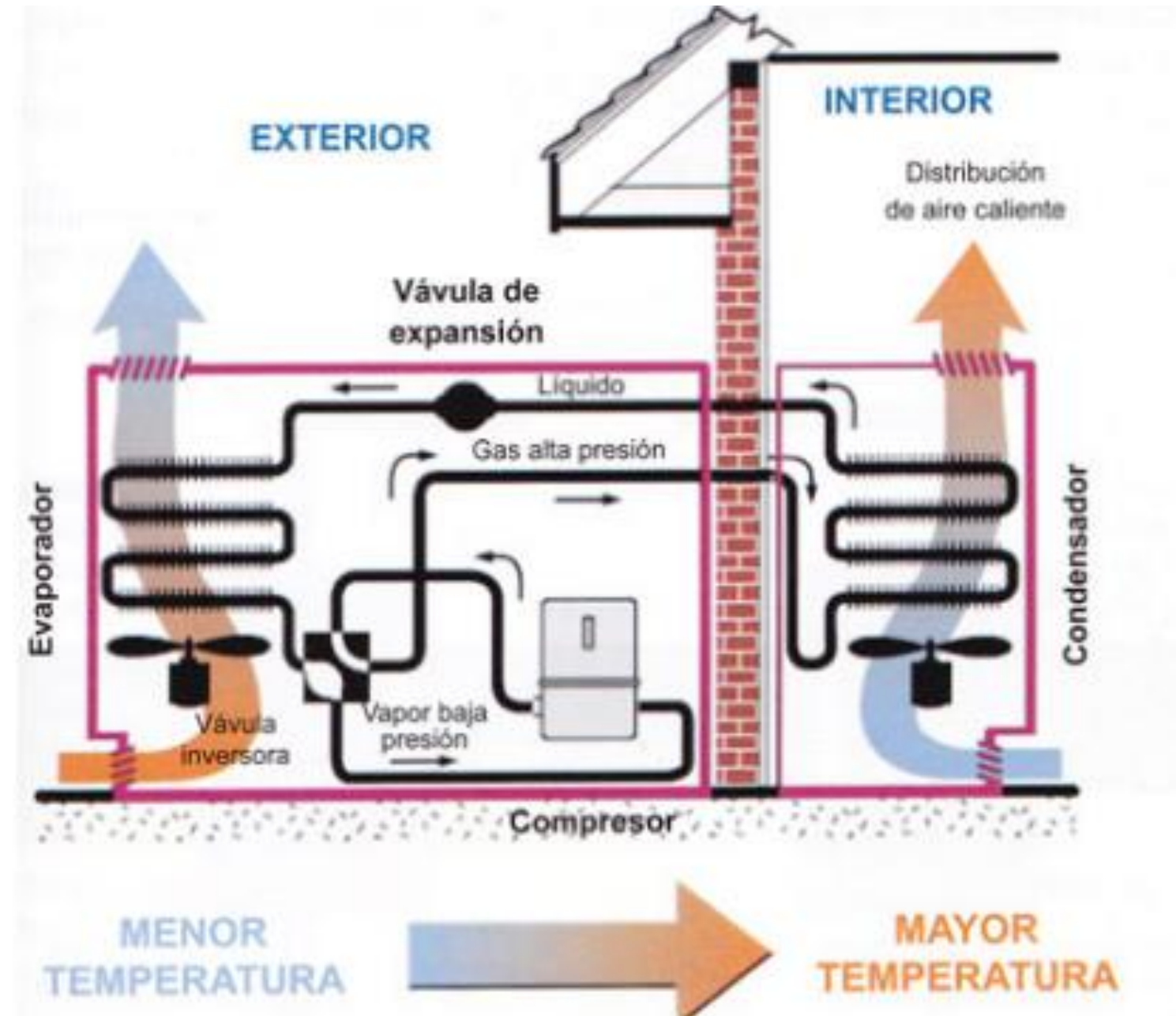
Empieza con lo fácil, continua con lo difícil y pronto te encontraras realizando lo imposible

5- Por una tubería de 4 pulgadas de diámetro circula un gas a 2 kgf /cm² man de presión a 30° C de Temperatura y una velocidad de 3 m/s; el gas se hace pasar por un compresor y se descarga en una tubería de 1.5 pulgadas de diámetro interior, donde la presión del gas es de 50 lb_f/ in² man y la temperatura es de 40°C. ¿Cuál será la nueva velocidad del gas?

R=14.7 m/s

Principios básicos de la termodinámica

1. Sistema de Unidades y análisis dimensional
2. Termodinámica.
3. Propiedades fisicoquímicas y mecánicas en HVAC&R
 - 3.1 G_m , q , v , d , m , v , F , n ,
 - 3.2 C , C_p , T , $P_{\text{ebullición}}$, k ;
 - 3.3 P_{atm} , P_{man} , P_{vac} , P_h , P_{absoluta} ;
 - 3.3 Q_s , Q_L , y mecanismos de transferencia de calor
 - 3.4, Estados de agregación de la materia y sus interacciones.
 - 3.6 Relaciones gráficas de P , T , V , Q , H , S y sus interacciones.
 - 3.7 W , U , H , S .

