



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

INGENIERÍA CIVIL

“Bases para el diseño de instalaciones hidráulicas,
sanitarias y de gas en edificaciones”

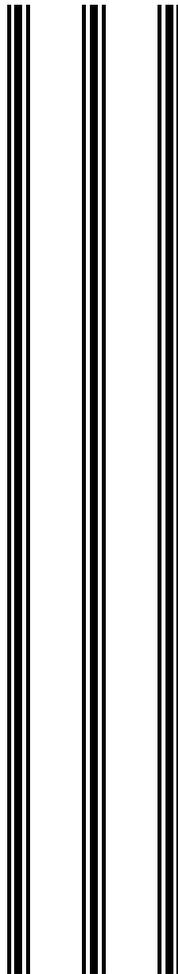
Desarrollo de un Caso Práctico

PARA OBTENER EL TITULO DE:
Ingeniero Civil

Presenta:

Jorge Fernando Mercado Medina

Asesor de tesis:
M. en. C. Luis Pomposo Viguera Muñoz



Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimiento

Dedico esta tesis a la Universidad Nacional Autónoma de México (Fes Aragón) por todos los conocimientos, valores y enseñanzas que adquirí dentro de sus aulas.

A Melitón Medina Cruz “Medina” por brindarme el apoyo necesario económico y moralmente para iniciar y concluir mis estudios.

A mis padres Joaquín Fernando Mercado Cortes y Sarai Medina García por motivarme a estudiar una carrera universitaria y darme el apoyo necesario económico y moralmente para poder concluirla.

A mi esposa Catalina Jimenez Espejel por su comprensión y motivación que me brinda para poder concluir este documento.

A mi asesor M. en. C. Luis Pomposo Viguera Muñoz por su ayuda para realizar este documento.

Tabla de contenido

Índice

Introducción.....	7
<i>Capítulo 1 Antecedentes</i>	8
<i>Capítulo 2 Conceptos Generales</i>	12
2.1 Instalación hidráulica	13
2.1.1 Ecuación de continuidad.....	13
2.1.2 Ecuación de la energía (Bernoulli).....	13
2.1.3 Ecuación para determinar las pérdidas por fricción	15
2.1.3.1. Fórmula de Darcy-Weisbach.....	15
2.1.3.2. Fórmula de Manning.....	16
2.1.3.3. Pérdidas por accesorios (locales).....	17
2.1.4 Longitud equivalente	19
2.1.5 Método de cálculo (Dr. Hunter)	19
2.1.6 Unidades-Mueble	24
2.1.7 Velocidad en tubería	25
2.1.8 Carga mínima de trabajo.....	26
2.1.9 Potencia de bomba	26
2.1.10 Equivalencia a tubería PP-R	27
2.2 Instalación sanitaria.....	28
2.2.1 Unidades de descarga	29
2.2.2 Diámetro del colector	30
2.2.3 Diámetro de ramales	30
2.3 Instalación de gas.....	31
2.3.1 Consumo de gas	33

<i>Capítulo 3 Materiales y especificaciones</i>	39
3.1 Tubería Hidráulica con material PP-R	40
3.1.1 Introducción al sistema.....	41
3.1.1.1. Origen.....	41
3.1.1.2. Polipropileno Copolimero Random PP-R: Un material de vanguardia.....	42
3.1.1.3. ¿Qué es termo fusión?	43
3.1.2 Calidad y especificaciones de producto	44
3.1.2.1. Norma y calidad.....	44
3.1.2.2. Procesos de calidad en la materia prima.....	44
3.1.3 Calculo de pérdidas de carga.....	45
3.1.4 Catálogo de tubos, conexiones y válvulas Hidráulicas.....	47
3.1.4.1. Tubos.....	47
3.1.4.1. Conexiones.....	48
3.1.4.2. Válvulas	50
3.2 Bomba centrífuga	52
3.3 Tubería Sanitaria con material PP-R.....	53
3.3.1 Catálogo de tubos, conexiones sanitarias.....	54
3.3.1.1. Tubo	54
3.3.1.2. Conexiones.....	54
3.4 Tubería de gas	57
3.5 Calentador de paso	58
3.6 Calentador de tanque	59
3.7 Tanque estacionario	59
<i>Capítulo 4 Caso práctico</i>	60
4.1 Localización.....	61
4.1.1 Descripción de la edificación.....	62
4.2 Diseño de cisterna y tanque elevado.....	63
4.2.1 Calculo de número de habitantes.....	63
4.2.2 Dotación	63
4.2.3 Volumen de cisterna.....	64

4.2.4	Volumen de tanque alto (tinacos).....	65
4.3	Calculo de bomba centrifuga	66
4.3.1	Gasto necesario para llenado de tinacos	66
4.3.2	Calculo del diámetro de Succión y descarga de la bomba	66
4.3.3	Carga de la bomba “H”	68
4.3.3.1.	Altura de succión h_s	69
4.3.3.2.	Altura del edificio h	69
4.3.3.3.	Pérdidas en succión (h_{fs}) y descarga (h_{fd}) de la bomba.....	70
4.3.3.3.1.	Pérdidas en tubería de succión (h_{fst}).....	70
4.3.3.3.2.	Pérdida en tubería de descarga h_{fd}	72
4.3.3.4.	Cálculo de carga de la bomba H.....	74
4.3.4	Calculo de potencia.....	74
4.4	Tubería de agua fría	75
4.4.1	Calculo de tubería de agua fría	76
4.4.2	Memoria de cálculo	82
4.5	Tubería de agua caliente	85
4.5.1	Calculo de tubería de agua caliente	85
4.5.1.1.	Memoria de cálculo.....	86
4.5.2	Cálculo de capacidad de calentador	88
4.6	Tubería Sanitaria	93
4.6.1	Ramal principal	93
4.6.2	Calculo de colector.....	96
4.7	Instalación de gas.....	97
4.7.1	Calculo de tanque estacionario	97
4.7.2	Diseño de la tubería de gas	105
<i>Capítulo 5 Cuantificación De Obra</i>		112
5.1	Tabla de planificación de tubería	113
5.2	Tabla de planificación de conexiones.....	117
5.3	Tabla de planificación de aparatos sanitarios.....	122
5.4	Tabla de planificación de equipos mecánicos	128
Conclusiones.....		133

Bibliografía	134
Anexo A Unidades Mueble Manual IMSS	135
Anexo B Planos.....	138

Introducción

Capítulo I se presenta un bosquejo de la evolución de las diferentes instalaciones a través del tiempo.

Capítulo II dado que para el diseño hidrosanitario se requiere del entendimiento de la hidráulica se presentan las expresiones fundamentales para el diseño de dichas instalaciones.

Capítulo III en este capítulo se presenta los materiales a ocupar y sus diferentes especificaciones tanto de tubería, conexiones y válvulas.

Capítulo IV se presenta un edificio ubicado en la avenida Dr. José María Vertiz en el número 836 en el cual se realizara las diferentes instalaciones hidráulica, sanitaria y de gas.

Capítulo V se presentara la cuantificación de obra de los diferentes materiales y aparatos sanitarios, es muy importante cuantificar los materiales para saber el total de los materiales que se ocuparon.

Capítulo 1

Antecedentes



La necesidad de buscar refugio contra los diferentes tipos de clima que se presentan en la zona dio origen a que los primeros habitantes del planeta buscaran cuevas como refugio para prolongar su existencia y preservar la especie, con un refugio adecuado contaban con la oportunidad de centrar su atención en poder dominar los cuatro elementos como fue el fuego que se utilizó para cocinar sus alimentos y así digerirlos mejor o el agua que está presente en todas las necesidades del humano desde su consumo para tener una buena salud o utilizar el agua para cocinar los alimentos, lavar o aseo personal. Las viviendas fueron evolucionando según el paso del tiempo como en el caso de México que se tienen vestigios arqueológicos en donde el tlatoani Moctezuma tenía su baño personal, esa agua era conducida por el acueducto de Chapultepec hasta llegar a lo que ahora es el bosque de Chapultepec. Avanzando un poco más en la historia las viviendas fueron adaptándose más a las necesidades del ser humano en el caso de los cuartos de baño primero se construyeron letrinas que era una taza con una fosa séptica en su parte inferior, el funcionamiento de la letrina era sin agua, en la fosa séptica se acumulaban los desechos, tiempo después la letrina se cambió por el W.C que se conoce actualmente solo se fue modificando según el tiempo para adaptarse a las necesidades del ser humano, en la actualidad se busca el ahorro del agua por lo tanto las descargar del W.C son mínimas, las estufas también fueron evolucionando según el paso del tiempo la primer estufa que se dio fue la de leña llamada comúnmente “fogón” que consistía en colocar piedras en forma de círculo y en el centro del círculo colocar leña para que se cocinara sobre ella, esta estufa tenía muchos defectos uno de ellos es el humo que se desprendía de la leña que se ocupaba



como combustible principal, se dio poco la modernización de este tipo de estufa solo haciendo la base de tabique y mortero para que no se ocuparan piedras de base y fuera más estable, pero seguía teniendo los mismo problemas que su versión anterior, con la comercialización del petróleo se dio otro tipo de estufa que ya daba un mejor funcionamiento y confort a los habitantes que fue la estufa de petróleo, con esta estufa ya no se tenía el problema de humo que se tenía con la estufa de leña, la contaminación que producía era menor, no se tenía que cuidar la conservación del fuego, se podía ocupar en cualquier lugar porque no necesitaba instalaciones, pero tenía un gran inconveniente que era el mal olor que producía la combustión del petróleo, con la refinación del petróleo se dejó de utilizar la estufa de petróleo y se empezó a ocupar la estufa de gas que hasta nuestros días se sigue ocupando.

En la actualidad las viviendas se construyen para dar más comodidad a los usuarios, en construcciones de gran tamaño como son edificios para departamentos, oficinas, hospitales, etc. El diseño lo puede realizar un ingeniero que está especializado en el tema, en este caso los aparatos funcionan adecuadamente y por lo general no presentan problemas cuando se utilizan, en el caso de las autoconstrucciones se presenta un problema a menudo porque el diseño de las instalaciones lo realiza un “plomero” que tiene conocimientos básicos sobre el diseño, funcionamiento y especificaciones de los aparatos dando como resultado un mal funcionamiento.

