

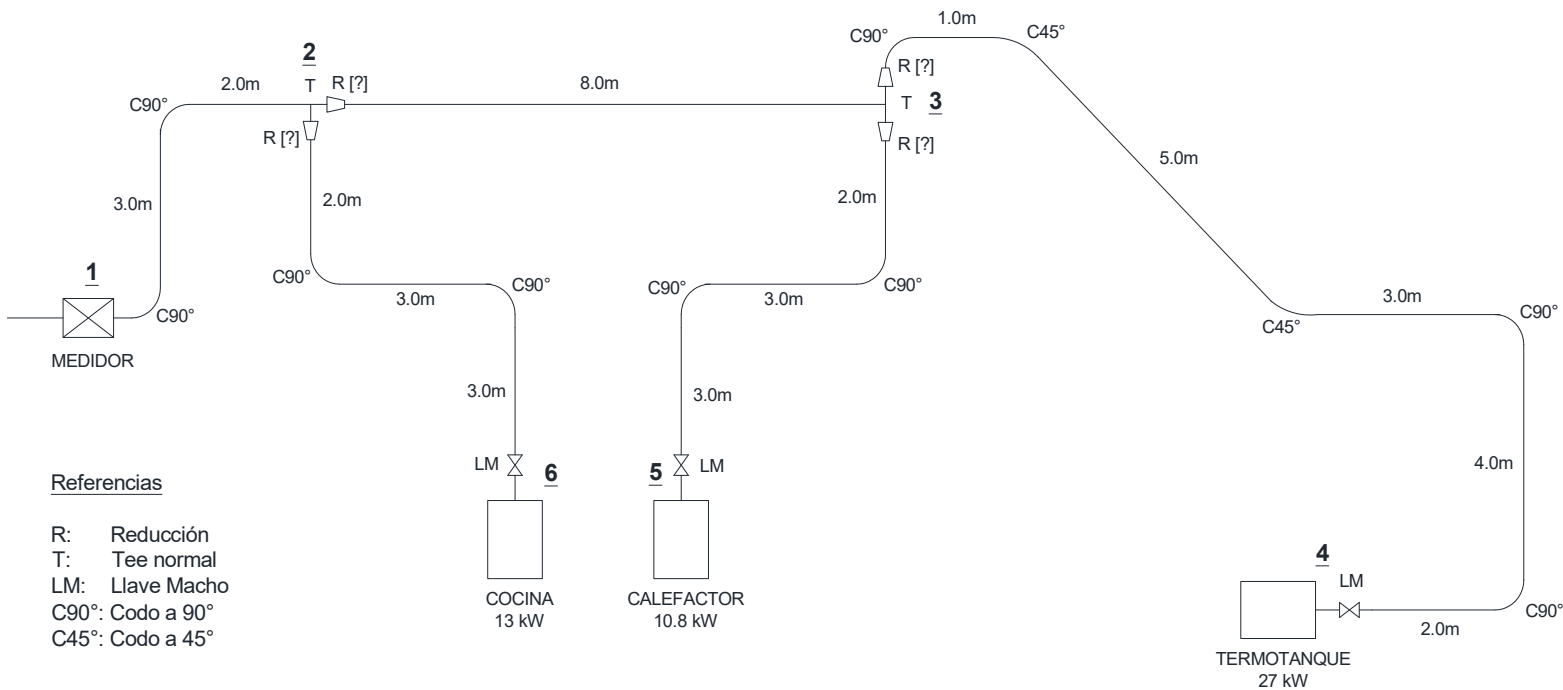
TIM 46 - Tecnólogos Mecánicos
Instalaciones de Gases Combustibles
Curso 2024 – Práctico II

Ejercicio 1

- a) Completar la planilla de cálculo de cañerías, determinando los diámetros mínimos requeridos en las cañerías de las instalaciones de gas combustible que se esquematizan a continuación.

Tramo	Caudal [Nm ³ /hr]	Long		P _{in} [barg]	ΔP ² [bar ²]	P _{fin} [barg]	ΔP [barg]	Diám.		V _{fin} [m/s]	L x D [m x plg]
		Real [m]	Equiv. [m]					Int [mm]	Nom [plg]		