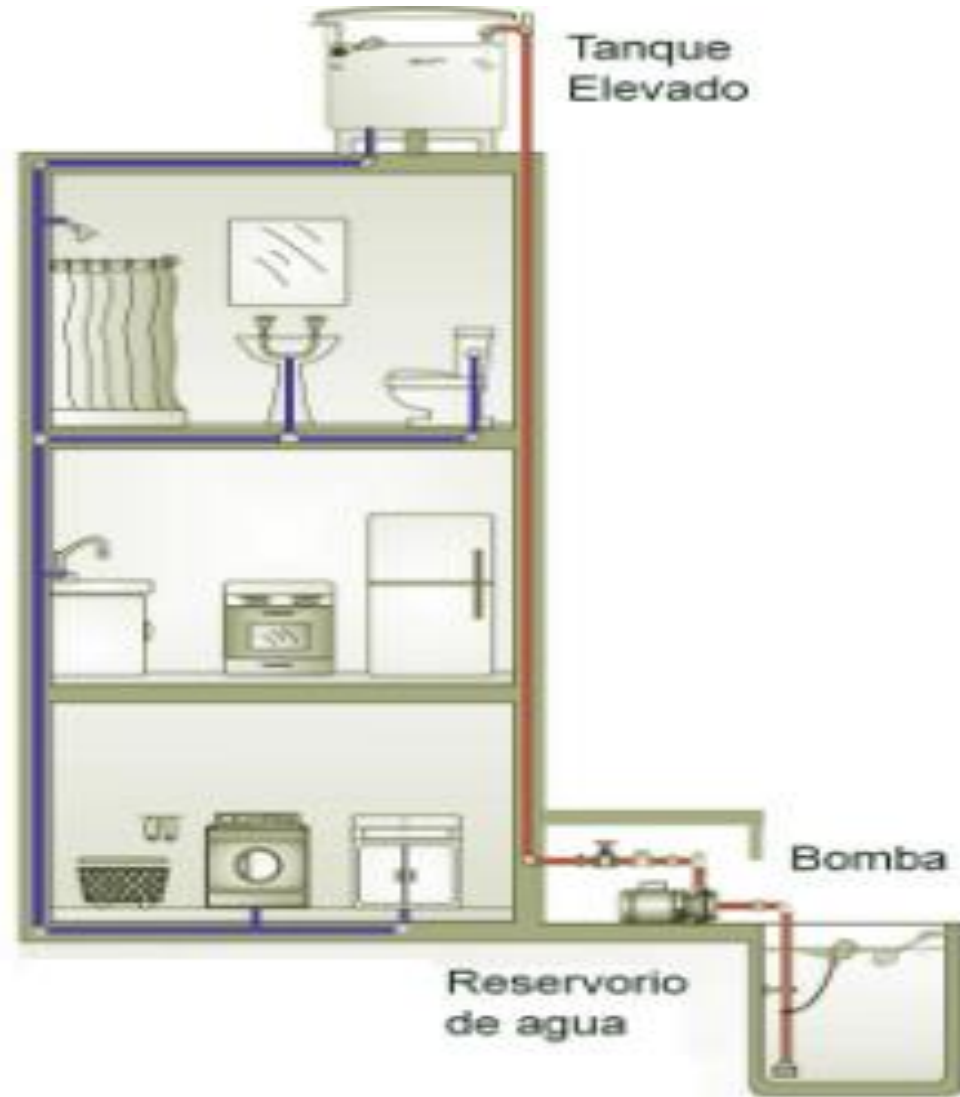


Principios básicos de la termodinámica

4. Ecuación de Bernoulli.

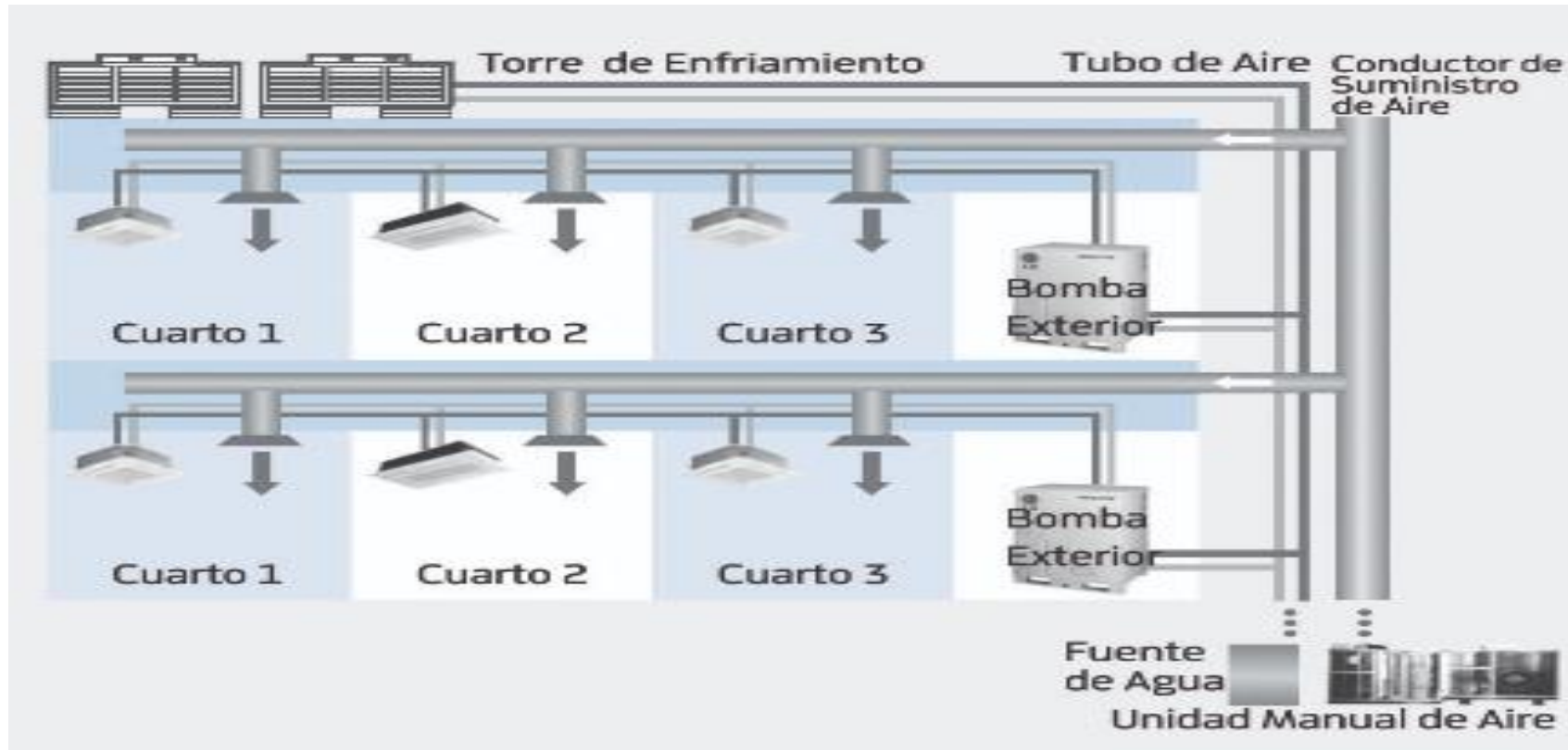
4.1 pérdidas primarias y secundarias

4.2 problema



La ecuación de Bernoulli es uno de los pilares fundamentales de la hidrodinámica, son innumerables los problemas prácticos que se resuelven mediante esta ecuación:

- ❖ Determinación de la altura a la que debe instalarse una bomba.
- ❖ Cálculo de la altura efectiva que se necesita en una bomba.
- ❖ Determinar problemas de cavitación, etc.



