

# Modelación hidrológica e hidráulica en ingeniería (MOHI)

Epanet. Generalidades, usos y estructura.  
Uso y aplicación intermedia de EPANET



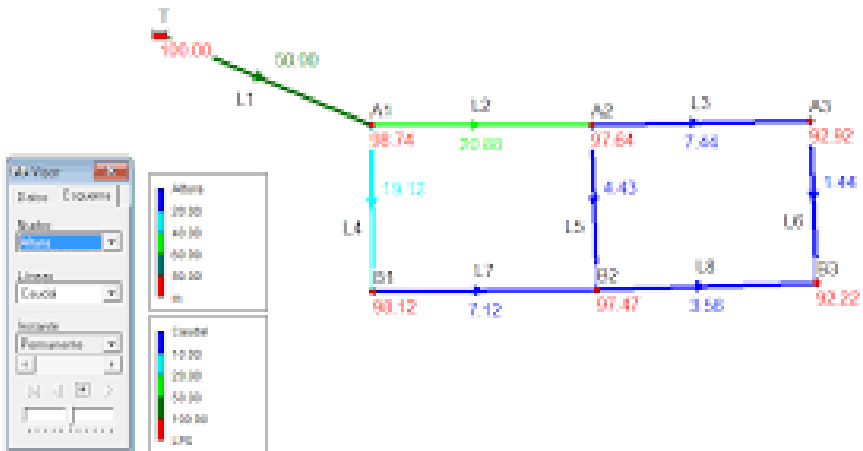
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

# TEMÁTICA DEL SEGUNDO MÓDULO

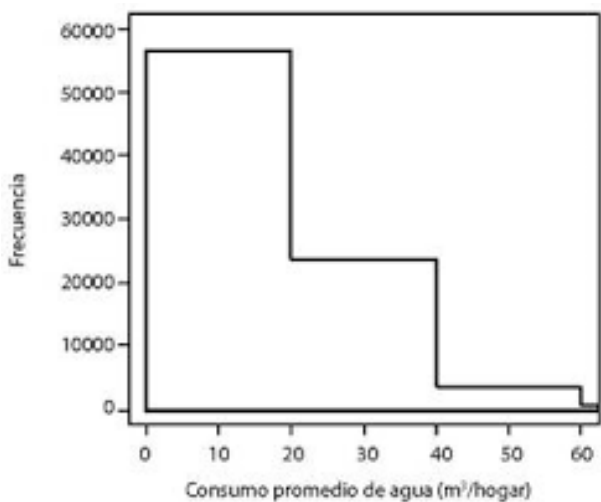
Actividad	Alcance
Inclusión de demanda variable en los nodos(análisis de periodo extendido)	Se definirán demandas variables en en los nodos que componen la red. Se describirá su aplicación real y se evaluarán los resultados a partir de la definición de diferentes tasas de demanda.
Ecuaciones para el cálculo de las pérdidas por fricción. Análisis de la variación de los resultados	En este módulo se describe conceptualmente las diferentes ecuaciones que utiliza Epanet para la determinación de las pérdidas por fricción en los sistemas a presión. Se realizará una comparación de los resultados, modificando las ecuaciones que estiman las pérdidas de energía.
Inclusión de rociadores	Utilizando las herramientas de Epanet se simularán los accesorios tipo rociadores en sistema hidráulico a presión..
Curvas de rendimiento	Utilizando las herramientas de Epanet se incluirán curvas de rendimiento de bombas hidráulicas. Se analizarán las características de una curva de rendimiento real y se analizará la variación de los caudales en un sistema hidráulico a presión cuando variando la curva de rendimiento de una bomba
Tanque de alimentación asimétricos	Utilizando las herramientas de Epanet se incluirán tanques de alimentación con formas asimétrica (diferentes a un cubo o a un paralelepípedo) en un sistema hidráulico con una red de flujo a presión.
Válvulas y accesorios con pérdidas menores	Se adicionarán en algunos tramos de una red hidráulica previamente elaborada algunos accesorios que generará pérdidas menores. Adicionalmente se agregarán válvulas con especificaciones de apertura
Incorporación de datos para la calibración de una red hidráulica utilizando EPANET	A partir de valores de entrada predefinidos realizar un proceso de calibración a partir de la modelación secuencial de una red utilizando la herramienta de calibración incorporada en EPANET.