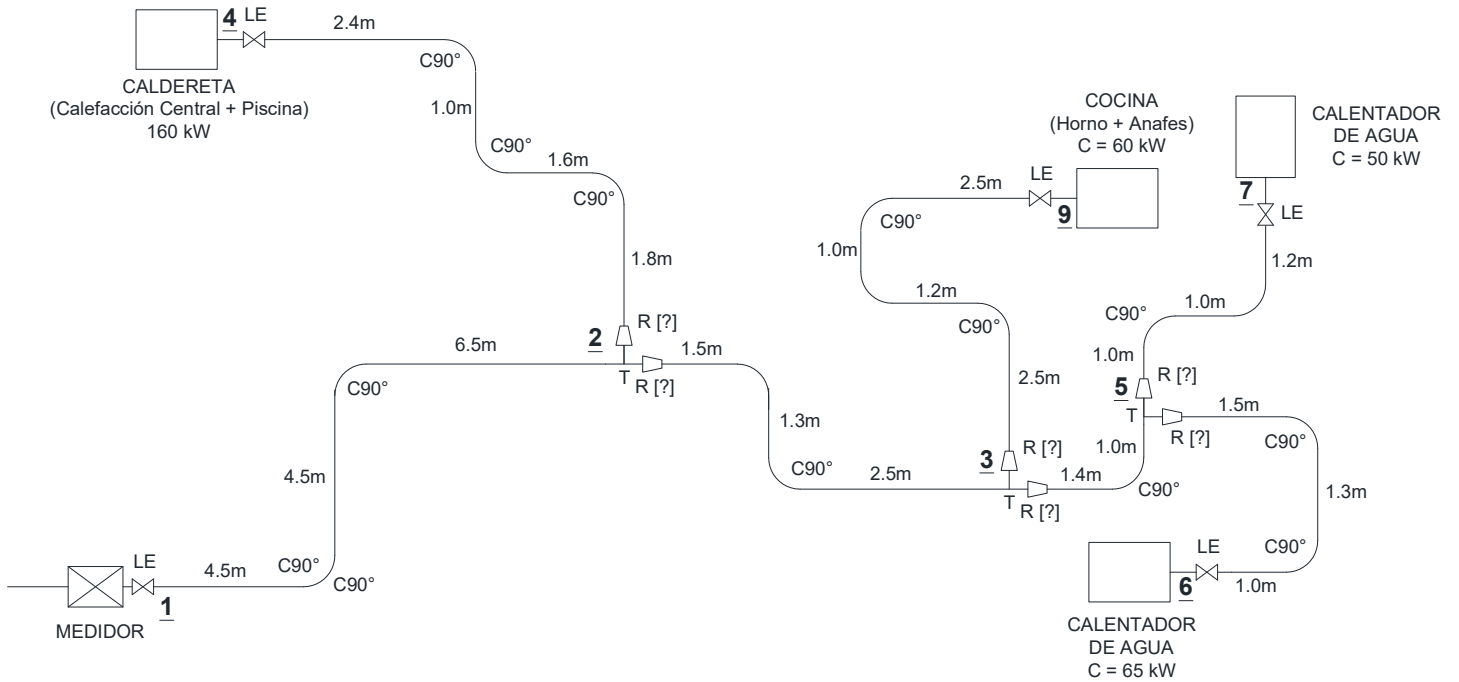
a-i. Gas Natural. Instalación residencial en baja presión.



Referencias

- R: Reducción
- T: Tee normal
- LM: Llave Macho
- C90°: Codo a 90°
- C45°: Codo a 45°

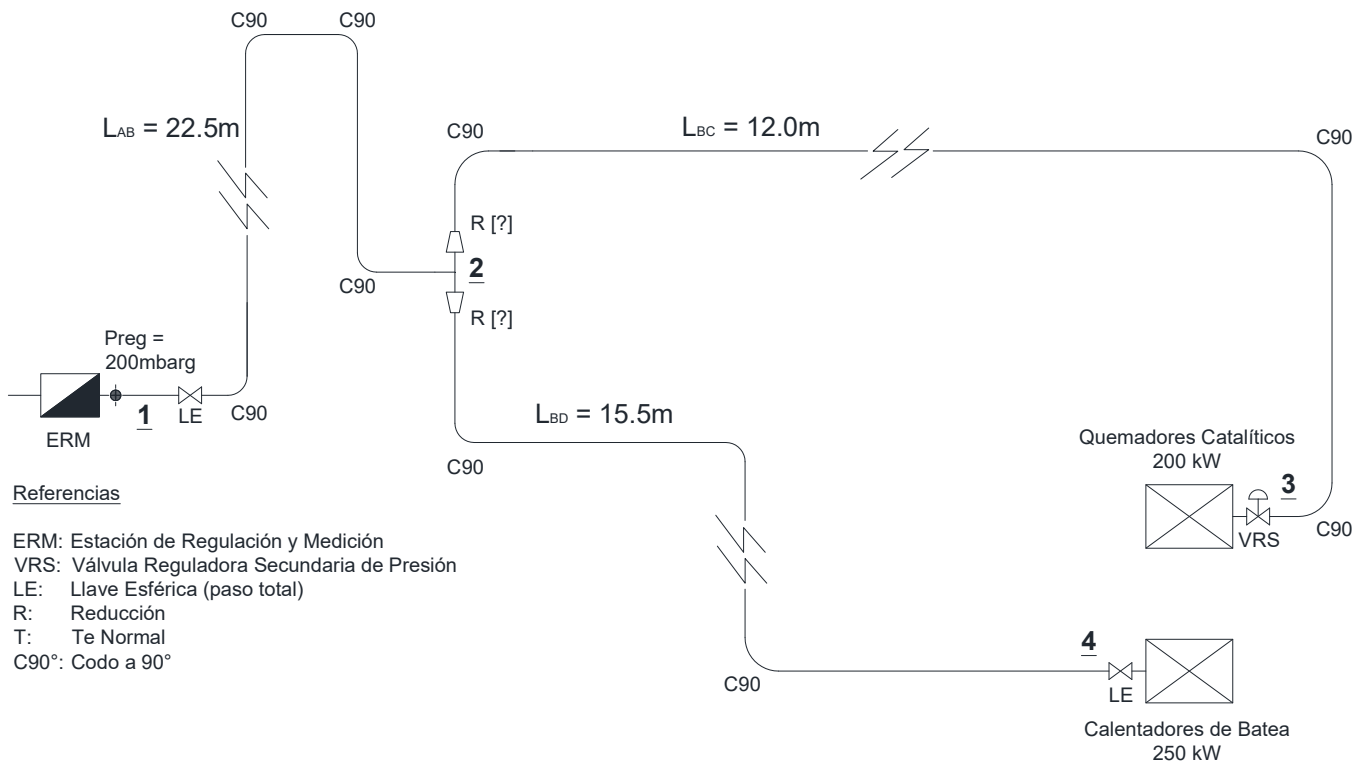
a-ii. Gas Natural. Instalación comercial en baja presión.