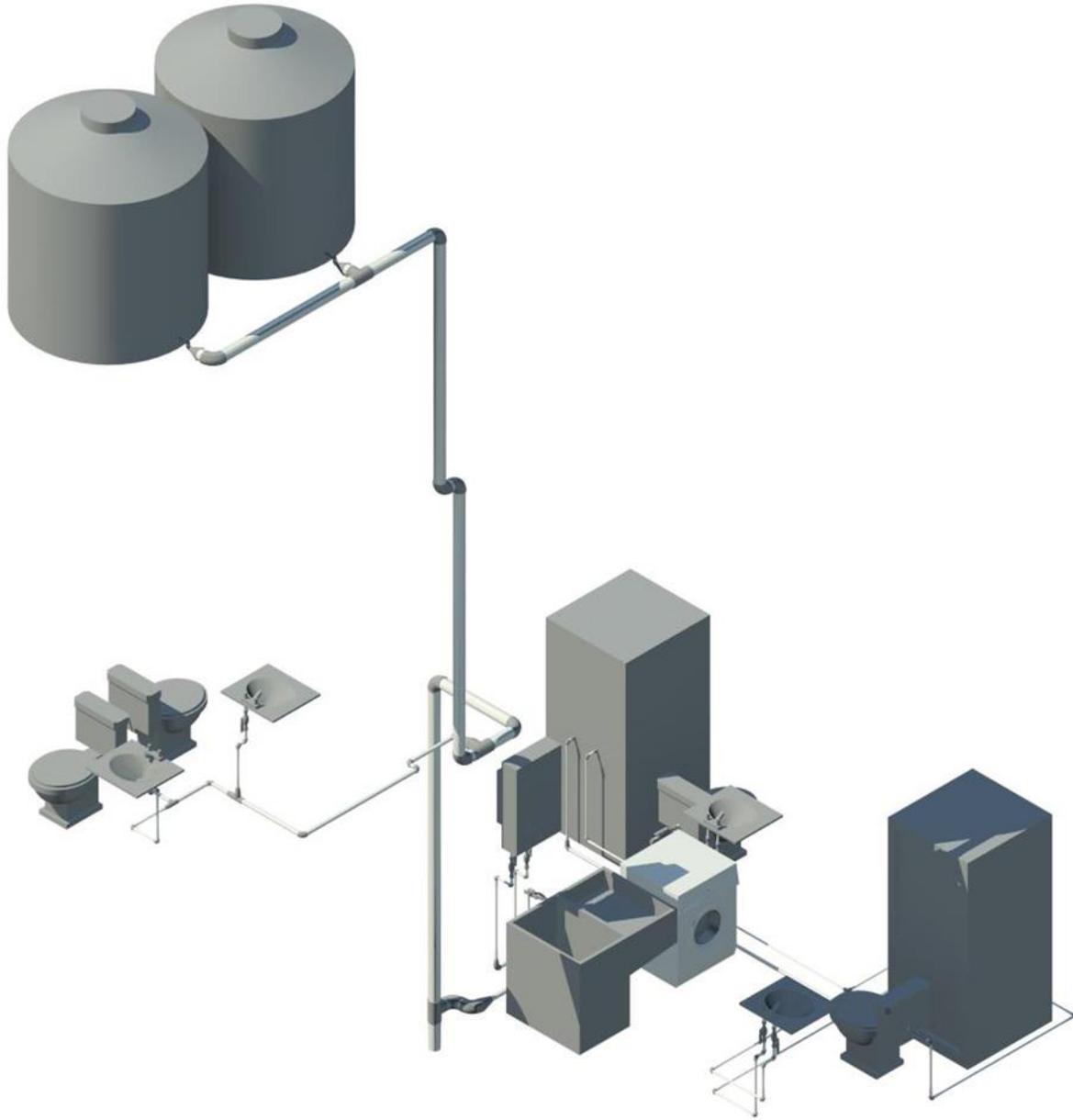


El objetivo fundamental de este proyecto es presentar las bases para el diseño de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas, con la finalidad de garantizar un buen funcionamiento en los aparatos del cuarto de baño y cocina.

El proyecto fue diseñado con las normas especificadas en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal para dar el mejor funcionamiento del sistema, se decidió utilizar el programa Revit por la metodología BIM que este presenta.

El Building Information Modeling (BIM) consiste en la recopilación e interacción de la información de un proyecto constructivo en un modelo virtual en 3D, que abarca la geometría y características técnicas de los elementos individuales y los sistemas constructivos que configuran (estructura, cerramientos, instalaciones, etc.), las relaciones espaciales entre éstos, la planificación de su construcción, los costes, incluso aspectos medioambientales. Además, esta información puede servir para la gestión posterior del inmueble o de la infraestructura (servicios, mantenimiento, reparaciones) e incluso su demolición al final de su ciclo de vida. (Vidal, 2016)

En el diseño de instalaciones hidráulicas para edificación se emplean los principios de la hidrodinámica, es decir el estudio del agua en este caso, en movimiento. El agua al seguir su recorrido dentro de la tubería puede hacerlo de diferentes maneras que en la hidráulica de conductos cerrados se le conoce como régimen; régimen laminar, en donde el perfil del líquido se desplaza paralelo a la pared del tubo, la velocidad del flujo máximo se encuentra en el centro del tubo y va decreciendo hasta cero en las paredes del tubo.



Capitulo 2

Conceptos Generales



2.1 Instalación hidráulica

Podemos definir a una instalación hidráulica como un conjunto de tuberías y accesorios (ya sean conexiones y/o válvulas), con el fin de conducir y suministrar agua fría o caliente a todos los aparatos que lo requieran, con una presión y velocidad adecuada para su buen funcionamiento.

2.1.1 Ecuación de continuidad.

Uno de los valores a considerar en el diseño de la instalación hidráulica es el caudal. Para ello se fundamenta en la ecuación de continuidad.

La ecuación de continuidad establece que el fluido que entra es el mismo fluido que sale medida en dos secciones, se puede utilizar para calcular cualquier variable de la que está constituida solo teniendo los otros dos valores.

Establece la invariabilidad del gasto, Q [m^3/s], en cada sección del conducto.

$$Q = VA$$

Dónde:

V es la velocidad media de flujo, en m/s .

A es el área de la sección transversal del conducto en m^2 .

2.1.2 Ecuación de la energía (Bernoulli).

Establece la constancia de la energía entre dos secciones transversales del conducto, una de sus funciones de la ecuación de Bernoulli es calcular las pérdidas de energía en la tubería y las pérdidas locales.



El rozamiento que se genera entre el flujo y las paredes del tubo, cuando el agua está en movimiento produce una disminución en la energía para poder determinar está perdido o conocer la energía disponible en una sección aguas abajo se emplea la ecuación de Bernoulli.

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum_1^2 h_f + \sum_1^2 h_L$$

Dónde:

g es la aceleración de la gravedad, la cual se puede tomar igual a 9.81 m/s^2 .

p es la presión, en kg/m^2 .

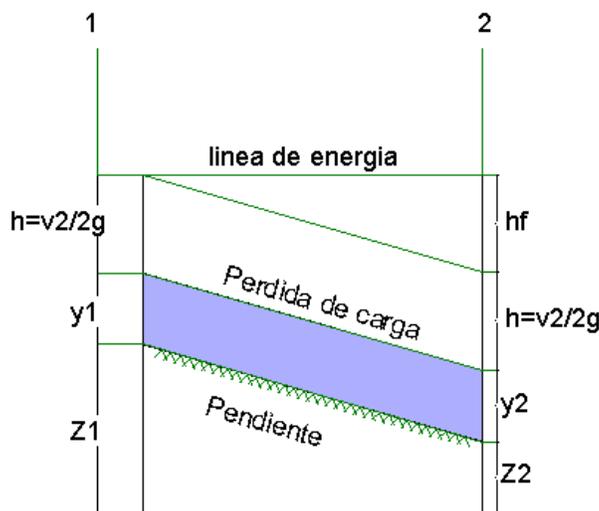
V es la velocidad media en el conducto, en m/s .

z es la carga de posición, en m .

γ es el peso específico del agua, en kg/m^3 .

h_f pérdidas de energía, o de carga, por fricción, desde la sección 1 a la 2.

h_L pérdidas locales, desde la sección 1 a la 2.





2.1.3 Ecuación para determinar las pérdidas por fricción

Cuando un fluido fluye por una tubería surgen fricciones en la misma tubería dando como resultado pérdidas de energía lo que nos lleva que el fluido pierda presión. A continuación se presenta una de las ecuaciones para el cálculo de las pérdidas por fricción.

2.1.3.1. Fórmula de Darcy-Weisbach.

La fórmula de Darcy-Weisbach nos ayuda para calcular las pérdidas por fricción en tubería de cualquier tipo de material.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

h_f es la pérdida por fricción, en m.

f es el factor de fricción.

L es la longitud del tramo, en m.

D es el diámetro de la sección transversal del conducto, en m.

V es la velocidad media en el conducto, en m/s.

g es la aceleración de la gravedad, en m/s²

El valor de f depende de las características del material, se obtendrá del diagrama universal de Moody, o al aplicar la ecuación modificada de Colebrook - White:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{G}{Re^T} \right) \right]^2}$$



$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Dónde:

Re es el número de Reynolds

ν es la viscosidad cinemática del líquido, en m^2/s .

ε es la rugosidad absoluta del material de la tubería, en m.

Los valores de G y T serán:

para $4000 \leq Re \leq 10^5$ $G = 4.555$ y $T = 0.8764$

para $10^5 \leq Re \leq 3 \times 10^6$ $G = 6.732$ y $T = 0.9104$

para $3 \times 10^6 \leq Re \leq 10^8$ $G = 8.982$ y $T = 0.93$

El valor de ν para agua limpia, se puede tomar igual a $1 \text{ m}^2/s$

2.1.3.2. Fórmula de Manning

La ecuación de Manning usualmente se ocupa para el cálculo de canales pero en este caso se puede utilizar en tubería circular totalmente llena para el cálculo de las pérdidas por fricción.

$$h_f = KLQ^2$$

Dónde:

$$K = \frac{10.29 n^2}{D^{16/3}}$$

Los valores de n que se recomiendan para diferentes materiales de la tubería se muestran en la tabla siguiente:



Tabla 1
Valores del coeficiente de rugosidad

Material de la tubería	n
Asbesto cemento	0.010
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Acero galvanizado	0.014
Fierro fundido	0.013
Acero soldado sin revestimiento	0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de resinas epóxicas o similares	0.011
Plástico PVC	0.009

Fuente: RCDF

2.1.3.3. Pérdidas por accesorios (locales)

Las pérdidas locales consisten en las pérdidas que provocan las conexiones, en las instalaciones hidráulicas las pérdidas por accesorio (cambio de dirección) resultan ser muy importantes, para calcular las pérdidas se ocupa la fórmula siguiente:

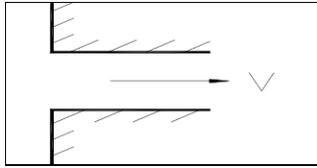
$$h_L = k \frac{V^2}{2g}$$

El valor de V corresponde a la sección que se localiza aguas debajo de la alteración (salvo aclaración en caso contrario).

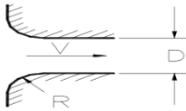
En los casos que a continuación se enumeran, el coeficiente k tomará los valores siguientes:

- Entrada de depósito a tubería.

Con aristas agudas $k = 0.50$



Con diseño hidrodinámico



R/D	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
k	0.25	0.17	0.08	0.05	0.04

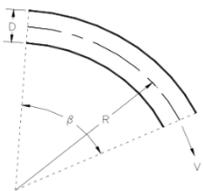
➤ Cono de Reducción.



β	$<4^\circ$	5°	15°	20°	25°
k	0.00	0.06	0.18	0.20	0.22

β	30°	45°	60°	75°
k	0.24	0.30	0.32	0.34

➤ Codo

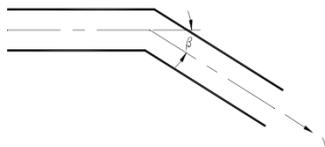


$$k = C \cdot \eta$$

R/D	1	2	4	6 o más
C	0.52	0.31	0.25	0.22

β	10	20	30	40	60	90
η	0.20	0.38	0.50	0.62	0.81	1.00

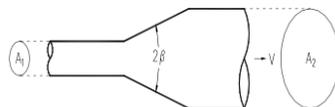
➤ Codo brusco



$$k = 1.8 (1 - \cos \beta)$$

➤ Ampliación

$$k = C \left(\frac{A_2}{A_1} \right)$$



β	6°	10°	15°	20°	30°	β	40°	50°	$60 - 90^\circ$
C	0.14	0.20	0.30	0.40	0.70	k	0.90	1.00	1.10



➤ Válvula totalmente abierta

Válvula	K
Esfera	0.016
Compuerta	0.08 a 0.19
Mariposa	0.1 a 0.42
Aguja	0.4
Chorro divergente	0.52

2.1.4 Longitud equivalente

Una tubería que comprende diversos accesorios (codos, tees, válvulas, reducciones, etc.), y otras características, bajo el punto de vista de carga, equivale a una tubería rectilínea de mayor longitud. En esta simple idea se basa el método para la consideración de las pérdidas locales, de gran utilidad en la práctica. Consiste en sumar a la longitud del tubo, para el cálculo, longitudes que correspondan a la misma pérdida de carga que causarían los accesorios existentes en la tubería. A cada accesorio le corresponde una longitud adicional. Teniendo en consideración todos los accesorios y demás causas de pérdidas se llega a una longitud total. (Carmona, 2010).