# Inclusión de demanda variable en los nodos (análisis de periodo extendido)

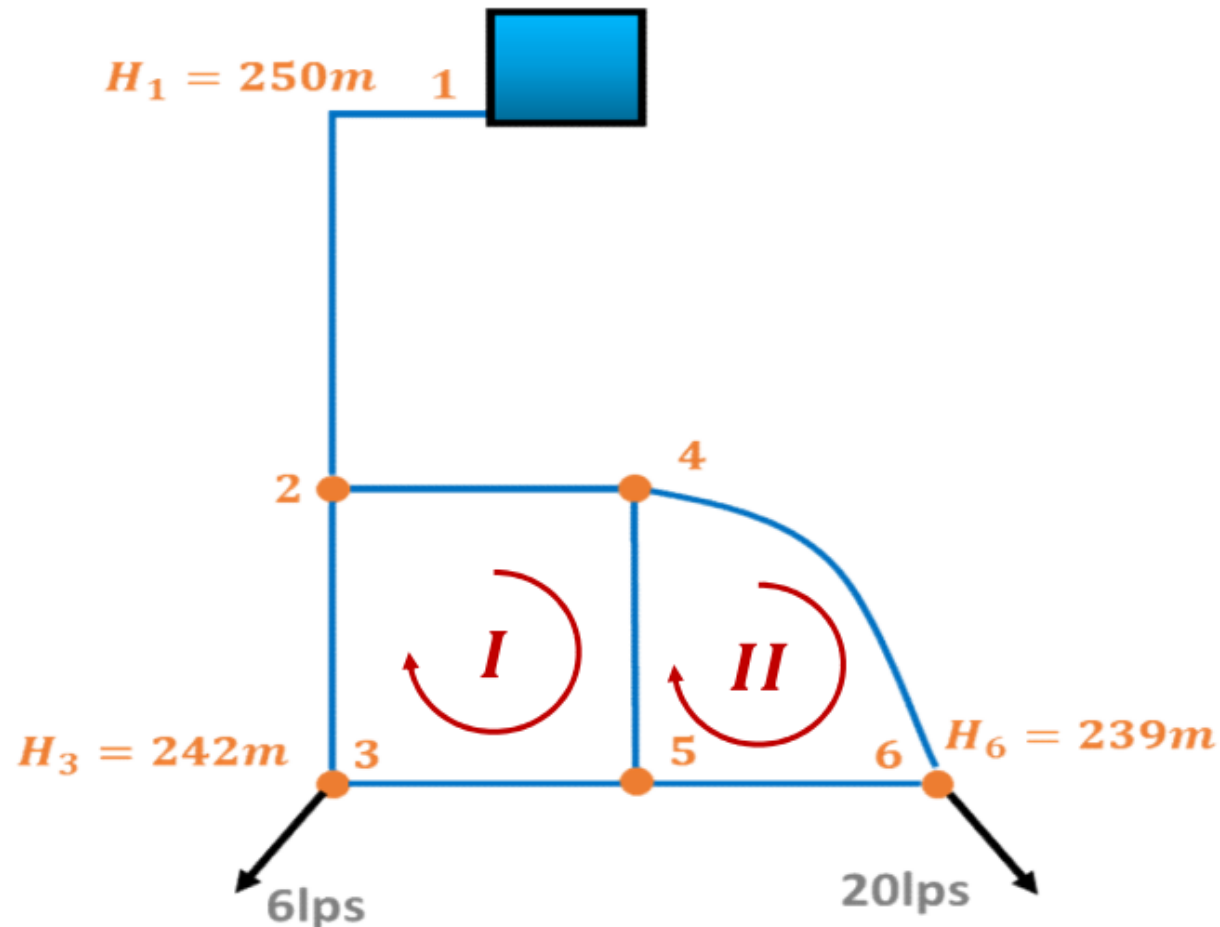


Debido a las particularidades de los usuarios que consumen agua potable de una red de drenaje a presión, es posible que la demanda en uno o más nodos cambie de manera importante con respecto al tiempo, lo cual genera una demanda variable.




En EPANET, la demanda variable recibe el nombre de “***periodo extendido***”. Esta demanda puede ser definida como una función discreta (histogramas) en uno o varios nodos.

Un tanque con un nivel constante de agua alimenta una red hidráulica cerrada compuesta por 6 nodos y dos ciclos, tal como se observa en la figura. Si se conocen las cotas de cada nodo y las características geométricas de cada tramo de tubería, elaboré un modelo hidráulico utilizando EPANET, con el propósito de servir como base para la solución de los demás ejercicios presentados en estas diapositivas. Asuma que las tuberías son de acero.

