



SERVICIOS DE INGENIERÍA CIVIL
Consultoría, Diseño, Construcción y Topografía

KFC PROYECTO SAN FRANCISCO

MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO HIDROSANITARIO AGUA POTABLE

SEPTIEMBRE 2022



SERVICIOS DE INGENIERÍA CIVIL

Consultoría, Diseño, Construcción y Topografía

CONTENIDO

1	Antecedentes	3
2	Objetivo.....	3
3	Descripción del Sistema.....	4
3.1	RED INTERNA DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	4
3.2	RED DE ABASTECIMIENTO	5
3.3	DISTRIBUIDOR PRINCIPAL.....	5
3.4	DISTRIBUIDOR INDIVIDUAL	5
3.5	VÁLVULAS.....	5
3.6	RESERVA.....	5
4	BASES DE DISEÑO	6
5	DISEÑO HIDRÁULICO	8
5.1	ACOMETIDA.....	8
5.2	VOLUMEN DE RESERVA DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	9
5.3	SISTEMA DE BOMBEO Y TANQUES HIDRONEUMÁTICOS.....	10
5.3.1	POTENCIA DE BOMBA.....	11
5.3.2	DISEÑO DE TANQUE HIDRONEUMÁTICO.....	12
6	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	15
6.1.1	CAUDALES DE SERVICIO.....	16
7	CONCLUSIONES	17



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 CÁLCULO DE VARIACIÓN DE CONSUMOS..... 9
Tabla 3 VALORES DE CAUDAL INSTANTANEO EN APARATOS SANITARIOS 17

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: UBICACIÓN DEL PROYECTO..... 3

1 Antecedentes

El proyecto se encuentra implantado en las calles Sucre y Sebastián de Benalcázar, junto a la plaza San Francisco, en el centro histórico de la ciudad.



Ilustración 1: UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “KFC PLAZA SAN FRANCISCO”, se compone de los siguientes ambientes:

Planta baja

Área de producción, Counter, Salón, Baños discapacitados, Cuarto de javas, Mopsink

Mezanine

Área de producción, bodega de secos, salón

Segundo piso

Baños clientes, mopsink, salón

2 Objetivo

Este estudio tiene por objetivo calcular y diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el proyecto, todo esto dentro de las normas que para el efecto se han

dictaminado por la NEC2011 CAP16 utilizados para este tema.

3 Descripción del Sistema

Se tiene un sistema de reserva (cisterna). De allí pasa a una estación de bombeo, que comprende una bomba centrífuga y un tanque de presurización, que esta dimensionado para prestar el servicio a una presión y caudal en todos los puntos desde donde se alimentaran los tres ambientes descritos anteriormente.

Todos los elementos de la red se dimensionarán sobre la base del análisis de un modelo hidráulico ejecutado en el programa de software libre EPANET

3.1 RED INTERNA DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Se entenderá por red interna de agua potable y sistema de abastecimiento, al conjunto de operaciones que debe ejecutar el constructor para colocar, conectar, fijar y probar in situ, bajo lineamientos y niveles señalados en el proyecto, las tuberías, accesorios y piezas especiales, así como las válvulas requeridas, estas servirán para conducir el agua potable hasta cada uno de los diversos puntos de consumo (piezas sanitarias).

El sistema se compone de:

- Reserva.
- Sistema de Bombeo y tanques hidroneumáticos (equipos de presión).
- Red de distribución principal.
- Conexiones a cada ambiente



3.2 RED DE ABASTECIMIENTO

La red de abastecimiento consta de un distribuidor principal del cual se derivan tuberías hacia los distintos sitios del proyecto, que serán abastecidos de agua.

3.3 DISTRIBUIDOR PRINCIPAL

Son las tuberías que partiendo desde el sistema hidroneumático y mediante un distribuidor direcciona el caudal hacia los puntos de servicio. Los distribuidores principales estarán constituidos por tubería de PVC de Presión U/E 1.25 MPa.

