



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PARA UNA  
VIVIENDA DE TRES PLANTAS UBICADA EN LA CIUDAD DE  
MACHALA

FLORES SOTOMAYOR GALO LEONARDO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANTARIAS PARA  
UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS UBICADA EN LA CIUDAD  
DE MACHALA

FLORES SOTOMAYOR GALO LEONARDO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PARA UNA VIVIENDA DE  
TRES PLANTAS UBICADA EN LA CIUDAD DE MACHALA

FLORES SOTOMAYOR GALO LEONARDO  
INGENIERO CIVIL

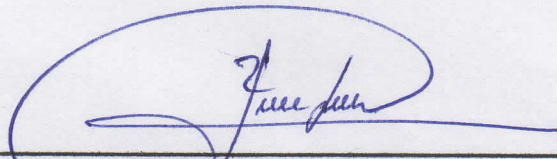
AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 11 DE JULIO DE 2018

MACHALA  
11 de julio de 2018

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PARA UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS UBICADA EN LA CIUDAD DE MACHALA, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO  
0701788283  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

ESPINOZA URGILES FREDDY LEONARDO  
0301365516  
ESPECIALISTA 2



---

COBO REGALADO GONZALO EDGAR EFRAIN  
1703979953  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: jueves 12 de julio de 2018 - 10:19

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** FLORES SOTOMAYOR GALO LEONARDO\_PT-010518.pdf  
(D40288662)  
**Submitted:** 6/21/2018 5:23:00 AM  
**Submitted By:** titulacion\_sv1@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 3 %

### Sources included in the report:

MALDONADO RENTERÍA OMAR GUILLERMO.pdf (D21151037)  
MALDONADO RENTERIA OMAR GUILLERMO.pdf (D21194439)  
Trabajo práctico Edison Nagua.docx (D16363770)  
TRABAJO FINAL DE TITULACION COMPLEXIVO SUAREZ ANGEL.docx (D16368972)  
Trabajo de Titulación Borja Macas Kevín.docx (D16367876)

### Instances where selected sources appear:

5

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, FLORES SOTOMAYOR GALO LEONARDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PARA UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS UBICADA EN LA CIUDAD DE MACHALA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

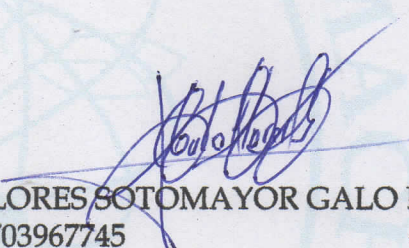
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de julio de 2018

  
FLORES SOTOMAYOR GALO LEONARDO  
0703967745

## RESUMEN

El presente trabajo practico tiene como objetivo principal realizar el diseño de las instalaciones hidrosanitarias para una edificación de tipo residencial de tres plantas considerando la aplicación de las Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC-11, capítulo 16.

Se diseñó dos sistemas de abastecimiento de agua potable con la finalidad de comparar estándares de calidad desde el punto de vista económico y técnico. Los métodos de cálculo que se utilizaron están fundamentados en investigaciones bibliográficas realizadas con anticipación.

Previamente se realizó el dibujo de las redes hidrosanitarias con el software AutoCad2016, de donde se obtuvo las distancias, alturas y los accesorios a utilizar. Con los datos obtenidos y mediante tablas de Excel se calculó: la dotación de agua requerida para la edificación; el equipo de bombeo para el sistema indirecto con tanque elevado; la presión mínima, máxima, el volumen y la potencia de la bomba para el sistema hidroneumático, al igual que el volumen del tanque acumulador de agua caliente.

En el cálculo de las redes de abastecimiento de agua potable se empleó el método del factor de simultaneidad y para el sistema de redes residuales se utilizó el método de las unidades de descarga, consiguiendo determinar las velocidades y diámetros mínimos descritos en la norma.

Palabras claves: abastecimiento, agua, calculo, diseño, hidrosanitarias

## **ABSTRACT**

The main objective of this practical work is to design the hydro-sanitary facilities for a three-story residential building, considering the application of the Ecuadorian Construction Standards NEC-11, chapter 16.

Two potable water supply systems were designed in order to compare quality standards from the economic and technical point of view. The calculation methods that were used are based on bibliographic research carried out in advance.

Previously the drawing of the hydrosanitary networks with the software AutoCad2016 was made, from where the distances, heights and the accessories to be used were obtained. With the data obtained and through Excel tables it was calculated: the water supply required for the building; the pumping equipment for the indirect system with elevated tank; the minimum, maximum pressure, volume and power of the pump for the hydropneumatic system, as well as the volume of the hot water tank.

In the calculation of drinking water supply networks, the simultaneity factor method was used and for the residual network system, the discharge units method was used, determining the minimum speeds and diameters described in the standard.

Keywords: supply, water, calculation, design, hydrosanitary



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA .....	I
PAGINA DE ACEPTACION .....	II
REPORTE DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIAS .....	III
CESIÓN DE DERECHO DE AUTORÍA .....	IV
RESUMEN .....	V
ABSTRACT .....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
1.2 OBJETIVO GENERAL .....	3
2. DESARROLLO .....	4
2.1 Suministro de agua en la edificación .....	4
2.1.1 Sistema directo de suministro de agua .....	4
2.1.2 Sistema indirecto tradicional de suministro de agua .....	4
2.1.3 Sistema indirecto con tanque hidroneumático .....	5
2.1.4 Dotación de agua requerida para el edificio .....	5
2.1.5 Volumen de Almacenamiento .....	5
2.1.6 Dimensiones de la cisterna .....	5
2.1.7 Equipo de Bombeo para sistema indirecto con tanque elevado .....	5
2.1.8 Red de distribución .....	7
2.1.9 Equipo de bombeo para sistema indirecto con tanque hidroneumático .....	8
2.2 Instalaciones de Saneamiento de aguas servidas .....	9
2.3 Instalaciones de aguas pluviales .....	9
2.4 Instalaciones de agua caliente .....	9
2.4.1 Calculo del volumen del tanque para agua caliente .....	9
3. CONCLUSIONES .....	10
4. BIBLIOGRAFÍA .....	11
5. TABLAS .....	13
5. ANEXOS .....	17

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo .</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 2. Dotaciones para edificaciones de uso específico .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 3. Coeficiente k para pérdidas menores .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 4. Coeficientes de rugosidad .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 5. Viscosidad cinemática del agua .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 6. Tolerancia de las curvas de prestaciones para bombas centrifugas. ....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 7. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba. ....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 8. Unidades de descarga de los aparatos sanitarios .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 9. Relaciones hidráulicas para conductos circulares .....</b>	<b>16</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente se conoce que hace siglos atrás los griegos implementaron sistemas hidráulicos básicos; no obstante, según los manuscritos de Frontinus, los romanos aportaron grandes avances para el suministro de agua [1].

Roma era denominada como “la ciudad del agua”, por sus once acueductos que abastecían la ciudad [2], de igual manera según estudios arqueológicos contaban con una red de alcantarillado que consistía en un sistema de cloacas de gran magnitud, las cuales no lograban garantizar las condiciones higiénico-sanitarias básicas debido a factores como la superpoblación, la pobreza y el desconocimiento de la existencia de bacterias y microbios [3].

Según Hernández [4], la habitabilidad se encuentra entre las necesidades vitales básicas para la supervivencia del ser humano.

Se estima que el crecimiento demográfico de la población a nivel mundial en zonas urbanas tendrá un incremento del 72% en relación al de la población rural en los periodos del 2011 al 2050 [5], lo que representa un aumento considerable en la demanda de agua.

Algunas regiones de Latinoamérica ya sienten la escasez del líquido vital, razón por la cual, se implementan algunas prácticas como la extracción de agua subterránea y en algunos casos la desalinización del agua del mar; sin embargo, estas prácticas resultan muy costosas [6] y perjudiciales para el medio ambiente.

En el año de 1972 la Cumbre de la tierra celebrada en Rio de Janeiro, propone un modelo llamado “desarrollo sostenible”, que consiste en, satisfacer los recursos necesarios para las generaciones presentes sin que se afecte a las generaciones futuras [7].

Ecuador se encuentra entre los países que poseen mayor disponibilidad de agua dulce, 22500 m<sup>3</sup>/hab/año, por encima de 1000 m<sup>3</sup>/hab/año considerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Siendo un recurso determinante en la calidad de vida y bienestar humano; la Constitución de la República del Ecuador 2008 junto al Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, aseguran su buen uso y aprovechamiento [8].

En la actualidad, Ecuador tiene a la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA, 2011); encargada de manejar la gestión de los recursos hidrológicos a través de los GAD municipales u otros organismos descentralizados [9].

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 1970), la ciudad de Machala representa el 2% de la población nacional y el 41% de la población en la provincia de El Oro. Su principal fuente de abastecimiento se encuentra ubicada en el cantón Pasaje en la cuenca del río Casacay, además cuenta con catorce pozos subterráneos ubicados en la parroquia El Cambio.

El sector de la construcción gasta anualmente el 40% de la producción global de los materiales y energía [10]; funciona con una gran inversión de recursos financieros, las obras hidráulicas y los sistemas hidrosanitarios en una vivienda no son la excepción; la mala elección de los materiales genera molestias y gastos excesivos en reparaciones que en ocasiones superan los costos iniciales del presupuesto de la obra.

El proyecto se fundamenta en la necesidad de implementar un sistema hidrosanitario para una vivienda de 3 plantas ubicada en la ciudad de Machala que cumpla con las especificaciones mínimas dispuestas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 capítulo 16 Norma Hidrosanitaria NHE agua, y el análisis de dos opciones para el abastecimiento óptimo de agua potable.

Durante el desarrollo del proyecto se considera la rentabilidad y beneficios que aporta cada uno de ellos.

## **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Los principales problemas hidrosanitarios que se presentan en una edificación, están relacionados con la aplicación de diseños constructivos fundamentados en conocimientos empíricos. La incorrecta elección de los sistemas de almacenamiento, distribución y manejo residual del agua en una edificación de tipo residencial provoca malestar a sus habitantes.

Como antecedente se conoce que en algunos sectores de la ciudad de Machala la presión del agua no es suficiente para alimentar de agua potable a una vivienda desde la acometida mediante un sistema directo, por la cual, es imprescindible la utilización de un sistema de abastecimiento indirecto.

Considerando esta situación, se plantea el proyecto investigativo “DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PARA UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS UBICADA EN LA CIUDAD DE MACHALA”.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El funcionamiento óptimo del sistema hidrosanitario en una vivienda ofrece un ambiente confortable para las personas que viven en ella, mejorando su calidad de vida considerablemente. La correcta elección de los materiales y accesorios a emplearse incrementan la vida útil de la edificación, esto proporciona un ahorro económico a largo plazo para los residentes del inmueble.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar el sistema de instalaciones hidrosanitarias y realizar un análisis comparativo entre dos propuestas para el abastecimiento de agua potable en una vivienda de 3 plantas ubicada en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, considerando la Norma Ecuatoriana de la construcción vigente, con la finalidad de alcanzar soluciones eficaces desde el punto de vista técnico y económico.

## **2 DESARROLLO**

El proyecto es una edificación de tipo residencial, implantado en un área de construcción de 93.74 m<sup>2</sup> y se encuentra ubicado al sur de la ciudad de Machala, provincia de El Oro, en el barrio Nuevo Pilo, Av. 17ava Sur, entre carrera Nuevo Pilo y carrera 1era Este.

Arquitectónicamente está distribuido de la siguiente manera: la planta baja consta de una sala, comedor, cocina, dos dormitorios, dos baños y un patio/lavandería; en la primera y segunda planta alta se ubica una sala, comedor, cocina, dos baños y tres dormitorios, seguido de la terraza, destinada para lavandería y salón de eventos.

Es de carácter obligatorio que las instalaciones hidrosanitarias de cualquier edificación se ejecuten bajo la norma NEC-11, considerando los diámetros, la presión y caudales mínimos recomendados para cada aparato sanitario descritos en la Tabla 1; solo así, se garantiza la funcionalidad y eficiente desempeño durante la vida útil de la obra.

### **2.1 Suministro de agua en la edificación**

Se lleva a cabo desde la red pública, por medio de tubería PVC de diámetro 110 mm, que ofrece una presión de 9 m.c.a. y llega hacia el predio a través de la acometida la cual, se compone del collarín de toma en carga, la tubería de acometida, la llave de corte general y la tubería de alimentación.

#### **2.1.1 Sistema directo de suministro de agua**

Para este caso, el agua llega desde la red pública directamente hasta los aparatos sanitarios; no se utiliza reservorios subterráneos ni tanques elevados, se recomienda en viviendas de un solo nivel.

Para el proyecto la presión de agua es menor a 10 m.c.a, porque lo que resulta indispensable diseñar un sistema de abastecimiento indirecto.

#### **2.1.2 Sistema indirecto tradicional de suministro de agua**

El agua no llega de manera directa hasta los aparatos sanitarios, se utiliza un reservorio subterráneo del cual se bombea el agua hasta un tanque elevado, situado en la parte más alta del edificio, desde donde se distribuye el agua hasta los puntos de consumo por acción de la gravedad.

### **2.1.3 Sistema indirecto con tanque hidroneumático**

El agua es distribuida hacia los aparatos sanitarios por medio de un equipo hidroneumático que consta de un sistema de bombas centrifugas y un tanque de presión que activa y desactiva el sistema por medio de un presostato que determina previamente las presiones de encendido y apagado [11].

### **2.1.4 Dotación de agua requerida para el edificio**

Para determinar la dotación algunos autores consideran factores demográficos, el área del terreno, el clima de la región, y numero de baños en la edificación [12].

La NEC sugiere determinar la dotación de agua de acuerdo al tipo de la edificación y a la cantidad de habitantes que residen en ella; los valores se encuentran en la Tabla 2.

Se considera 200 l/habitante/día y 20 l/m<sup>2</sup> área útil/día, para 15 habitantes en el inmueble y un área útil de 57,30 m<sup>2</sup> destinados para salón de eventos, obteniéndose una dotación de 3746.00 l/día.

### **2.1.5 Volumen de Almacenamiento**

Es la cantidad de agua requerida para el consumo equivalente a 24 horas.

En caso de la implementación de un sistema indirecto con tanque elevado, el volumen total de agua debe dividirse en el 60% para la cisterna y el 40% para el tanque elevado.

### **2.1.6 Dimensiones de la cisterna**

La cisterna se ubica en patio de la planta baja. Para la construcción se utiliza hormigón armado y se dimensiona asumiendo una altura de 1.50 m, considerando que la relación más económica r (a/b) es 1, finalmente se obtiene un largo y ancho de 1.58 m respectivamente.

### **2.1.7 Equipo de Bombeo para sistema indirecto con tanque elevado**

Se determina el caudal de bombeo ( $Q_b$ ) con el volumen del tanque elevado 1.5 m<sup>3</sup> y el tiempo de llenado asumido para este es de 1 hora, obteniendo un valor de 0.42 l/s. La fórmula utilizada se muestra a continuación

$$Q_b = \frac{V_{te}}{t_{ll}} = \frac{\text{volumen del tanque elevado}}{\text{tiempo de llenado}} \quad \text{form. (1)}$$

Se calcula la velocidad real asumiendo diámetros comerciales para la succión e impulsión, considerando que la velocidad debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s. Para el cálculo se utiliza la formula.  $V = 4Q/\pi D^2$  form. (2)

Las pérdidas locales por accesorios ( $h_m$ ) en la succión e impulsión son producidas por los cambios de dirección que experimenta el fluido al pasar por estos, y se determinan mediante el producto de la altura dinámica de la tubería por el coeficiente (k) dado en la Tabla 3.  $hm = k(8Q^2/g\pi^2 D^4)$  form. (3)

hm =	Perdidas menores (m)	Q =	Caudal de Bombeo (m <sup>3</sup> /s)
k =	Coefficiente de perdidas menores	D =	Diámetro interno de la tubería (m)

De igual manera, para la succión e impulsión se calcula las pérdidas por fricción  $h_f$  (m) utilizando la fórmula de **Darcy-Weisbach**, que es la más precisa y funciona para cualquier fluido.  $H_f = (8 * f * L * Q^2 / g * D^5 * \pi^2)$  form. (4)

f=	Factor de fricción	D=	Diámetro (m)
L=	Longitud de la tubería (m)	Q=	Caudal (m <sup>3</sup> /s)

El factor de fricción  $f$  (adimensional), se calcula con la formula simplificada de P. K. Swamme y A. K. Jain.

$$f = \frac{0.25}{[\log_{10} \left( \frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right)]^2}$$
 form. (5)

f =	Factor de Fricción	Re=	Numero de Reynolds
ε=	Rugosidad absoluta (mm), Tabla 4	D=	Diámetro de la tubería (mm)

Para calcular el número de Reynolds se utiliza  $Re = (V * D)/\nu$  form. (6)

Re= Numero de Reynolds      D= Diámetro de la tubería (m)  
V= Velocidad media (m/s)      ν= Viscosidad cinemática del agua (m<sup>2</sup>/s), Tabla 5

Obtenidas las pérdidas en la succión e impulsión se plantea la ecuación de la curva del sistema, considerando los valores de altura de succión  $h_s$  (1.7 m) y altura de impulsión  $h_i$  (13.7 m). Asignando valores de caudal progresivamente se obtienen los valores para graficar la tabla de la curva del proyecto, que sirve para determinar la capacidad de la bomba centrífuga a utilizarse  $Ht = h_s + h_i + h_{fs} + h_{fi} + h_{ms} + h_{mi}$  form. (7)



Ht= Altura dinámica total (m)                      hfi= Pérdidas por fricción en la impulsión (m)  
 hs= Altura de succión (m)                            hms= Pérdidas por accesorios en la succión (m)  
 hi= Altura de impulsión (m)                        hmi= Pérdidas por accesorios en la impulsión (m)  
 hfs= Pérdidas por fricción en la succión (m)

Para la elección se considera las curvas y características proporcionados por el fabricante Pedrollo, Tabla 6. Se requiere una bomba de 0.7 HP.