Referencias

- R: Reducción
- T: Tee normal
- C90°: Codo a 90°
- LE: Llave Esférica (Paso Total)

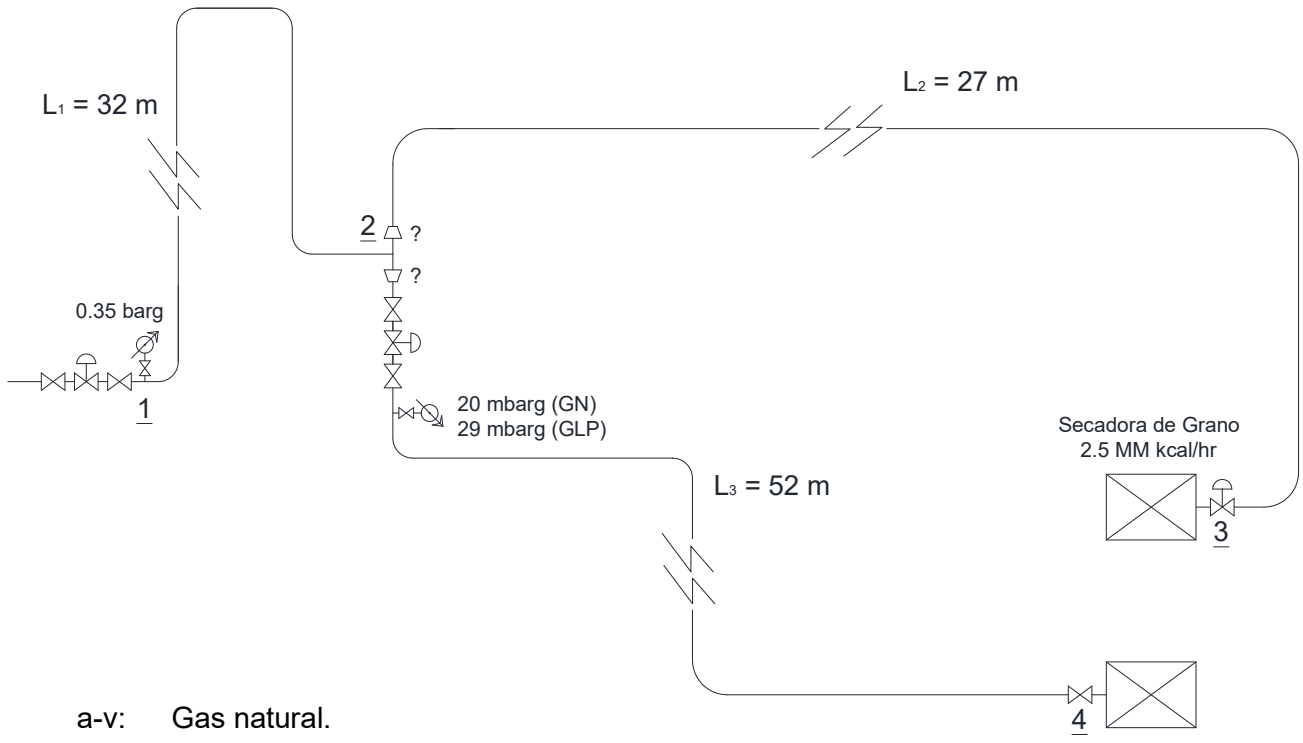
a-iii. Gas Natural.