3.4 DISTRIBUIDOR INDIVIDUAL

Es la tubería que, partiendo del distribuidor principal, conduce agua al interior de las diferentes áreas del proyecto, los distribuidores individuales estarán contruidos por tubería y accesorios de PVC a termofusión, los diámetros establecidos para este proyecto se encuentran estipulado en los planos.

3.5 VÁLVULAS

Para interrumpir el servicio en los diferentes tramos de la red, se han colocado válvulas de compuerta las mismas que deberán cumplir con las especificaciones respectivas y serán instaladas en la cantidad y sitios determinados y especificados en los planos respectivos.

3.6 RESERVA

Es necesario contar con un sistema que permita cubrir satisfactoriamente las demandas de servicio. Con esta consideración, es necesario disponer de una reserva de agua para consumo.

Esta reserva permitirá cubrir la demanda del proyecto KFC plaza San Francisco, funcionando a plena capacidad, durante un día.

4 BASES DE DISEÑO

El cálculo de la red y su dimensionamiento se ha diseñado, utilizando el programa informático EPANET.

Para el cálculo de las pérdidas de carga (h_f), se empleó la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$h_f = \frac{8 * \lambda * L}{\pi^2 * g * D^5} * Q^2$$

Donde:

Q: caudal en (m³/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

D: diámetro de la tubería interno en (mm)

L: longitud de la tubería (m)

h_f : Pérdidas

λ : Factor de fricción

$$\lambda = \frac{0,25}{\log^2 \left[\frac{5,1286}{Re^{0,89}} + \frac{k}{3,7 * D} \right]}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds.

K: rugosidad absoluta (mm)

λ : Factor de fricción

$$Re = \frac{V * D}{\mu}$$

$$V = \frac{4 * Q}{D^2 * \pi}$$

$$\mu = \frac{497 * 10^{-6}}{(T + 42,5)^{1,5}}$$

Donde:

V: Velocidad (m/s)

D: Diámetro (m)

μ: Viscosidad, depende de la temperatura

T: temperatura (28°C temperatura promedio de Duran)

El diseño es válido, puesto que la red principal cumple con lo estipulado en la normativa vigente, en cuanto a presiones (10mca como valor mínimo y 70mca como máximo) y velocidades en el sistema (menores o alrededor de 1 m/s), en los nodos y tuberías del sistema, adicional a esto se presenta el punto de mayor presión en el nodo 2 con 34.17mca y la presión menor del sistema en el nodo 12 con 29.01mca, esto valores cumplen con lo establecido en lo dictaminado en la norma NEC2011 CAP 16. Con esto se comprueba los cálculos que son menores a 50mca como dice la norma NEC2011.

Como resultado final se tiene los caudales, presiones, diámetros y velocidades en cada punto y tubería de la red, mismos que se ven reflejados en el anexo 1 del presente informe.

5 DISEÑO HIDRÁULICO

5.1 ACOMETIDA

La población máxima a ser servida en las instalaciones del proyecto KFC se especifica en la tabla N°1 de este documento.

Tabla 16.2. Dotaciones para edificaciones de uso específico

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en	L/ocupante/día	350 a 800

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: Norma Nec2011 CAP16

Tabla 1 CÁLCULO DE VARIACIÓN DE CONSUMOS

	OCUPACIÓN	AREA m2	DOTACIÓN	U	Qmd (lt/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
1	PLANTA BAJA N+0,275	133,1	48	L/m2 area util/DIA	0,07	0,11	0,170
2	MEZANINE N+ 2,85	126,68	48	L/m2 area util/DIA	0,07	0,11	0,162
3	TERCERA PLANTA N+5,27	110,42	48	L/m2 area util/DIA	0,06	0,09	0,141

SUMA	0,20	0,31	0,47
------	------	------	------

Qmd: Caudal medio diario.
 QMD: Caudal máximo diario.
 QMH: Caudal máximo horario.