### 2.1.8 Red de distribución

Las tuberías y accesorios destinados para brindar el servicio de agua potable dentro de la edificación; son de material PVC. Para evitar pérdidas se recomienda que la ruta trazada se encuentre cerca de la fuente de abastecimiento y que se utilice la menor cantidad de accesorios [13].

Se realiza un esquema numerado y en perspectiva considerando las distancias y accesorios a utilizar, localizando el punto de consumo crítico, para el proyecto es una lavadora (p-32), ubicada en la terraza de la vivienda.

### Estimación de caudales

La probabilidad del uso simultaneo de los aparatos sanitarios en la edificación se determina mediante el caudal máximo probable ( $Q_{MP}$ ).

$$Q_{MP} = k_s * \sum q_i \quad \text{form. (8)}$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0.04 + 0.04 * \log(\log(n))) \quad \text{form. (9)}$$

$Q_{MP} =$	Caudal máximo probable (l/s)	$k_s =$	Coficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0
$n =$	Numero de aparatos servidos	$q_i =$	Caudal mínimo de los aparatos suministrados (l/s), tabla 1
$F =$	Factor que toma variable de acuerdo al tipo de edificación, (F=2 para edificios habitacionales)		

Asumiendo los diámetros comerciales se calcula las velocidades, verificando que se encuentren dentro del rango de 0.6 m/s y 2.5 m/s como indica la NEC-11.

Haciendo uso de las fórmulas (4) y (5) antes mencionadas, se calcula las pérdidas por accesorios y por fricción en cada tramo.

Finalmente se suma las pérdidas hasta el aparato crítico y utilizando la ecuación de la energía se verifica que se cumpla con la presión mínima requerida para los aparatos sanitarios mostrada en la tabla (1).

### 2.1.9 Equipo de bombeo para sistema indirecto con tanque hidroneumático

Para este caso, el punto de consumo crítico es el mismo que para el sistema indirecto con tanque elevado, por tal motivo el cálculo de las pérdidas es similar, con la diferencia que este sistema abastece de agua desde la planta baja, razón por la cual el tramo hasta el aparato crítico cambia.

Según la NEC-11 la presión mínima (encendido), debe estar 15 m por encima del valor de la altura del techo de la edificación; y la presión máxima (apagado), 20 m por encima del valor de la presión mínima.

#### Ciclos de bombeo

Se refiere al número de arranques de la bomba centrífuga en una hora.

Para su correcto funcionamiento se considera el volumen del tanque, de tal manera que los arranques no sean muy frecuentes, ya que esto produce un desgaste innecesario [14].

Para determinar el número máximo de arranques y paros recurrimos a la tabla 7 estipulada en la NCE-11, se considera un número de 20 ciclos/hora.

#### Volumen del tanque hidroneumático

Según la NEC-11 se calcula con la ecuación mostrada a continuación.

$$V_t = \frac{19 * R_{aire} * Q_b * (P_{max} + 10.33)}{N_{bombas} * N_{ciclos} * (P_{max} - P_{min})} \quad form. (10)$$

$W_{thn} =$	Volumen del tanque hidroneumático, (l)	$N_{ciclos} =$	Número de ciclos por hora
$Q_b =$	Caudal de bombeo medio, (l/min)	$P_{off} =$	Presión de apagado o Pmáxima (m)
$N_{bombas} =$	Número de bombas en funcionamiento, (excepto la de reserva)	$R_{aire} =$	$R_{aire}$ = coeficiente que relaciona el tipo de renovación de aire, (1 para hidroneumático de membrana con revisión periódica de la masa de aire)
$P_{on} =$	Presión de encendido o Pminima (m)		

#### Potencia de la bomba

Se calcula con la formula mostrada.  $P_b = Q_b * \frac{P_{max}}{76n\%}$  *form. (11)*

$Q_b =$	Caudal medio de bombeo (l/s)	$n\% =$	Eficiencia de la bomba 60%
$P_{max} =$	Presion maxima (m)	$P_b =$	Potencia de la bomba (0.83 HP)

## 2.2 Instalaciones de Saneamiento de aguas servidas

Para el diseño se utiliza redes separadas para aguas lluvias y aguas servidas, para el cálculo se utiliza el método de adjudicaciones de unidades de descarga a los aparatos sanitarios mostrados en la tabla (8).

La pendiente en tuberías de aguas servidas no debe ser menor al 2% para garantizar velocidades de arrastre no menores a 0.45 m/s.

Se encuentra el caudal máximo probable y asumiendo diámetros comerciales se obtiene la velocidad con la fórmula de Manning para canales abiertos mostrada a continuación.

$$v = \frac{1}{n} \left( \frac{D_{int}}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad form (12)$$

Se encuentra el área hidráulica y el caudal para tubo lleno, con los cuales se procede a encontrar relaciones hidráulicas mostradas en la tabla (9), finalmente el tirante hidráulico (d), debe ser menor al producto del diámetro por 0.75.

## 2.3 Instalaciones de aguas pluviales

Se considera 2 bajantes de tubería PVC de 110 mm, encargadas de evacuar el agua que recogen las canaletas. Para el cálculo se utiliza el método racional y se considera 100 mm/hora/m<sup>2</sup> de intensidad de la lluvia, al igual que el área de la cubierta y el coeficiente de escorrentía c=1, se utiliza la formula mostrada  $Q = C * I * A$  form (13)

## 2.4 Instalaciones de agua caliente

Los caudales de diseño equivalen a un 67% de los caudales de agua fría; para este caso las pérdidas son mayores debido al incremento de temperatura.

### 2.4.1 Calculo del volumen del tanque para agua caliente

Se diseña un tanque de agua caliente para cada planta excluyendo la terraza, considerando una demanda hora de 1/7 correspondiente a edificaciones residenciales, las fórmulas para el cálculo son:

$$V_w = V_d (T_s - T_{in} / T_{out} - T_{in}) \quad form (14)$$

$$V_u = Q * t \quad form (15)$$

Vd=	Volumen de agua demandada (l)	Ts=	Temperatura de uso del agua en el mueble sanitario °C
Tout=	Temperatura de agua a la salida del calentador °C	Tin=	Temperatura del agua fria que ingresa al calentador °C
Vw=	Capacidad del termo (l), (36.39 gal)		

### 3 CONCLUSIONES

- El abastecimiento de agua con tanque elevado provee de una reserva de agua a la vivienda en caso de cortes de energía eléctrica, lo cual sería imposible conseguir con el sistema de abastecimiento con tanque hidroneumático; y aunque resulta más económica su instalación y operación, la presión para el aparato crítico ubicado en la terraza (lavadora) es de 2.8 m.c.a., la cual, no cumple con los requerimientos mínimos (3 m.c.a.), establecidos en la NEC-11.
- El sistema de abastecimiento con tanque hidroneumático mantiene una presión mínima de 18.54 m.c.a., superior a la presión recomendada por la NEC-11 para los aparatos sanitarios, lo cual proporciona un mayor confort para los habitantes del inmueble.
- La distribución de agua caliente en la edificación solo es posible con el sistema de tanque hidroneumático, ya que la presión mínima para su funcionamiento es de 10 m.c.a. Mediante el cálculo se determinó un volumen de 36.93 gal de capacidad para el tanque acumulador de agua caliente.
- Los diámetros, caudales y presiones obtenidos en el cálculo de la red de agua potable y aguas residuales cumplen con los requerimientos mínimos indicados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 capítulo 16.

#### 4 BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Riaño, “El nacimiento de la hidráulica experimental,” *Ingeniería hidráulica Experimental*, vol. 36, n°. 3, pp. 48-60, diciembre 2015.
- [2] R. Iglesias, E. Carmuega, L. Spena, C. Casálova, “Creencias, mitos y realidades relacionadas al consumo de agua,” *Insuficiencia Cardiaca*, vol. 8, n°. 2, pp. 52-58, abril 2013.
- [3] L. Reklaityte, “Las condiciones higiénico-sanitarias en las ciudades europeas: introducción al análisis,” *Saldvie*, n°. 4, pp. 229-245, 2004.
- [4] G. Hernández, S. Velásquez, “Vivienda y calidad de vida. Medición del habitad social en el México occidental,” *Bitácora urbano territorial*, vol. 24, n°. 1, pp. 1-36, junio 2014.
- [5] Martínez-Austria, F. Polioptro, “Los retos de la seguridad Hídrica,” *Tecnología y ciencias del agua*, vol. 4, n°. 5, pp. 165-180, diciembre 2013.
- [6] J. C. Cruz, D. F. Gómez, L. K. Sánchez, J. C. Cuervo, “Aplicación electrónica para el ahorro de agua en una vivienda familiar,” *Entramado*, vol. 10, n°. 2, pp. 322-335, diciembre 2014.
- [7] C. Leyva, A. Alonso, M. Reinoso, “Viviendas con bajo consumo energético. Tipologías de diseño en el contexto cubano,” *contexto*, vol. 10, n°. 13, pp. 38-49, septiembre 2016.
- [8] R. Baque, L. Simba, B. González, P. Suatunce, E. Diaz, L. Cadme, “Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón del Ecuador,” *UNEMI*, vol. 9, n°. 20, pp. 109-117, septiembre 2016.
- [9] A. Sandoval, M. G. Günther, “La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad,” *Ra Ximhai*, vol. 9, n°. 2, pp. 165-169, agosto 2013.
- [10] L. Czarnecki, I. Hager, T. Tracs, “Material problems in civil engineering; ideas-driving forces-research arena,” *ELSEVIER*, vol. 108, pp. 3-12, 2015.
- [11] A. Herrán, “Tanques Hidroneumáticos. Cálculo de la capacidad,” *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 5, n°. 4, pp. 163-171, agosto 2014.

[12] D. Jiménez, S. Orrego, F. Vásquez, R. Ponce, “Estimación de la demanda de agua para uso residencial urbano usando un modelo discreto-continuo y datos desagregados a nivel del hogar: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia,” *Lecturas de economía*, n°. 86, pp. 153-187, junio 2017.

[13] R. Pérez, “Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones,” 6ta ed. Bogotá, Ecoe Ediciones, 2010.

[14] E. A. Argueta, “Implementación de sistemas hidroneumáticos residenciales, ventajas y desventajas”, Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, febrero 2011.

**Tabla 1. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo**

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		Recomendada (mca)	mínima (mca)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para mangera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Maquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Maquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, o hidromasaje domésticos.	0.10	15.0	10.0	25

**Fuente: NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE agua**

**Tabla 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 <sup>2</sup> área útil /día	40 a 60
Centro comercial	l/m <sup>2</sup> área útil /día	15 a 25
Jardines y ornamentación con recirculación	l/m <sup>2</sup> /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	l/kg de ropa	30 a 50
Oficinas	l/persona/día	50 a 90
Salas de fiesta y casinos	l/ m <sup>2</sup> área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	l/mueble sanitario/día	300

**Fuente: NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE Agua**

**Tabla 3. Coeficiente k para perdidas menores**

ACCESORIO	DIAMETRO (pul)								
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Codo 91	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.53	0.51
Codo 45	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.28	0.27
Valvula de compuerta	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14
Valvula de globo	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	6	5.8
Valvula de mariposa	1.35	1.22	1.1	1	0.92	0.86	0.81	0.79	0.77
Valvula de bola	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Valvula check o de retencion	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1	1	0.94
Valvula de pie (vertical)	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	7.6	7.6	7.1	7.1
Tee normal	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.37	0.34
Tee con derivacion	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.1	1.08	1.02
Entrada a un tanque	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salida de un tanque	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Union	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Fuente: CALCULO Y NORMATIVA BASICA DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS Arizmendi Barnes.2001.

**Tabla 4. Coeficientes de rugosidad**

Material	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0.0015
Latón	0.0015
Tabique	0.6
Fierro fundido	0.26
Concreto (cimbra metalica)	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.6
Concreto simple	0.36
Cobre	0.0015
Acero corrogado	45
Acero galvanizado	0.15
Acero (esmaltado)	0.0048
Acero nuevo sin recubrimiento	0.045
acero (remachado)	0.9
Plomo	0.0015
Plastico PVC	0.0015
Madera (duelas)	0.18
Vidrio (laboratorio)	0.0015

Fuente: Computer Applications in Hydraulic Engineering, 5th Edition, Haestad Methods



**Tabla 5. Viscosidad cinemática del agua**

Temperatura	Viscosidad cinemática del agua $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
0	1.785 x 10 <sup>-6</sup>
5	1.519 x 10 <sup>-6</sup>
10	1.306 x 10 <sup>-6</sup>
15	1.139 x 10 <sup>-6</sup>
20	1.003 x 10 <sup>-6</sup>
25	0.893 x 10 <sup>-6</sup>
30	0.800 x 10 <sup>-6</sup>

**Fuente: HIDRAULICA DE TUBERIAS, Juan Saldarriaga V. 1988**

**Tabla 6. Tolerancia de las curvas de prestaciones para bombas centrifugas.**

MODELO		Potencia (P <sub>2</sub> )		Q	H metros																			
Monofásica	Trifásica	kW	HP		Λ	m <sup>3</sup> /h	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	6.6	7.2	7.8	8.4	9	9.6	
CPm 600	CP 600	0.37	0.5	IE2	l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160		
CPm 610	CP 610	0.6	0.85		22	21	20	19	17	16	14	12	9											
CPm 620	CP 620	0.75	1	IE3		30	29	27	26	24	22	20	18	15										
CPm 650	CP 650	1.1	1.5		35	34	33	32	31	30	28	27	25	22	19									
CPm 660	CP 660	1.5	2	IE2		42	42	41	41	40	39	38	37	35	33	30	27	24						
CPm 670	CP 670	2.2	3		48	48	47	47	46	45	44	42	41	39	36	34	31	28						
CPm 650M	CP 650M	1.1	1.5	IE3		57	57	56	55	54	54	53	52	51	50	47	45	43	38	33				
CPm 660M	CP 660	1.5	2		39	39	38	37	37	36	35	34	33	32	30	29	27	25	23	20	18			
CPm 670M	CP 670M	2.2	3		43	43	42	41	41	40	39	38	37	35	34	33	31	29	27	25	23			
					51	51	51	50	50	49	48	47	45	44	43	41	40	38	36	34	32			

Q = Caudal H = Altura manométrica total Hs = Altura de aspiración  
 Λ = clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30)  
 Fuente: Catalogo general 60Hz PEDROLLO

**Tabla 7. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba.**

Potencia HP	Maximo numero de Ciclos/hora	Tienmpo minimo minutos
Hasta 10	20	3
De 10.0 a 20.0	15	4
De 20.0 a 30	12	5
De 30 a 50	10	6
Desde 50	6	10

**Fuente: NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE agua.**

**Tabla 8. Unidades de descarga de los aparatos sanitarios**

Aparato	Diametro (pulg) desague	Unidad de descarga
Bañera o tina	2	2-3
Ducha privada	2	2
Lavadero	2	2
Inodoro (tanque)	3-4	3
Inodoro (fluxómetro)	4	8
Lavaplatos	2	1
Lavamanos	2	1-2
Urinario tanque	2	2
Urinario fluxómetro	3	8