2.1.5 Método de cálculo (Dr. Hunter)

Hunter establece, al aplicar el método probabilístico, que la operación de los muebles sanitarios es un suceso totalmente aleatorio; por tanto, determina las frecuencias máximas de uso de los principales muebles sanitarios que elevan el gasto en los sistemas hidráulicos de edificios.



Se definirá un sistema sencillo, mismo que utilizará un solo tipo de muebles sanitarios, que en este caso será WC con fluxómetro. Considérese que se tiene “n” muebles del tipo mencionado; considérese “t” el tiempo promedio, en segundos, entre usos sucesivos de cada mueble y sea “d” la duración, en segundos, del tiempo de descarga de dichos muebles. (Sosa, 2006)

Por tanto, la probabilidad “p” que un mueble en particular tiene de ser hallado en operación, para cualquier instante arbitrario de observación del sistema, está dado por:

$$P = \frac{d}{t}$$

Así, la probabilidad de que este mueble, en particular, no esté operando será:

$$1 - P = 1 - \frac{d}{t}$$

Si considera que, t y d, son 5 min (300 s) y 9s, respectivamente, entonces:

$$P = \frac{9}{300} = 0.030$$

Y $1 - P = 1 - 0.03 = 0.97$

Para la operación de un WC.

A continuación se presentan las longitudes equivalentes para diversas conexiones y con diversos materiales como se indica en la tabla siguiente:



Codo 90°					
Longitud equivalente (m)					
$Le = [0.52\phi + 0.04](120/C)^{1.85}$					
Coeficientes					
Θ''	100	120	130	140	150
1/2	0.42	0.30	0.26	0.23	0.20
3/4	0.60	0.43	0.37	0.32	0.28
1	0.78	0.56	0.48	0.42	0.37
1 1/4	0.97	0.69	0.59	0.52	0.46
1 1/2	1.15	0.82	0.71	0.62	0.54
2	1.51	1.08	0.93	0.81	0.71
2 1/2	1.88	1.34	1.16	1.01	0.89
3	2.24	1.60	1.38	1.20	1.06
4	2.97	2.12	1.83	1.59	1.40
6	4.43	3.16	2.72	2.38	2.09
8	5.88	4.20	3.62	3.16	2.78
10	7.34	5.24	4.52	3.94	3.47
12	8.80	6.28	5.41	4.72	4.16
14	10.26	7.32	6.31	5.50	4.84

Fuente: instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones

Codo 45°					
Longitud equivalente (m)					
$Le = [0.38\phi + 0.02](120/C)^{1.85}$					
Coeficientes					
Θ''	100	120	130	140	150
1/2	0.29	0.21	0.18	0.16	0.14
3/4	0.43	0.31	0.26	0.23	0.20
1	0.56	0.40	0.34	0.30	0.26
1 1/4	0.69	0.50	0.43	0.37	0.33
1 1/2	0.83	0.59	0.51	0.44	0.39
2	1.09	0.78	0.67	0.59	0.52
2 1/2	1.36	0.97	0.84	0.73	0.64
3	1.63	1.16	1.00	0.87	0.77
4	2.16	1.54	1.33	1.16	1.02
6	3.22	2.30	1.98	1.73	1.52
8	4.29	3.06	2.64	2.30	2.03
10	5.35	3.82	3.29	2.87	2.53
12	6.42	4.58	3.95	3.44	3.03
14	7.48	5.34	4.60	4.01	3.53

Fuente: instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones



Te paso directo normal Longitud equivalente (m) $Le = [0.53\phi + 0.04](120/C)^{1.85}$					
Coeficientes					
ϕ "	100	120	130	140	150
1/2	0.43	0.31	0.26	0.23	0.20
3/4	0.61	0.44	0.38	0.33	0.29
1	0.80	0.57	0.49	0.43	0.38
1 1/4	0.98	0.70	0.61	0.53	0.46
1 1/2	1.17	0.84	0.72	0.63	0.55
2	1.54	1.10	0.95	0.83	0.73
2 1/2	1.91	1.37	1.18	1.03	0.90
3	2.28	1.63	1.41	1.23	1.08
4	3.03	2.16	1.86	1.62	1.43
6	4.51	3.22	2.78	-	-
8	6.00	4.28	3.69	-	-
10	7.48	5.34	4.60	-	-
12	8.97	6.40	5.52	-	-
14	10.45	7.46	6.43	-	-

Fuente: instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones

Te paso de lado y salida bilateral Longitud equivalente (m) $Le = [1.56\phi + 0.37](120/C)^{1.85}$					
Coeficientes					
ϕ "	100	120	130	140	150
1/2	1.61	1.15	0.99	0.86	0.76
3/4	2.16	1.54	1.33	1.16	1.02
1	2.70	1.93	1.66	1.45	1.28
1 1/4	3.25	2.32	2.00	1.74	1.54
1 1/2	3.80	2.71	2.34	2.04	1.79
2	4.89	3.49	3.01	2.62	2.31
2 1/2	5.98	4.27	3.68	3.21	2.83
3	7.08	5.05	4.35	3.80	3.34
4	9.26	6.61	5.70	4.97	4.37
6	13.63	9.73	8.39	-	-
8	18.00	12.85	11.08	-	-
10	22.38	15.97	13.77	-	-
12	26.75	19.09	16.46	-	-
14	31.12	22.21	19.15	-	-

Fuente: instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones



Te paso directo con reducción Longitud equivalente (m) $Le = [0.56\phi + 0.33](120/C)^{1.85}$					
Coeficientes					
Θ''	100	120	130	140	150
1/2	0.85	0.61	0.53	0.46	0.40
3/4	1.05	0.75	0.65	0.56	0.50
1	1.25	0.89	0.77	0.67	0.59
1 1/4	1.44	1.03	0.89	0.77	0.68
1 1/2	1.64	1.17	1.01	0.88	0.77
2	2.03	1.45	1.25	1.09	0.96
2 1/2	2.42	1.73	1.49	1.30	1.14
3	2.82	2.01	1.73	1.51	1.33
4	3.60	2.57	2.22	1.93	1.70
6	5.17	3.69	3.18	2.77	2.44
8	6.74	4.81	4.15	3.62	3.18
10	8.31	5.93	5.11	4.46	3.92
12	9.88	7.05	6.08	5.30	4.67
14	11.45	8.17	7.04	6.14	5.41

Fuente: instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones

Válvula de compuerta abierta Longitud equivalente (m) $Le = [0.17\phi + 0.03](120/C)^{1.85}$					
Coeficientes					
Θ''	100	120	130	140	150
1/2	0.16	0.12	0.10	0.09	0.08
3/4	0.22	0.16	0.14	0.12	0.10
1	0.28	0.20	0.17	0.15	0.13
1 1/4	0.34	0.24	0.21	0.18	0.16
1 1/2	0.40	0.29	0.25	0.21	0.19
2	0.52	0.37	0.32	0.28	0.24
2 1/2	0.64	0.46	0.39	0.34	0.30
3	0.76	0.54	0.47	0.41	0.36
4	0.99	0.71	0.61	0.53	0.47
6	1.47	1.05	0.91	-	-
8	1.95	1.39	1.20	-	-
10	2.42	1.73	1.49	-	-
12	2.90	2.07	1.78	-	-
14	3.38	2.41	2.08	-	-

Fuente: instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones



La siguiente tabla nos indica el valor de C y a que material corresponde.

Coefficiente de fricción	C
Hierro galvanizado y acerado	100
Hierro fundido	120
Asbesto cemento	130
Cobre y fibra de vidrio	140
PVC	150

Fuente: instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones

2.1.6 Unidades-Mueble

Se presentan las unidades mueble del Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

Tabla 2
Unidades mueble

Mueble	Unidades-mueble		
	total	Agua fría	Agua caliente
Artesa	2	1.5	1.5
Bebadero	2	1.5	1.5
Cocineta	1	1	
Fregadera	2	1.5	1.5
Grupo de baño (WC con fluxómetro)			
WC-R-L	3	3	1.5
WC-R	3	3	1.5
WC-L	3	1.5	1
L-R	2	1.5	1.5
Grupo de baño (WC con tanque)			
WC-R-L	2	1.5	1.5
WC-R	2	1.5	1.5
WC-L	2	1	1
Inodoro con fluxómetro	3	3	
Inodoro con tanque	1	1	
Lavabos	2	1	1



Mingitorio con fluxómetro	3	3	
Mingitorio con llave de resorte	2	2	
Regaderas	2	1.5	1.5
Vertederos	1	1	
Lavadora de loza	10		10
Lavadoras (por kg de ropa seca)			
Horizontales	3	2	2
Extractores	6	4	4

Fuente: Reglamento de Construcción del Distrito Federal

2.1.7 Velocidad en tubería

La velocidad mínima que se utiliza es 0.3 m/s en todas las tuberías para evitar en el caso de tuberías a presión el mal funcionamiento de los aparatos y en tubería sanitaria evitar la sedimentación, la velocidad máxima se presentara a continuación según el material.

Tabla 3
Velocidad máxima

Material	Velocidad (m/s)
Cobre	2.50
Concreto simple	3.00
Concreto reforzado	3.50
Concreto presforzado	3.50
Acero	5.00
Acero galvanizado	5.00
Asbesto cemento	5.00
Fierro fundido	5.00
Hierro dúctil	5.00
Polietileno de alta densidad	5.00
P.V.C (cloruro de polivinilo)	5.00

Fuente: Reglamento de Construcción del Distrito Federal



2.1.8 Carga mínima de trabajo

Se presenta las cargas mínimas de trabajo para que los aparatos funcionen adecuadamente en metros columna de agua y su diámetro mínimo.

Tabla 4

Cargas mínimas de trabajo

Mueble o Equipo	Carga de trabajo	
	Diámetro mm	m.c.a
Inodoro (fluxómetro)	32	10
Inodoro (tanque)	13	3
Lavabo	13	3
Lavadero	13	3
Mingitorio (Fluxómetro)	25	10
Mingitorio (llave de resorte)	13	5
Regadera	13	10
Salida para riego con manguera	19	17
Vertedero de aseo	13	3
Fregadero (por mezcladora)	13	3
Lavadora de loza	13	14

Fuente: Reglamento de Construcción del Distrito Federal

2.1.9 Potencia de bomba

La ecuación para calcular la capacidad de la bomba centrífuga es la siguiente.

$$P_{HP} = \frac{\gamma H_t Q}{76 \eta}$$

Dónde:

γ = Peso específico del agua en 1 kg/l.

H_t = Altura dinámica total en m.

Q = Caudal de diseño en l/s.

η = Eficiencia de la bomba.

76 = Coeficiente de conversión de unidades.