Cálculo típico:

$$Qmd \left(\frac{lt}{s} \right) = \frac{Area\ util \times Dotación}{1\ dia} = \frac{133.1 * 48}{86400} = 0.07lt/s$$

QMH: Qmd*2.3

QMD: Qmd* 1.5

5.2 VOLUMEN DE RESERVA DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Se ha calculado de acuerdo con los caudales simultáneos tomando en consideración el uso de espacios, con lo dicho anteriormente se logra equilibrar en su punto medio, el consumo

de agua potable.

Con los parámetros indicados se ha estimado la reserva necesaria para satisfacer el consumo diario del centro.

$Q_{md} = 0.2 \text{ lt/s}$, para un día equivalentes a 86400 s. Se tiene:

$$V(m^3) = 0.2 \frac{lt}{s} * 86400s = 17769.6 \text{ lt} = 17.76m^3$$

5.3 SISTEMA DE BOMBEO Y TANQUES HIDRONEUMÁTICOS

Se ha recomendado y diseñado este sistema por lo siguiente:

El sistema es hermético, con lo cual se logra una mejor forma para evitar la contaminación del agua.

Se consigue la presión deseada en cada uno de los puntos de demanda de la red de distribución de agua.

Se elimina el costo estructural, los peligros e inconvenientes derivados del almacenamiento de grandes cantidades de agua en las terrazas de los edificios

El sistema de bombeo y tanque hidroneumático se ubicarán en un cuarto de máquinas, mismo que se localiza sobre la cisterna y constará de dos bombas, en previsión de mantenimiento o daño de alguna de ellas.

Este sistema es capaz de bombear el caudal máximo simultáneo que se demande en el sistema de distribución del centro, al mismo tiempo que alcanzar la presión recomendada de al menos 10 metros de columna de agua (m.c.a.) en la unidad sanitaria más alejada.

Así mismo, ningún punto de demanda tendrá una presión superior a 50 m.c.a. por normativa NEC2011.

5.3.1 POTENCIA DE BOMBA.

La potencia del motor que acciona la bomba se determina según la eficiencia mecánica de la transmisión, que es igual a 59.8%. La eficiencia asumida para el conjunto motor-bomba es de 51.9 %. Con estas consideraciones, el equipo de bombeo tendrá las especificaciones siguientes:

Número de Equipos: 2

Tipo: Bomba centrífuga

Potencia: 0.20 Kw (obtenido Epanet)

$$P = \frac{200}{746} = 0.26 \text{ Hp}$$

Factor de corrección para bifásico 1.5hp

Potencia de la bomba: $1.5 \times 0.26 = 0.39 \text{ Hp}$

Modelo comercial: AL-RED-650-4; POTENCIA: 1.5 Hp

La potencia de las bombas ha sido calculada en base al caudal simultáneo de funcionamiento de los aparatos y a la presión máxima de servicio.

El control paro-marcha de estas bombas será mediante un sistema hidroneumático, el mismo que encenderá la bomba cuando baje la presión requerida de funcionamiento, y la

desconectará en el punto alto de presión calibrado. La curva característica de la bomba se encuentra adjunta en la ilustración 5 del anexo 1.

5.3.2 DISEÑO DE TANQUE HIDRONEUMÁTICO

Dada su versatilidad y eficiencia, los sistemas hidroneumáticos aseguran que la red de distribución mantenga su presión de manera constante, Estos sistemas sirven para automatizar las bombas.

Presión de Operación del Sistema Hidroneumático

Para que el sistema hidroneumático pueda funcionar con normalidad, es necesario determinar 2 presiones distintas de trabajo:

Presión Mínima (Pmin)

La presión mínima de operación (Pm) del cilindro en el sistema hidroneumático deberá ser tal que garantice en todo momento, la presión requerida en la toma más desfavorable.

Por lo tanto, se considera como la altura manométrica total del sistema.

Presión Diferencial y Máxima (P_{MAX})

Se asigna una presión de detención de la bomba. Este último valor depende de los tipos de consumo a utilizar (grifos con cierres cerámicos, duchas, etc.)

Por tanto, se tiene los datos siguientes:

Presion mínima = 40 PSI = 28.13 mca

Presion Máxima = 60 PSI = 42.19 mca

5.3.2.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE

El diseño del volumen a ser ocupado en el proyecto, se lo calcula en base a la NORMA HIDROSANITARIA NEC, CAP. 16, sección 16.5.4.2.