**Fuente: DISEÑO HIDRAULICO, SANITARIOS Y GAS EN EDIFICACIONES. H. Rodríguez. 2005.**

**Tabla 9. Relaciones hidráulicas para conductos circulares**

Q/Q <sub>0</sub>	Rel.	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	V/V <sub>0</sub>	0.000	0.292	0.362	0.400	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.520
	d/D	0.000	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.210	0.220	0.232
	R/R <sub>0</sub>	0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
0.1	V/V <sub>0</sub>	0.540	0.553	0.570	0.580	0.590	0.600	0.613	0.624	0.634	0.645
	d/D	0.248	0.258	0.270	0.280	0.289	0.298	0.298	0.308	0.315	0.334
	R/R <sub>0</sub>	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
0.2	V/V <sub>0</sub>	0.656	0.656	0.664	0.672	0.680	0.687	0.695	0.700	0.760	0.720
	d/D	0.346	0.353	0.362	0.370	0.379	0.386	0.393	0.400	0.490	0.417
	R/R <sub>0</sub>	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.886
0.3	V/V <sub>0</sub>	0.729	0.732	0.740	0.750	0.755	0.760	0.768	0.776	0.781	0.787
	d/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.420	0.460	0.468	0.476	0.482	0.488
	R/R <sub>0</sub>	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.950	0.962	0.974	0.983	0.992
0.4	V/V <sub>0</sub>	0.796	0.820	0.806	0.810	0.816	0.822	0.830	0.834	0.840	0.845
	d/D	0.498	0.504	0.510	0.516	0.523	0.530	0.536	0.542	0.550	0.557
	R/R <sub>0</sub>	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	0.065	1.073
0.5	V/V <sub>0</sub>	0.850	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895
	d/D	0.563	0.563	0.570	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615
	R/R <sub>0</sub>	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
0.6	V/V <sub>0</sub>	0.900	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
	d/D	0.626	0.632	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678	0.689
	R/R <sub>0</sub>	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
0.7	V/V <sub>0</sub>	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.980
	d/D	0.692	0.692	0.699	0.750	0.710	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743
	R/R <sub>0</sub>	0.136	1.179	1.182	1.184	1.188	1.190	1.193	1.195	1.197	1.200
0.8	V/V <sub>0</sub>	0.945	0.987	0.990	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
	d/D	0.692	0.763	0.770	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.820
	R/R <sub>0</sub>	1.175	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.214
0.9	V/V <sub>0</sub>	0.984	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.038	1.039	1.040
	d/D	0.756	0.835	0.843	0.852	0.860	0.868	0.876	0.884	0.892	0.900
	R/R <sub>0</sub>	1.202	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
1.0	V/V <sub>0</sub>	1.018	1.042	1.042	1.042						
	d/D	0.826	0.914	0.920	0.931						
	R/R <sub>0</sub>	1.172	1.164	1.150	1.136						

**Fuente: HIDRAULICA DE CANALES. M. VILLON. 1995**

## 5 ANEXOS

**Contiene:**

**Anexo A. CALCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO**

**Anexo B. CALCULO DE LOS DIÁMETROS DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN**

**Anexo C. SUMATORIA DE ACCESORIOS EN LA SUCCIÓN E IMPULSIÓN**

**Anexo D. PERDIDAS POR FRICCIÓN**

**Anexo E. CURVA DEL SISTEMA CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS**

**Anexo F. CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

**Anexo G. CALCULO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO**

**Anexo H. CALCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE ACUMULADOR DE AGUA CALIENTE**



## Anexo B. CALCULO DE LOS DIÁMETROS DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN

### Para la Succión

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad \text{form (18)}$$

velocidad asumida = 1 m/s

### Diámetros comerciales de tubería PVC

D Nom (in)	D Int (mm)
1/2	13.79
3/4	18.76
1	24.20
1 1/4	32.35
1 1/2	37.92
2	49.90

Diámetro calculado = 23.03 mm

Diámetro comercial	24.20	mm
	0.02420	m

### Calculo de la velocidad real

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad \text{form. (2)}$$

Vs= 0.91 m/s

### Para la impulsión

Velocidad asumida = 2 m/s

Diámetro calculado = 16.29 mm

Diámetro comercial	18.76	mm
	0.01876	m

### Calculo de la velocidad real

Vi= 1.51 m/s

### Calculo de la sumergencia

$$s = 2.5D + 0.10 \quad \text{form. (19)}$$

s= 0.16 m

### Anexo C. SUMATORIA DE ACCESORIOS EN LA SUCCIÓN E IMPULSIÓN

Accesorios	#	Diámetro "	K	Σ k
<b>SUCCION</b>				
Válvula de pie	1	1"	9.70	9.70
Codo 90	1	1"	0.69	0.69
			Σ ks	10.39
<b>IMPULSION</b>				
Tee con derivación	1	3/4"	1.50	1.50
Válvula Check o Retención	1	3/4"	1.40	1.40
Válvula de Compuerta	1	3/4"	0.20	0.20
Codo 90	4	3/4"	0.75	3.00
			Σ ki	6.10

#### Ecuación de la Curva del sistema

$$H_t = h_s + h_i + h_{fs} + h_{fi} + h_{ms} + h_{mi} + h_{mi} \quad \text{form. (8)}$$

Altura de succión  $h_s =$  1.70 m  
 Altura de impulsión  $h_i =$  13.70 m

## Anexo D. PERDIDAS POR FRICCIÓN

**Utilizando las fórmulas de Darcy – Weisbach y Swamme - Jain**

$$hm = k \frac{8Q^2}{g\pi^2 D^4} \quad \text{form. (4)}$$

hm =	Perdidas menores (m)	Q =	Caudal de Bombeo (m <sup>3</sup> /s)
k =	Coficiente de perdidas menores	D =	Diametro interno de la tubería (m)

$$H_f = \frac{8 * f * L * Q^2}{g * D^5 * \pi^2} \quad \text{form. (4)}$$

f=	Factor de fricción	D=	Diametro (m)
L=	Longitud de la tubería (m)	Q=	Caudal (m <sup>3</sup> /s)

$$f = \frac{0.25}{[\log_{10} \left( \frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right)]^2} \quad \text{form. (5)}$$

f =	Factor de Fricción	Re=	Numero de Reynolds
ε=	Rugosidad absoluta (mm), Tabla 4	D=	Diametro de la tubería (mm)

$$Re = \frac{V * D}{\nu} \quad \text{form. (6)}$$

Re=	Numero de Reynodls	D=	Diametro de la tubería (m)
V=	Velocidad media (m/s)	ν=	Viscosidad cinematica del agua (m <sup>2</sup> /s), Tabla 5

<b>Perdidas en la succión</b>						
Q (m <sup>3</sup> /s)	v (m/s)	re	f	hf (m)	hm (m)	Ht succión (m)
0.00001	0.02	524.56	0.08768	0.0001851	0.00	0.00000
0.00010	0.22	5245.57	0.03738	0.0078892	0.03	0.00000
0.00020	0.43	10491.14	0.03068	0.0258994	0.10	0.00000
0.00030	0.65	15736.71	0.02758	0.0523842	0.23	0.00000
0.00040	0.87	20982.29	0.02567	0.0866645	0.40	0.00000
0.00050	1.09	26227.86	0.02432	0.1283213	0.63	0.00000
0.00060	1.30	31473.43	0.02330	0.1770589	0.90	0.00000
0.00070	1.52	36719.00	0.02250	0.2326529	1.23	0.00000
0.00080	1.74	41964.57	0.02183	0.2949246	1.60	0.00000
0.00090	1.96	47210.14	0.02128	0.3637271	2.03	0.00000
0.00100	2.17	52455.71	0.02080	0.4389366	2.50	0.00000
0.00110	2.39	57701.29	0.02038	0.5204469	3.03	0.00000
0.00120	2.61	62946.86	0.02001	0.6081655	3.60	0.00001
0.00130	2.83	68192.43	0.01968	0.7020109	4.23	0.00001
0.00140	3.04	73438.00	0.01939	0.8019105	4.91	0.00001

Viscosidad cinemática del agua a 20 °C v= 1.003E-06 m<sup>2</sup>/s

Rugosidad absoluta PVC ε= 0.0015 mm

Longitud de la tubería L= 2.12 m

<b>Perdidas en la impulsión</b>						
Q (m <sup>3</sup> /s)	v (m/s)	re	f	hf (m)	hm (m)	Ht succión (m)
0.00001	0.04	676.67	0.07821	0.00	0.0004	0.00000
0.00010	0.36	6766.68	0.03471	0.21	0.0407	0.00000
0.00020	0.72	13533.35	0.02871	0.71	0.1628	0.00000
0.00030	1.09	20300.03	0.02592	1.44	0.3662	0.00000
0.00040	1.45	27066.70	0.02419	2.39	0.6511	0.00000
0.00050	1.81	33833.38	0.02298	3.55	1.0173	0.00000
0.00060	2.17	40600.05	0.02206	4.91	1.4649	0.00000
0.00070	2.53	47366.73	0.02133	6.46	1.9939	0.00000
0.00080	2.89	54133.40	0.02073	8.21	2.6043	0.00001
0.00090	3.26	60900.08	0.02023	10.13	3.2961	0.00001
0.00100	3.62	67666.75	0.01980	12.24	4.0693	0.00002
0.00110	3.98	74433.43	0.01942	14.53	4.9238	0.00002
0.00120	4.34	81200.10	0.01909	17.00	5.8598	0.00003
0.00130	4.70	87966.78	0.01879	19.64	6.8771	0.00004
0.00140	5.06	94733.45	0.01853	22.46	7.9758	0.00006

Viscosidad cinemática del agua a 20 °C v= 1.003E-06 m<sup>2</sup>/s

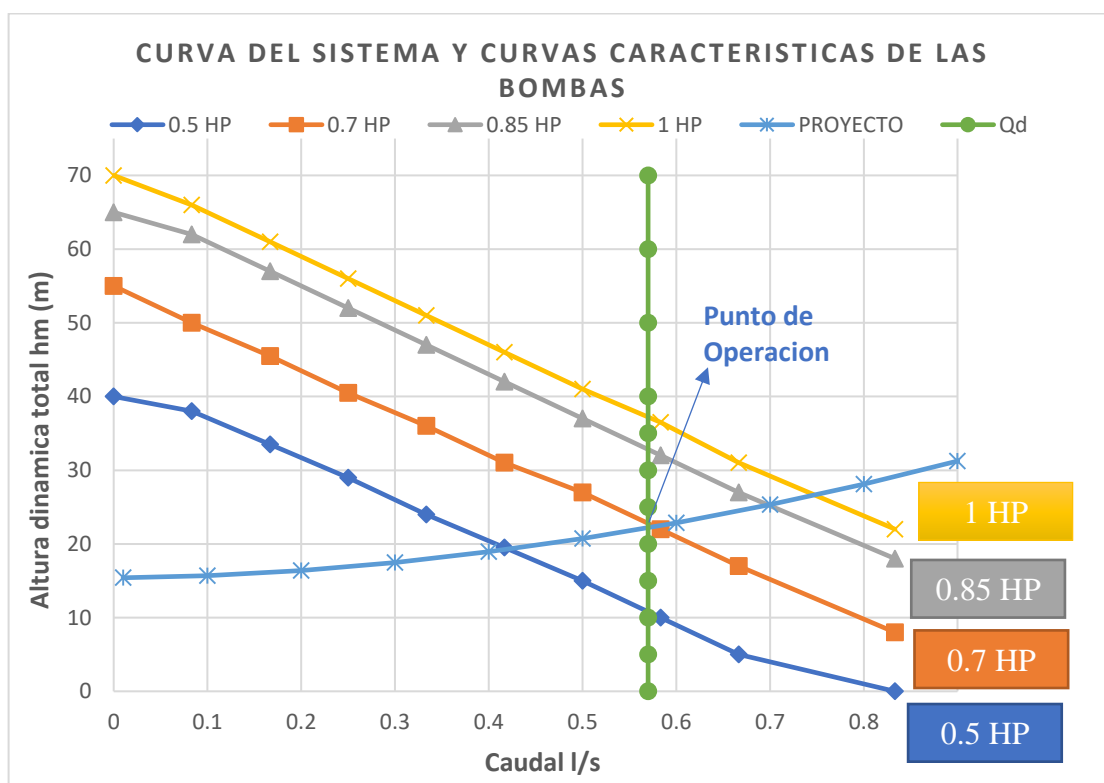
Rugosidad absoluta PVC ε= 0.0015 mm

Longitud de la tubería L= 17.39 m



### Anexo E. CURVA DEL SISTEMA CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS

Q		HT (m)			
L/m	L/s	0.5 HP	0.7 HP	0.85 HP	1 HP
0	0.00	40	55	65	70
5	0.08	38	50	62	66
10	0.17	33.5	45.5	57	61
15	0.25	29	40.5	52	56
20	0.33	24	36	47	51
25	0.42	19.5	31	42	46
30	0.50	15	27	37	41
35	0.58	10	22	32	36.5
40	0.67	5	17	27	31
50	0.83	-	8	18	22



Como se observa en la gráfica, haciendo las respectivas comparaciones de la curva del sistema y las curvas del fabricante, Se selecciona una bomba de 0.7 HP, obteniendo un caudal de operación de 0.57 l/s y una altura mayor a la requerida.



Fuente: Manual de Bombas PEDROLLO

## Anexo F. CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Para mostrar el procedimiento se realiza el cálculo de un ubicado en la planta baja del edificio.

Tramo: 5-7

$D_{in} = 18.79 \text{ mm}$

$n = 2$  ;  $v = 1.003 \cdot 10^{-6}$

$L = 2.72 \text{ m}$  ;  $\epsilon = 0.0015$

$\sum q_i = 0.20 \text{ l/s}$

**Paso n° 1**

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

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{2-1}} + 2 * (0.04 + 0.04 * \log(\log(2)))$$

$k_s = 1$

**Paso n° 2**

$$k_s * \sum q_i \text{ (l/s)} = 1 * 0.2 = \mathbf{0.2 \text{ l/s}}$$

**Paso n° 3**

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 * 0.20}{3.14 * 0.0188^2} = \mathbf{0.724 \text{ m/s}}$$

**Paso n° 4**

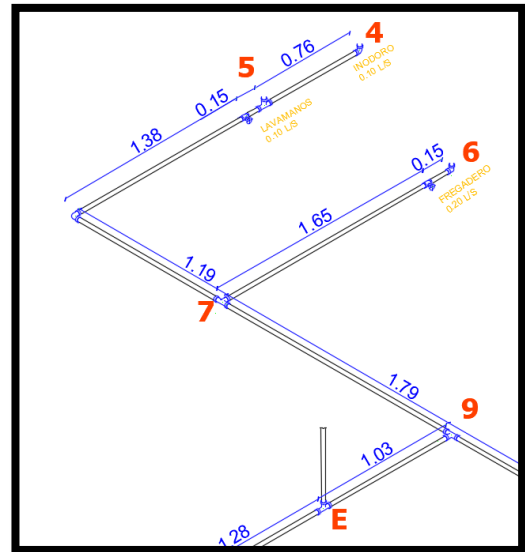
$$Re = \frac{V * D}{v} = \frac{0.724 * 0.0188}{1.003 * 10^{-6}} = \mathbf{13533.38}$$

**Paso n° 5**

$$f = \frac{0.25}{[\log_{10}(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}})]^2} = \frac{0.25}{[\log_{10}(\frac{0.0015}{3.7 * 18.79} + \frac{5.74}{13533.38^{0.9}})]^2} = \mathbf{0.0287}$$

**Paso n° 6**

$$H_f = f \frac{L * v^2}{D * 2g} = 0.282 \frac{2.72 * 0.724^2}{0.0188 * 2 * 9.81} = \mathbf{0.1111 \text{ m}}$$



**Paso n° 7**

$$\sum k = 0.5 + 0.2 + 0.75 = \mathbf{1.45 \text{ m}}$$

**Paso n° 8**

$$hm = \frac{\sum k * v^2}{2 * g} = \frac{1.45 * 0.724^2}{2 * 9.81} = \mathbf{0.039 \text{ m}}$$

**Paso n° 6**

$$H_t = h_f + h_m = 0.039 + 0.1111 = \mathbf{0.1498 \text{ m}}$$

Aplicando el mismo procedimiento para todos los tramos, desde el tanque hasta el punto crítico, para el proyecto o una lavadora ubicada en la terraza a una altura de 10 m, se determina una pérdida 0.8920 m, dando un total de 10.89 m.

La salida del tanque tiene una altura de 12.20 m, sumado 1.5 m correspondientes a la carga hidráulica del tanque, resultando una altura de 13.70 m.

La diferencia entre la altura de agua del tanque elevado y la altura del punto crítico es de 2.81 m, por lo tanto, se determina que no cumple con la presión mínima requerida para el aparato crítico (3 m).