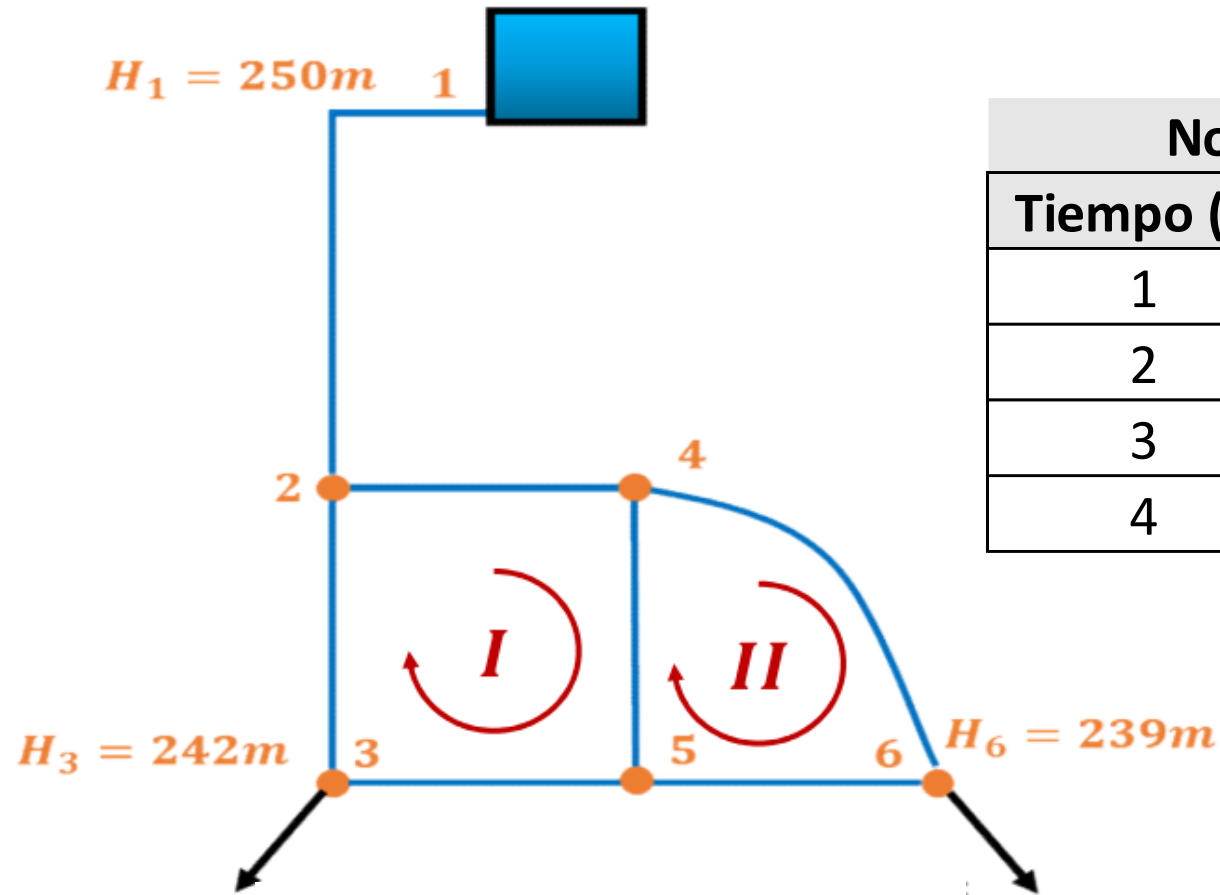


<i>ij</i>	D(mm)	L(m)
1-2	200	1000
2-3	125	300
2-4	150	500
4-5	150	300
3-5	125	500
4-6	125	500
5-6	125	300

Nodo	Cota (m.s.n.m.)
1	250
2	248
3	242
4	241
5	241
6	239

1. Identificación de elementos	
Nodos	6
Tramos	7
Cant. Circuitos	
	"Asignación de dirección de flujos."

Para el ejercicio base presentado en la Parte A, agregue la demanda variable en el nodo 3 y en el nodo 4 presentado en los siguientes histogramas:



Nodo No. 3	
Tiempo (h)	Q (LPS)
1	2
2	3
3	3
4	2

Nodo No. 4	
Tiempo (h)	Q (LPS)
1	6
2	8
3	8
4	6



# Ecuaciones para el cálculo de las pérdidas por fricción. Análisis de la variación de los resultados

## Método de Hazen-William

$$V = 0.85 * C * R^{0.63} * J^{0.54}$$

EPANET

$$4.727 * C^{-1.852} * d^{-4.871} * L$$

## Método de Darcy-Weisbach

$$H_f = \frac{F * L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

EPANET

$$0.0252 * f(\epsilon, d, q) * d^{-5} * L$$

## Método de Chezy-Manning

$$Q = A * \sqrt{C * J}$$

EPANET

$$4.66 * n^2 * d^{-5.33} * L$$

# Ecuaciones para el cálculo de las pérdidas por fricción. Análisis de la variación de los resultados

## Método de Hazen-William

$$V = 0.85 * C * R^{0.63} * J^{0.54}$$

EPANET

Material	Hazen-Williams C (adimensional)	Manning's n (adimensional)
Hierro Colado	130 – 140	0,012 - 0,015
Hormigón o Revestido de Hormigón	120 – 140	0,012 - 0,017
Hierro galvanizado	120	0,015 - 0,017
Plástico	140 – 150	0,011 - 0,015
Acero	140 – 150	0,015 - 0,017
Arcilla Vitrificada	110	0,013 - 0,015