Ecuación de Bernoulli...

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \Sigma H_B - \Sigma H_{1-2} - \Sigma H_T = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

H_B = Energía suministrada al sistema por bombas

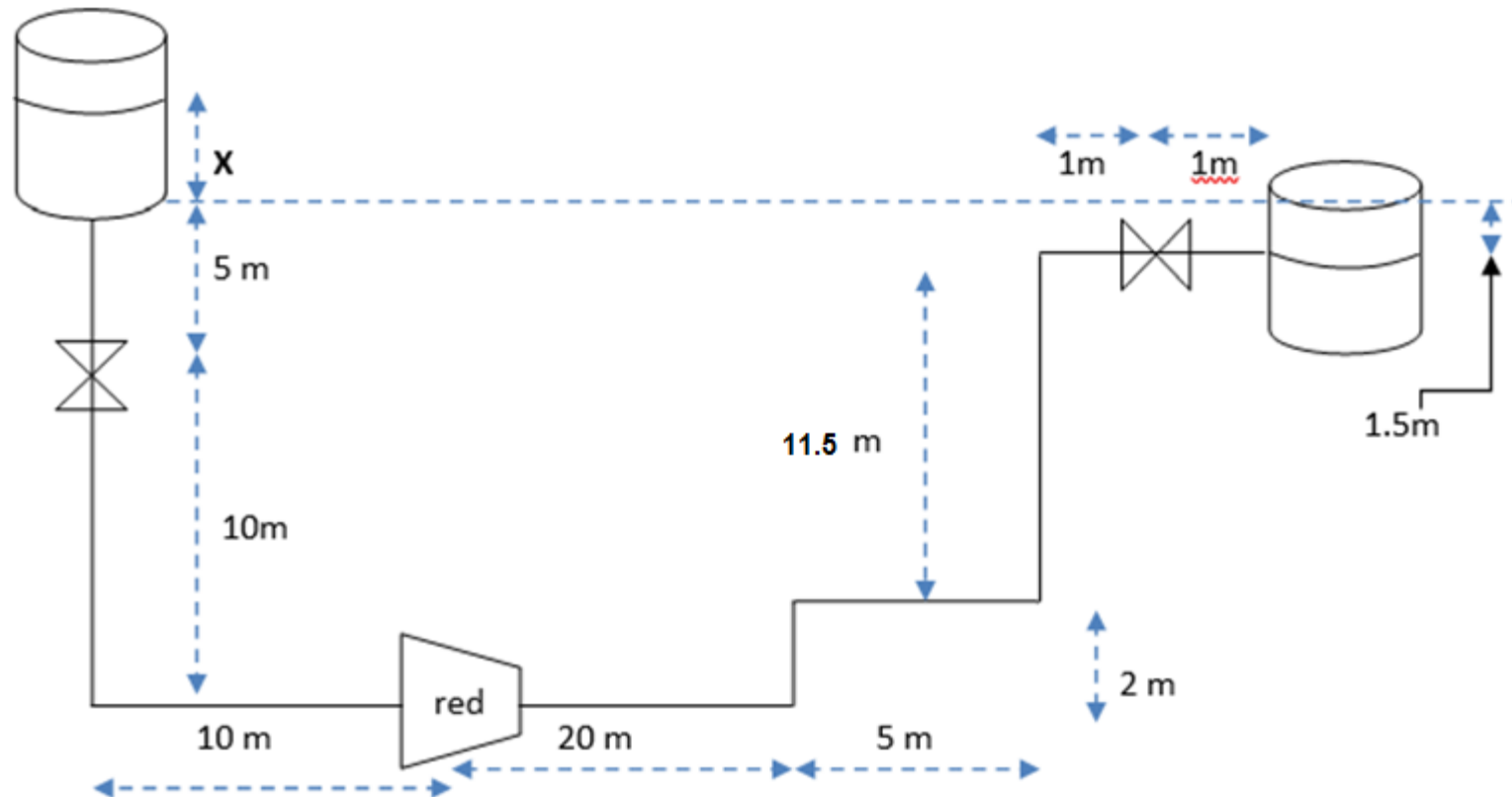
H_T = Energía que el sistema suministra a turbinas

H_{1-2} = Energía pérdida por fricción

$\frac{P_1}{\rho g}$ = Energía por la presión

Z = Energía potencial o geodésica

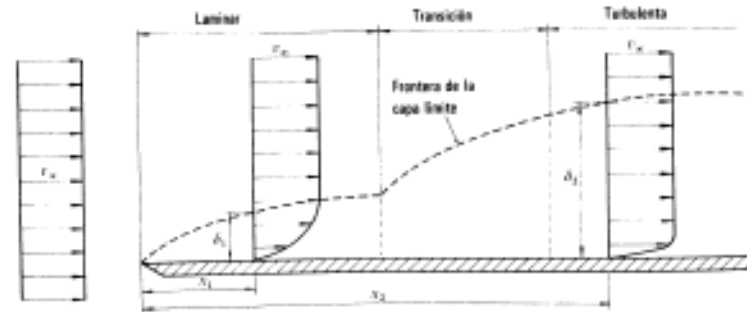
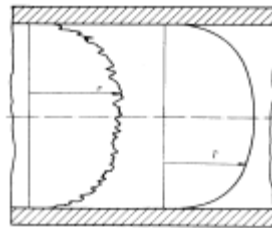
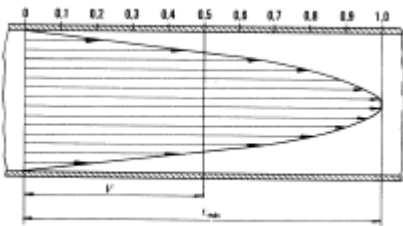
$\frac{V_1^2}{\rho g}$ = Energía cinética