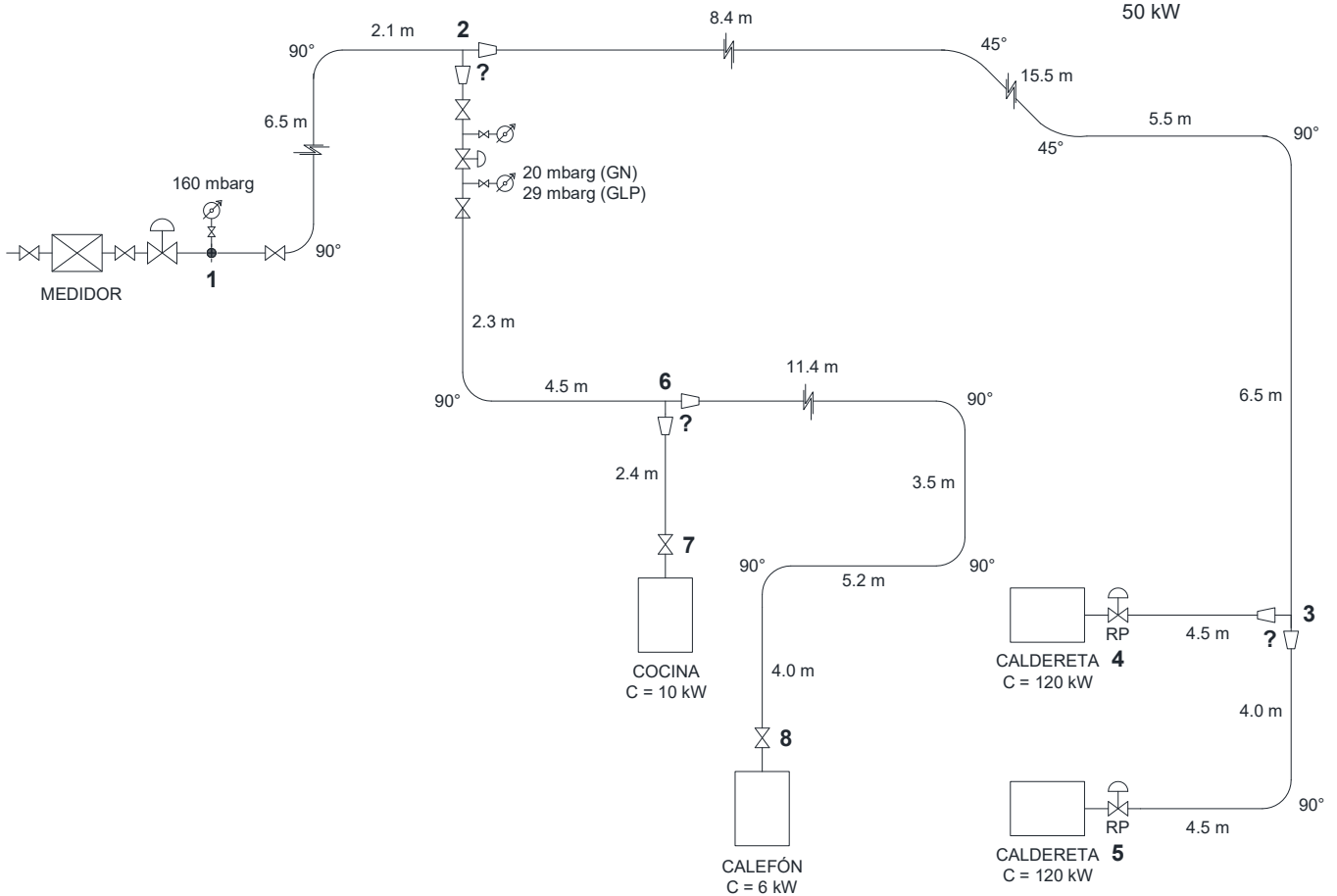
Referencias

- ERM: Estación de Regulación y Medición
- VRS: Válvula Reguladora Secundaria de Presión
- LE: Llave Esférica (paso total)
- R: Reducción
- T: Tee Normal
- C90°: Codo a 90°

a-iv. Gas natural.



a-v: Gas natural.

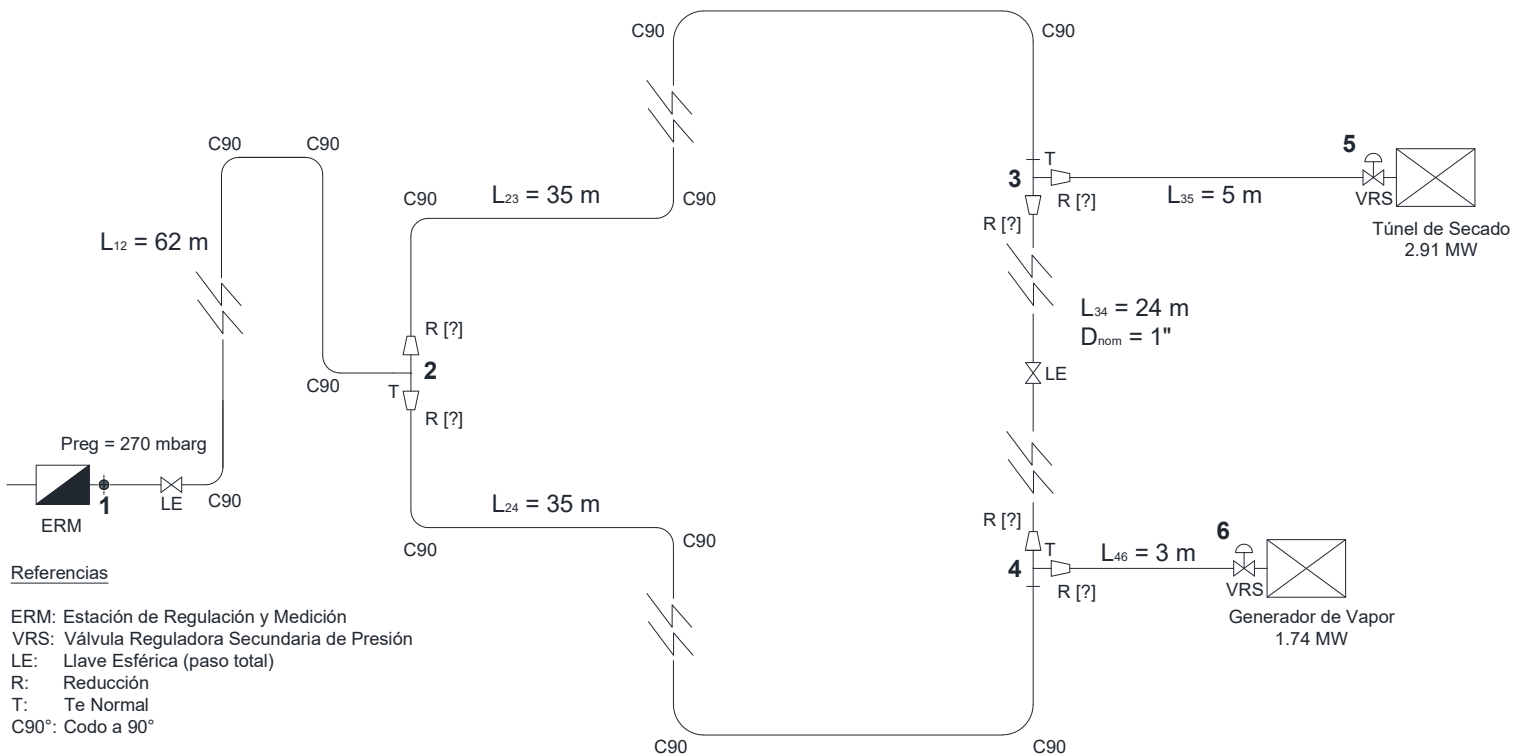


- b) Resolver nuevamente las instalaciones anteriores, utilizando propano industrial.
- c) Determinar el máximo aumento de carga (incremento de potencia, con respecto al valor indicado en el esquema) que puede admitirse en el nodo [4], sin modificar las instalaciones.

Ejercicio 2

Se considera el anteproyecto de una instalación de gas natural por cañería en media presión, de la cual se requiere dimensionar cada tramo de cañería.