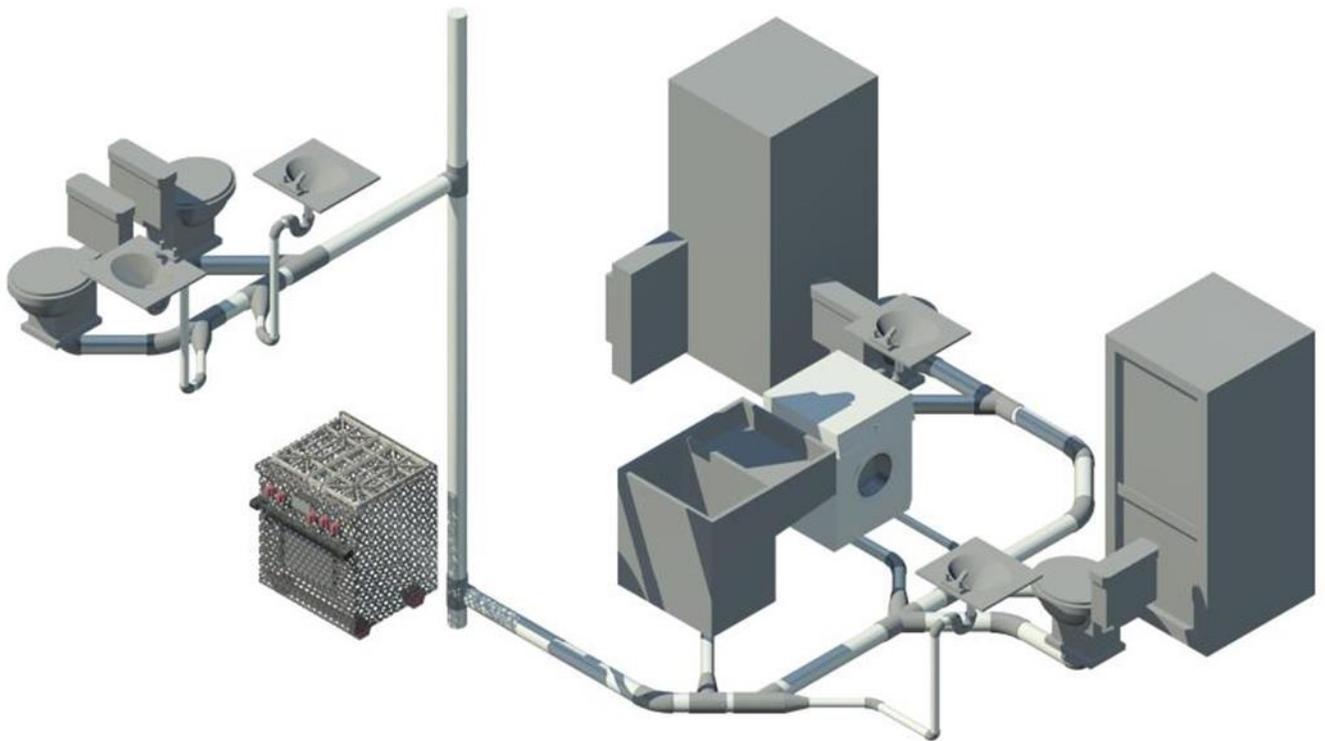
2.1.10 Equivalencia a tubería PP-R

Tabla 5

Correspondencia para material PP-R y medida tradicional

PP-R	Otras tuberías	
	Denominación en pulgadas	Denominación en milímetros
20 mm	1/2	13
25 mm	3/4	19
32 mm	1	25
40 mm	1 1/4	32
50 mm	1 1/2	38
63 mm	2	51
75 mm	2 1/2	64
90 mm	3	75
110 mm	4	100

Fuente: Manual de TUBOPLUS para tubería hidráulica.



2.2 Instalación sanitaria

Podemos definir que una instalación sanitaria es un conjunto de tuberías, accesorios (ya sean conexiones y/o válvulas), sifones, registros, y equipos sanitarios que tienen como objetivo desalojar las aguas negras, grises y pluviales de una forma segura al exterior de la edificación.



Las tuberías, conexiones y accesorios que se utilicen en los desagües e instalaciones de los muebles sanitarios deben ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que cumplan con las normatividad correspondiente. Por otra parte, las tuberías de desagüe deberán tener diámetro mínimo de 32 mm, y se colocaran con una pendiente mínima de 2% en el sentido del flujo de la descarga.

Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia fuera de los límites de su predio deben ser de 15 cm de diámetro como mínimo, con una pendiente de 2% en el sentido del flujo del agua.

2.2.1 Unidades de descarga

A continuación se presenta los diámetros y unidades de descarga que ocupan los aparatos sanitarios.

Tabla 6
Unidades de descarga

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1 ½ - 2	2 - 3
Bidé	1 ½	2
Ducha privada	3	2
Ducha publica	3	4
Fregaderos	1 ½	2
inodoro	3 - 4	1 - 3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2	2
Lavadora	2	2
Lavaplatos con triturador	2	2
Fuente de agua	1	1 - 2



potable		
lavamanos	1 ½ - 2½	1 - 2
orinal	1 ½	2
Orinal fluxómetro	3	10
Orinal de pared	2	5
Baño completo	4	3
Baño con fluxómetro	4	6

Fuente: libro instalaciones hidrosanitarios y de gas para edificaciones

2.2.2 Diámetro del colector

Se presenta la tabla para calcular el diámetro que se ocupa para diferentes unidades de descarga.

Tabla 7

Diámetro de colector

Φ in	Bajante		Más de 3 pisos	
	Hasta 3 pisos	Total de bajante	Total por piso	
3	30	60	16	
4	240	500	90	
6	960	1900	350	
8	2200	3600	600	
10	3800	5600	1000	
12	6000	8400	1500	

Fuente: libro instalaciones hidrosanitarios y de gas para edificaciones

2.2.3 Diámetro de ramales

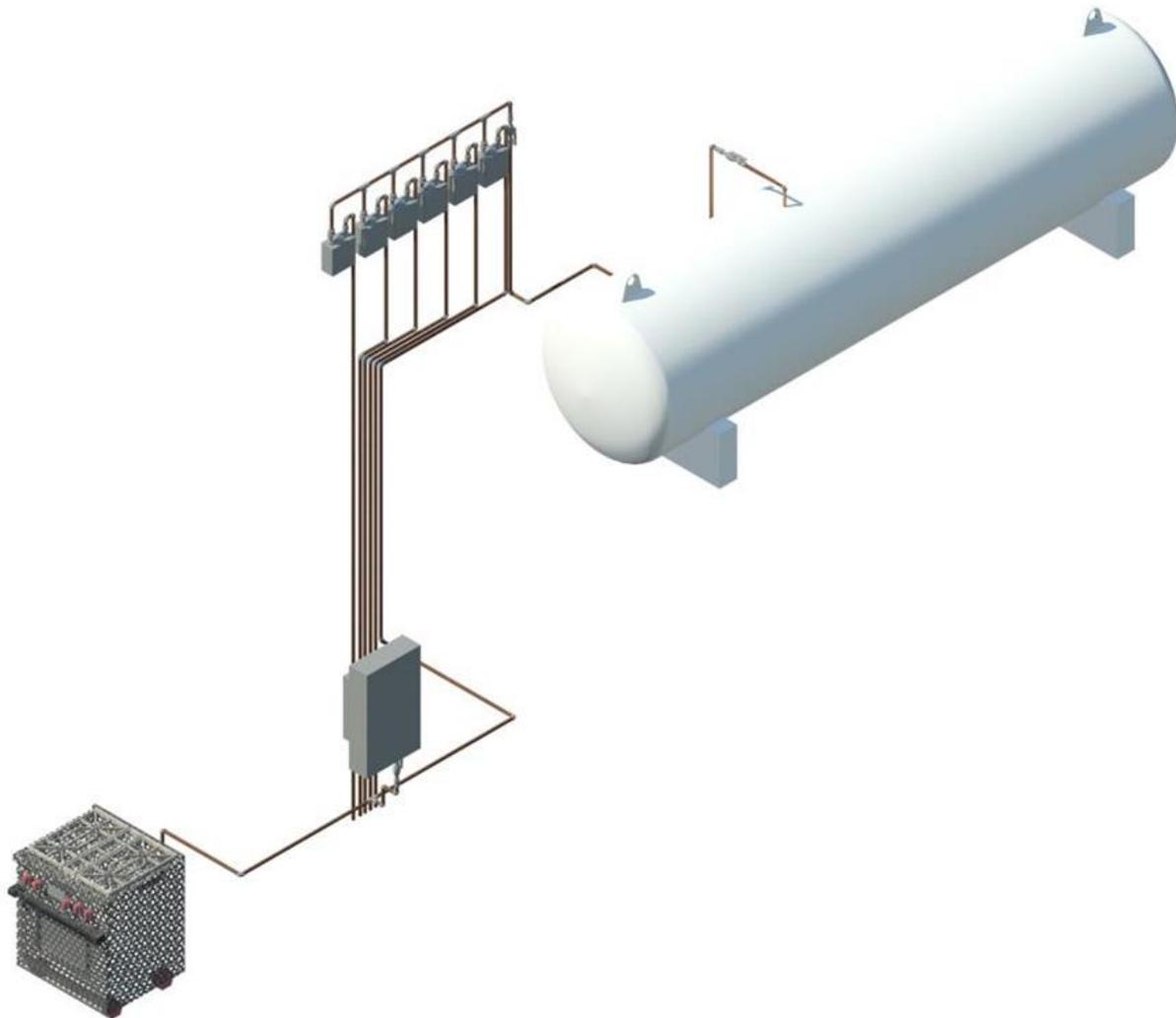
A continuación se presenta los diámetros de los diferentes ramales que descargara al colector.

Tabla 8

Diámetro de ramales horizontales

Φ in	UD	Q l/s
3	20	2.19
4	160	5.16
6	620	10.30
8	1400	23.40

Fuente: libro instalaciones hidrosanitarios y de gas para edificaciones



2.3 Instalación de gas

Las instalaciones de gas son todas las tuberías y accesorios que conducen gas LP o Natural a los aparatos que ocupan dicho material para su funcionamiento a continuación se presentaran las principales características del gas LP (gas licuado de petróleo).



Olor: el gas LP carece de color y de olor natural por lo que, para poder detectar por el olfato las eventuales fugas que pudieran ocasionarse, se les añade de su distribución un odorizante peculiar a base de mercaptanos. El olor es sentido cuando todavía se encuentra la mezcla muy por debajo del límite inferior de inflamabilidad.

Contaminación: La energía del gas LP es el combustible ecológico más respetuoso con la naturaleza pues su combustión no contamina la atmosfera. Al estar estos gases exentos de azufre, plomo y sus óxidos, la combustión es limpia, no produce olores ni residuos (hollín, ni humos).

Grado de llenado: El gas LP en fase líquida se dilata por la temperatura más que los recipientes que los contiene. Por tanto, estos no se han de llenar plenamente para así poder absorber el diferencial de dilatación pues de lo contrario se producirían excesos de presión no deseables. El grado de llenado máximo está establecido reglamentariamente en un 85%, considerando la masa en volumen a 20°C.

Los gases LP en estado gaseoso pesan el doble que el aire.

Corrosión: El gas LP no corroe, ni al cobre o sus aleaciones y no disuelven los cauchos sintéticos por lo que estos materiales pueden ser usados para construir las instalaciones. Por el contrario disuelven las grasas y al caucho natural.



Toxicidad: Los GLP no son tóxicos. Los trastornos fisiológicos se producen cuando la concentración del gas en el aire es elevada y como consecuencia existe un desplazamiento de oxígeno.

2.3.1 Consumo de gas

En la siguiente tabla se presenta los consumos de gas LP y Natural de diversos equipos.