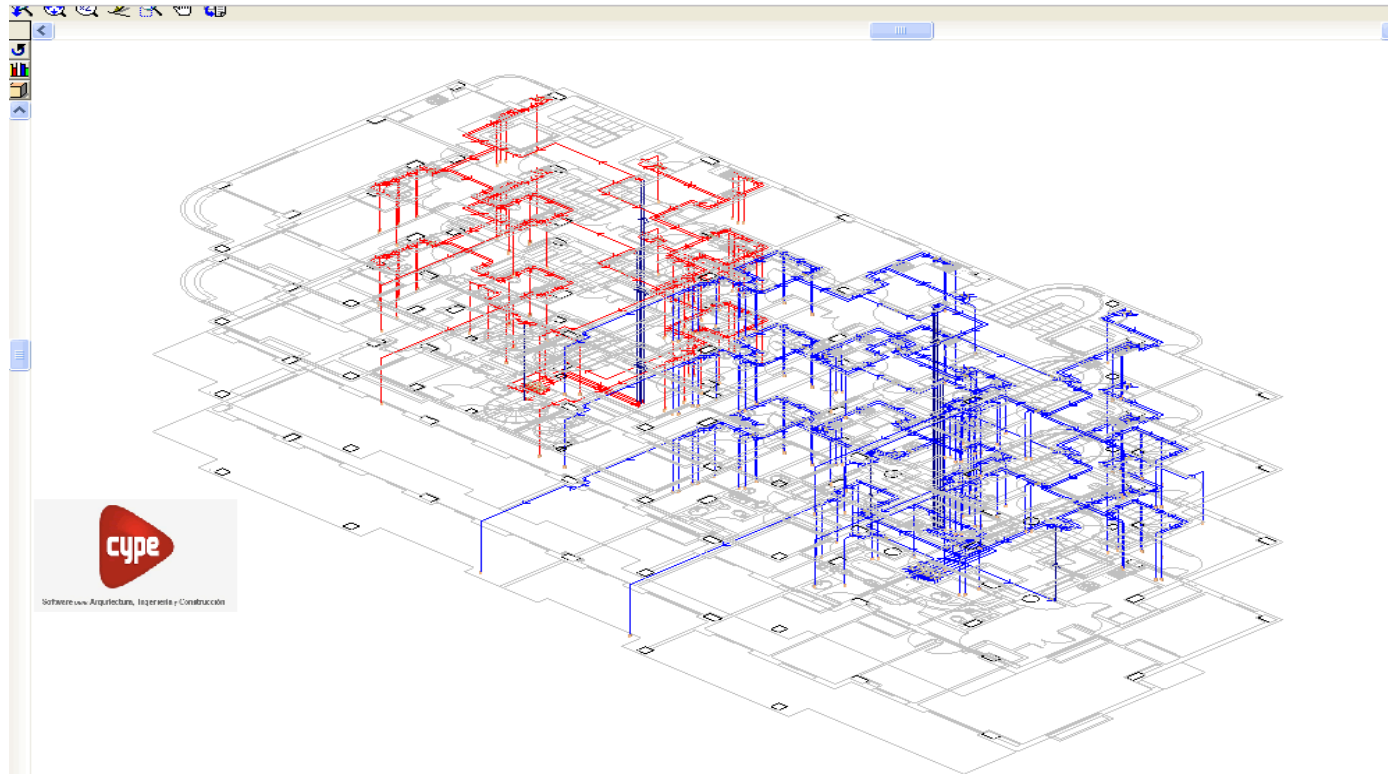
RESISTENCIA DE SUPERFICIES: PÉRDIDAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS

Las pérdidas de carga en las tuberías son de dos clases: primarias y secundarias.

Las pérdidas primarias son las pérdidas de superficie en el contacto del fluido con la tubería (capa límite), rozamiento de unas capas de fluidos con otras (régimen laminar o de las partículas del fluido entre sí (régimen turbulento). Tienen lugar en flujo uniforme, por tanto principalmente los tramos de tubería de sección constante.



Las pérdidas secundarias son la pérdida de forma, que tienen lugar en las transiciones (estrechamientos o expansiones de la corriente), codos, válvulas y en toda clase de accesorios de tubería.



Una instalación consta de una serie de metros de tubería y de accesorios (codos, contracciones, válvulas, etc.); en los tramos rectos hay pérdidas primarias y en los accesorios pérdidas secundarias. El conjunto de estas pérdidas constituye las pérdidas exteriores a la bomba (H_{r-ext}). Además, se originan pérdidas de superficie y de forma en el interior de la bomba (H_{R-int}).

PÉRDIDAS PRIMARIAS

Experimentos realizados con tuberías de agua de diámetro constante demostraron que la pérdida de carga era directamente proporcional al cuadrado de la velocidad media en la tubería y a la longitud de la tubería e inversamente proporcional al diámetro de la misma. La fórmula funcional que expresa lo anterior es:

$$H_{rp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación de DARCY - WEISBACH

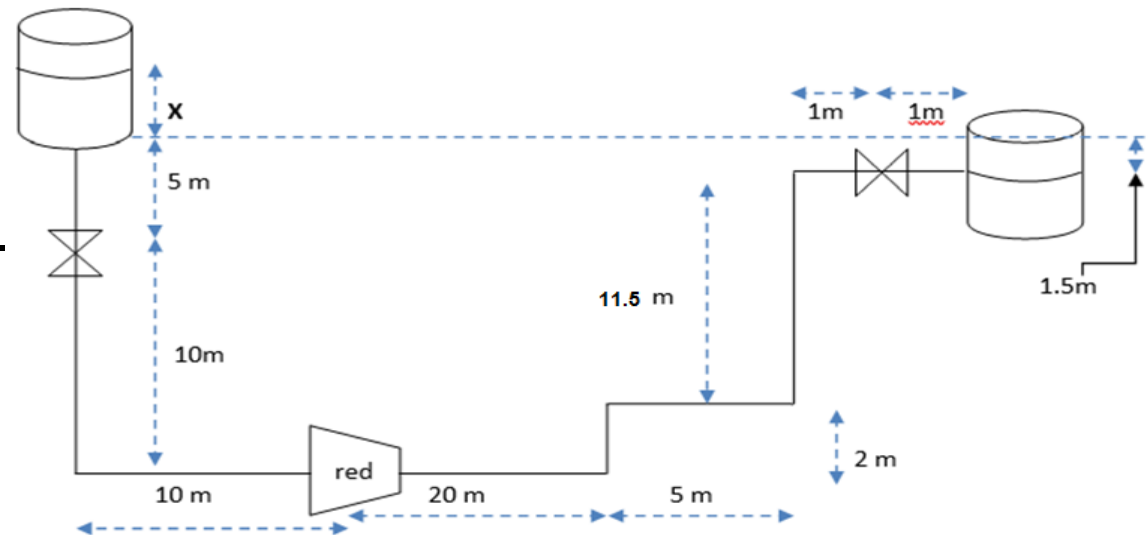
Donde: H_{rp} = Pérdida de carga primaria.