## Anexo G. CALCULO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO

### Datos

Presión de servicio Ps=	7.00 m
Altura z=	10.00 m
Pérdidas totales Ht=	1.54 m
$\Delta p$ =	15.00 m

**Calculo de la presión mínima**  $P_{min} = Ht + z + Ps$  *form. (20)*

Pmin=	18.54 m
Pmin=	26.32 psi

**Calculo de la presión máxima**  $P_{max} = P_{min} + \Delta p$  *form. (21)*

Pmax=	33.54 m
Pmax=	47.62 psi

**Calculo del Caudal medio de Bombeo**  $Q_b = \Sigma Q \times K$  *form. (22)*

$\Sigma Q$ =	4.00
k=	0.282
Qb=	1.129 l/s
Qb=	67.72 l/min

### Calculo del volumen del tanque

$$V_t = \frac{19 * R_{aire} * Q_b * (P_{max} + 10.33)}{N_{bombas} * N_{ciclos} * (P_{max} - P_{min})} \quad \text{Form. (10)}$$

En donde:

$W_{thn}$ =	Volumen del tanque hidroneumático, (l)
$Q_b$ =	Caudal de bombeo medio, (l/min)
$N_{bombas}$ =	Numero de bombas en funcionamiento, (excepto la de reserva)
$P_{on}$ =	Presión de encendido o Mínima (m)
$N_{ciclos}$ =	Numero de ciclos por hora
$P_{off}$ =	Presión de apagado o Máxima (m)

$R_{\text{aire}} = R_{\text{aire}} =$  coeficiente que relaciona el tipo de renovación de aire, (1 para hidroneumático de membrana con revisión periódica de la masa de aire)

$$R_{\text{aire}} = 1$$

$$N_{\text{bombas}} = 1$$

$$N_{\text{ciclos}} = 1$$

Volumen del tanque

$$V_{\text{t}} = 188.160 \text{ l}$$

$$V_{\text{t}} = 49.71 \text{ gl}$$

**Potencia de la bomba**

$$P_b = \frac{Q_b * P_{\text{max}}}{76 * n\%} \quad \text{form (10)}$$

Eficiencia de la bomba  $n\% = 60$

$$P_b = 0.83 \text{ HP.}$$

**Anexo H. CALCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE ACUMULADOR DE  
AGUA CALIENTE**

$$V_w = \frac{(T_s - T_{in})}{(T_{out} - T_{in})} V_d \quad \text{form (24)}$$

$$V_u = Q * t \quad \text{form (24)}$$

Volumen de agua demandado para el consumo, (l)	Vd=	1929.60	l
Temperatura de uso del agua en el mueble sanitario	Ts=	40.00	°C
Temperatura del agua fría que ingresa al calentador	Tin=	20.00	°C
Temperatura de agua a la salida del calentador	Tout=	60.00	°C

Q=	0.54	l/s
t=	3600.00	s
Vu=	1929.60	l

Volumen del tanque acumulado, capacidad del termo (l)	Vw=	964.80	l
Demanda hora=	1/7	<b>Vw= 137.83</b>	<b>l</b>
		<b>Vw= 36.39</b>	<b>gal</b>

## CALCULO DE LAS REDES DE AGRA POTABLE

### PLANTA BAJA

Nudo i	Nudo f	n	ks	$\sum q_i$ (l/s)	$ks\sum q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
1	2	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.79	0.72	2.93	13511.8	0.029	0.12	1.7	0.045	0.16
2	3	2	1.000	0.3	0.300	3/4	18.79	1.08	0.50	20267.7	0.026	0.04	0.5	0.030	0.07
3	E	3	0.761	0.4	0.305	3/4	18.79	1.10	2.85	20575.7	0.026	0.24	1.45	0.089	0.33
*4	*5	1	1.000	0.1	0.100	3/4	18.76	*0.36	0.76	6766.7	0.035	0.01	0.69	0.005	0.01
5	7	2	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	2.69	13533.4	0.029	0.11	1.45	0.039	0.15
6	7	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	1.80	13533.4	0.029	0.07	0.95	0.025	0.10
7	9	3	0.761	0.4	0.305	3/4	18.76	1.10	1.79	20608.6	0.026	0.15	0.5	0.031	0.18
8	9	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	5.74	13533.4	0.029	0.23	1.7	0.045	0.28
9	E	4	0.640	0.6	0.384	3/4	18.76	1.39	1.03	25972.8	0.024	0.13	0.5	0.049	0.18
$\sum H_t$ (m)															1.47

Para los tramos con \*, la velocidad obtenida no es la recomendada por la NEC, sin embargo, el diámetro asumido es el mínimo para la presión requerida en los aparatos. Tabla 1.



CALCULO DE LAS REDES DE AGRA POTABLE

PRIMERA PLANTA ALTA

Nudo i	Nudo f	n	ks	$\sum q_i$ (l/s)	$ks\sum q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
10	11	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.79	0.72	2.79	13511.8	0.029	0.11	1.7	0.05	0.16
11	12	2	1.000	0.3	0.300	3/4	18.79	1.08	0.64	20267.7	0.026	0.05	0.5	0.03	0.08
12	15	3	0.761	0.4	0.305	3/4	18.79	1.10	0.94	20575.7	0.026	0.08	0.7	0.04	0.12
*13	*14	1	1.000	0.1	0.100	3/4	18.79	*0.36	0.43	6755.9	0.035	0.01	0.81	0.01	0.01
14	15	2	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	0.57	13533.4	0.029	0.02	0.7	0.02	0.04
15	D	5	0.568	0.6	0.341	3/4	18.76	1.23	3.58	23042.9	0.025	0.37	1.25	0.10	0.47
16	20	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	1.92	13533.4	0.029	0.08	0.95	0.03	0.10
17	18	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	3.00	13533.4	0.029	0.12	1.7	0.05	0.17
18	19	2	1.000	0.3	0.300	3/4	18.76	1.09	0.50	20300.1	0.026	0.04	0.5	0.03	0.07
19	20	3	0.761	0.4	0.305	3/4	18.76	1.10	2.30	20608.6	0.026	0.20	2.2	0.14	0.33
20	D	4	0.640	0.6	0.384	3/4	18.76	1.39	0.20	25972.8	0.024	0.03	0.75	0.07	0.10
$\sum H_t$ (m)															1.66

Para los tramos con \*, la velocidad obtenida no es la recomendada por la NEC, sin embargo, el diámetro asumido es el mínimo para la presión requerida en los aparatos. Tabla 1.

CALCULO DE LAS REDES DE AGRA POTABLE

SEGUNDA PLANTA ALTA

Nudo i	Nudo f	n	ks	$\sum q_i$ (l/s)	$ks\sum q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
21	22	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.79	0.72	2.79	13511.8	0.029	0.11	1.7	0.05	0.16
22	23	2	1.000	0.3	0.300	3/4	18.79	1.08	0.64	20267.7	0.026	0.05	0.5	0.03	0.08
23	26	3	0.761	0.4	0.305	3/4	18.79	1.10	0.94	20575.7	0.026	0.08	0.7	0.04	0.12
24	25	1	1.000	0.1	0.100	3/4	18.79	0.36	0.43	6755.9	0.035	0.01	0.81	0.01	0.01
25	26	2	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	0.57	13533.4	0.029	0.02	0.7	0.02	0.04
26	C	5	0.568	0.6	0.341	3/4	18.76	1.23	3.58	23042.9	0.025	0.37	1.25	0.10	0.47
27	31	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	1.92	13533.4	0.029	0.08	0.95	0.03	0.10
28	29	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	3.00	13533.4	0.029	0.12	1.7	0.05	0.17
29	30	2	1.000	0.3	0.300	3/4	18.76	1.09	0.50	20300.1	0.026	0.04	0.5	0.03	0.07
30	31	3	0.761	0.4	0.305	3/4	18.76	1.10	2.30	20608.6	0.026	0.20	2.2	0.14	0.33
31	C	4	0.640	0.6	0.384	3/4	18.76	1.39	0.20	25972.8	0.024	0.03	0.75	0.07	0.10
$\sum H_t$ (m)															1.66

Para los tramos con \*, la velocidad obtenida no es la recomendada por la NEC, sin embargo, el diámetro asumido es el mínimo para la presión requerida en los aparatos. Tabla 1.

CALCULO DE LAS REDES DE AGRA POTABLE

TERRAZA

Nudo i	Nudo f	n	ks	$\sum q_i$ (l/s)	$ks\sum q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
32	33	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	1.88	13533.4	0.029	0.08	1.7	0.05	0.12
33	36	2	1.000	0.4	0.400	3/4	18.76	1.45	0.54	27066.8	0.024	0.07	0.7	0.07	0.15
*36	*E	1	1.000	0.1	0.100	3/4	18.76	*0.36	0.43	6766.7	0.035	0.01	0.81	0.01	0.01
35	36	2	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	0.57	13533.4	0.029	0.02	0.7	0.02	0.04
36	B	4	0.640	0.6	0.384	1	24.2	0.83	3.62	20134.3	0.026	0.14	1.15	0.04	0.18
E	D	7	0.482	1	0.482	1 1/4	32.34	0.59	3.20	18935.5	0.026	0.05	0.44	0.01	0.05
D	C	16	0.345	2.2	0.758	1 1/4	32.34	0.92	3.00	29762.8	0.024	0.09	1.32	0.06	0.15
C	B	25	0.296	3.4	1.006	1 1/4	32.34	1.22	3.00	39472.3	0.022	0.16	1.32	0.10	0.26
B	A	29	0.282	4	1.129	1 1/4	32.34	1.37	3.00	44306.4	0.022	0.19	2.6	0.25	0.44
$\sum H_t$ (m)															0.89

Para los tramos con \*, la velocidad obtenida no es la recomendada por la NEC, sin embargo, el diámetro asumido es el mínimo para la presión requerida en los aparatos. Tabla 1.

Altura del aparato más desfavorable lavadora	10 m
perdidas de energía en punto critico	0.8920 m
altura de la salida del tanque elevado	12.2 m
carga hidráulica en el tanque	1.5 m
Presión total	2.81 m

CALCULO DE LAS PERDIDAS PARA EL SISTEMA CON TANQUE HIDRONEUMÁTICO

Nudo i	Nudo f	n	ks	$\sum q_i$ (l/s)	$ks\sum q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
32	33	1	1.000	0.2	0.200	3/4	18.76	0.72	1.88	13533.4	0.029	0.08	1.7	0.045	0.12
33	36	2	1.000	0.4	0.400	3/4	18.76	1.45	0.54	27066.8	0.024	0.07	0.7	0.075	0.15
36	B	4	0.640	0.6	0.384	1	24.2	0.83	3.62	20134.3	0.026	0.14	1.15	0.041	0.18
B	C	4	0.640	1	0.640	1 1/4	32.34	0.78	3.00	25110.8	0.025	0.07	0.44	0.014	0.08
C	D	13	0.372	2.2	0.819	1 1/4	32.34	1.00	3.00	32161.0	0.023	0.11	1.32	0.067	0.18
D	E	22	0.308	3.4	1.049	1 1/4	32.34	1.28	3.20	41165.3	0.022	0.18	1.32	0.110	0.29
E	F	29	0.282	4	1.129	1 1/4	32.34	1.37	4.00	44306.4	0.022	0.26	2.94	0.283	0.54
$\sum H_t$ (m)															1.54

## CALCULO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

TERRAZA																	
N INICIAL	N FINAL	UNIDADES DE DESCARGA PARCIAL	UNIDADES DE DESCARGA ACUMULADA	CAUDAL MAXIMO PROBABLE	PENDIENTE (2-3)%	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO INTERNO mm	DIAMETRO INTERNO m	TUBO LLENO			TUBO PARCIALMENTE LLENO				TIRANTE NORMAL d mm	0,75D > d
									VELOCIDAD (m/s)	AREA HIDRAULICA m <sup>2</sup>	CAUDAL L/s	q/Q	v/V	d/D	v		
WC	A	3	3	0.25	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.400	0.148	0.51	15.6	79.2
LM	A	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
A	B	0	5	0.35	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.03	0.427	0.165	0.55	17.4	79.2
LVD	B	2	2	0.19	3	50	46.40	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
B	C	0	7	0.44	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.04	0.453	0.182	0.58	19.2	79.2
LM	C	2	2	0.19	3	50	46.40	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
C	BM1	0	9	0.53	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.05	0.473	0.196	0.61	20.7	79.2

Caudal máximo probable

$$Q = 0.1163 * UD^{0.6875}$$

Diámetro

$$d = \left( \frac{Q * n}{0.3116 * r^3} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Velocidad

$$v = \frac{1}{n} \left( \frac{D_{int}}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

## CALCULO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

SEGUNDA PLANTA ALTA																	
N INICIAL	N FINAL	UNIDADES DE DESCARGA PARCIAL	UNIDADES DE DESCARGA ACUMULADA	CAUDAL MAXIMO PROBABLE	PENDIENTE (2-3)%	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO INTERNO mm	DIAMETRO INTERNO m	TUBO LLENO			TUBO PARCIALMENTE LLENO				TIRANTE NORMAL mm	0,75D > d
									VELOCIDAD (m/s)	AREA HIDRAULICA m2	CAUDAL L/s	q/Q	v/V	d/D	v		
LM	D	2	3	0.25	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.20	0.687	0.379	0.51	17.6	34.8
WC	D	3	2	0.19	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.362	0.124	0.46	13.1	79.2
D	E	0	5	0.35	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.03	0.427	0.165	0.55	17.4	79.2
LM	E	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
E	F	0	7	0.44	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.04	0.453	0.182	0.58	19.2	79.2
WC	F	3	3	0.25	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.400	0.148	0.51	15.6	79.2
F	G	0	10	0.57	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.05	0.473	0.196	0.61	20.7	79.2
DCH	G	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
G	BM1	0	12	0.64	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.06	0.492	0.210	0.63	22.2	79.2
LM	G	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
WC	G	3	3	0.25	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.400	0.148	0.51	15.6	79.2
G	I	0	5	0.35	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.03	0.427	0.165	0.55	17.4	79.2
DCH	I	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
I	BM2	0	7	0.44	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.04	0.453	0.182	0.58	19.2	79.2
LP	BM3	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8

## CALCULO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

PRIMERA PLANTA ALTA																	
N INICIAL	N FINAL	UNIDADES DE DESCARGA PARCIAL	UNIDADES DE DESCARGA ACUMULADA	CAUDAL MAXIMO PROBABLE	PENDIENTE (2-3)%	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO INTERNO mm	DIAMETRO INTERNO m	TUBO LLENO			TUBO PARCIALMENTE LLENO				TIRANTE NORMAL mm	0,75D > d
									VELOCIDAD (m/s)	AREA HIDRAULICA m <sup>2</sup>	CAUDAL L/s	q/Q	v/V	d/D	v		
LM	J	2	3	0.25	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.20	0.687	0.379	0.51	17.6	34.8
WC	J	3	2	0.19	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.362	0.124	0.46	13.1	79.2
J	K	0	5	0.35	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.03	0.427	0.165	0.55	17.4	79.2
LM	K	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
K	L	0	7	0.44	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.04	0.453	0.182	0.58	19.2	79.2
WC	L	3	3	0.25	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.400	0.148	0.51	15.6	79.2
L	M	0	10	0.57	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.05	0.473	0.196	0.61	20.7	79.2
DCH	M	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
M	BM1	0	12	0.64	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.06	0.492	0.210	0.63	22.2	79.2
LM	N	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
WC	N	3	3	0.25	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.400	0.148	0.51	15.6	79.2
N	O	0	5	0.35	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.03	0.427	0.165	0.55	17.4	79.2
DCH	O	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
O	BM2	0	7	0.44	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.04	0.453	0.182	0.58	19.2	79.2
LP	BM3	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8