Tabla 9
Consumo de gas LP o Natural

Consumo de gas LP o gas Natural en equipos domésticos			
Equipo	Kcal/hora	Gas LP m ³ /hora	Gas natural m ³ /hora
Estufa			
Comal	1 384	0.062	0.164
Cada quemador	1 384	0.062	0.164
Horno, asador o roscicería	3 805	0.17	0.45
Estufas domesticas			
4 quemadores + horno	9 341	0.42	1.104
4 quemadores + horno + comal	10 725	0.482	1.268
4 quemadores + horno + comal + roscicero	14 530	0.653	1.717
4 quemadores + horno + comal + asador	14 530	0.653	1.717
Calentador de agua tipo deposito (quemador chico)			
De 38 litros	6 800	0.306	0.804
De 57 litros	7 300	0.328	0.863
De 76 litros	7 300	0.328	0.863
De 114 litros	7 300	0.328	0.863
De 151 litros	8 900	0.4	1.052
De 227 litros	10 600	0.477	1.253
Calentador de agua de paso			



sencillo	20 687	0.93	2.445
doble	33 366	1.5	3.944
triple	46 712	2.1	5.522
Calentador de agua tipo deposito (quemador grande)			
De 57 litros	8 900	0.4	1.052
De 76 litros	10 600	0.477	1.253
De 114 litros	10 600	0.477	1.253
De 151 litros	11 200	0.504	1.324
Secadora de ropa	10 677	0.44	1.262
Estufas o parrillas			
2 quemadores	7 560	0.34	0.894
4 quemadores	15 120	0.68	1.787
4 quemadores + horno	26 460	1.19	3.128
6 quemadores + horno	33 264	1.495	3.932
Plancha freidoras			
2 quemadores	12 222	0.55	1.445
2 quemadores + horno	23 058	1.037	2.726
Planchas radiales			
Sin horno	13 608	0.612	1.609
Con horno	24 444	1.099	2.889
Horno de repostería o carnes			
Por sección	17 640	0.793	2.085
Fogón (por quemador)	17 640	0.793	2.085
Cafetería			
Modelo 6 tazas	2 520	0.113	0.298
Modelo 12 tazas	3 780	0.17	0.447
Modelo 20 tazas	5 040	0.227	0.596
Modelo 6-6 tazas	3 780	0.17	0.447
Modelo 12-12 tazas	6 300	0.283	0.745
Modelo 20-20 tazas	10 080	0.453	1.192
Freidor	16 900	0.76	1.998

Fuente: Normas de construcción para proyecto de ingeniería. Gases. UNAM.

A continuación se presentan algunas especificaciones y recomendaciones para la instalación de gas.



En el caso de instalaciones de aprovechamiento tipo doméstico, será suficiente con determinar la caída de presión en cada trayecto.

Las instalaciones de aprovechamiento deben diseñarse para que pueda operar bajo la máxima caída de presión permisible sin exceder la máxima presión de operación permisible.

Para instalaciones de aprovechamiento tipo doméstico, la máxima presión de operación permisible dentro de la casa habitación, no debe exceder de 50 kPa a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

- a) La tubería este dentro de un cubo ventilado u otro mecanismo que prevenga la acumulación de gas natural.
- b) La tubería suministre a cuartos de caldera, equipos mecánicos u otros que requieren operar a tales condiciones de presión.

No se permite la instalación de tuberías en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, lugares que atraviesen cisternas, segundos sótanos e inferiores, registros y conductos para servicios eléctricos o electrónicos, ni en el interior de juntas constructivas.

En las instalaciones de aprovechamiento tipo comercial y domestico se debe instalar una válvula de corte antes de cada equipo de consumo (fijo o móvil); en caso de que no se pueda colocar, se debe instalar una válvula que controle a todos los aparatos de la instalación. En todos los casos las válvulas de corte deben ser accesibles.



Cuando sea imprescindible instalar las tuberías dentro de muros, estas pueden quedar ahogadas o encamisadas. En dichos casos debe elaborarse un croquis de detalle o plano para identificar la ubicación de estas instalaciones.

No se considera oculto el tramo que se utilice para atravesar muros y losas, siempre que su entrada y salida sean visibles, el espacio anular debe ser sellado y se debe usar un pasa muros o funda.

Cuando en un muro la trayectoria de una tubería sea horizontal, la ranura en el muro se debe hacer, como máximo, a 10 centímetros al nivel de piso terminado.

Cuando se instalen reguladores con válvula de alivio instalados en recintos cerrados, la ventilación de estos deberá dirigirse al exterior.

Las tuberías enterradas deben estar a una profundidad mínima de 45 centímetros con respecto al nivel de piso terminado. En instalaciones residenciales este valor podrá ser de 30 cm siempre y cuando para la instalación residencial la tubería no cruce calles, andadores o caminos de paso vehicular.

En los sitios donde sean previsibles esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se debe dar flexibilidad a la tubería mediante rizos, curvas u omegas.

Las tuberías que operen a presiones mayores a 689 kPa deben localizarse de tal forma que se reduzca al mínimo los riesgos de siniestros, estos es protegiéndolas adecuadamente contra daños, fugas, etc.



No se permite ningún tipo de accesorio o unión roscada enterrado ni brida roscada o soldadas enterradas, a menos que estos queden alojados en registros o se instalen en forma superficial.

Cuando las tuberías crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas, estas deben protegerse de manera que se impida su uso como apoyo el transitar y queden a salvo de daño.

Las tuberías que tengan uniones y que atraviesen cuartos sin ventilación directa al exterior, sótanos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, entresuelos, por debajo de cimientos y de pisos de madera o losas, deberán estar encaminadas. El encamisado debe ser ventilado directamente a exterior por ambos extremos.

Cuando las tuberías de gas compartan un mismo ducto que aloje tuberías de otros servicios, el ducto debe quedar ventilado permanentemente al exterior.

Las tuberías de gas deben quedar separadas de otros servicios conducidos mediante tuberías, racks o cables por una distancia mínima de 2 cm, con conductores eléctricos y aislamiento con una distancia mínima de 3 cm y con tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura con una distancia mínima de 5 cm. Las tuberías de gas no deben cruzar atmosferas corrosivas sin protección adicionales.

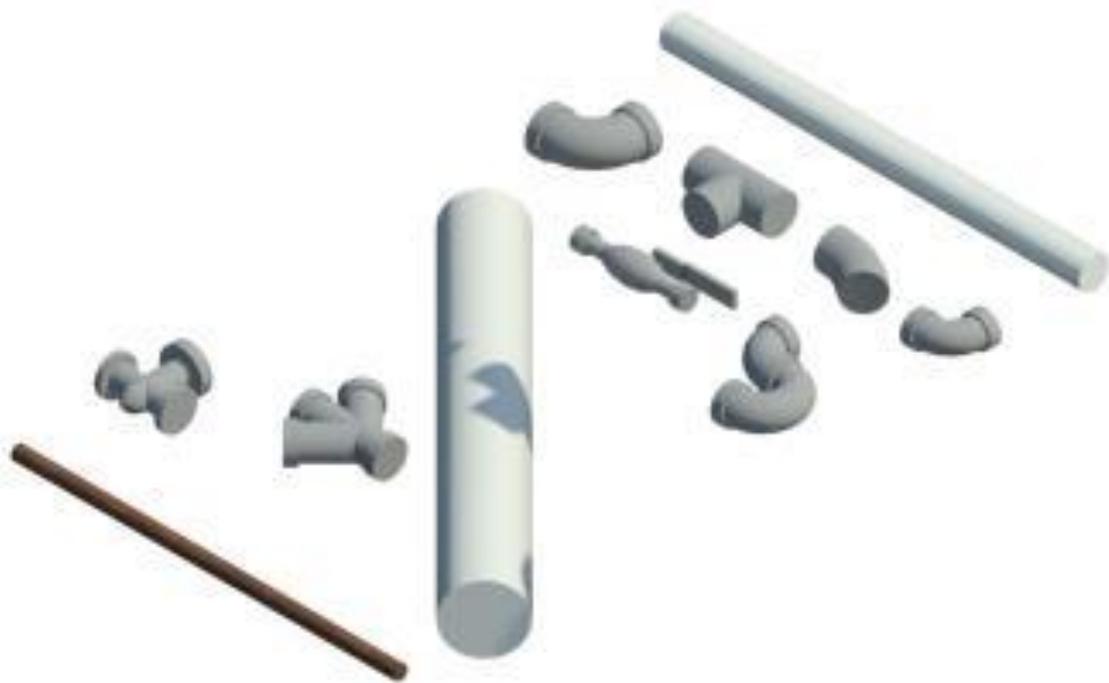
Cuando los equipos de consumo no se hayan instalado, se debe bloquear la tubería destinada a conectar dichos equipos. Las tuberías se deben cloquear con tapones del tipo soldable o mecánico. En el caso de equipos con fuga, estos no deberán ser conectados a la instalación de aprovechamiento hasta que no hayan sido reparados.



Cuando las tuberías se localicen sobre losas, se permite la instalación en forme, o bien ahogadas en la parte superior de la losa sin estar en contacto directo con el acero de refuerzo, siempre que no sea planta baja de edificios de departamentos. En casas particulares, cuando los equipos de consumo se encuentren alejados de los muros, se permite la instalación de tuberías en losas si el piso de la planta baja es firme sin celdas, cajas de cimentación o sótanos; se debe elaborar un plano detallado para identificar la ubicación de la instalación de las tuberías.

En el caso de instalaciones de tipo doméstico (incluyendo edificios), comercial e industrial, las tuberías pueden ser enterradas en patios y jardines.

La tubería visible se debe pintar en su totalidad en color amarillo.

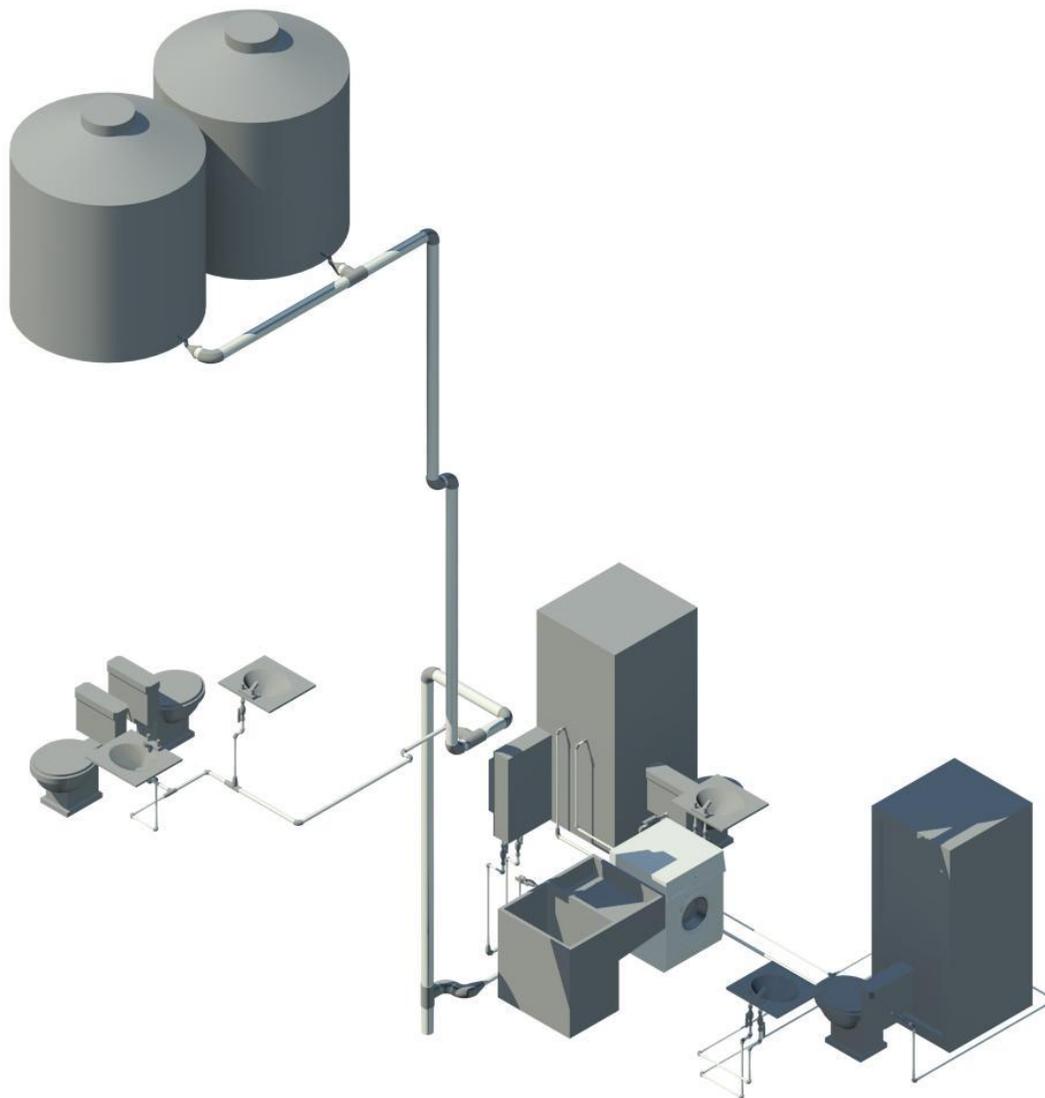


Capitulo 3

Materiales y especificaciones

3.1 Tubería Hidráulica con material PP-R

El material Polipropileno Copolímero Random (PP-R) es un material que por sus características que se mencionaran se seleccionó para utilizar en el proyecto realizado.