## Método de Darcy-Weisbach

$$H_f = \frac{F * L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

EPANET

Material	Darcy-Weisbach ε (mm)
PVC y PE	0,0025
Fibrocemento	0,025
Fundición revestida	0,03
Fundición no revestida	0,15
Hormigón armado	0,1
Hormigón liso	0,025

## Método de Chezy-Manning

$$Q = A * \sqrt{C * J}$$

EPANET

Material	Hazen-Williams C (adimensional)	Manning's n (adimensional)
Hierro Colado	130 – 140	0,012 - 0,015
Hormigón o Revestido de Hormigón	120 – 140	0,012 - 0,017
Hierro galvanizado	120	0,015 - 0,017
Plástico	140 – 150	0,011 - 0,015
Acero	140 – 150	0,015 - 0,017
Arcilla Vitrificada	110	0,013 - 0,015

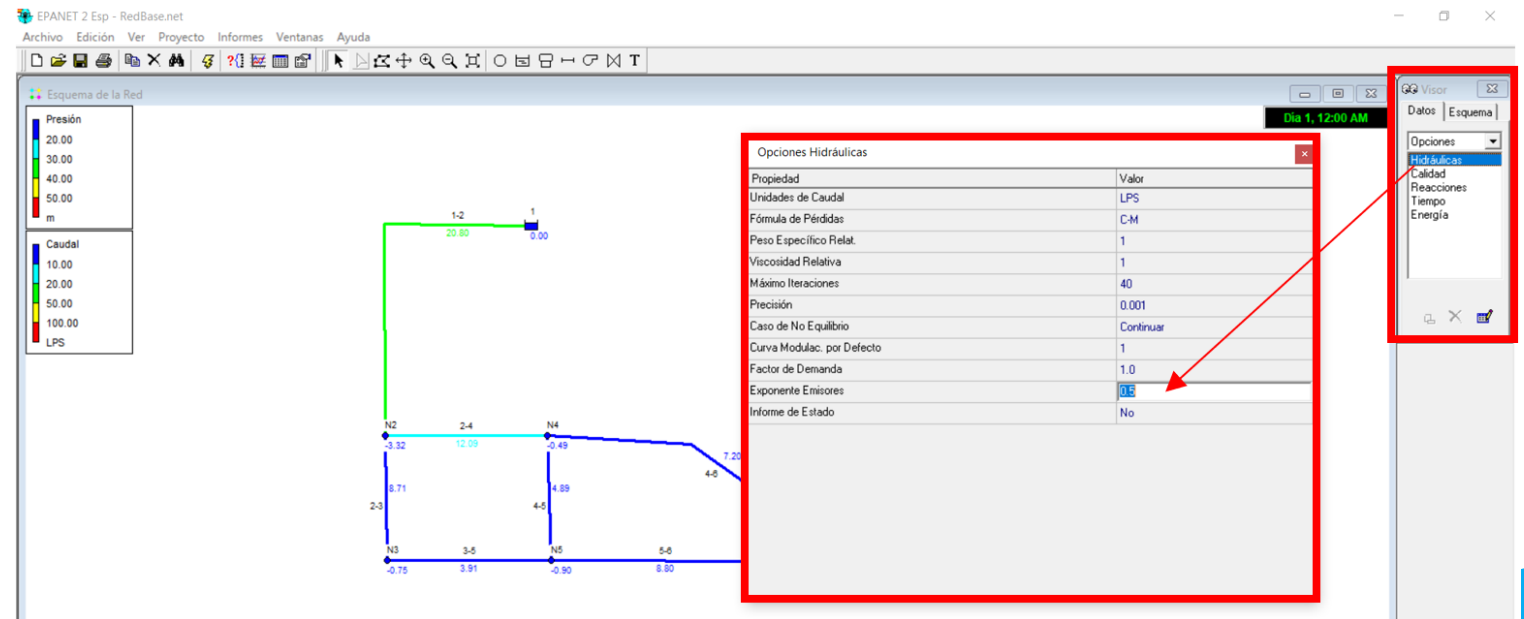
A partir del ejercicio planteado en la Parte B, realice una simulación por cada una de las metodologías explicadas en el apartado anterior, correspondientes a las metodologías para determinar el caudal en una red hidráulica a presión (Hazen-William, Darcy-Weisbach y Chezy-Manning). Compare los resultados de las modelaciones utilizando EPANET a partir de una tabla que compare las presiones en cada uno de los 6 nodos. Realice un análisis de la variación porcentual de la “altura de presión”.