El volumen del tanque se debe calcular con la ecuación siguiente:

$$W_{thn} = \frac{19R_{aire}Q_b(P_{off} + 10.33)}{N_{Bombas}N_{Ciclos}(P_{off} - P_{on})}$$

Donde:

W_{thn} : Volumen total del tanque hidroneumático (lt).

Q_b : Caudal de bombeo (lt/min).

N_{Bombas} : Número de bombas en funcionamiento.

N_{Ciclos} : Número de ciclos por hora.

P_{on} : Presion de encendido (m).

P_{off} : Presion de apagado (m).

R_{aire} : Coeficiente que relaciona el tipo de renovación de aire.

Datos

Potencia de la bomba: 1.5 Hp

Qmd (calculado): 0.2/s

Qmd (asumido): 1 lt/s

Pon: 28.13 mca

Poff: 42.19 mca

Número de bombas: 1 (en funcionamiento)

Número de ciclos: 20 (valor obtenido de la tabla adjunta).

Tabla 16.5. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba

Potencia (HP)	Máximo número de Ciclos / hora	Tiempo mínimo (minutos)
Hasta 10.0	20	3
De 10.0 a 20.0	15	4
De 20.0 a 30.0	12	5
De 30.0 a 50.0	10	6
Desde 50.0	6	10

Fuente: NEC, Cap16, Norma hidrosanitaria.

Raire:1,0 (para hidroneumático de membrana con revisión periódica de la masa de aire).

Aplicando la ecuación se tiene:

$$W_{thn} = \frac{19 R_{aire} Q_b (P_{off} + 10.33)}{N_{Bombas} N_{Ciclos} (P_{off} - P_{On})}$$

$$W_{thn} = \frac{19 * 1 * 60 * (42.19 + 10.33)}{1.0 * 20 * (42.19 - 28.12)}$$

$$W_{thn} = 212.76 \text{ lt}$$

Con este valor de volumen total de 212.76 litros, en base a los catálogos observados se



recomienda el siguiente tanque:

Tanque hidroneumático PSP62-T51

Capacidad: 235 lt.

Diámetro: 61 cm

Altura: 100 cm

Volumen útil: 60.6 lt.

Peso: 52.6 kg.

Cantidad: 1u.

6 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Se entenderá por instalaciones hidrosanitarias a todas las tuberías internas de cada área que servirán de abastecimiento desde la red principal.

Para dimensionar las redes internas se utilizó el método de la simultaneidad.

RED DE AGUA POTABLE

El abastecimiento de agua potable a cada uno de las áreas, se hará a partir de la red de agua potable principal ilustrada en el plano, estas constarán también de una válvula check que impida el regreso de líquido hacia la red y una válvula de compuerta para controlar o suspender el abastecimiento según se requiera en caso de desastres. (Fugas de agua, rotura de tubería, etc.)

La red interna se ha diseñado sobre la base de los siguientes parámetros:

-Caudales de servicio

-Velocidad de flujo en las tuberías, menores o iguales a 2.5m/s

-Presiones de servicio, adecuadas en el aparato más desventajoso.

6.1.1 CAUDALES DE SERVICIO

Se ha efectuado el diseño individual de los sistemas conforme lo especifica el Capítulo 16 de la Norma ecuatoriana de la Construcción.

Para el sistema de distribución interna de agua potable se ha empleado el método de la simultaneidad y el sistema de desagües considera las unidades de descarga para su diseño.