## CALCULO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

PLANTA BAJA																	
N INICIAL	N FINAL	UNIDADES DE DESCARGA PARCIAL	UNIDADES DE DESCARGA ACUMULADA	CAUDAL MAXIMO PROBABLE	PENDIENTE (2-3)%	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO INTERNO mm	DIAMETRO INTERNO m	TUBO LLENO			TUBO PARCIALMENTE LLENO				TIRANTE NORMAL mm	0,75D > d
									VELOCIDAD (m/s)	AREA HIDRAULICA m <sup>2</sup>	CAUDAL L/s	q/Q	v/V	d/D	v		
B. AASS 1	CAJA 1	0	33	1.29	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.11	0.590	0.289	0.76	30.5	79.2
LM	P	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
WC	P	3	3	0.25	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.400	0.148	0.51	15.6	79.2
P	Q	0	5	0.35	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.03	0.427	0.165	0.55	17.4	79.2
DCH	Q	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
Q	CAJA 1	0	7	0.44	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.04	0.453	0.182	0.58	19.2	79.2
CAJA 1	CAJA 2	0	40	1.47	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.13	0.613	0.308	0.78	32.5	79.2
LVD	CAJA 2	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
CAJA 2	CAJA 3	0	42	1.52	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.14	0.624	0.315	0.80	33.3	79.2
B. AASS 2	CAJA 3	0	14	0.71	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.06	0.505	0.220	0.65	23.2	79.2
CAJA 3	CAJA 4	0	56	1.85	3	160	152.00	0.152	1.63	0.01815	29.60	0.06	0.505	0.220	0.82	33.4	114.0
CAJA 4	CAJA 5	0	56	1.85	3	160	152.00	0.152	1.63	0.01815	29.60	0.06	0.505	0.220	0.82	33.4	114.0
LP	R	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
WC	R	3	3	0.25	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.400	0.148	0.51	15.6	79.2
R	CAJA 5	0	5	0.35	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.03	0.427	0.165	0.55	17.4	79.2
LM	CAJA 5	2	2	0.19	3	50	46.44	0.046	0.74	0.00169	1.25	0.15	0.634	0.323	0.47	15.0	34.8
CAJA 5	CAJA 6	0	63	2.01	3	160	152.00	0.152	1.63	0.01815	29.60	0.07	0.505	0.220	0.82	33.4	114.0
B. AASS 3	CAJA 6	0	2	0.19	3	110	105.60	0.106	1.28	0.00876	11.21	0.02	0.362	0.124	0.46	13.1	79.2
CAJA 6	C. PRINCIPI	0	65	2.05	3	160	150.00	0.150	1.62	0.01767	28.58	0.07	0.520	0.232	0.84	34.8	112.5



CALCULO DE CAUDALES, DIAMETROS PENDIENTE Y BAJANTES EN LA RED DE AGUAS LLUVIAS

Calculo del caudal de aguas lluvias

$$Q = C * I * A$$

intensidad de la lluvia 100 mm/h/m<sup>2</sup>  
0.0278 L/s/m<sup>2</sup>

area de tramo 1 = 52.5 m<sup>2</sup>  
area de tramo 2 = 52.5 m<sup>2</sup>

Coefficiente de escorrentia = 1

Coefficiente de rugosidad para tuberia pvc n= 0.011

Velocidad minima= 0.8 m/s<sup>2</sup>

TRAMO	AREA (m <sup>2</sup> )	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	CAUDAL AGUAS LLUVIAS (q) L/s	PENDIENTE S %	DIAMETRO (D)		TUBO LLENO			TUBO PARCIALMENTE LLENO				TIRANTE NORMAL (d) mm	LAMINA DE AGUA MAX 0.7XD/2	OBSERVACION
					NOMINAL	INTERIOR	VELOCIDAD (V)	AREA HIDRAULICA	CAUDAL (Q)	q/Q	v/V	d/D	v (m/s)			
	Area de Drenaje		Q=C*I*A	Minimo 1%	Comercial (mm)	Interior (mm)	$v = \frac{1}{n} \left( \frac{D_{int}}{4} \right)^{2/3} * S^{1/2}$	$A = \frac{\pi}{4} * D_{int}^2$	Q=A*v (L/s)	qmax. Probable/Q tubo lleno	v. tubo parcialmente lleno/v. tubo lleno	tirante/Diametro	v= (v/V)*V tubo lleno	altura lamina de agua suponiendo flujo uniforme	1/2 Diametro interior multiplicado por 0.7	El agua debe ocupar el 70% de la profundidad y el 30% como borde libre
Canaleta semicircular 1	52.5	1	1.46	1	160	153.6	1.035	0.0185	19.174	0.08	0.505	0.220	0.523	33.79	53.760	OK
Canaleta semicircular 2	52.5	1	1.46	1	160	153.6	1.035	0.0185	19.174	0.08	0.505	0.220	0.523	33.79	53.760	OK

BAJANTE	AREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (L/s)	DIAMETRO INTERNO CALCULADO (m)	DIAMETRO INTERNO CALCULADO (mm)	DIAMETRO NOMINAL ADOPTADO (mm)
	Proyeccion horizontal del area de drenaje	Q= C*I*A	$d = \left( \frac{Q * n}{0.3116 * r^{3/8}} \right)^{3/8}$		
BAJ. N° 1	52.5	1.46	0.049	48.99	75
BAJ. N° 2	52.5	1.46	0.049	48.99	75

## CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE

### PLANTA BAJA

Nudo i	Nudo f	n	ks	$\Sigma q_i$ (l/s)	$ks \Sigma q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
1	2	1	1.000	0.134	0.134	1/2	13.79	0.90	1.43	18802.9	0.0265	0.11	1.62	0.066	0.18
2	6	2	1.000	0.201	0.201	1/2	13.79	1.35	3.75	28204.3	0.0240	0.60	1.57	0.145	0.75
3	5	1	1.000	0.067	0.067	1/2	13.79	0.45	2.72	9401.4	0.0317	0.06	1.84	0.019	0.08
4	5	1	1.000	0.134	0.134	1/2	13.79	0.90	1.80	18802.9	0.0265	0.14	1.03	0.042	0.18
5	6	2	1.000	0.201	0.201	1/2	13.79	1.35	1.79	28204.3	0.0240	0.29	0.54	0.050	0.34
6	8	4	0.640	0.402	0.257	1/2	13.79	1.72	0.23	36085.8	0.0227	0.06	0.54	0.082	0.14
7	8	1	1.000	0.134	0.134	1/2	13.79	0.90	5.74	18802.9	0.0265	0.45	1.84	0.075	0.53
8	9	5	0.568	0.536	0.304	1/2	13.79	2.04	3.81	42686.8	0.0219	1.28	2.97	0.628	1.91
$\Sigma H_t$ (m)															4.11

## CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE

### PRIMERA PLANTA ALTA

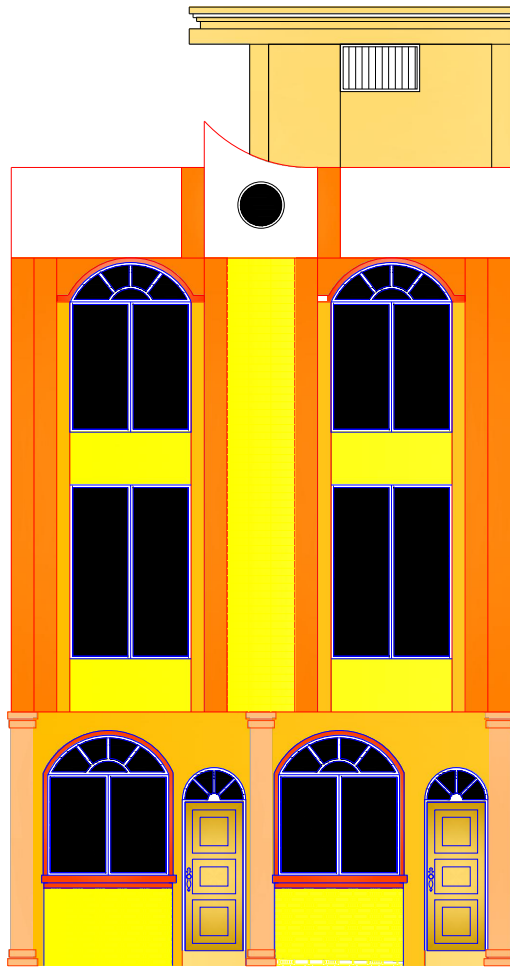
Nudo i	Nudo f	n	ks	$\Sigma q_i$ (l/s)	$ks \Sigma q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
1	2	1	1.000	0.134	0.134	1/2	13.79	0.90	1.50	18802.9	0.0265	0.12	1.62	0.066	0.18
2	4	2	1.000	0.201	0.201	1/2	13.79	1.35	2.30	28204.3	0.0240	0.37	2.38	0.220	0.59
3	4	1	1.000	0.134	0.134	1/2	13.79	0.90	1.92	18802.9	0.0265	0.15	1.03	0.042	0.19
4	6	3	0.761	0.335	0.255	1/2	13.79	1.71	3.78	35791.2	0.0228	0.93	1.35	0.201	1.13
5	6	1	1.000	0.067	0.067	1/2	13.79	0.45	1.00	9401.4	0.0317	0.02	1.03	0.011	0.03
6	7	4	0.640	0.402	0.257	1/2	13.79	1.72	0.30	36085.8	0.0227	0.07	0.22	0.033	0.11
7	8	5	0.568	0.469	0.266	1/2	13.79	1.78	1.43	37351.0	0.0226	0.38	0.54	0.087	0.47
7	8	6	0.518	0.603	0.313	1/2	13.79	2.09	1.72	43871.7	0.0218	0.61	1.84	0.411	1.02
$\Sigma H_t$ (m)					2.345										2.71

## CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE

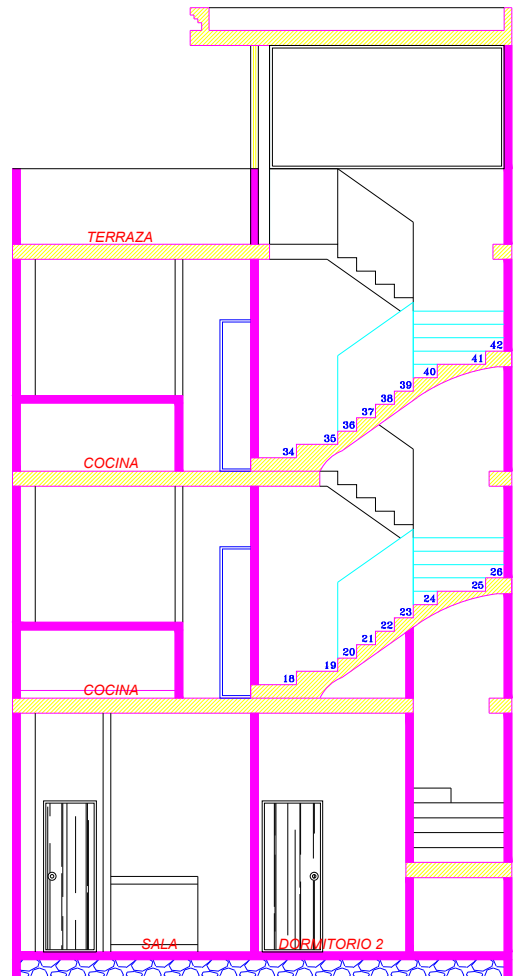
### SEGUNDA PLANTA ALTA

Nudo i	Nudo f	n	ks	$\Sigma q_i$ (l/s)	$ks \Sigma q_i$ (l/s)	D Nom (in)	D Int (mm)	V (m/s)	L (m)	Re	f	Hf (m)	K	Hm (m)	Ht (m)
1	2	1	1.000	0.134	0.134	1/2	13.79	0.90	1.50	18802.9	0.0265	0.12	1.62	0.066	0.18
2	4	2	1.000	0.201	0.201	1/2	13.79	1.35	2.30	28204.3	0.0240	0.37	2.38	0.220	0.59
3	4	1	1.000	0.134	0.134	1/2	13.79	0.90	1.92	18802.9	0.0265	0.15	1.03	0.042	0.19
4	6	3	0.761	0.335	0.255	1/2	13.79	1.71	3.78	35791.2	0.0228	0.93	1.35	0.201	1.13
5	6	1	1.000	0.067	0.067	1/2	13.79	0.45	1.00	9401.4	0.0317	0.02	1.03	0.011	0.03
6	7	4	0.640	0.402	0.257	1/2	13.79	1.72	0.30	36085.8	0.0227	0.07	0.22	0.033	0.11
7	8	5	0.568	0.469	0.266	1/2	13.79	1.78	1.43	37351.0	0.0226	0.38	0.54	0.087	0.47
7	8	6	0.518	0.603	0.313	1/2	13.79	2.09	1.72	43871.7	0.0218	0.61	1.84	0.411	1.02
$\Sigma H_t$ (m)					2.345										2.71

# **PLANOS DE DISEÑO**



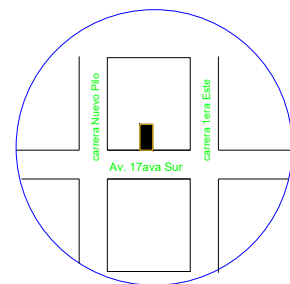
**FACHADA FRONTAL.....**



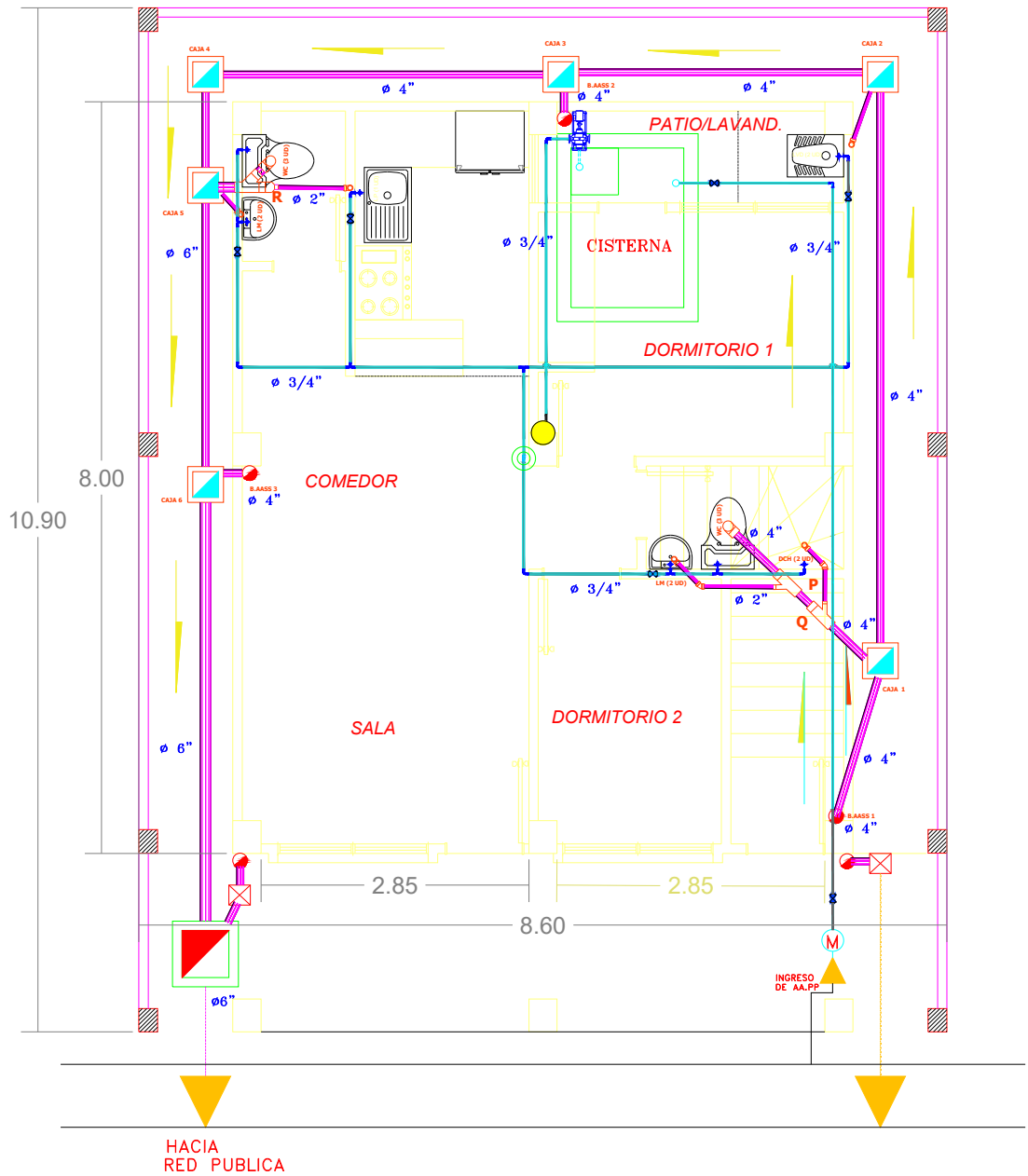
**SECCION X X'.....**

**UBICACION GEOGRAFICA...**

Provincia El Oro  
 Cantón Machala  
 Parroquia Machala  
 Calle Av. 17ava sur/C. N. Pilo y C. N. Oeste  
 Manzana 08  
 Solar 9