3.1.1 Introducción al sistema

3.1.1.1. Origen

En la búsqueda de un sistema para la conducción de agua capaz de soportar altas temperaturas, altas presiones, y superar los problemas de unión de las tuberías convencionales, investigadores alemanes desarrollaron hace más de 30 años un material que revoluciono por completo la tecnología en tubería hidráulica hasta el día de hoy: polipropileno copolimero random (PR-R).

Este notable avance científico hizo posible la producción de tubos y conexiones con gran resistencia a los impactos, diseñados especialmente para transportar agua caliente o fría en forma eficiente. Gracias a su unión por termo fusión, este sistema hidráulico soporta altas presiones y no corre el riesgo de fugas en las uniones.

Estas cualidades, sumadas a otras ventajas del material, como su gran durabilidad y la ausencia de corrosión, determinaron su rápido desarrollo en muchos países europeos, superando perfectamente los requerimientos para diversas condiciones de uso, tanto en viviendas como en industrias y otras aplicaciones.

En México, grupo rotoplas fabrica tubería con material PP-R, que día a día incorpora mejoras a la tecnología de sus homólogos europeos, como los prácticos con protección antibacteriana y filtro UV para exteriores, ofreciendo un sistema que responde a los más altos estándares de calidad y posicionándose como líder en el mercado nacional.



3.1.1.2. Polipropileno Copolimero Random PP-R: Un material de vanguardia.

La materia prima para este tipo de tubería es el polímero polipropileno copolimero random (PP-R), un material de vanguardia desarrollado en Alemania para la conducción de agua a altas presiones y temperaturas extremas (fría o caliente).

Por su calidad, el PP-R ofrece gran durabilidad y flexibilidad, manteniendo las propiedades de la tubería por más de 100 años y haciendo posible la temperatura perfecta entre tubos y conexiones, con garantía de cero fugas.

El PP-R supera ampliamente las condiciones de operación para cualquier tipo de vivienda y gran parte de las instalaciones industriales, en presencia de temperaturas y presiones elevadas.

Tabla 10
Presiones permisibles de trabajo

Temperatura °C	Presión máxima admisible (kg/cm ²)	Servicio continuo (años)
20	24.3	1
	22.7	5
	22.1	10
	21.5	25
	20.8	50
	20.2	100
	20.6	1
30	19.4	5
	18.7	10
	18	25
	17.6	50
	17.2	100



	17.4	1
	16.3	5
40	15.9	10
	15.3	25
	14.8	50
	14.4	100
	14.8	1
	13.8	5
50	13.4	10
	12.8	25
	12.4	50
	12	100
	12.4	1
	11.6	5
60	11.2	10
	10.7	25
	10.3	50
		100
	10.5	1
	9.7	5
70	9.5	10
	8.2	25
	6.8	50
		100
	8.8	1
80	7.7	5
	6.4	10
	5.2	25
	6.2	1
95	4.1	5
	3.5	10

3.1.1.3. ¿Qué es termo fusión?

El avanzado sistema de termo fusión garantiza cero fugas, ya que fusiona molecularmente el tubo y la conexión, formando una sola pieza indisoluble sin necesidad de aporte de material, roscas o pegamento especial. El proceso de termo fusión es rápido, limpio y seguro, permitiendo ahorros importantes en tiempo y costo de



instalación. Usando una herramienta eléctrica llamada termofusor, el tubo y la conexión se calientan con dados teflonados a 260 °C y posteriormente se unen en pocos segundos.

3.1.2 Calidad y especificaciones de producto

3.1.2.1. Norma y calidad

Los productos PP-R son probados y producidos en la planta rotoplas en León Guanajuato. La tubería PP-R cumple con la norma mexicana NMX-E-226/2 CNCP.

Para asegurar la calidad y consistencia en nuestros productos PP-R lleva a cabo estrictas pruebas de calidad únicas en México.

1. Prueba toda la materia prima.
2. Elabora revisiones durante todos los procesos de manufactura.
3. Revisión de todo el producto terminado.

La tubería PP-R cumple y sobrepasa todas las regulaciones y estándares de calidad para la tubería hidráulica en México.

Nuestros sistemas de calidad están soportados por ser la marca de tubería hidráulica de PP-R con más éxito y con más de 19 años en el mercado mexicano.

3.1.2.2. Procesos de calidad en la materia prima.

La materia prima que se utiliza es resina de PP-R y el material utilizado en las conexiones de transición, son rigurosamente probadas. La resina de PP-R utilizada



para elaborar tubería es virgen para garantizar la máxima calidad de nuestros productos.

Antes de la producción se toma muestra de la resina y piezas metálicas para ser probadas en el laboratorio para garantizar su integridad estructural, exactamente dimensional y superficie de acabado. Esto es para asegurar que todo el material a utilizar satisface nuestros propios estándares de alta calidad antes de iniciar la producción.

3.1.3 Calculo de pérdidas de carga

La pérdida de caga localizada en conexiones (PCC) se puede calcular aplicando la fórmula:

$$PCC = \sum r * V^2 * \frac{\gamma}{2g}$$

Dónde:

Σr : es el numero adimensional que expresa la suma de todos los coeficientes de resistencia, siendo r el coeficiente de resistencia de cada conexión.

V= velocidad en m/s

γ = peso específico en kg/m³ y variación con la temperatura:

a 10°C $\gamma = 999.73 \text{ kg/m}^3$

a 20°C $\gamma = 998.23 \text{ kg/m}^3$



a 60°C $g = 983.20 \text{ kg/m}^3$

a 80°C $g = 971.80 \text{ kg/m}^3$

$g =$ aceleración de la gravedad = 9.81 m/s^2

Tabla 11
Coeficiente de resistencia de cada conexión.

No.	Tipo de conexión (Resistencia simple)	Símbolo grafico	Coeficiente Resistencia (R)
1	Cople		0.25
2	Reducción de diámetros inmediatos		0.55
2a	Reducción de diámetros inmediatos		0.85
3	Codo a 90°		2.00
4	Codo 45°		0.60
5	Tee normal		1.80
5a	Tee reducida		3.60
6	Tee normal		1.30
6a	Tee reducida		3.60
7	Tee normal		4.20
7a	Tee reducida		9.00
8	Tee normal		2.20
8a	Tee reducida		5.00
9	Tee con rosca central metálica		0.80
10	Conectar macho o conectar hembra		0.40
11	Codo con rosca metálica		2.20

Fuente: Manual de tuboplus.

La fórmula anterior expresara un valor en kg/m² que se podrá convertir luego en mca (metros de columna de agua) a través de las siguientes conversiones:

$$1 \text{ Kg}/\text{m}^2 = (1/10\,000) \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

$$1 \text{ Kg}/\text{cm}^2 = 10 \text{ mca}$$

La pérdida de carga lineal en la tubería (PCL) se obtiene directamente de la tabla “perdida de carga por fricción para tuberías tuboplus a 20°C” (Rotoplas, 2017), conociendo la temperatura de operación, el caudal y el diámetro de la tubería.

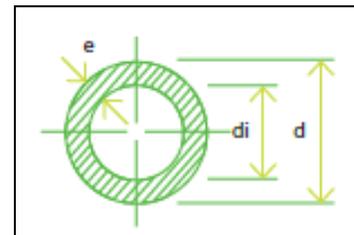
3.1.4 Catálogo de tubos, conexiones y válvulas Hidráulicas.

A continuación se presentan las tuberías, accesorios y válvulas que se ocuparan en el proyecto con sus diferentes especificaciones de cada accesorio, para tuería hidráulica.

3.1.4.1. Tubos

Tabla 12
Diámetros de tubos

d (mm)	di (mm)	e (mm)	Área (cm ²)	Peso (kg/m)
20	14.40	2.80	1.63	0.147
25	18.00	3.50	2.54	0.228
32	23.20	4.40	4.23	0.366
40	29.00	5.50	6.60	0.568
50	36.20	6.90	10.29	0.885
63	45.80	8.60	10.29	0.885
75	54.40	10.30	23.24	1.98
90	65.40	12.30	33.59	2.850
110	79.80	15.1	50.01	4.270

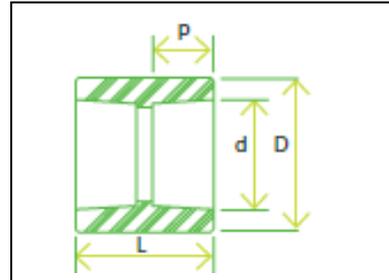


3.1.4.1. Conexiones

Coplee

Tabla 13
Diámetro de coplee

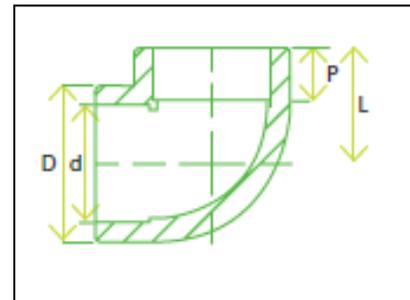
d (mm)	D (mm)	p (mm)	L (mm)	Peso (kg)
20	29	16	35	12
25	35	18	39	15
32	43	20	42	24
40	53	22	49	78
50	65	26	54	78
63	82	30	66	141
75	100	30	66	236
90	120	33	72	380
110	145	41	88	553



Codos 90°

Tabla 14
Diámetros de cod de 90°

d (mm)	D (mm)	p (mm)	L (mm)	Peso (kg)
20	29	15	27	19
25	35	18	31	25
32	43	19	35	41
40	52	21	42	75
50	64	24	50	134
63	82	28	61	255
75	100	29	70	455
90	120	33	80	745
110	145	41	95	1181



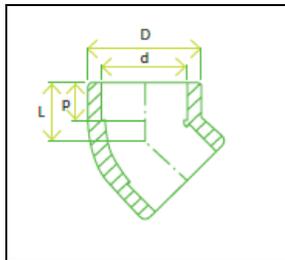
Codo 45°

Tabla 15
Diámetro de codo de 45°

d (mm)	D (mm)	p (mm)	L (mm)	Peso (kg)
20	29	15	20	14
25	35	18	23	19



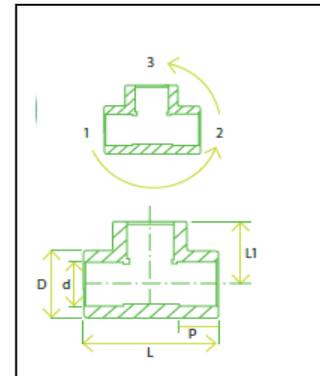
32	42	20	27	31
40	52	22	31	54
50	64	24	36	96
63	82	28	44	178
75	100	29	48	245
90	120	33	53	565
110	145	41	51	896



Tee

Tabla 16
Diámetro de Tee

D (mm)	D (mm)	P (mm)	L (mm)	L1 (mm)	Peso
20	29	16	54	27	23
25	35	18	63	32	32
32	43	20	75	39	55
40	53	22	85	43	96
50	65	26	102	51	172
63	82	30	122	60	318
75	100	30	140	70	568
90	122	33	158	75	920
110	145	41	195	98	1287