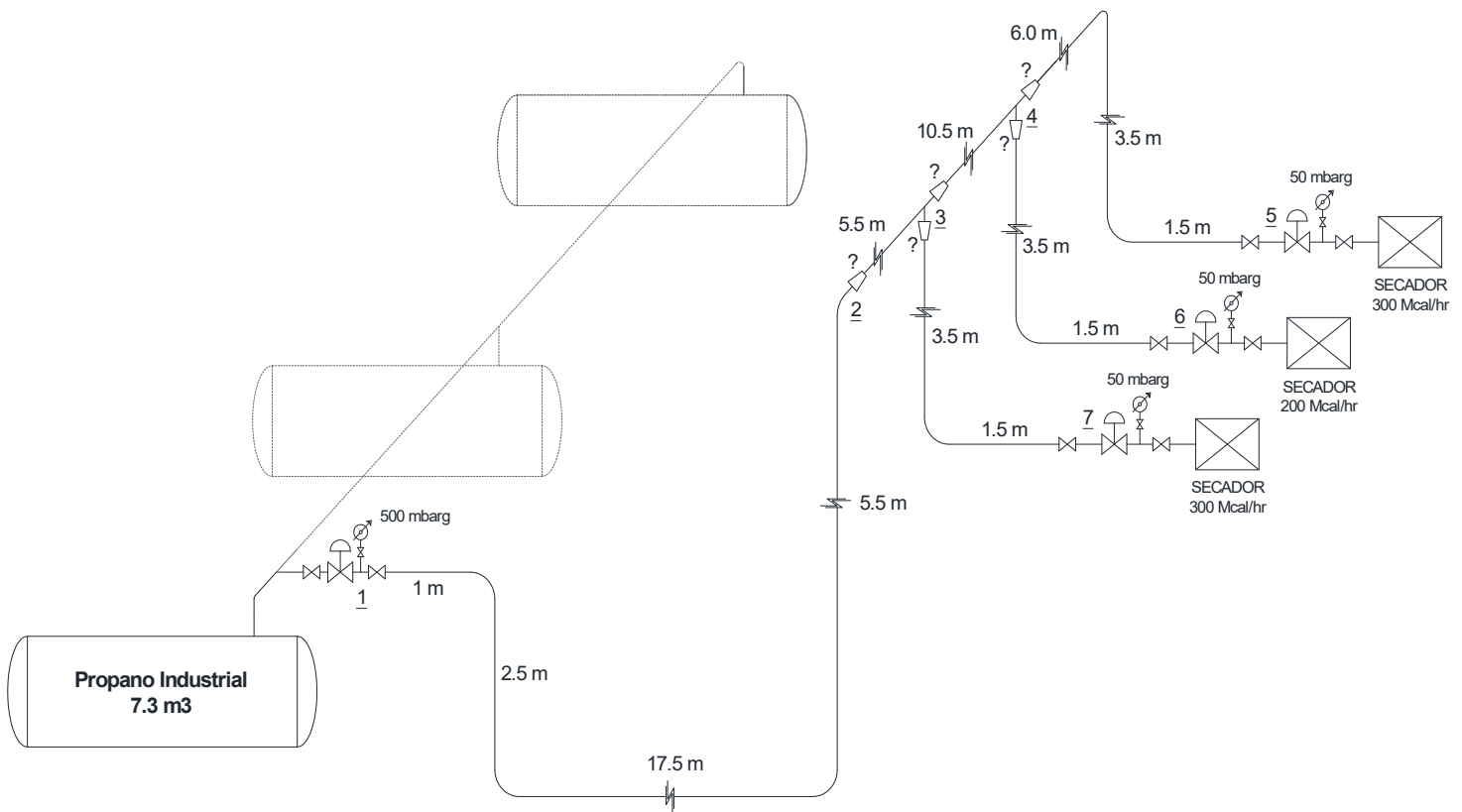
- a) Calcular los diámetros comerciales mínimos requeridos en las cañerías de la instalación (excepto el tramo 3-4, conocido), asumiendo que la llave de paso [LE] instalada en dicho tramo se mantiene cerrada.
- b) Con la instalación operando a plena carga, se habilita el tramo 3-4, abriendo para ello la llave de paso LE ubicada en dicho tramo.
 - b1) Indicar el sentido del flujo de gas en el tramo 3-4.
 - b2) Calcular el caudal de gas en el tramo 3-4.



Ejercicio 3

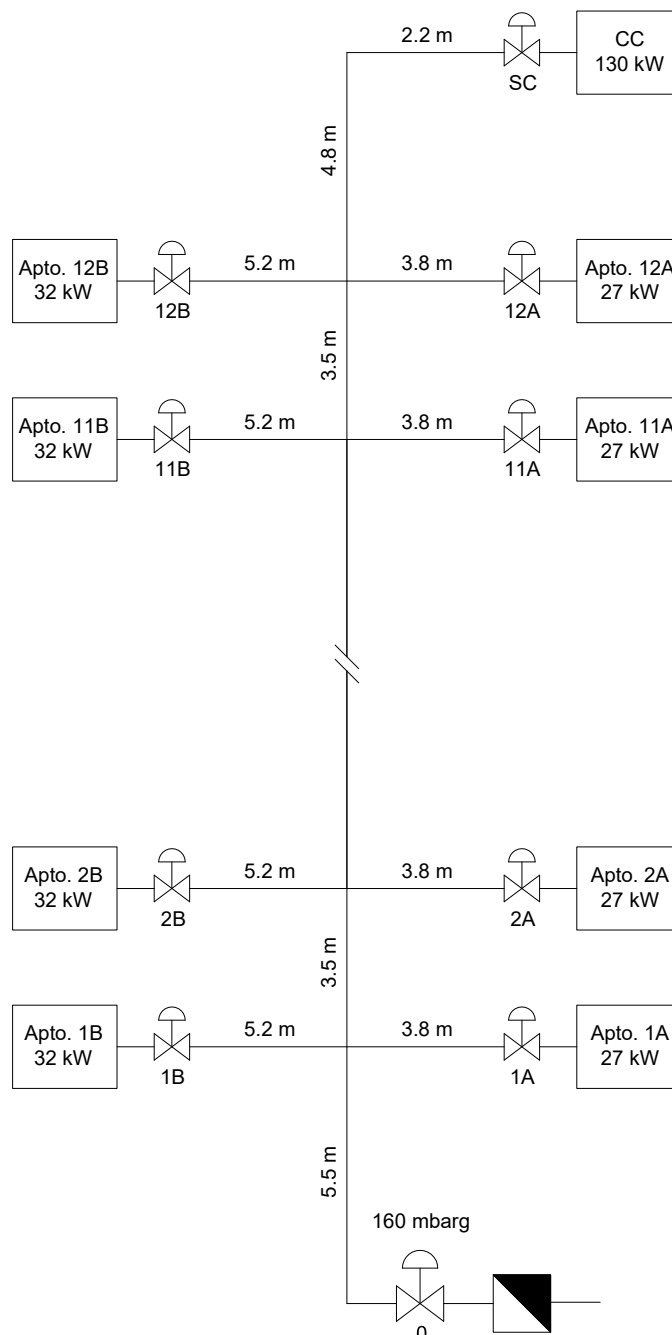
Se considera la instalación abastecida con propano industrial que se esquematiza a continuación.