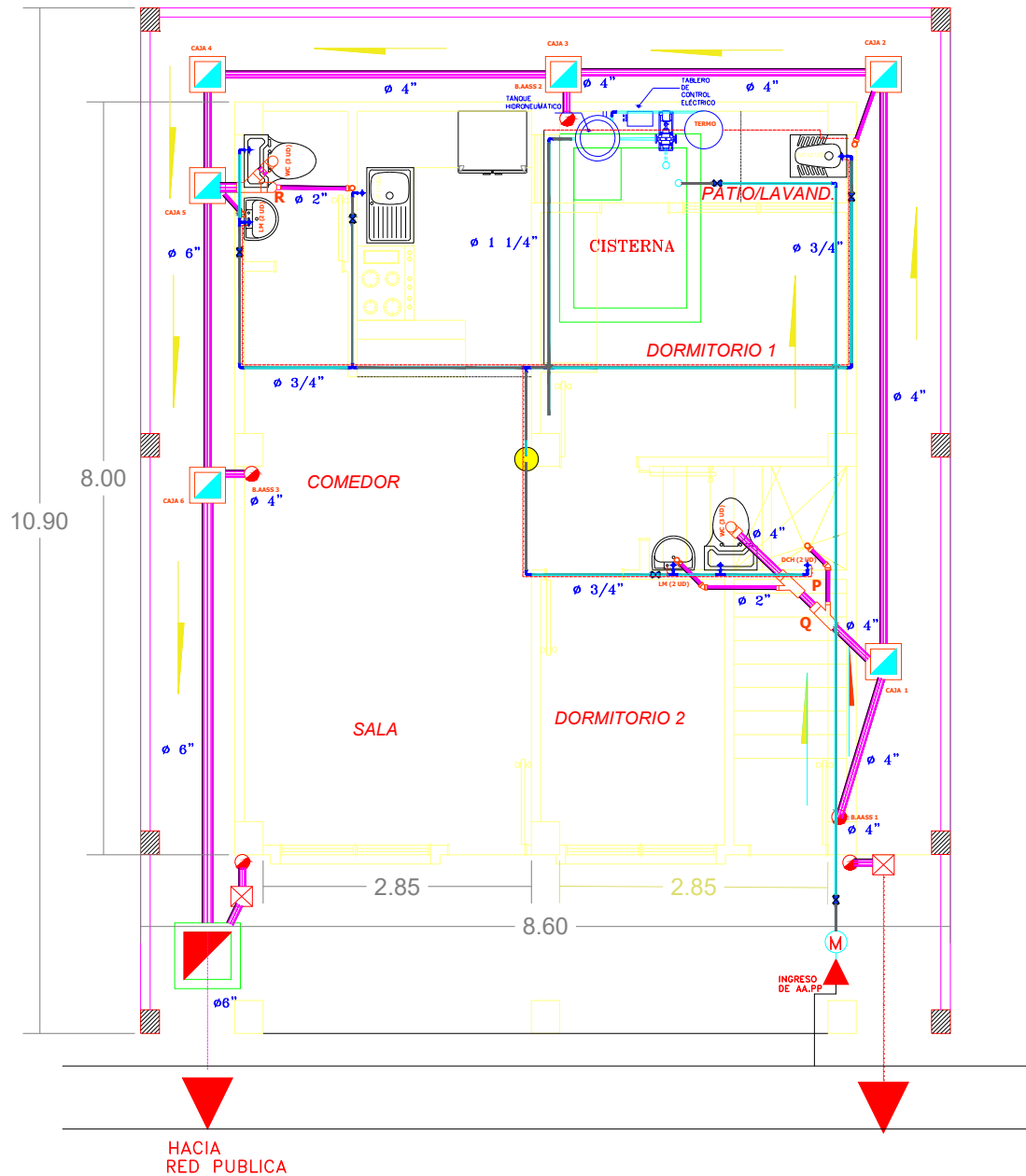
Unidad m	Dibujado	Nombre G. Flores	Fecha Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala 1.100	Tema FACHADA			Nº de Plano 1



## PLANTA BAJA.....

AGUA POTABLE		AGUAS SERVIDAS		AGUAS LLUVIAS		AGUA CALIENTE	
	CISTERNA		CAJA DE REGISTRO		SUMIDERO		TUBERIA
	MEDIDOR		BAJANTE		CAJA DE REGISTRO AA.LL		
	COLUMNA SUBE		TUBERIA		TUBERIA DE AA.LL		
	COLUMNA BAJA		TUBERIA				
	PUNTO DE ENTREGA		SENTIDO DE FLUJO				
	LLAVE DE PASO						
	SENTIDO DE FLUJO						
	BOMBA						

Unidad m	Nombre	G. Flores	Fecha	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Dibujado	Jun. / 2018		
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala	Tema	PLANTA BAJA CON SISTEMA DE TANQUE ELEVADO		N° de Plano
1.75				2

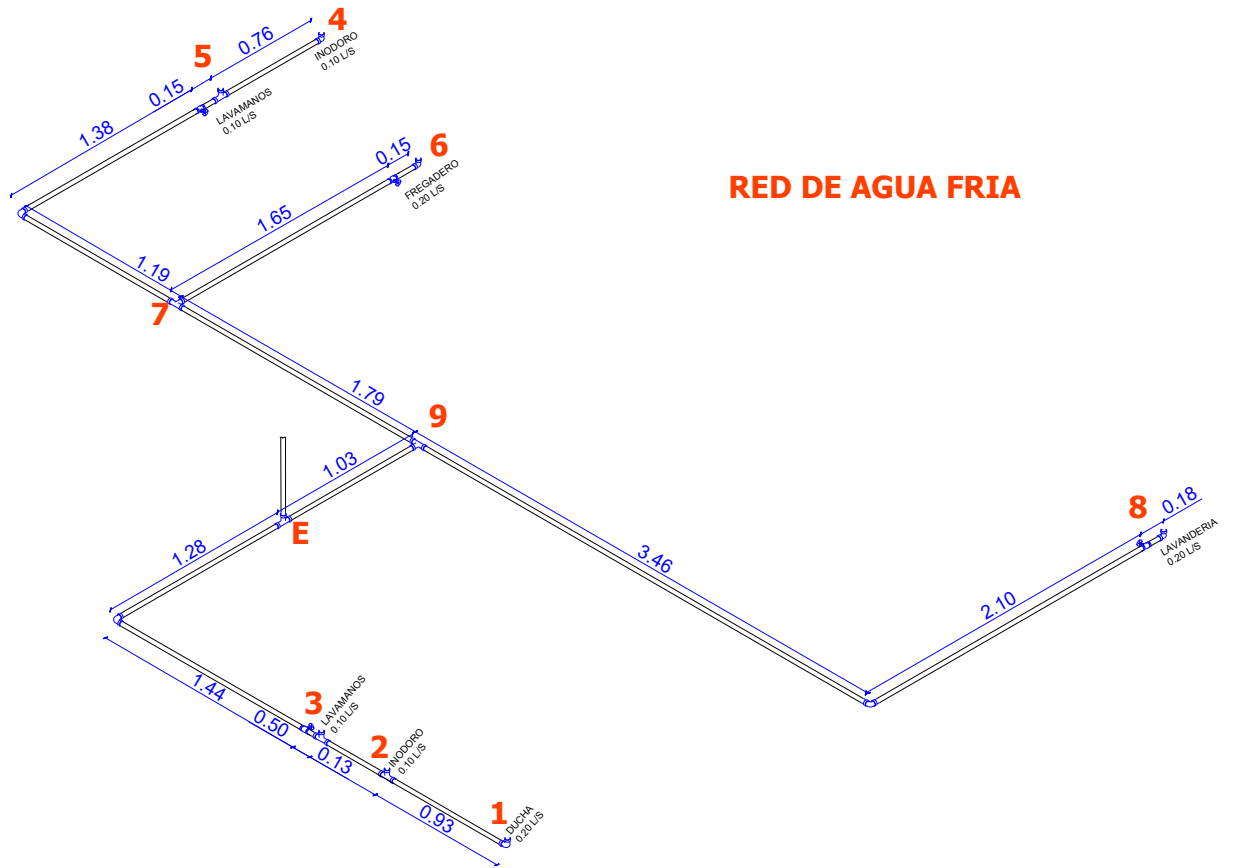


## PLANTA BAJA.....

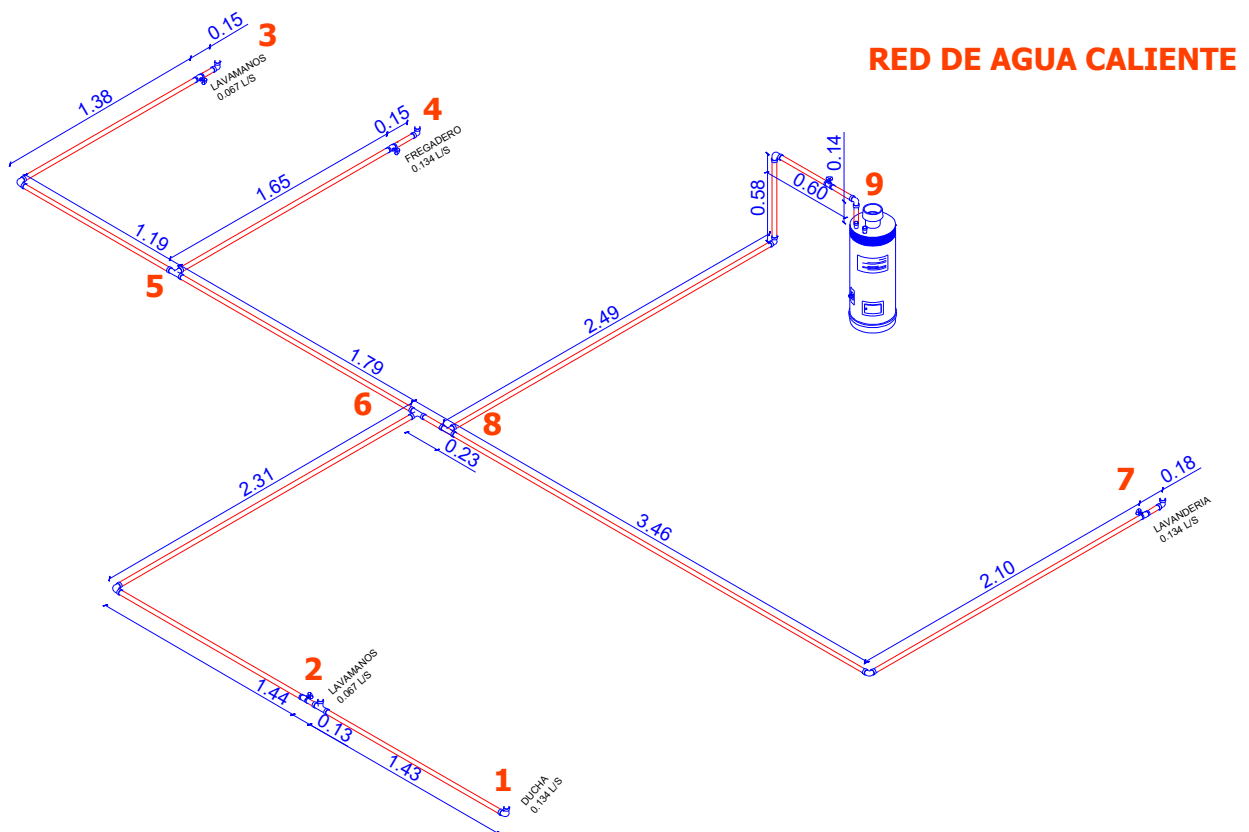
AGUA POTABLE		AGUAS SERVIDAS		AGUAS LLUVIAS		AGUA CALIENTE	
	CISTERNA		CAJA DE REGISTRO		SUMIDERO		TUBERIA
	MEDIDOR		BAJANTE		CAJA DE REGISTRO AA.LL		
	COLUMNA SUBE		TUBERIA		TUBERIA DE AA.LL		
	COLUMNA BAJA		TUBERIA				
	PUNTO DE ENTREGA		SENTIDO DE FLUJO				
	LLAVE DE PASO						
	SENTIDO DE FLUJO						
	BOMBA						

Unidad m	Nombre	G. Flores	Fecha	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA	
	Dibujado	G. Flores	Jun. / 2018	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
	Revisado	Ign. F. Aguirre		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
Escala	Tema	PLANTA BAJA CON SISTEMA HIDRONEUMÁTICO			Nº de Plano
1.75					3



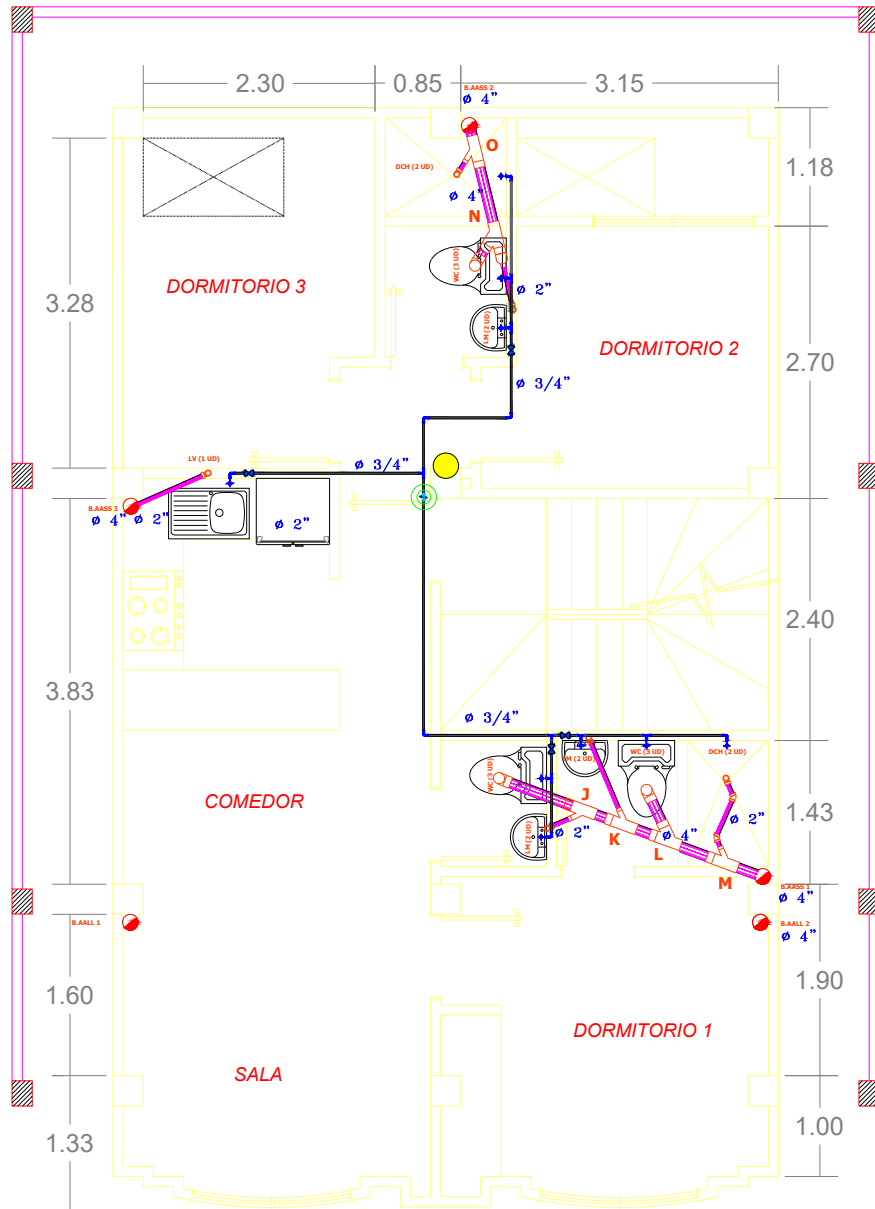


### RED DE AGUA FRIA



### RED DE AGUA CALIENTE

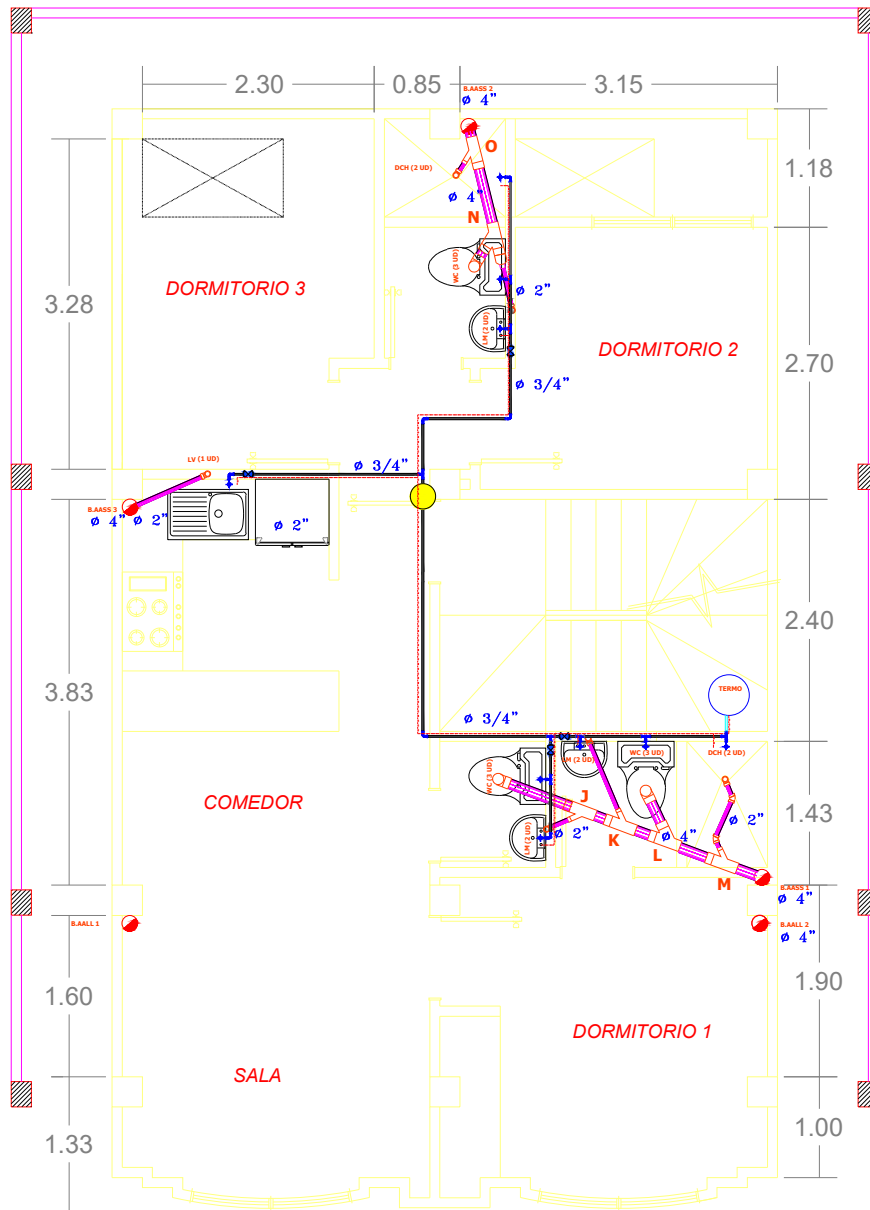
Unidad m	Dibujado	Nombre G. Flores	Fecha Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala 1.50	Tema	ISOMETRIA PLANTA BAJA		N° de Plano 9