Un rociador corresponde a un accesorio tipo válvula con una boquilla que permite dispersar el fluido (agua-espuma) de manera controlada en un radio de influencia definido por la presión y el caudal. Generalmente, este tipo de accesorios son utilizados en las redes contra-incendios en las edificaciones, oficinas, bodegas entre otros.

$$Q = C * p^{\gamma}$$

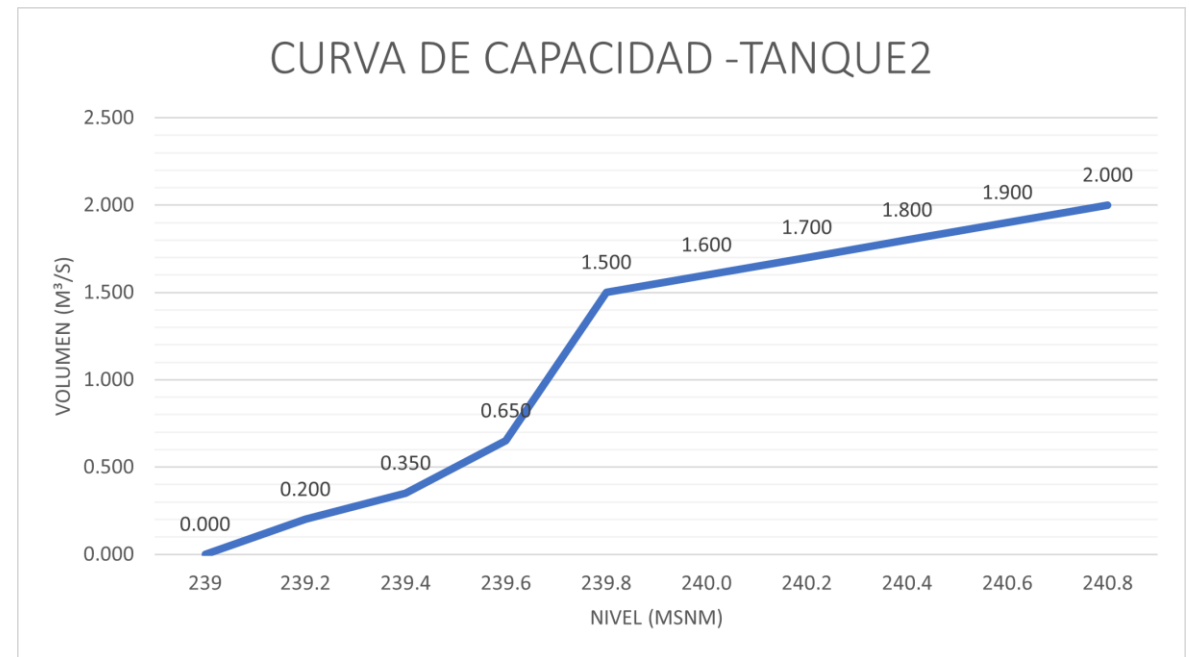
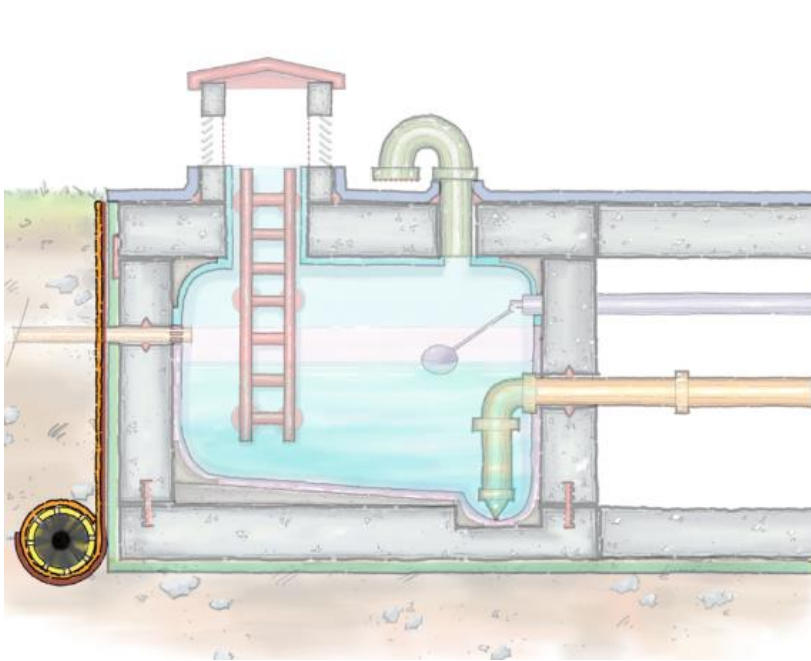
El exponente, para la mayoría de los rociadores (depende del diseño y el proveedor) corresponde a 0.5. El coeficiente C, también llamado el coeficiente de gasto, corresponde a la relación del caudal descargado por el rociador sobre la presión del rociador. En pocas palabras, el caudal descargado está condicionado a la presión ejercida sobre el nodo donde se instala el rociador.