- Determinar el diámetro mínimo requerido para las cañerías en MP de la instalación (aguas abajo del regulador primario)
- Determinar la cantidad mínima necesaria de tanques aéreos de 7.3 m³ para asegurar una autonomía de una semana, asumiendo que la instalación trabaja a carga plena durante cinco días por semana, en dos turnos de ocho horas cada uno. Indicar la capacidad mínima requerida del tanque (en kilogramos de propano industrial)
- ¿Será necesario instalar un vaporizador externo? Justificar.



Ejercicio 4

- a) Calcular la variación estática de presión a 15 °C en una cañería vertical de altura h, para los siguientes gases:
- a-i) Gas natural.
 - a-ii) Propano industrial.
 - a-iii) Supergas
- b) Determinar el diámetro mínimo requerido en la columna montante esquematizada a continuación (edificio de 12 plantas, con 24 apartamentos y una caldera de calefacción central en la azotea), para cada uno de los gases indicados en (a), utilizando un factor de simultaneidad adecuado para los consumos individuales de los apartamentos.



Ejercicio 5

Se considera una caldera humo-tubular que genera 700 kg/hr de vapor saturado seco a 7.5 barg, con un rendimiento térmico nominal de 85 %, a partir de agua a 60 °C, siendo la sobrepresión en el hogar de 6 mbar.

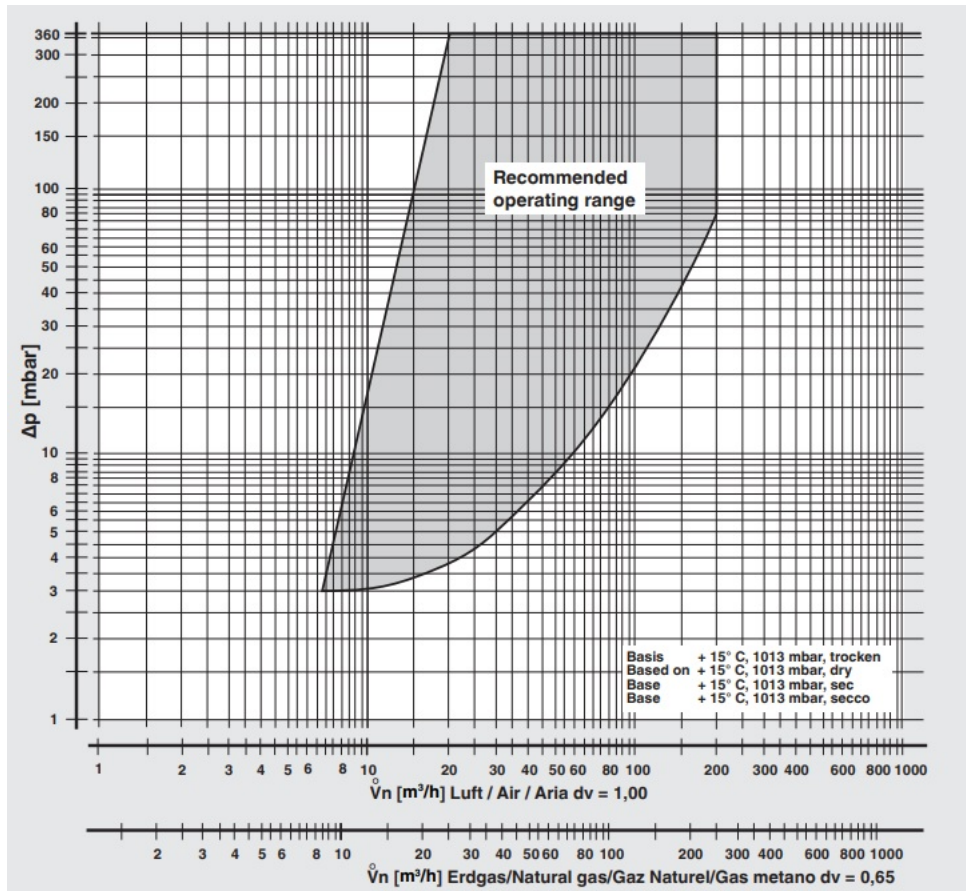
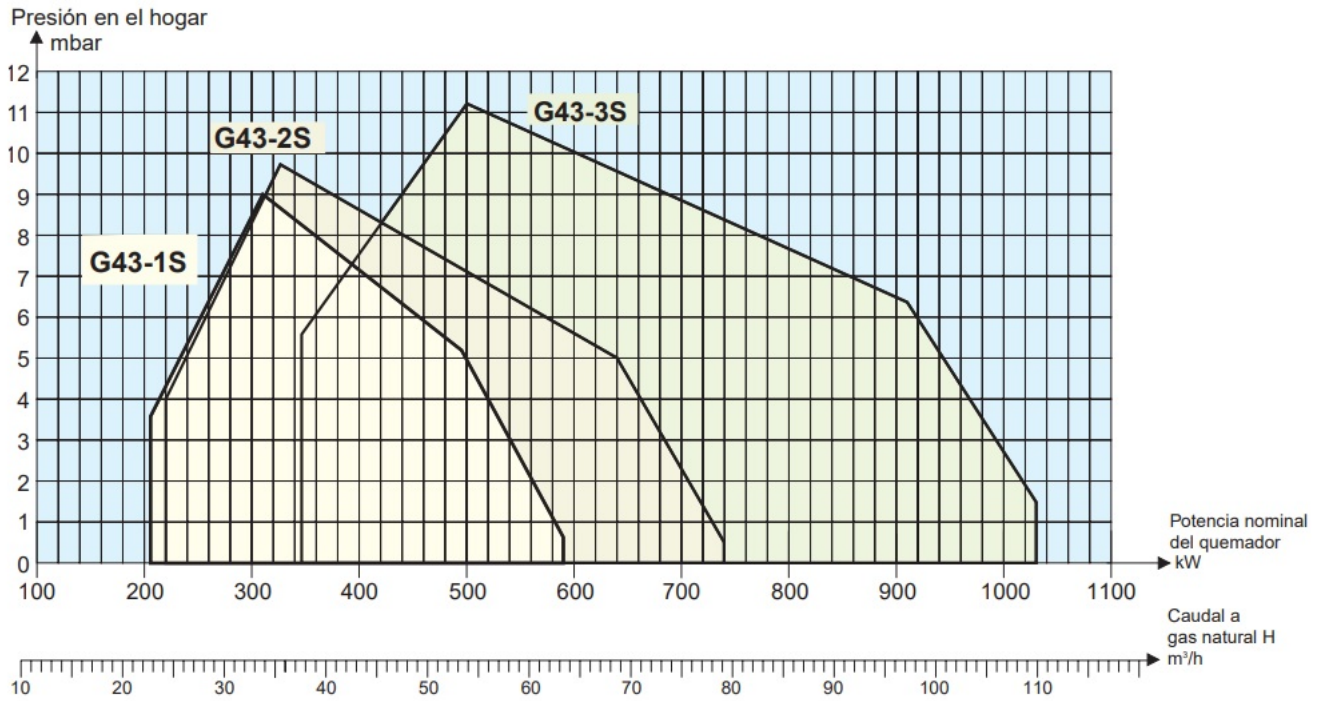
- a) Calcular la potencia nominal del quemador requerido.
- b) Seleccionar del catálogo adjunto un quemador de gas natural adecuado para esta aplicación y determinar el consumo nominal de gas natural.
- c) Determinar el ΔP mínimo requerido por la rampa de gas, cuyo gráfico característico se adjunta.
- d) Calcular el diámetro mínimo de la cañería de gas, en la instalación esquematizada a continuación.