## PLANTA ALTA 1

AGUA POTABLE		AGUAS SERVIDAS		AGUAS LLUVIAS		AGUA CALIENTE	
	CISTERNA		CAJA DE REGISTRO		SUMIDERO		TUBERIA
	MEDIDOR		BAJANTE		CAJA DE REGISTRO AA.LL		
	COLUMNA SUBE		TUBERIA		TUBERIA DE AA.LL		
	COLUMNA BAJA		TUBERIA				
	PUNTO DE ENTREGA		SENTIDO DE FLUJO				
	LLAVE DE PASO						
	SENTIDO DE FLUJO						
	BOMBA						

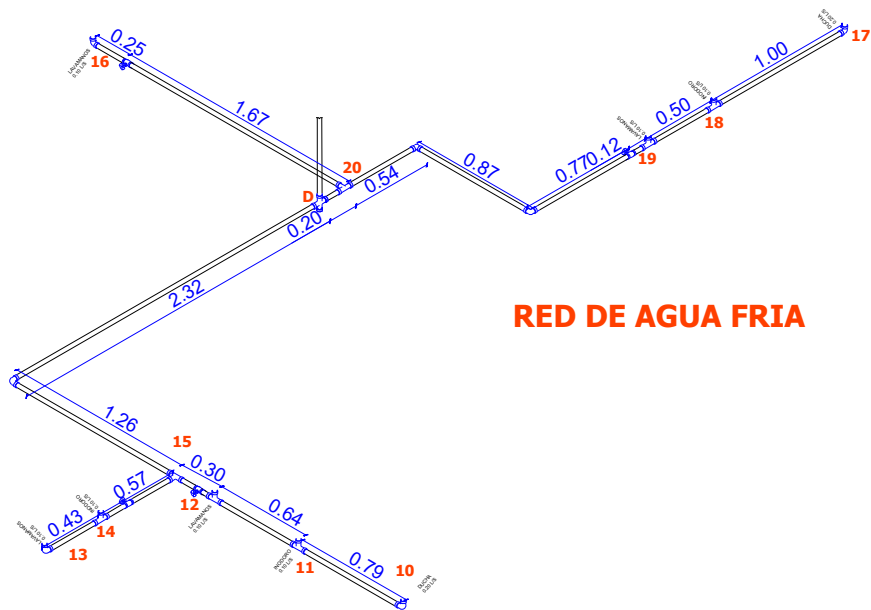
Unidad m	Nombre	G. Flores	Fecha	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Dibujado	G. Flores	Jun. / 2018	
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala	Tema	PLANTA ALTA 1 CON SISTEMA DE TANQUE ELEVADO		N° de Plano
1.75				4



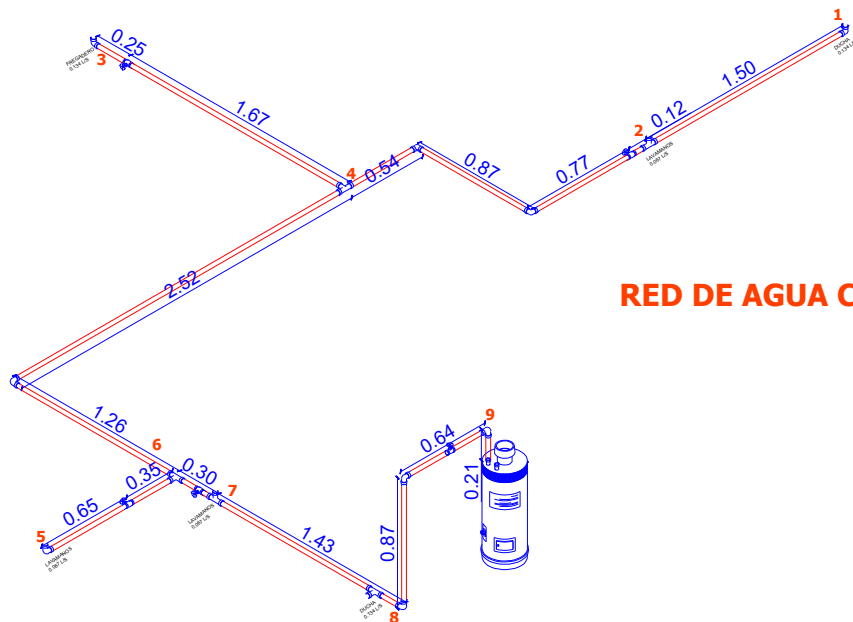
## PLANTA ALTA 1

AGUA POTABLE		AGUAS SERVIDAS		AGUAS LLUVIAS		AGUA CALIENTE	
	CISTERNA		CAJA DE REGISTRO		SUMIDERO		TUBERIA
	MEDIDOR		BAJANTE		CAJA DE REGISTRO AA.LL		
	COLUMNA SUBE		TUBERIA		TUBERIA DE AA.LL		
	COLUMNA BAJA		TUBERIA				
	PUNTO DE ENTREGA		SENTIDO DE FLUJO				
	LLAVE DE PASO						
	SENTIDO DE FLUJO						
	BOMBA						

Unidad m	Nombre	G. Flores	Fecha	Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Dibujado	Ign. F. Aguirre			
	Revisado				
Escala	Tema	PLANTA ALTA 1 CON SISTEMA HIDRONEUMATICO			Nº de Plano
1.75					5

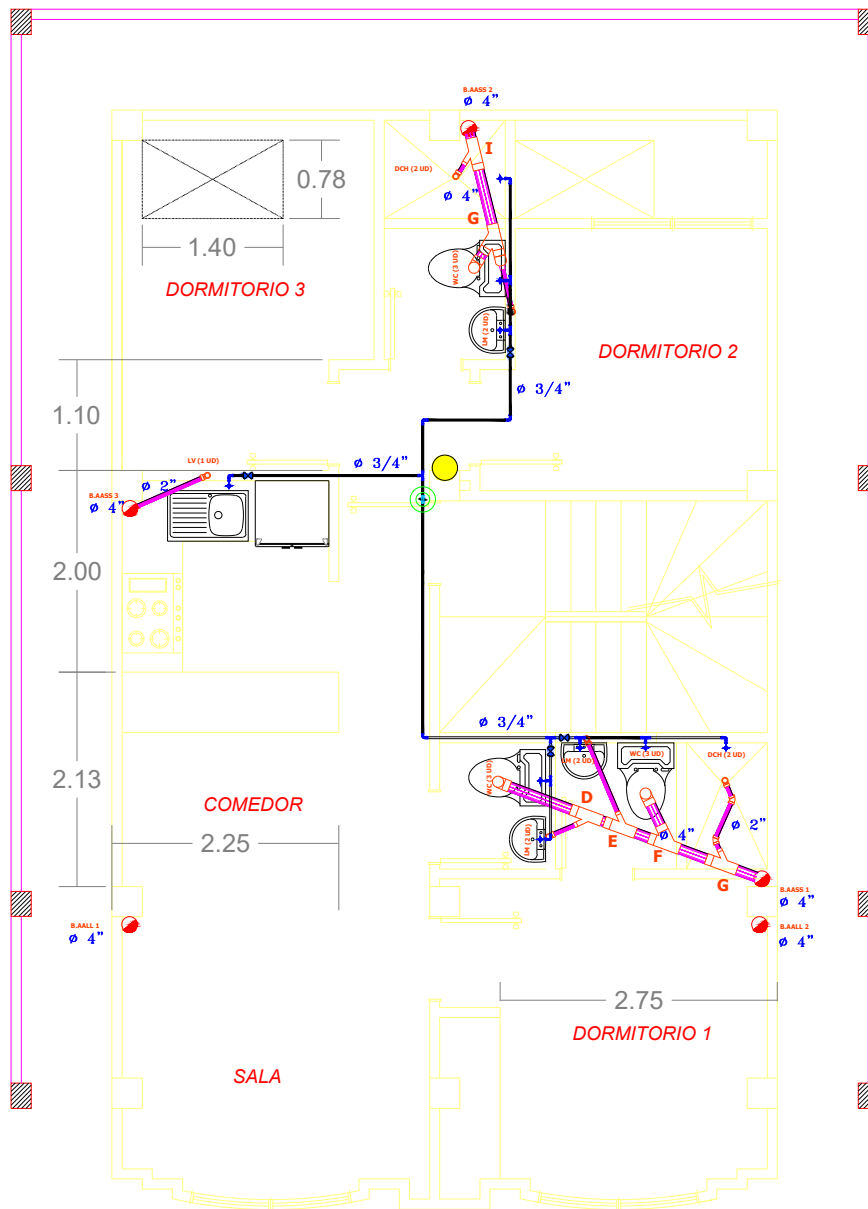


**RED DE AGUA FRIA**



**RED DE AGUA CALIENTE**

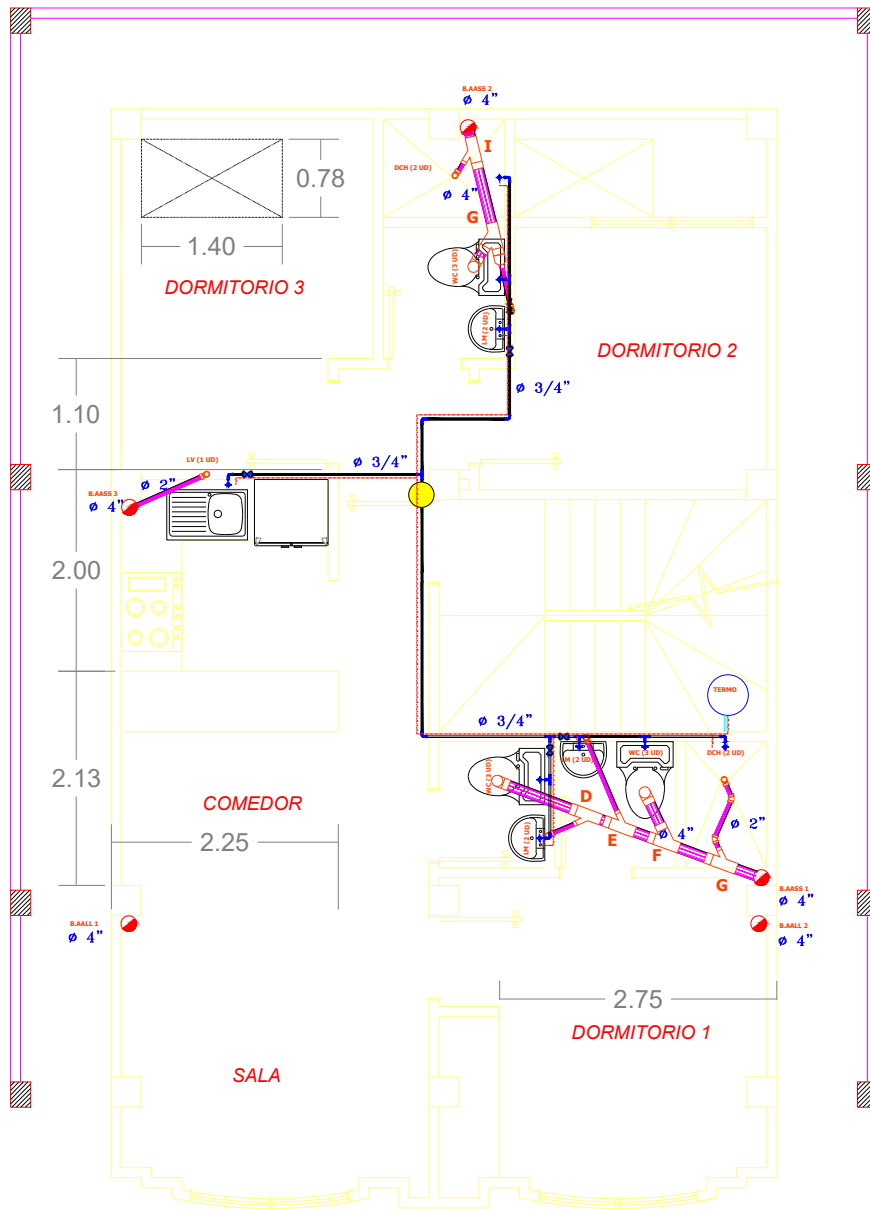
Unidad m	Dibujado	Nombre G. Flores	Fecha Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala 1.50	Tema	ISOMETRIA PLANTA ALTA 1		N° de Plano 10



## PLANTA ALTA 2

AGUA POTABLE		AGUAS SERVIDAS		AGUAS LLUVIAS		AGUA CALIENTE	
	CISTERNA		CAJA DE REGISTRO		SUMIDERO		TUBERIA
	MEDIDOR		BAJANTE		CAJA DE REGISTRO AA.LL		
	COLUMNA SUBE		TUBERIA		TUBERIA DE AA.LL		
	COLUMNA BAJA		TUBERIA				
	PUNTO DE ENTREGA		SENTIDO DE FLUJO				
	LLAVE DE PASO						
	SENTIDO DE FLUJO						
	BOMBA						

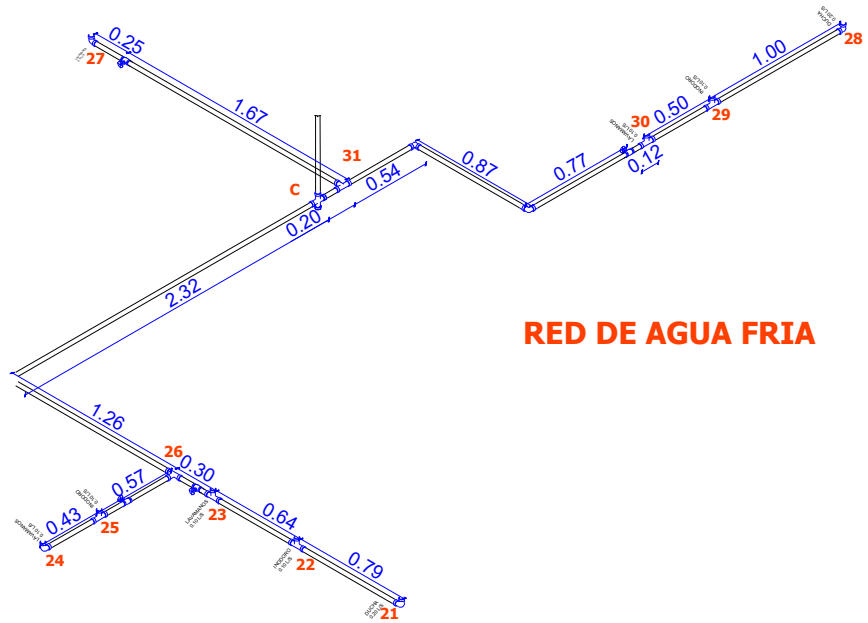
Unidad m	Nombre	G. Flores	Fecha	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Dibujado	G. Flores	Jun. / 2018	
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala	Tema	PLANTA ALTA 2 CON SISTEMA DE TANQUE ELEVADO		N° de Plano
1.75				6