En este el caudal máximo probable a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{MP} = K_s * \sum q_i$$

$$K_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0.04 + 0.04 * \log(\log(n)))$$

Donde:

Q_{MP} : Caudal Máximo probable

n = número total de aparatos servidos

ks = coeficiente de simultaneidd, entre 0.2 y 1.0

qi = caudal minimo de los paratos suministrados

F = factor que toma los valores de (0 – 5) segun el uso de la edificación

Los caudales instantáneos establecidos en la NEC por aparato sanitario se presentan continuación:

Tabla 2 VALORES DE CAUDAL INSTANTANEO EN APARATOS SANITARIOS

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)
Bañera / tina	0.3
Bidet	0.1
Calentadores / calderas	0.3
Ducha	0.2
Fregadero cocina	0.2
Fuentes para beber	0.1
Grifo para manguera	0.2
Inodoro con depósito	0.1
Inodoro con fluxor	1.25
Lavabo	0.1
Máquina de lavar ropa	0.2
Máquina lava vajilla	0.2
Urinario con fluxor	0.6
Urinario con llave	0.15
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1

Fuente: Norma NEC2011 CAP16

Con la finalidad de evitar ruidos y vibraciones en el interior de las tuberías, se ha diseñado el sistema con velocidades menores a 2.0m/s.

7 CONCLUSIONES

Se han dispuesto válvulas de cierre y válvulas check de acuerdo a los requisitos de mantenimiento y evitando el cierre en los otros tramos, además se ha previsto la colocación de una válvula de cierre al inicio y otra al final en el caso de los montantes, es decir una inferior y una superior.

Los resultados obtenidos para el sistema de agua potable se encuentran representados respectivamente en los planos adjuntos, adicionalmente, se han dimensionado las redes hidrosanitarias de cada área del proyecto, en los planos adjuntos se presentan las dimensiones y distribución de redes internas.



ANEXOS



```

*****
*
*                               E P A N E T
*
*                               Hydraulic and Water Quality
*
*                               Analysis for Pipe Networks
*
*                               Version 2.0
*
*****
  
```

Input File: KFC Plaza San Francisco.net

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
2	2	5	1	25
3	5	6	1.74	25
4	6	7	1.89	25
5	7	8	2.08	25
6	8	9	2.15	25
7	9	10	3.79	25
8	2	3	3.17	25
9	3	4	3.94	25
10	3	11	6.05	25
12	4	13	2.85	25
13	9	12	5.27	25
1	1	2	#N/A	#N/A

Pump

Energy Usage:

Cost Pump	Usage Factor	Avg. Effic.	Kw-hr /m3	Avg. Kw	Peak Kw
0.00	100.00	50.00	0.20	0.34	0.34



SERVICIOS DE INGENIERÍA CIVIL

Consultoría, Diseño, Construcción y Topografía

-
0.00 Demand Charge:
0.00 Total Cost:

Node Results:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
2	0.00	34.44	34.17	0.00
3	0.00	34.39	34.11	0.00
4	0.00	34.35	34.08	0.00
5	0.00	34.43	34.15	0.00
6	0.00	34.40	34.12	0.00
7	0.00	34.37	34.10	0.00
8	0.00	34.34	34.07	0.00
9	0.00	34.31	34.03	0.00
10	0.09	34.30	34.03	0.00



Page 2
 Node Results: (continued)

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
11	0.09	34.37	34.09	0.00
12	0.14	34.28	29.01	0.00
13	0.16	34.33	31.48	0.00
1	-0.47	-2.40	0.00	0.00 Reservoir

Link Results:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Headloss m/km	Status
2	0.23	0.46	14.71	Open
3	0.23	0.46	14.71	Open
4	0.23	0.46	14.71	Open
5	0.23	0.46	14.71	Open
6	0.23	0.46	14.70	Open
7	0.09	0.17	2.60	Open
8	0.25	0.50	17.24	Open
9	0.16	0.33	8.07	Open
10	0.09	0.17	2.60	Open
12	0.16	0.33	8.07	Open
13	0.14	0.29	6.32	Open
1	0.47	0.00	-36.84	Open Pump