A partir del ejercicio planteado en la Parte C, asuma que en el nodo No. 6 existe un rociado con una relación de caudal-presión (coeficiente de gasto) de 0.85 LPS/m.c.a y un coeficiente de 0.52. Determine como cambian las presiones antes y después del nodo con respecto a la simulación realizada en la parte C. Nota: Solo utilice el método de Hazen – William.

# Tanque de alimentación asimétricos

Como su nombre lo indica, un tanque asimétrico corresponde a aquel tanque cuya geometría no es regular y por tanto, el volumen de almacenado (cuando el tanque es alimentado) o volumen de descarga (cuando el tanque es alimentado) cambia en función del nivel del agua en dicho tanque. Los tanques irregulares son generalmente usados en viviendas, edificaciones de poca altura, hospitales, zonas de extracción de minerales, zonas con reservorios temporales, entre otros.



A partir del ejercicio planteado en la Parte D, cambie el tanque ubicado aguas arriba de la red por un tanque asimétrico. La geometría de tanque se presenta en la siguiente tabla:

Nivel (msnm)	Volumen (m3)
247.00	0.00
247.50	0.65
248.00	1.50
248.50	1.60
249.00	1.70
249.50	1.75
250.00	1.80

Asuma que el nivel inicial en el tanque es de 249.2 m.s.n.m. y que el nivel mínimo es de 247 m.s.n.m.

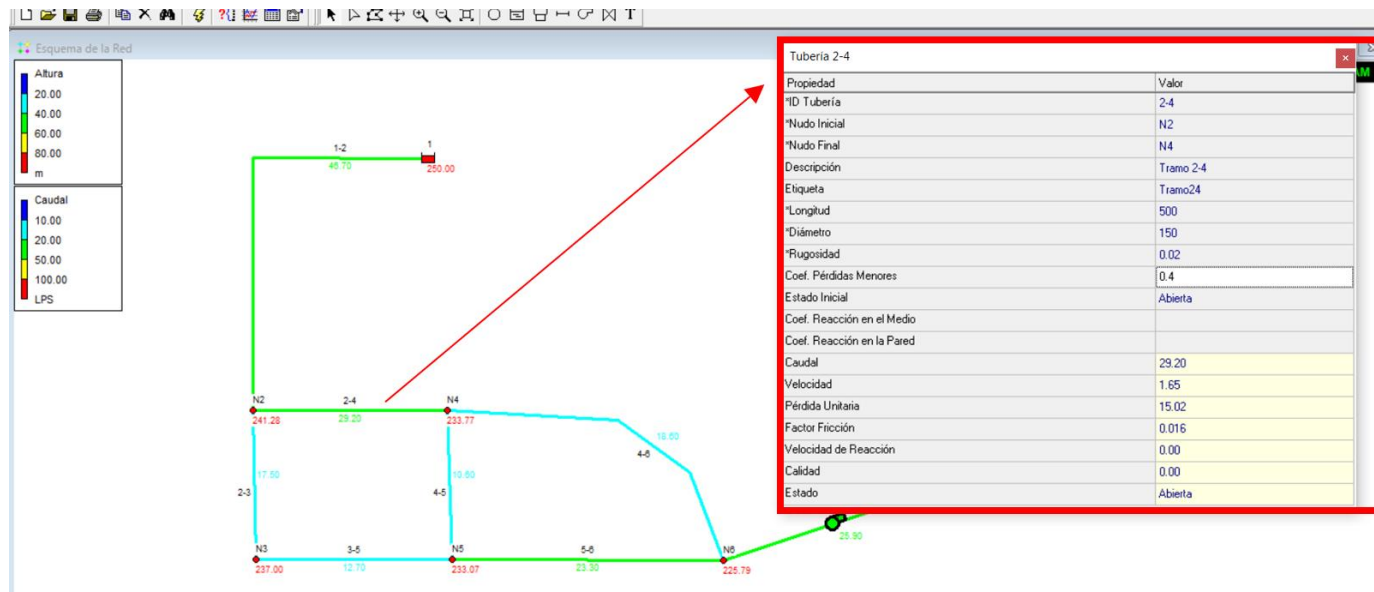
# Válvulas y accesorios con pérdidas menores

EPANET dentro de su base de datos permite la modelación de seis (6) tipos de válvulas las cuales se resumen a continuación:

Siglas	Tipo de válvula
PRV	Válvula reductora de presión
PSV	Válvula sostenedora de presión
PBV	Válvula de rotura de carga
FCV	Válvula controladora de caudal
TCV	Válvula reguladora por estrangulación
GPV	Válvula de proposito general



Siglas	"Consigna" o "restricción"
PRV	Presión (m o psi)
PSV	Presión (m o psi)
PBV	Presión (m o psi)
FCV	Caudal (en unidades de caudal)
TCV	Coefficiente de pérdidas (adimensional)
GPV	ID o curva de pérdidas



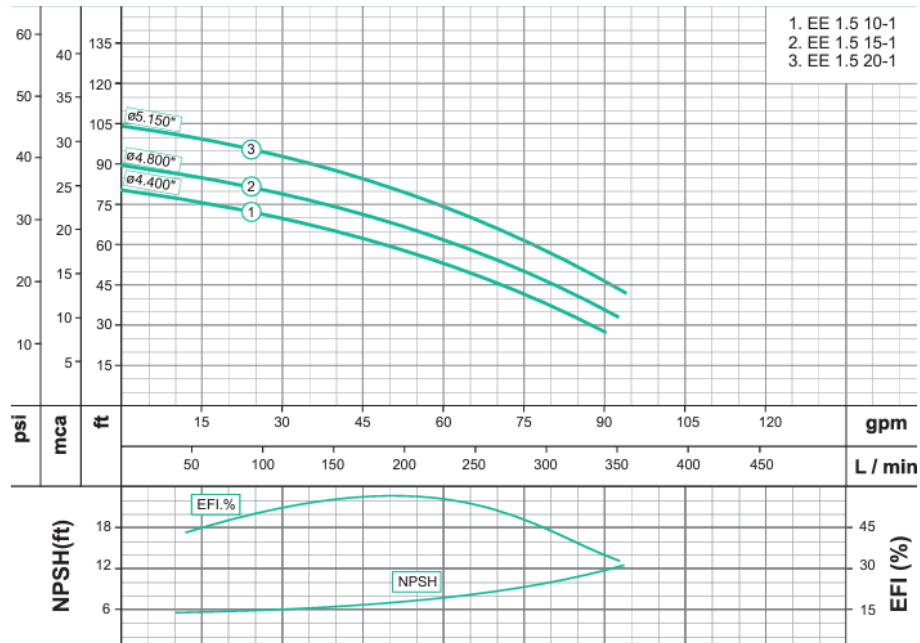
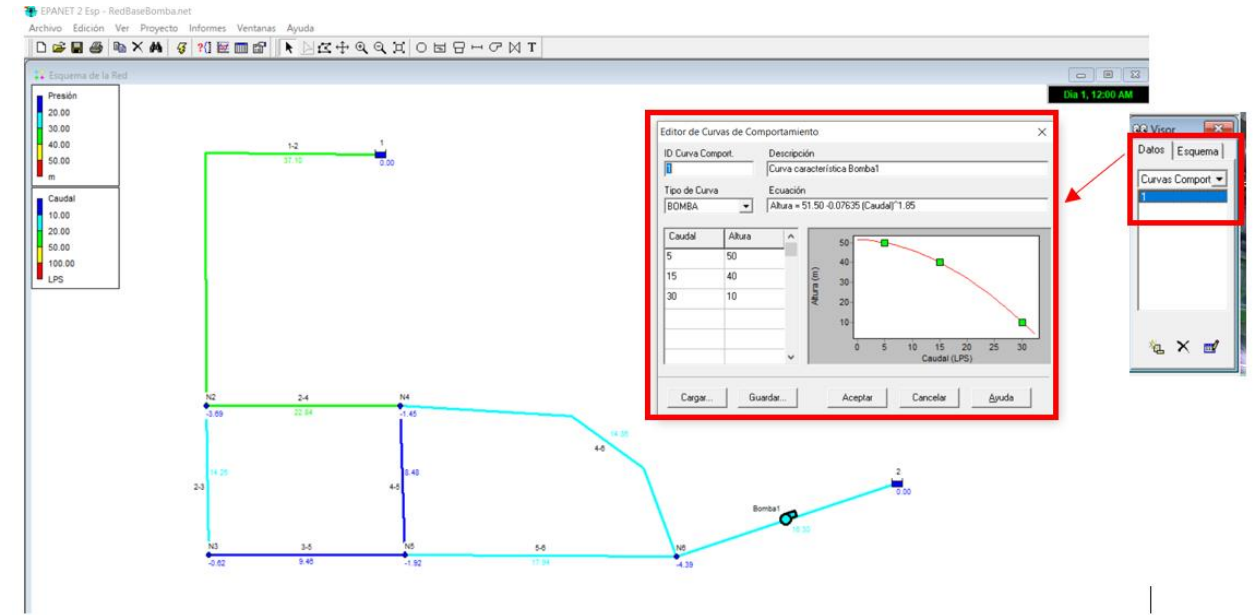
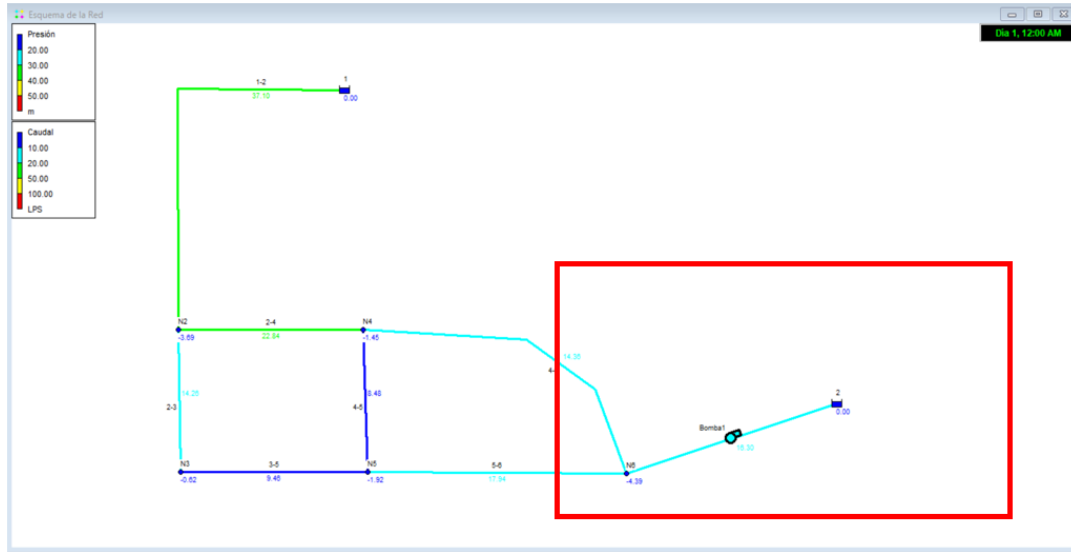
A partir del ejercicio planteado en la Parte E, agregue los accesorios en cada uno de los tramos del sistema y vuelva a correr el modelo. Los accesorios y los coeficientes de pérdidas menores de cada uno de ellos se presentan en la siguiente tabla:

Resumen de accesorios			
Tramo de tubería	Característica	K (pérdidas)	K_Acum (pérdidas)
1-2	Válvula de compuerta C/D 0.20 diámetro 150 mm	0.7	22.8
	Válvula de cheque con un ángulo de 35° de apertura	20.0	
	Codo roscado	2.1	
2-4	Válvula de compuerta con bridas	0.4	0.4
5-6	Válvula de compuerta C/D 0.20 diámetro 300 mm	0.3	2.4
	Codo roscado	2.1	
4-6	Válvula de compuerta con bridas	0.4	0.7
	Reducción gradual con un ángulo de 40°	0.3	

Analice la variación de las presiones en cada nodo y la variación de los caudales en cada tubería con respecto al ejercicio Parte E

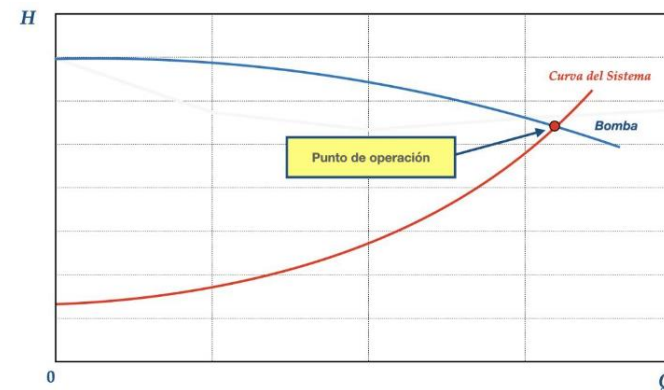


# Curvas de rendimiento de bombas hidráulicas



$$(EAS)_D = EAS - PV$$

$$EAS = \frac{P_{atm}}{\gamma} \pm h_s - h_f$$



A partir del ejercicio planteado en la Parte F, agregue una bomba centrífuga con la curva de eficiencia presentada a continuación. Una vez corra el modelo, analice las variaciones en las presiones en los nodos y las variaciones de las velocidades y caudales en los tramos de tubería con respecto al ejercicio de la Parte F.

Caudal (LPS)	Ht(m)
5.00	50.00
10.00	45.00
15.00	40.00
25.00	30.00
30.00	10.00

# FIN