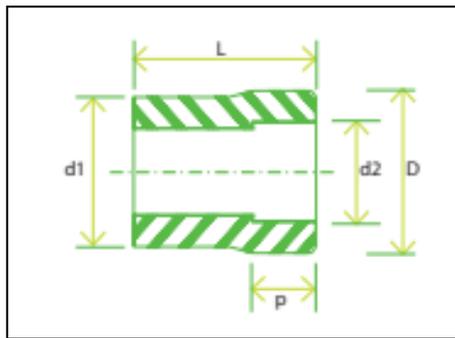


Reducción

Tabla 17
Diámetro de Reducción

d1 (mm)	d2 (mm)	D (mm)	p (mm)	L (mm)	Peso (kg)
25	20	29	16	39	11
32	20	29	18	44	21
32	25	35	18	46	18
40	25	35	18	48	26

40	32	43	20	48	27
50	32	43	20	56	41
50	40	52	22	56	50
63	40	52	22	64	75
63	50	64	25	64	86
75	50	64	22	68	119
75	63	82	29	74	173
90	63	82	29	78	186
90	75	100	29	82	264



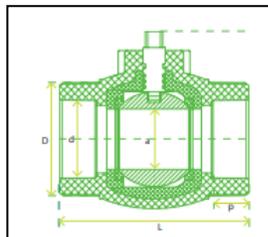
3.1.4.2. Válvulas

Válvula de esfera o bola

Tabla 18

Diámetro de válvula de esfera o bola

d (mm)	D (mm)	p (mm)	a (mm)	L (mm)	L1 (mm)	Peso (kg)
20	29	18	15	77	45	0.11
25	36	18	18	79	49	0.16
32	44	20	23	88	57	0.25
40	55	21	32	103	65	0.41
50	69	23	38	115	80	0.79
63	87	27	42	132	82	1.19
75	95	32	47	165	97	1.78
90	113	35	56	185	113	2.71
110	138	41	68	220	123	4.37



Descripción

- Para uso de cierre y aperturas en líneas de trabajo.
- Bola de acero con acabado niquelado.
- Asiento de teflón en la bola.
- Cuerpo sobreinyectado de Polipropileno Copolímero Random.

Características

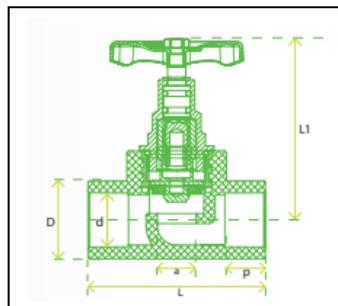
- Unión por termofusión.
- Temperatura máxima de trabajo, 95°C a presión de trabajo máximo de 4.0 kg/cm².
- Presión máxima de trabajo, 20 kg/cm² a temperatura de 20°C.
- Baja pérdida de carga.

Válvulas de globo

Tabla 19

Diámetro de válvula de globo

d (mm)	D (mm)	p (mm)	a (mm)	L (mm)	L1 (mm)	Peso (kg)
20	28	16	13	67	74	0.15
25	34	17	17	78	81	0.24
32	43	20	17	80	84	0.26
40	52	22	21	95	95	0.41
50	66	25	26	111	114	0.62
63	82	26	31	121	121	0.86





Descripción

- Para uso de cierre y aperturas en línea de trabajo.
- Regulación de flujo de salida.
- Árbol de latón.
- Empaque de neopreno.
- Cuerpo sobreinyectado de Polipropileno Copolímero Random.

Características

- Unión por termo fusión.
- Temperatura máxima de trabajo, 95 °C a presión de trabajo máxima de 4.0 kg/cm².
- Alta pérdida de carga
- Para uso en agua fría y caliente.
- Instalación unidireccional.

3.2 Bomba centrífuga

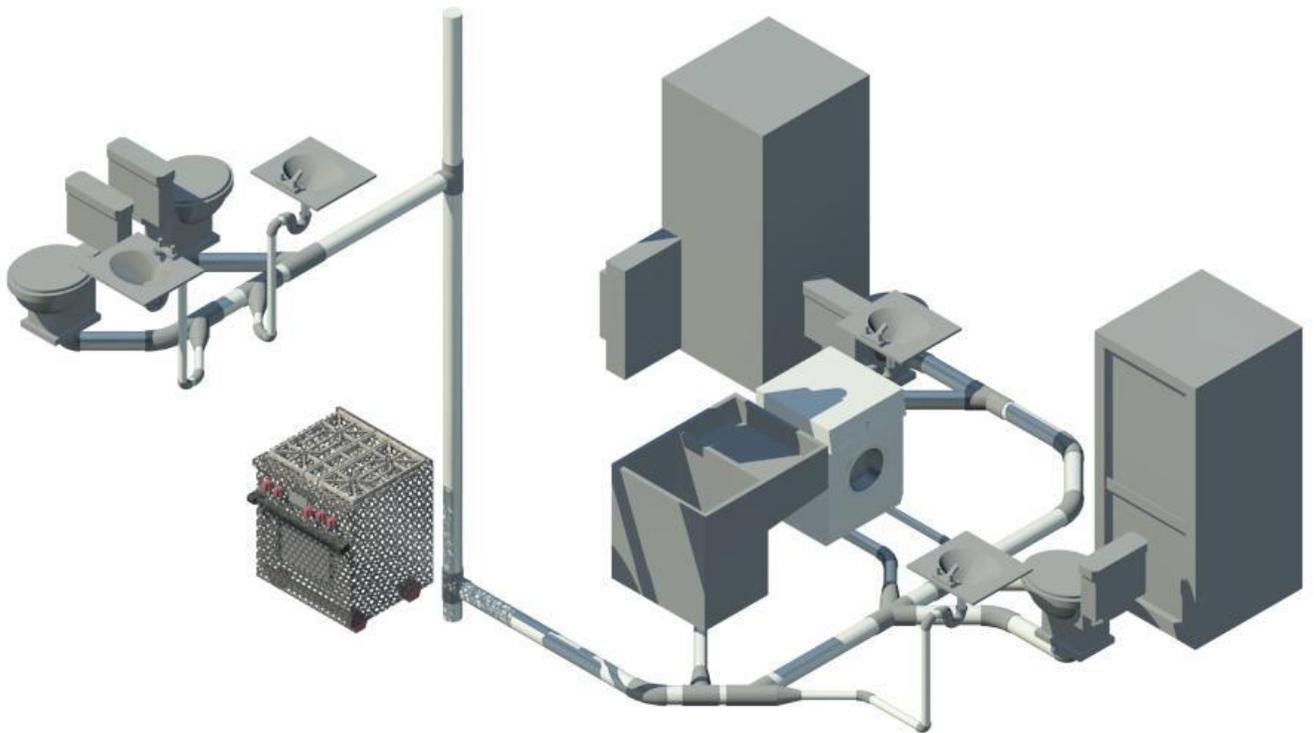
Tabla 20
Bomba centrífuga

Potencia	clave	código
¼" HP	BOAC-1/4	10071
½" HP	BOAC-1/2	10072
¾" HP	BOAC-3/4	10073
1" HP	BOAC-1	10074
1 ½" HP	BOAC-1 ½	10075
2 " HP	BOAC-2	10066

Fuente: <https://www.truper.com>

3.3 Tubería Sanitaria con material PP-R

Se decidió utilizar tubería PP-R sanitaria por su capacidad de resistir los agentes químicos que podría traer las aguas residuales ya que estos varían de acuerdo de donde provengan, un ejemplo es el cuarto de lavado que el agua es jabonosa en comparación con el cuarto de cocina que en su mayoría contiene grasas y aceites.



3.3.1 Catálogo de tubos, conexiones sanitarias.

A continuación se presentan la tubería y accesorios que se ocuparan en el proyecto con sus diferentes especificaciones de cada accesorio, para tubería sanitaria.

3.3.1.1. Tubo

Tabla 21

Tubería Sanitaria con material PP-R

diámetro	Descripción	Peso (kg)
40	Tubo 40 mm	1.1
50	Tubo 50 mm	1.4
75	Tubo 75 mm	2.2
110	Tubo 100 mm	4.3
160	Tubo 160 mm	9.0

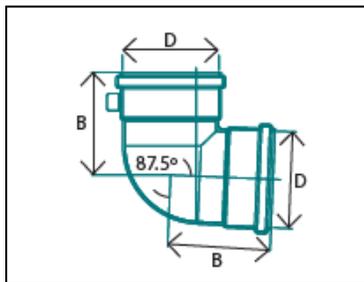
3.3.1.2. Conexiones

Codo 87° H-H

Tabla 22

Diámetro de codo 87° H-H

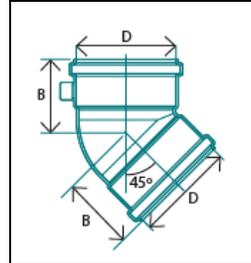
Diámetro (mm)	descripción	B (mm)	Peso (g)
40	Codo H-H 87x40mm	63	27
50	Codo H-H 87x50mm	71	38
75	Codo H-H 87x75mm	91	75
110	Codo H-H 87x110 mm	118	196
160	Codo H-H 87x160 mm	158	547



Codo 45° H-H

Tabla 23
Diámetro de Codo 45° H-H

Diámetro (mm)	Descripción	B (mm)	B (mm)
40	Codo H-H 45x40 mm	52	25
50	Codo H-H 45x50mm	56	33
75	Codo H-H 45x75 mm	67	60
110	Codo H-H 45x110 mm	82	150
160	Codo H-H 45x160 mm	108	415

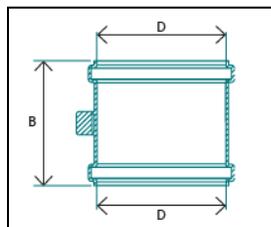


Coplee

Tabla 24
Coplee

Diámetro (mm)	descripción	B(mm)	B(mm)
40	Coplee 40 mm	80	21
50	Coplee 50 mm	84	26
75	Coplee 75 mm	94	44
110	Coplee 110 mm	107	100
160	Coplee 160 mm	129	262

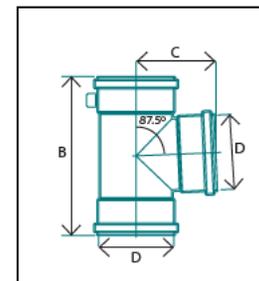
Fuente: Manual de TUBOPLUS para tubería sanitaria



Tees H-H-H

Tabla 25
Tee H-H-H

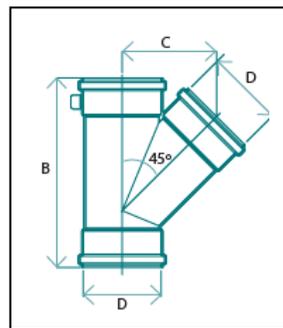
Diámetro (mm)	descripción	B (mm)	C (mm)	Peso (g)
40	Tee H-H-H 40 mm	128	64	40
50	Tee H-H-H 50 mm	144	72	54
75	Tee H-H-H 75 mm	182	91	101
110	Tee H-H-H 110 mm	236	118	259
160	Tee H-H-H 160 mm	317	159	720



Yee H-H-H

Tabla 26
Yee H-H-H

Diámetro (mm)	Descripción	B (mm)	C (mm)	Peso (g)
40	Yee H-H-H 40 mm	141	64	46
50	Yee H-H-H 50 mm	160	74	64
75	Yee H-H-H 75 mm	206	99	124
110	Yee H-H-H 110 mm	271	134	329
160	Yee H-H-H 160 mm	366	185	924





3.4 Tubería de gas

La tubería que se utilizara será cobre rígido tipo L para la instalación de gas, a continuación se presentan los diámetros y especificaciones de dicha tubería.