ILUSTRACIÓN 1: IMPLANTACIÓN DE LA RED

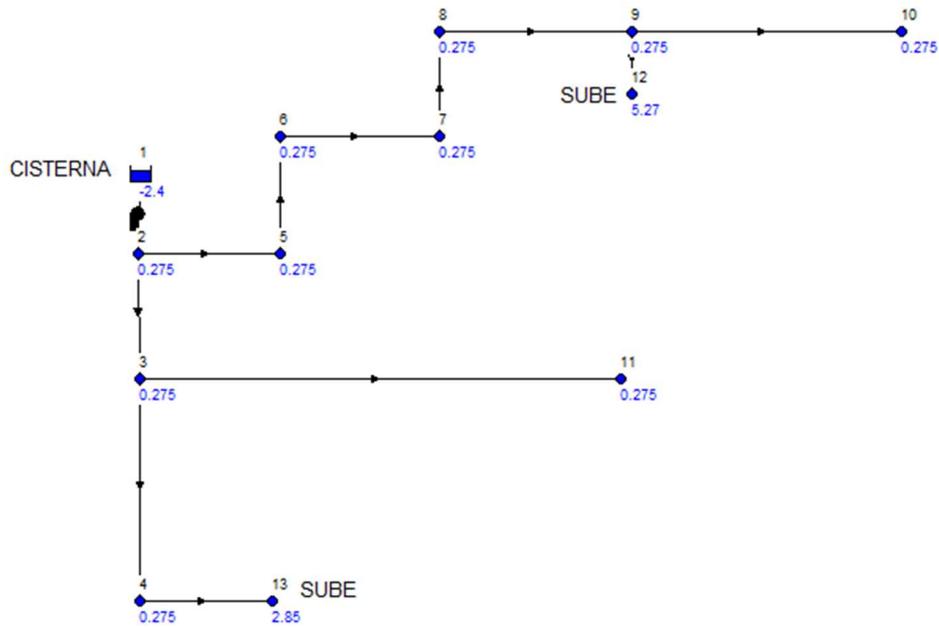


ILUSTRACIÓN 2: CORRIDA DEL PROGRAMA

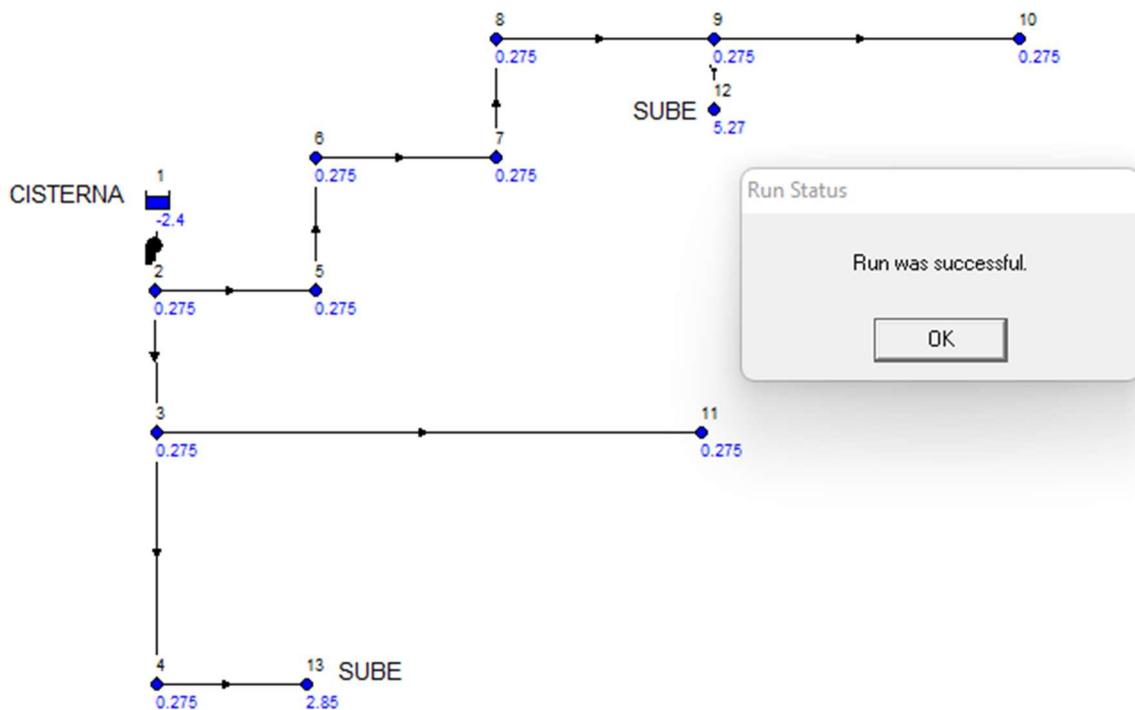


ILUSTRACIÓN 3: DEMANDA EN CADA NODO