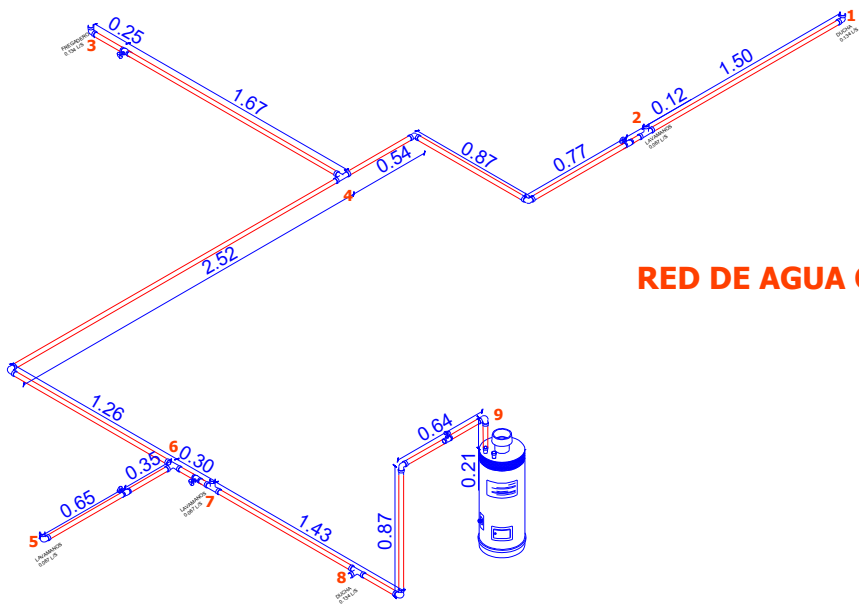
## PLANTA ALTA 2

AGUA POTABLE		AGUAS SERVIDAS		AGUAS LLUVIAS		AGUA CALIENTE	
	CISTERNA		CAJA DE REGISTRO		SUMIDERO		TUBERIA
	MEDIDOR		BAJANTE		CAJA DE REGISTRO AA.LL		
	COLUMNA SUBE		TUBERIA		TUBERIA DE AA.LL		
	COLUMNA BAJA		TUBERIA				
	PUNTO DE ENTREGA		SENTIDO DE FLUJO				
	LLAVE DE PASO						
	SENTIDO DE FLUJO						
	BOMBA						

Unidad m	Nombre	G. Flores	Fecha	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Dibujado		Jun. / 2018	
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala	Tema	PLANTA ALTA 2 CON SISTEMA HIDRONEUMATICO		Nº de Plano
1.75				7

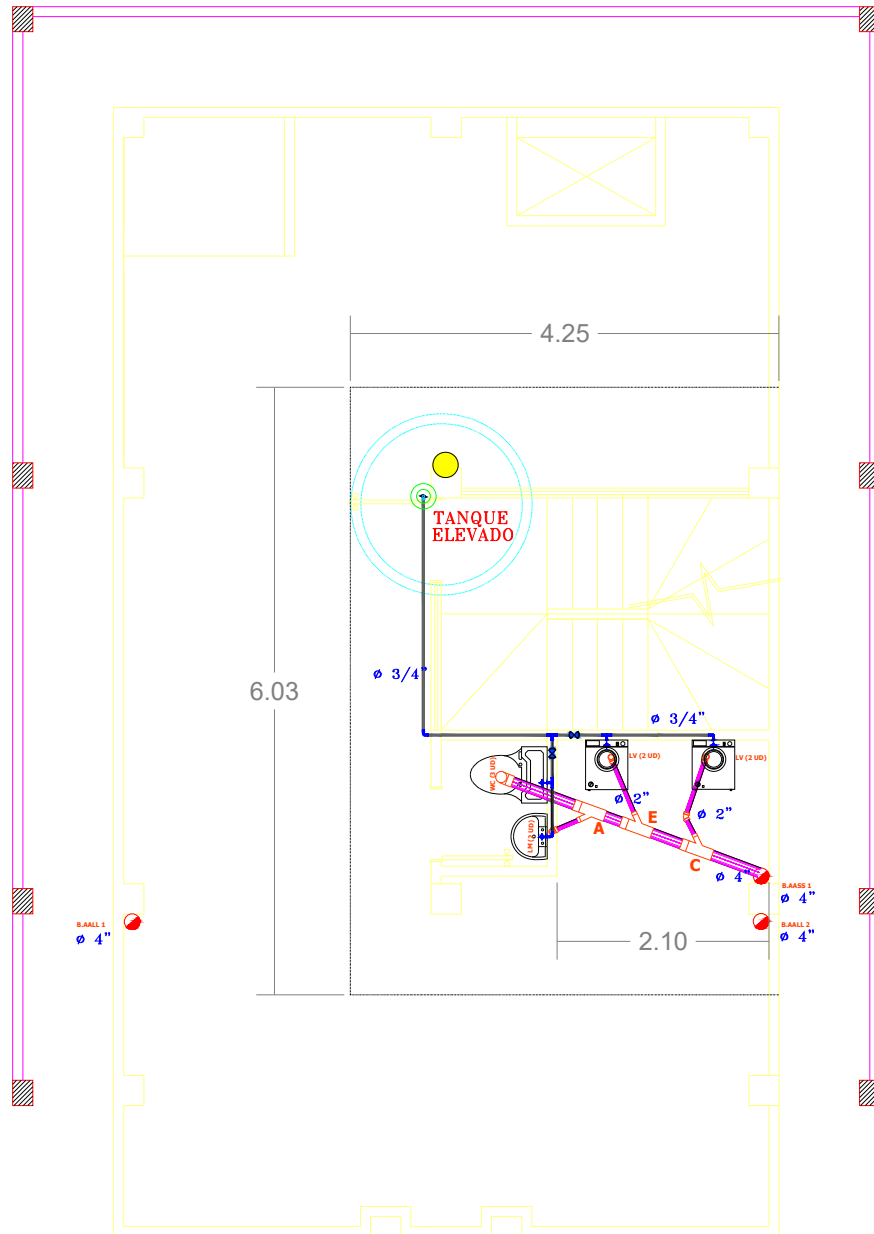


**RED DE AGUA FRIA**



**RED DE AGUA CALIENTE**

Unidad m	Dibujado	Nombre G. Flores	Fecha Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala 1.50	Tema	ISOMETRIA PLANTA ALTA 2		Nº de Plano 11

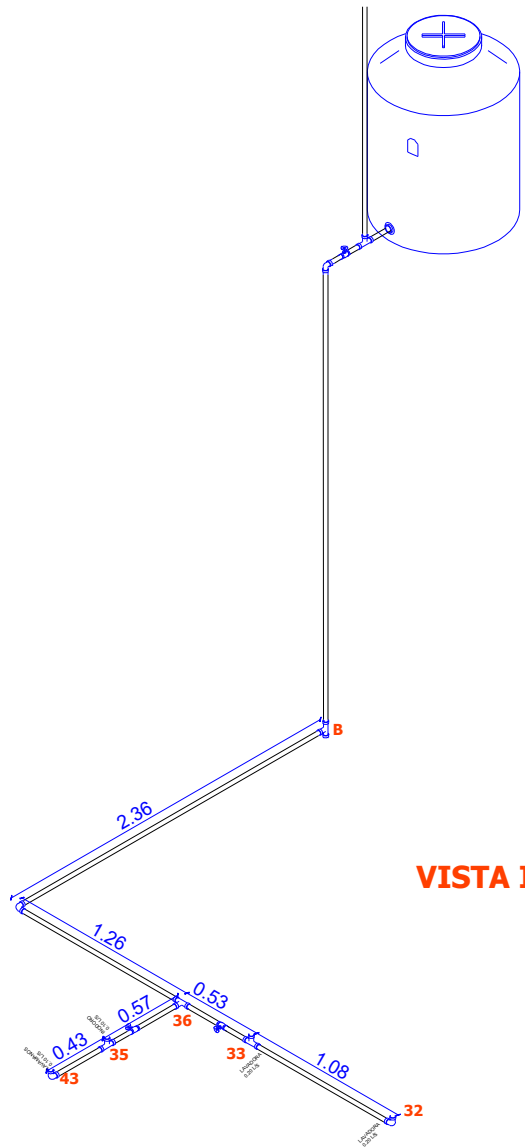


## PLANTA DE TERRAZA .....

AGUA POTABLE		AGUAS SERVIDAS		AGUAS LLUVIAS		AGUA CALIENTE	
	CISTERNA		CAJA DE REGISTRO		SUMIDERO		TUBERIA
	MEDIDOR		BAJANTE		CAJA DE REGISTRO AA.LL		
	COLUMNA SUBE		TUBERIA		TUBERIA DE AA.LL		
	COLUMNA BAJA		TUBERIA				
	PUNTO DE ENTREGA		SENTIDO DE FLUJO				
	LLAVE DE PASO						
	SENTIDO DE FLUJO						
	BOMBA						

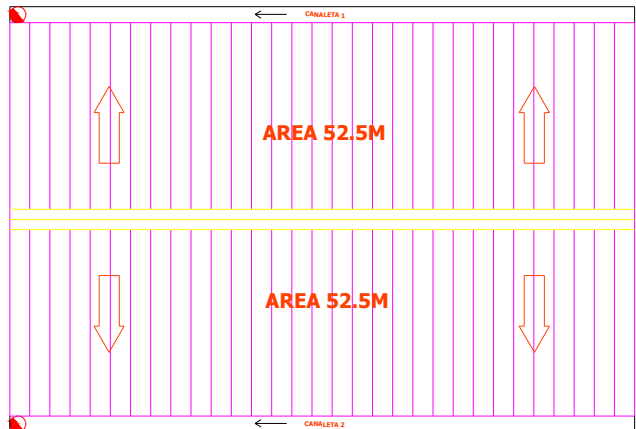
Unidad m	Nombre	G. Flores	Fecha	Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Dibujado	Ign. F. Aguirre			
	Revisado				
Escala 1.75	Tema	TERRAZA			N° de Plano 8



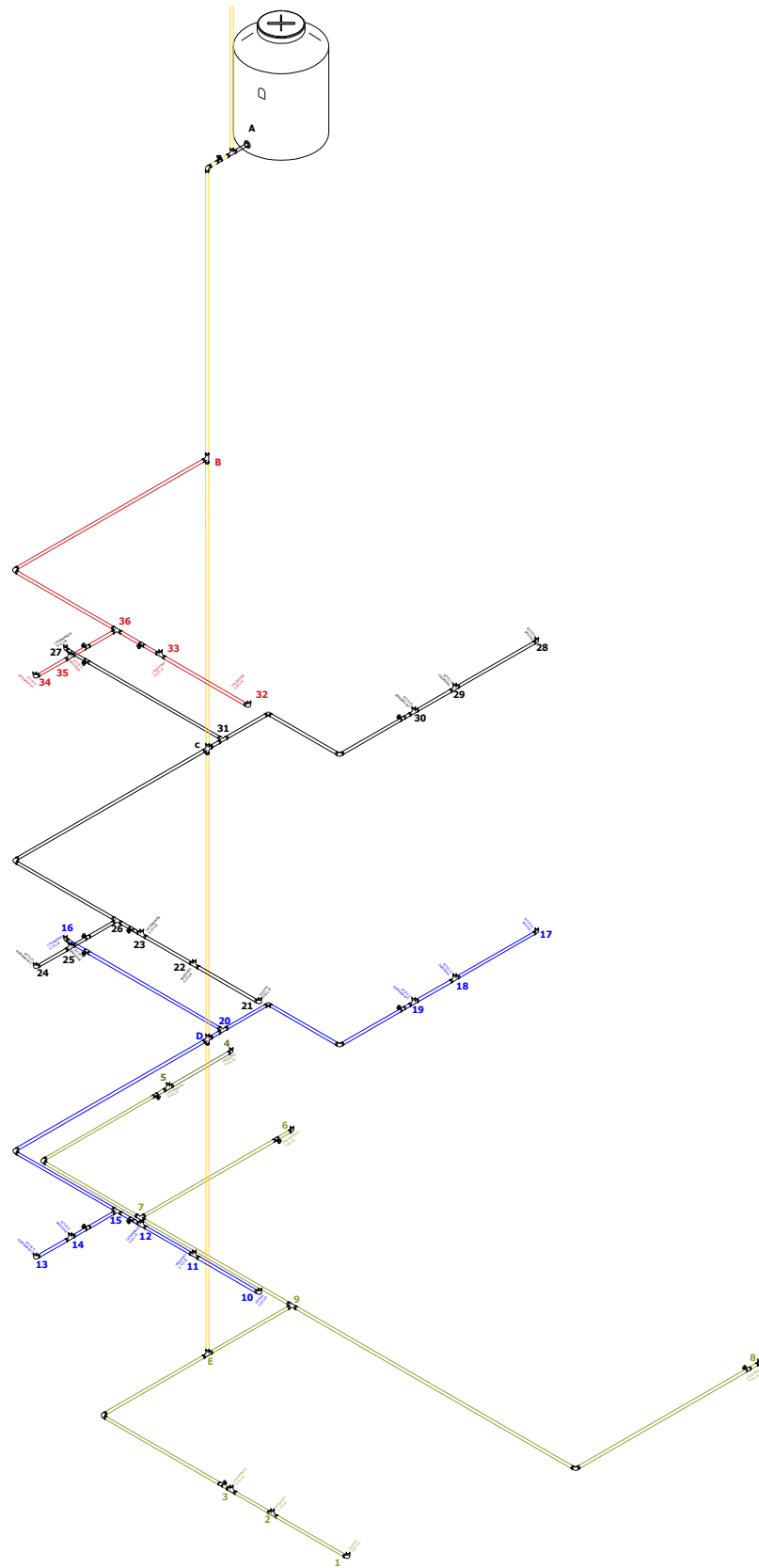


**VISTA ISOMETRICA TERRAZA**

**CUBIERTA**  
ESC. 1:50

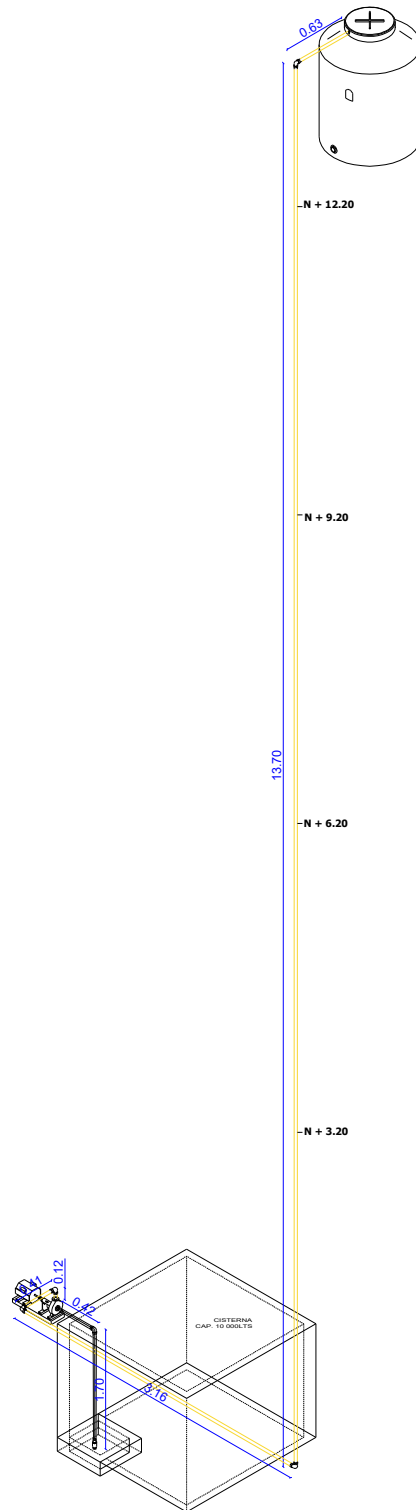


Unidad m	Dibujado	Nombre G. Flores	Fecha Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala 1:50	Tema	ISOMETRIA TERRAZA		N° de Plano 12



### VISTA ISOMETRICA DE LA RED

Unidad m	Dibujado	Nombre G. Flores	Fecha Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala 1.75	Tema	ISOMETRIA DE LA RED		Nº de Plano 13



## VISTA ISOMETRICA IMPULSION DE AGUA

Unidad m	Dibujado	Nombre G. Flores	Fecha Jun. / 2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
	Revisado	Ign. F. Aguirre		
Escala 1.75	Tema ISOMETRIA DE IMPULSION HACIA EL TANQUE			Nº de Plano 14