λ = Coeficiente de pérdida de carga primaria.

L = Longitud de la tubería.

D = Diámetro de la tubería.

V = Velocidad media del fluido



La ecuación se utiliza en conjunto con el Diagrama de Moody,

DIAGRAMA DE MOODY.

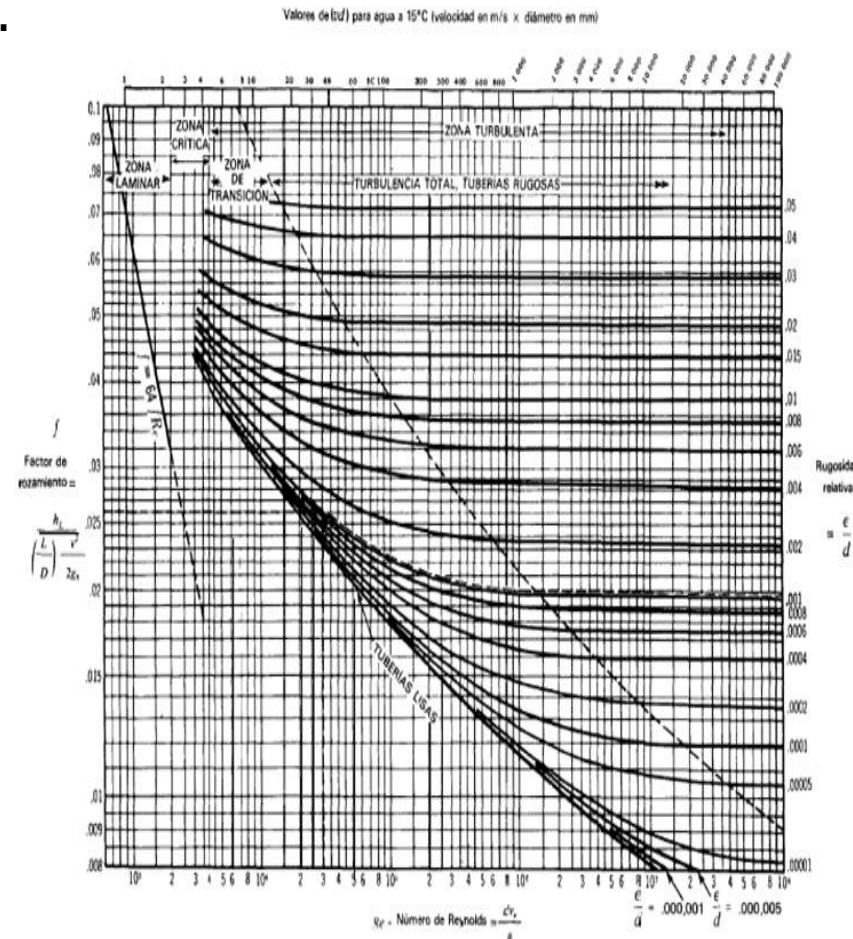
- Resuelve todos los problemas de pérdida de cargas primarias en tuberías con cualquier diámetro, cualquier material de tubería y cualquier caudal.
- Puede emplearse con tuberías de sección no circular, sustituyendo el diámetro D por el Radio Hidráulico.
- Se utiliza para determinar el coeficiente λ en la ecuación de Darcy-Weisbach; a partir del num. de Reynolds (N_{RE}) y de la rugosidad relativa (k/d).

PASOS.

Calcular el número de Reynolds.

Si $N_{RE} < 2300$ el valor de " λ " se obtiene trazando una línea vertical desde el valor de Re hasta una línea recta inclinada y después se une el punto de intersección con el valor de " λ ". Se aplica para tubos Lisos o Rugosos.

Tuberías Lisas y con $N_{RE} > 4000$ se traza una línea vertical desde el N_{RE} hasta la curva inferior, después donde se intercepta y la curva se traza otra línea horizontal hasta el valor de " λ ".



A-22b. Factores de fricción para cualquier tipo de tubería comercial

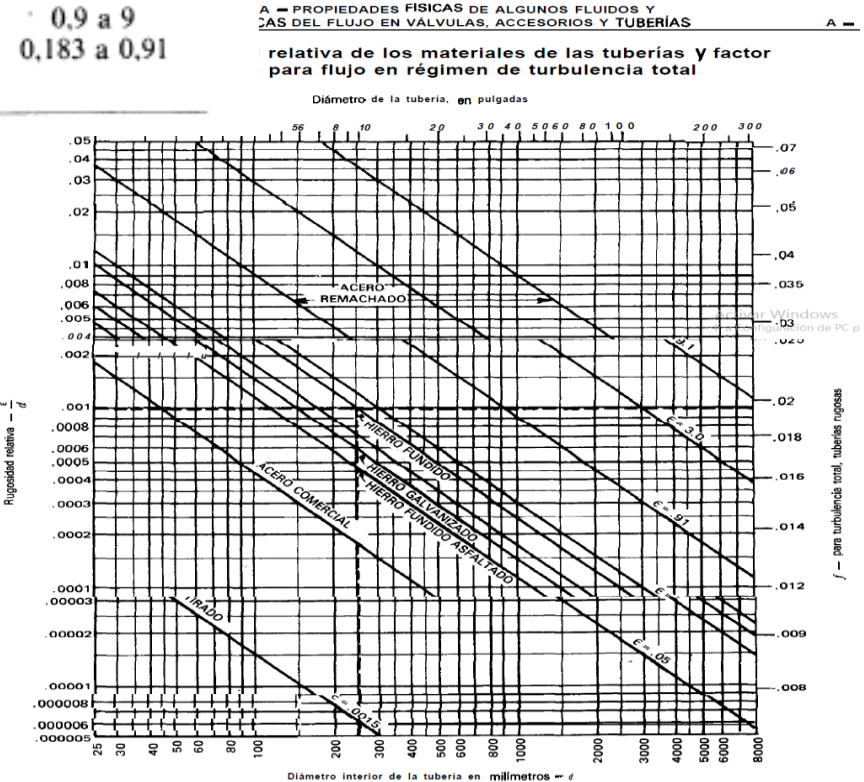
APÉNDICE A — PROPIEDADES FÍSICAS DE ALGUNOS FLUIDOS Y CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO EN VALVULAS, ACCESORIOS Y TUBERÍAS