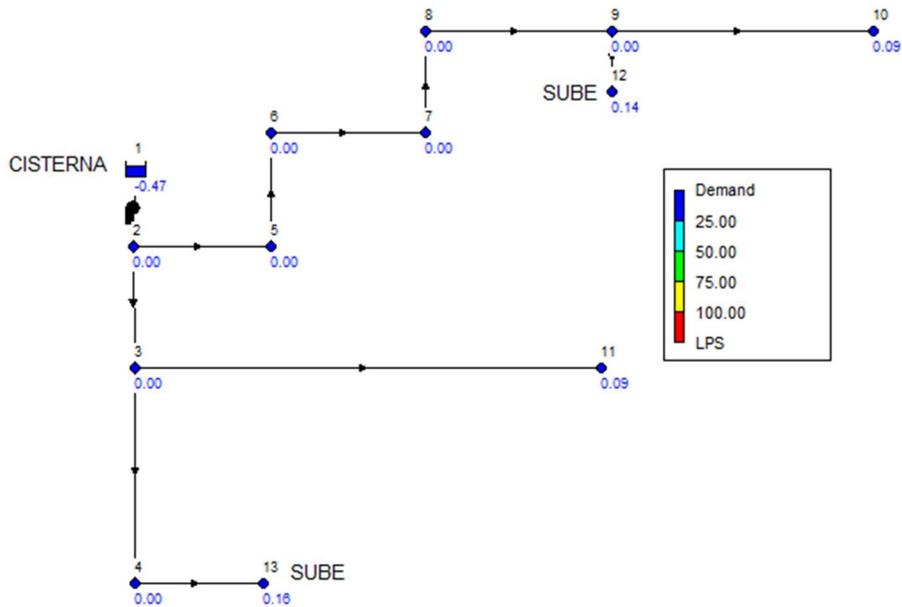
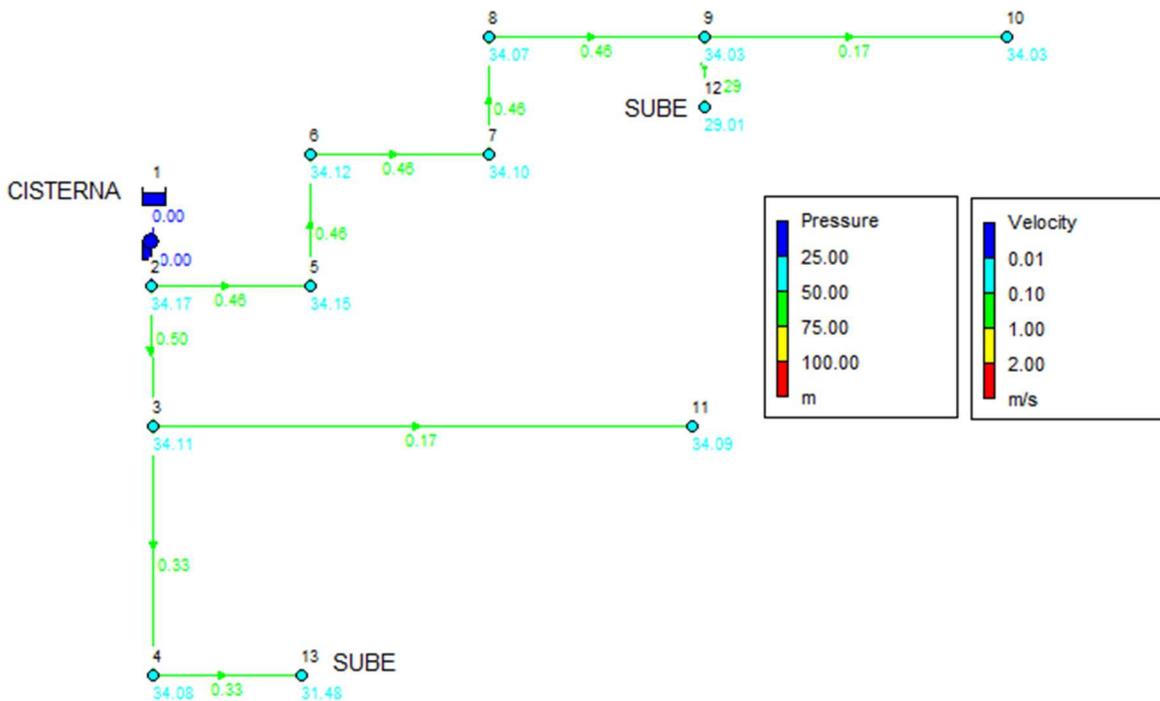
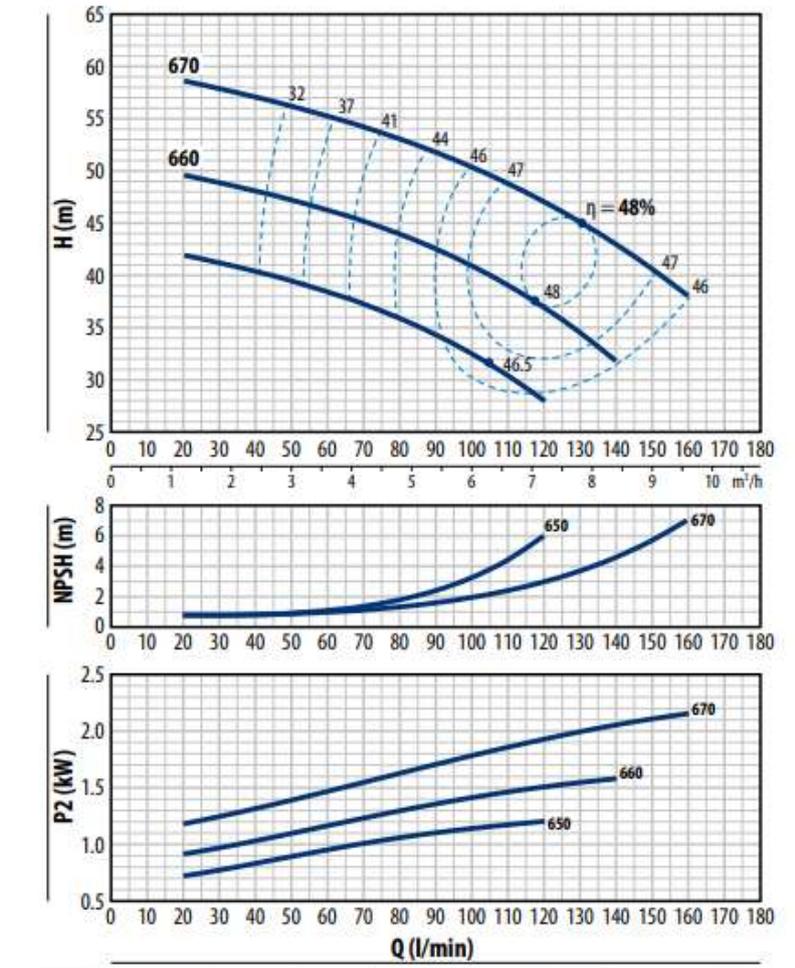


ILUSTRACIÓN 4: PRESIONES Y VELOCIDADES DEL SISTEMA.



Se observa que se cumple con lo establecido en la norma NEC2011, CAP16, presiones entre 10mca y 50 mca.

ILUSTRACIÓN 5: CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA
AL RED 650-660-670



Fuente: Catálogo ALRED

Ing. Guillermo S. Carpio E.