Nota: Las curvas suministradas están referidas al siguiente gas combustible:

Gas natural H (G20)

$$Q_{PI} = 9.45 \text{ kWh} / \text{m}^3 = 34020 \text{ kJ} / \text{m}^3 = 8127 \text{ kcal} / \text{m}^3$$

Ejercicio 5 (cont.)



Notas, observaciones y comentarios para la resolución de los ejercicios

Ejercicio N°1: Resultados numéricos.

a-i.

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	P _f [barg]	P _{f-min-adm} [barg]	V _{cañ} [m/s]	V _{máx-adm} [m/s]	DxL [plg x m]
1-2	26.64	1	0,020	N/A	2,3	20	7
2-3	26.64	1	0,020	N/A	1,7	20	9
3-4	20.93	3/4	0,019	0,019	2,0	20	15
2-6	15.80	1/2	0,019	0,019	1,7	20	5
3-5	15.80	1/2	0,019	0,019	1,4	20	5
							40

a-ii.

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	DxL [plg x m]
1-2	77.93	3	61
2-3	40.89	1 1/2	15
3-5	35.05	1 1/4	10
5-6	26.64	1	8
5-7	26.64	1	6
2-4	52.50	2	34
3-9	35.05	1 1/4	17
			150

a-iii.

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	DxL [plg x m]
1-2	35.05	1 1/4	33
2-3	20.93	3/4	12
3-5	35.05	1 1/4	26
			72

a-iv

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	P _f [barg]	P _{f-min-adm} [barg]	ΔP _{Tot} [%P ₁]	ΔP _{máx-adm} [%P ₁]	V _{cañ} [m/s]	V _{máx-adm} [m/s]	DxL [plg x m]
1-2	62.71	2 1/2	0,325	N/A	7,2	N/A	18,7	20	99
2-3	62.71	2 1/2	0,301	0,280	13,9	20,0	19,0	20	93
3-5	35.05	1 1/4	0,020	0,019	94,4	94,6	1,3	20	69
									260

a-v.

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	DxL [plg x m]
1-2	26.64	1	10
2-3	26.64	1	38
3-4	20.93	3/4	5
3-5	20.93	3/4	7
2-6	15.80	1/2	4
6-7	12.52	3/8	1
6-8	12.52	3/8	10
			75

b-i.

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	DxL [plg x m]
1-2	20,93	3/4	5
2-3	20,93	3/4	6
3-4	20,93	3/4	14
2-6	12,52	3/8	4
3-5	12,52	3/8	4
			33

c-i. +0.7 % (con GN) / +12.0% (con GLP)

Ejercicio N°2: Resultados resumidos y sugerencias para la resolución.