En la tabla se pueden leer los valores de la rugosidad absoluta (k)

TABLA 9-2. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD ABSOLUTA, k
PARA TUBERIAS COMERCIALES

Tipo de tubería	Rugosidad absoluta — k (mm)	Tipo de tubería	Rugosidad absoluta — k (mm)
Vidrio, cobre o latón estirado..	<0,001 (o lisa)	Hierro galvanizado	0,15 a 0,20
Latón industrial	0,025	Fundición corriente nueva..	0,25
Acero laminado nuevo	0,05	Fundición corriente oxidada .	1 a 1,5
Acero laminado oxidado.....	0,15 a 0,25	Fundición asfaltada.	0,1
Acero laminado con incrustaciones.....	1,5 a 3	Cemento alisado.....	0,3 a 0,8
Acero asfaltado.....	0,015	Cemento bruto.....	Hasta 3
Acero roblonado	0,03 a 0,1	Acero roblonado	0,9 a 9
Acero soldado, oxidado	0,4	Duelas de madera	0,183 a 0,91

En graficas se pueden leer los valores de la rugosidad absoluta (k)

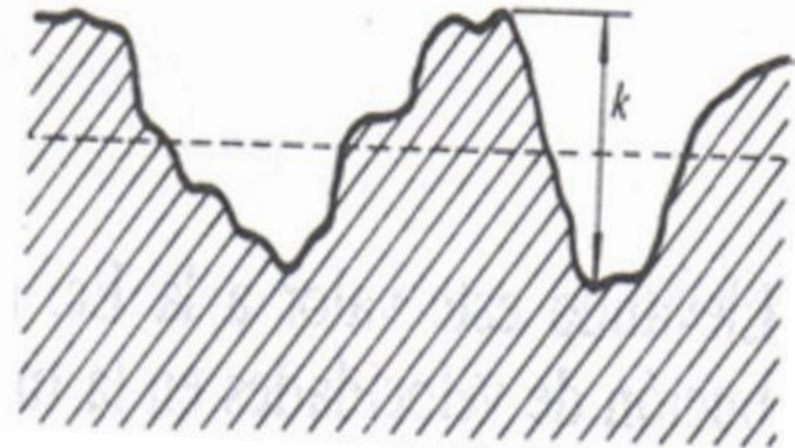


El factor λ en la ecuación de Darcy-Weisbach es adimensional [L/D es adimensional y $V^2/2g$ tiene la misma dimensión que H_{rp} (longitud)].

El factor λ depende de la velocidad, del diámetro de la tubería, de la densidad, de la viscosidad y de la rugosidad, la cual, como se aprecia en la figura 3, puede expresarse en unidades de longitud.

La figura 3 representa microscópicamente la rugosidad de la tubería y con ello se explica el significado del parámetro k .

FIG. 3 Una tubería rugosa macroscópicamente presenta este aspecto. En la figura se ve que la rugosidad absoluta k tiene una dimensión lineal.



COEFICIENTE λ DE LA EC. 9-4 PARA TUBERIAS COMERCIALES

<i>Tuberías</i>	<i>Régimen</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Autor</i>
lisas y rugosas	laminar	$\lambda = \frac{64}{Re}$	Poiseulle
lisas	turbulento (I) $Re < 100.000$	$\lambda = \frac{0,316}{Re^{1/4}}$	Blasius
lisas	turbulento (I) $Re < 100.000$	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log_{10} \left(Re \sqrt{\lambda} \right) - 0,8$	Kármán-Prandtl (primera ecuación)
rugosas	turbulento (zona de transición)	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$	Colebrook
rugosas	turbulento (zona final)	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log_{10} \frac{D}{2k} + 1,74$	Kármán-Prandtl (segunda ecuación)

EJEMPLO DE TUBERÍA

COBRE, VIDRIO, PLÁSTICO,
BRONCE, ACERO INOXIDABLE
VIDRIO, ACERO INOXIDABLE,
HIERRO, HORMIGÓN
HIERRO, COBRE, ACERO, PLÁSTICO

HIERRO GALVANIZADO, CONCRETO,
ACERO

HIERRO GALVANIZADO,

La corriente no pasa bruscamente de laminar a turbulenta. Hay una zona en que el régimen puede ser mixto.

PÉRDIDAS SECUNDARIAS

- El método más utilizado para calcular las pérdidas secundarias es considerarlas como longitudes equivalentes., es decir longitudes en metros de un trozo de tubería del mismo diámetro que produciría las mismas pérdidas de carga que los accesorios en cuestión. En una tubería cada codo, medidor de caudal, etc., se sustituirán por su longitud de tubería equivalente, L_e .
- Ecuación fundamental de pérdidas primaria en la siguiente:

$$H_r = \lambda \frac{\left(L + \sum L_e\right) V^2}{D \cdot 2g}$$

Donde: H_e = Suma total de pérdidas primarias y secundarias.

λ = Coeficiente de pérdidas del Diagrama de Moody.
 L = Longitud total de los tramos rectos de tubería.
 $\sum L_e$ = Suma de todas las longitudes equivalentes a los accesorios diversos.
 V = Velocidad media en la tubería.

El Nomograma

consta de 3 escalas: uniendo con una recta el punto de la escala izquierda correspondiente al accesorio de que se trata con el punto de la escala derecha correspondiente al diámetro interior de la tubería, el punto de intersección de esta recta con la escala central proporciona la L_e del accesorio.

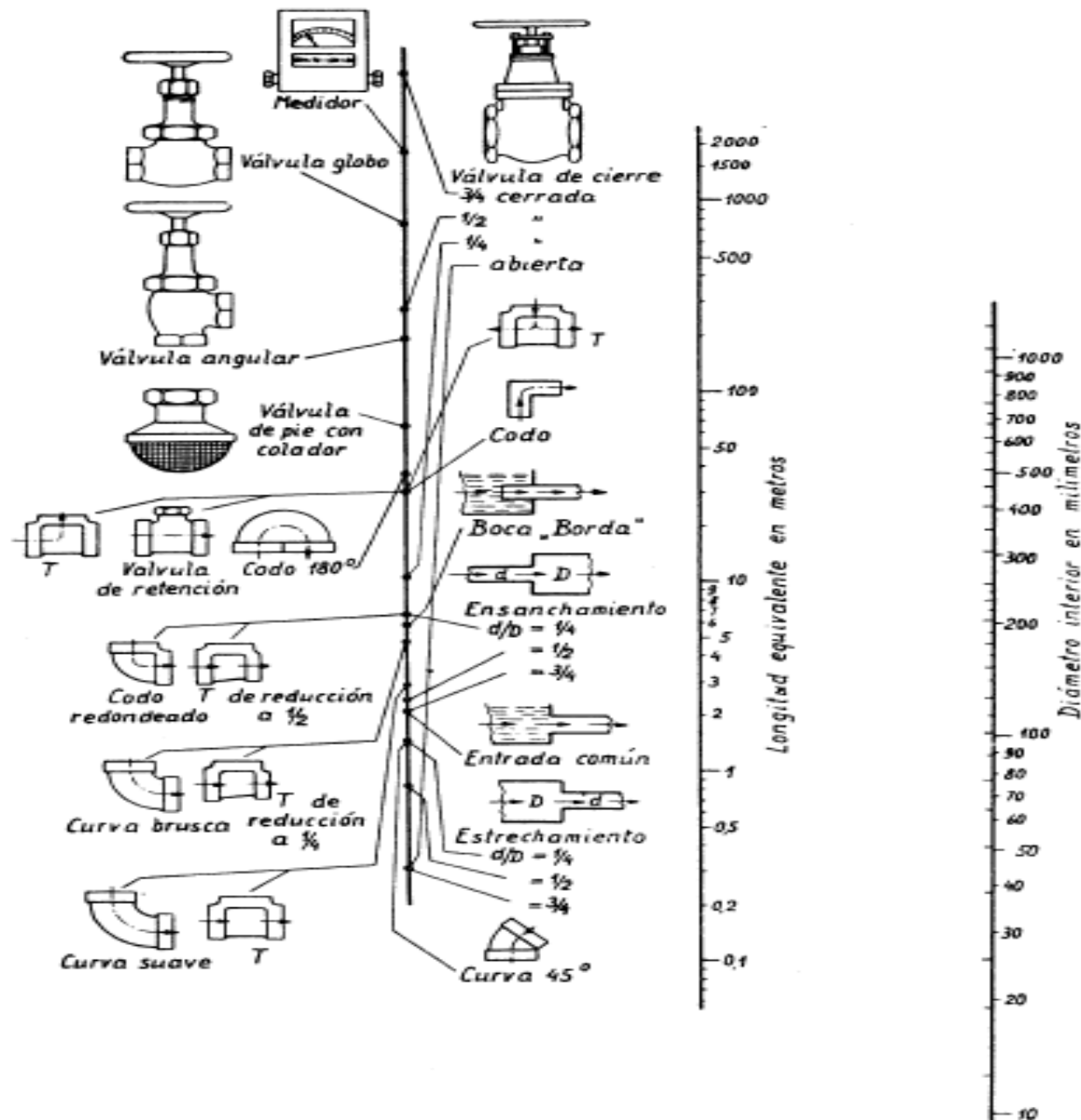
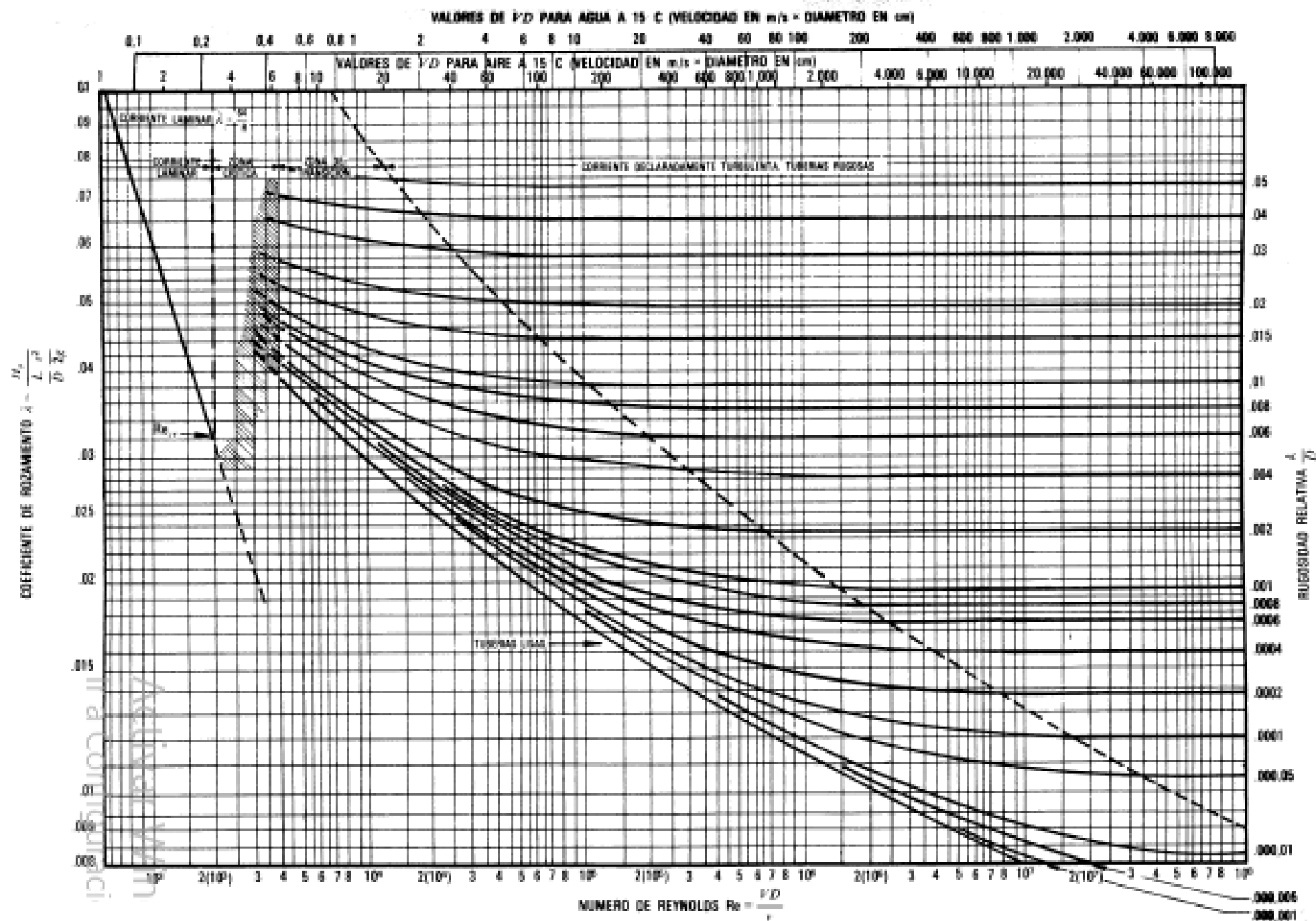