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	DxL [plg x m]
1-2	90.12	3 1/2	245
2-3	77.93	3	152
3-5	77.93	3	29
2-4	52.50	2	95
4-6	52.50	2	12
			534

Al abrir la llave de paso, el gas circulará desde [3] hacia [4]

El caudal en [3-4], al abrir la llave, será 21.32 Nm³/h (*)

(*) Iterar en C₃₋₄ hasta verificar P_{f|2-4} = P_{f|3-4}.

Para este cálculo, L_{eq|2-4} se determina incluyendo la te del nodo [4] y L_{eq|3-4} se determina incluyendo la reducción y la te del nodo [4] (por lo tanto, no se incluyen en L_{eq|4-6}) De este modo, se considera correctamente la pérdida de carga en cada componente de flujo.

Ejercicio N°3: Resultados numéricos.

$$1 \text{ Mcal} = 1 \times 10^6 \text{ cal} = 1 \times 10^3 \text{ kcal} \quad 1 \text{ Mcal/hr} = 1.1628 \text{ kW}$$

Tramo	D _{int} [mm]	D _{nom} [plg]	DxL [plg x m]
1-2	26.64	1	30
2-3	26.64	1	11
3-4	20.93	3/4	10
3-5	15.80	3/4	6
2-6	15.80	1/2	4
			59

$$C = 67.23 \text{ kg/hr}$$

$$N = 2 \times TK_{7.3m3}$$

No se requieren vaporizadores.

Ejercicio N°4: Resultados resumidos y sugerencias para la resolución.

Sobre la pérdida de carga hidrostática.

En aquellas instalaciones donde las variaciones de presión asociadas a diferencias de altura (cota) son significativas (tal el caso de edificios o bloques de apartamentos, a menudo equipados con "columnas montantes", es decir, cañerías verticales de distribución interna), es necesario calcular la variación hidrostática de presión manométrica entre el punto de suministro (regulador primario en planta baja) y cada punto de entrega o derivación de la cañería montante, en las distintas plantas.

Dicha variación hidrostática manométrica se puede determinar a partir de la siguiente expresión elemental:

$$\Delta P_{hid|zi-zf} = g(\rho_{air} - \rho_{gas})(Z_{in} - Z_{fn})$$

Siendo g = 9.81 m/s² la aceleración gravitatoria; z_{in} y z_{fn} las altura o cotas iniciales y finales, respectivamente, del tramo de cañería analizado; ρ_{air} y ρ_{gas}, expresadas en [kg/m³], las densidades medias del aire y del gas respectivamente.

A temperatura ambiente normal, y para variaciones de altura del orden de algunos cientos de metros, puede considerarse $\rho_{\text{air}} = 1.220 \text{ kg/m}^3$ y $\rho_{\text{gas}} = G \rho_{\text{air}}$, siendo G la densidad relativa del gas respecto al aire; por ejemplo, para gas natural a 15 °C y $G = 0.60$, se tendrá $\rho_{\text{gas}} = 0.732 \text{ kg/m}^3$.

Las pérdidas de carga de origen hidrostático, calculadas en un tramo de cañería vertical, se deben sumar a las provocadas por la fricción del gas al circular por esa misma cañería (es decir, se deben sumar a las calculadas con la correlación de Renouard, o similar)

Las pérdidas de carga de origen hidrostático, calculadas en un tramo de cañería vertical, se deben sumar a las provocadas por la fricción del gas al circular por esa misma cañería (es decir, se deben sumar a las calculadas con la correlación de Renouard, o similar)

Estas pérdidas son especialmente significativas en instalaciones de baja presión que presenten variaciones de altura del orden de los 5 m, o superiores.

La distribución interna para edificios de apartamentos en altura suele realizarse en media presión (particularmente cuando se utilizan columnas montantes), por lo cual la caída de presión hidrostática es mucho menos relevante en tales casos, debido a que la pérdida de carga admisible entre etapas de regulación es normalmente muy superior a la provocada por la variación de altura. De todos modos, es conveniente considerarla en los cálculos.

Resultados numéricos para la parte [a] del ejercicio N°4:

- a-i. $\Delta P_{\text{GN}}/h = 0.048 \text{ mbar/m}$
- a-ii. $\Delta P_{\text{PI}}/h = - 0.075 \text{ mbar/m}$
- a-iii. $\Delta P_{\text{PI}}/h = - 0.098 \text{ mbar/m}$

Sobre el factor de simultaneidad:

Para el diseño de instalaciones colectivas residenciales, es razonable utilizar un factor de simultaneidad menor que uno. La Norma UNIT 1005:2021, en su Tabla 2, proporciona algunos valores de referencia.

Para utilizar esta tabla, es necesario conocer los detalles de la instalación de cada apartamento, o bien, realizar hipótesis razonablemente conservadoras.

En el ejemplo del ejercicio, es razonable asumir que las unidades no tendrán consumos individuales asociados a calefacción, puesto que el edificio cuenta con una caldera de calefacción central; por lo tanto, se pueden descartar las columnas tres, seis y siete de la tabla.

Puesto que no se conoce el detalle de los gasodomésticos o usos específicos del gas en cada unidad, se puede utilizar, conservadoramente, el mayor de los coeficientes indicados para una cantidad de 24 apartamentos: $C_s = 0.52$. Si, en cambio, se prevén dos conexiones para gasodomésticos en cada unidad, una en la cocina y otra para agua caliente sanitaria, entonces se podría descartar también la segunda columna y asumir $C_s = 0.39$ (cocina más calentador)

Debe tenerse en cuenta que el factor de simultaneidad sólo afecta a los consumos de las unidades habitacionales del edificio, pero no a los consumos centralizados (es decir, no se aplica al consumo destinado a calefacción central)

Ejercicio N°5: Resultados numéricos.

- a. $W = 633 \text{ kW}$
- b. Quemador: G43-3S $C_{\text{GN}} = 68 \text{ m}^3/\text{hr}$