FIG. 11-15. Nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Gould Pumps, U.S.A. en accesorios de tubería para agua.



Problemas

En el siguiente sistema el gasto volumétrico es igual a 80 Lpm, la tubería es de hierro galvanizado. El fluido que circula es agua a 20°C, el diámetro nominal antes de la reducción es de 3.0 in y después de la reducción es 1.5 in; todos los codos son de curva suave (baja fricción), la válvula v1 es de globo, la válvula angular V2 .

Determinar:

- a) N_{Re} antes y después de la reducción

$R = 2 \text{ E}4, 4\text{E}4$

- b) Factor (f o λ)

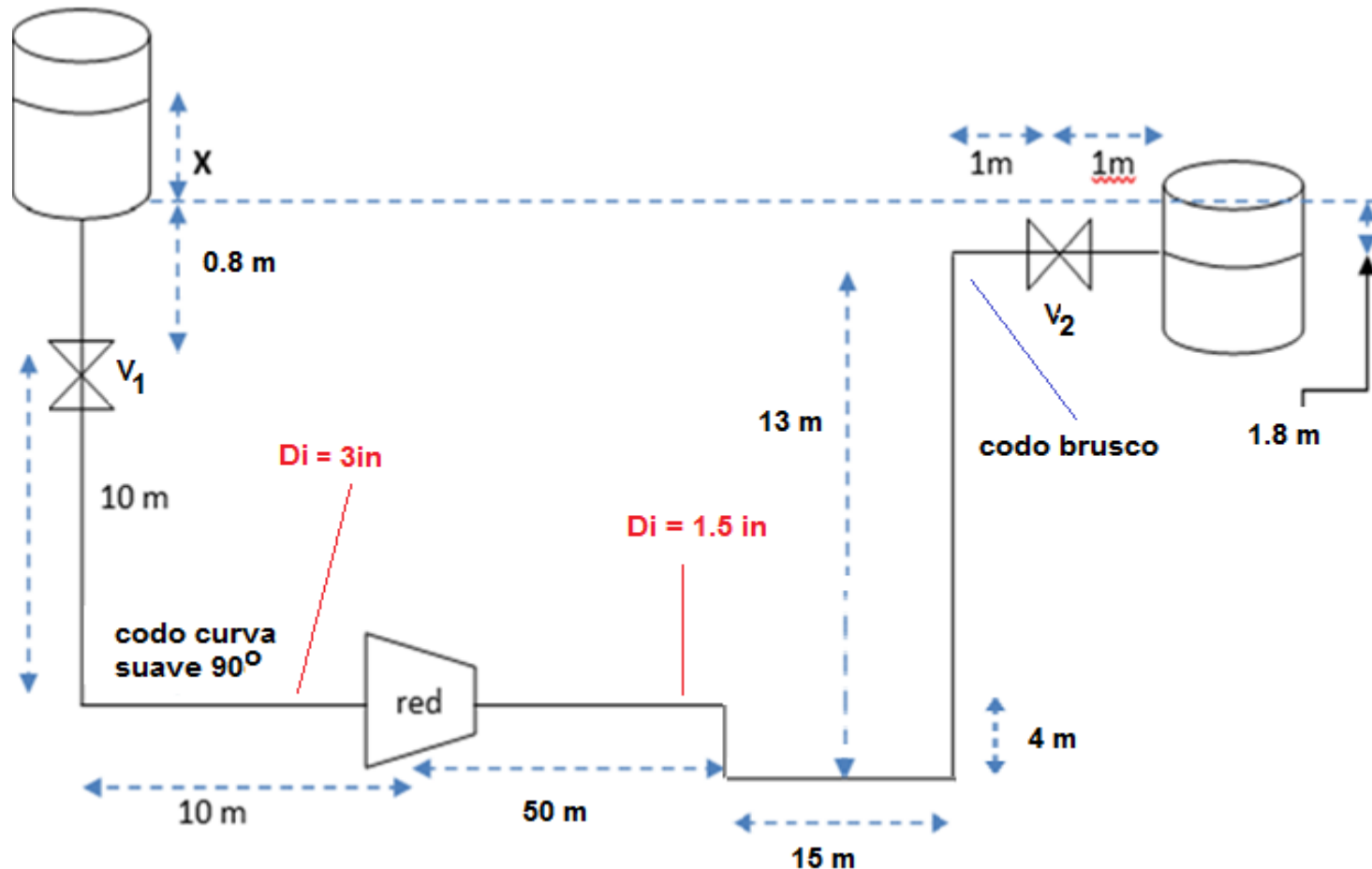
$R = 0.029, \underline{\hspace{2cm}}$

- c) $\sum H_{1\text{-red}}$ y $\sum H_{\text{red-2}}$

$R = 0.086, \underline{\hspace{2cm}}$

- d) La altura del tanque "X"

$R = \underline{\hspace{2cm}}$



AMERIC AGRADECE TU PARTICIPACIÓN

MÓDULO I Principios Básicos de Termodinámica



Magda.castillo@dimisamx.com.mx



Atte. Ing. Magdalena Castillo A.

Diseño, Ingeniería & Mantenimiento Integral

Aire Acondicionado

Tels: (55) 52 94 41 90,

Cel: 04455 10 48 2948

www.dimisamx.com.mx

MIEMBRO



<http://www.americmx.com/>



Member/Customer # 8175081
Ex Presidente Cap Cd de Méx. (2012 – 2013)
www.ashrae.org