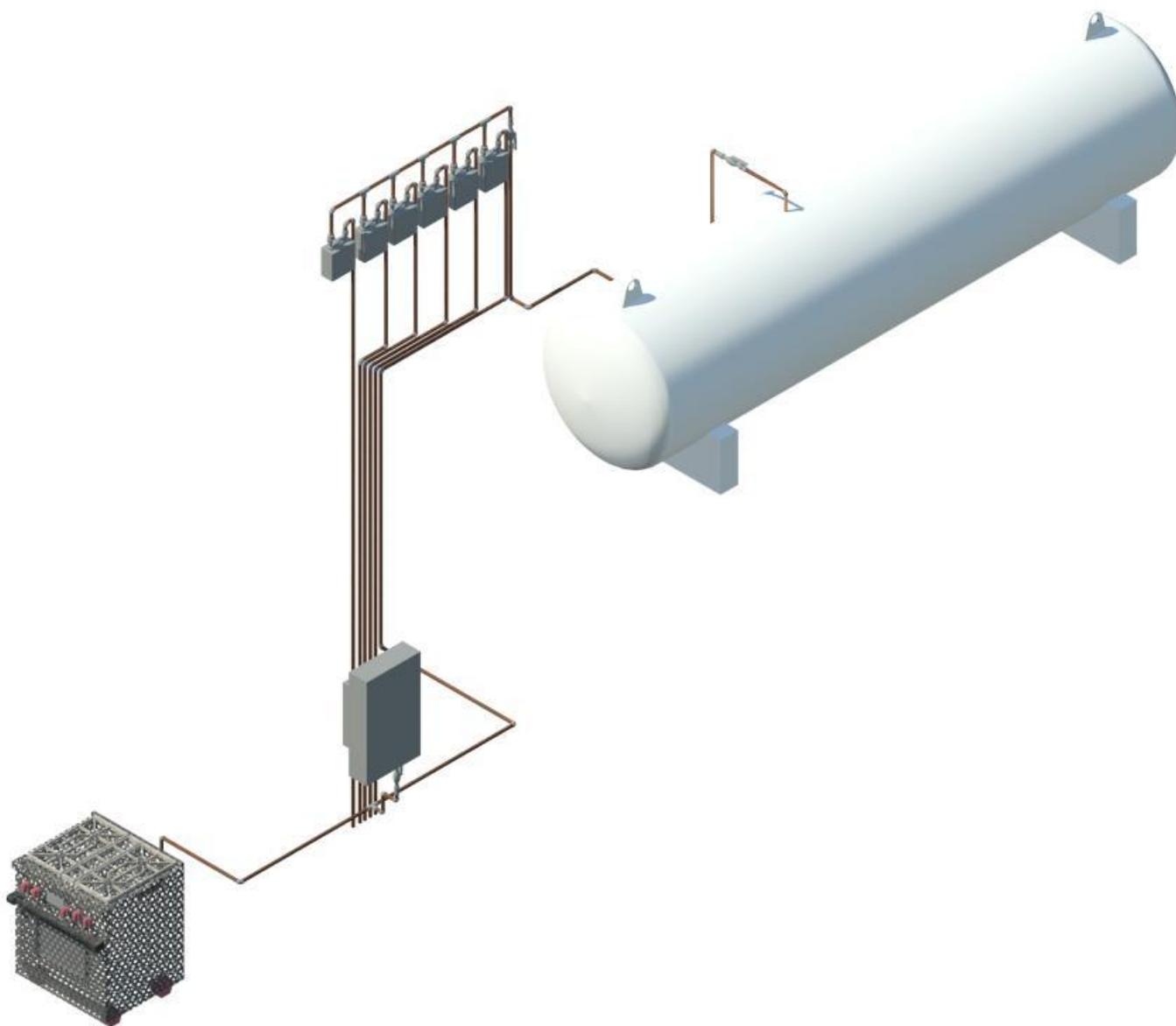




Tabla 27
Tubería nacobre

Medida nominal mm	Diámetro exterior mm	Diámetro interior mm	Espesor de pared mm	Peso mm	Peso por tramo kg	Presión máxima kg/cm ²	Presión constante Kg/cm ²	Flujo L.P.M
6.35	9.525	8.001	0.762	0.187	1.146	506.16	101.23	
9.50	12.700	10.922	0.889	0.295	1.800	442.89	88.57	7.089
12.7	15.875	13.843	1.016	0.424	2.590	404.92	80.98	13.493
19	22.225	19.939	1.270	0.976	5.954	281.20	56.24	36.336
25	28.575	26.035	1.270	0.976	5.954	281.20	56.24	74.94
32	34.925	32.131	1.397	1.317	8.036	253.08	40.61	132.660
38	41.275	38.227	1.524	1.698	10.363	233.60	46.67	212.560
51	53.975	50.419	1.778	2.608	15.909	208.43	41.68	450.790
64	66.675	62.611	2.032	3.695	22.545	192.76	38.52	811.120
76	79.375	74.803	2.286	4.962	30.257	182.21	36.41	1314.90
102	104.775	99.187	2.794	8.017	48.909	168.72	33.74	2829.77

Fuente: nacobre.com.mx

3.5 Calentador de paso

A continuación se presentan las diferentes capacidades de calentadores de paso de la marca calorex.

Tabla 28
Calentador de paso

Modelo	Recomendación por No de regaderas simultaneas*	Capacidad (L/min)**	Capacidad (L/min)***	Altura total (cm)	Ancho x profundo (cm)	Peso (kg)
COXDP-06	1	6	5	63	30x30	22
COXDP-09	1.5	9	7.5	73	36X36	31
COXDP-11	2	11	9	85	36X36	45
COXDP-15	3	15	15	88	68X36	70
COXDP-20	4	20	18	110	68X36	85

Fuente: calorex.com.mx

*Un servicio a una regadera de 5 L/min y medio servicio a1 lavabo de 3 L/min.

**Al nivel del mar.

***A 2200 m sobre el nivel del mar.



3.6 Calentador de tanque

A continuación se presentan las diferentes capacidades de calentadores de tanque.

Tabla 29
Calentador de tanque

Modelo	Recomendación por No. De regaderas simultaneas *	Capacidad (L)	Altura total (cm)	Diámetro (cm)	Peso (Kg)
G-10	1	38	86	37	19.9
G-15	1.5	62	117	37	26.7
G-20	2	72	130	37	29.7
G-40	4	132	168	43	54.1
G-60	6	200	164	54	72.5
75-76 CX	8	273	171	82	143
100-83 CX	10	335	183	87	171

Fuente: calorex.com.mx

* un servicio equivalente a una regadera de 5 L/min y medio servicio a 1 lavabo de 3 L/min

3.7 Tanque estacionario

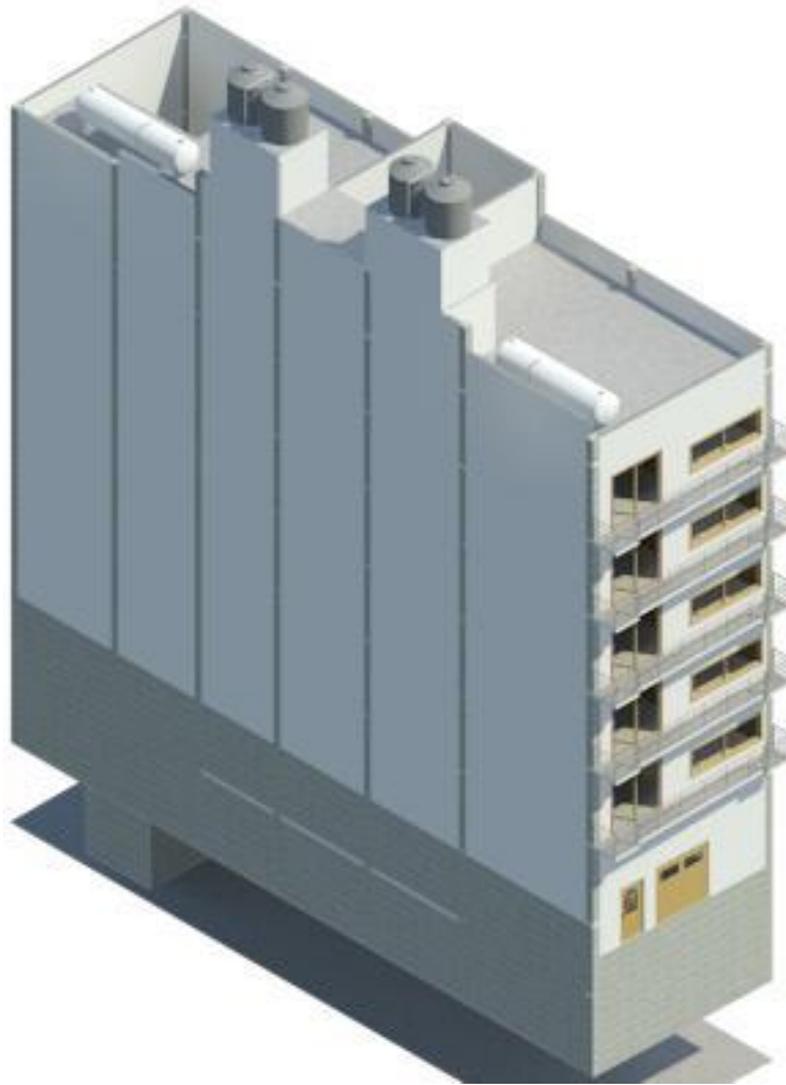
A continuación se presenta las diferentes capacidades de los tanques estacionarios con sus especificaciones de cada tanque.

Tabla 30
Capacidad de tanque estacionario

Modelo	Capacidad real	Tara	Diámetro (A)	Ancho entre patas (B)	Distancia entre patas (C)	Longitud (D)	Altura (E)	Ancho de patas (E)
Litros	Litros	Kg	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros
120	118.2	53	0.48	0.28	0.46	0.780	0.69	0.05
180	178.6	63	0.48	0.28	0.64	1.050	0.69	0.05
300	295	86	0.61	0.36	0.56	1.118	0.90	0.05
500	490	131	0.61	0.36	1.11	1.797	0.90	0.05
1000	961	210	0.80	0.40	1.16	2.220	1.27	0.05
1600	1677	362	1.03	0.48	1.25	2.362	1.26	0.15
2200	2189	468	1.03	0.48	1.61	3.001	1.26	0.15
2800	2766	520	1.03	0.48	2.17	3.540	1.26	0.15
3400	3332	682	1.03	0.48	2.87	4.301	1.26	0.15
5000	4930	1081	1.18	0.51	3.53	4.775	1.39	0.15

Fuente:

<http://tatsa.mx>



Capítulo 4

Caso práctico

4.1 Localización

A manera de ilustrar los conceptos expuestos en los capítulos anteriores se presenta como caso práctico, el Edificio ubicado en la avenida Dr. José María Vertiz en el número 836, en la colonia Narvarte, de la delegación Benito Juárez, al Sur colinda con la calle Luz Saviñón, al Este con la calle Monte Albán.

Figura 1. Localización del edificio



Figura 2. Localización con google maps

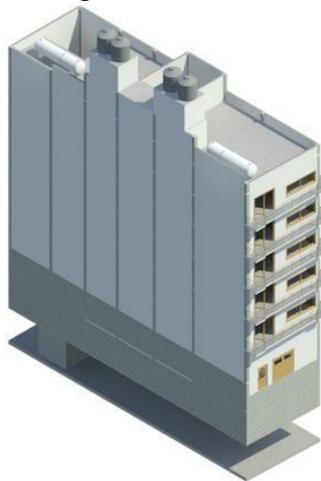


4.1.1 Descripción de la edificación

El edificio tiene una superficie de 195 m², es de tipo habitacional, cuenta con 6 pisos, un ascensor, dos sótanos para estacionamiento de los usuarios, a continuación se describirá los diferentes pisos de la edificación.

- Sótano uno y dos, Los dos sótanos están destinados para que se utilicen como estacionamiento.
- Planta baja, cuenta con 12 bodegas, un elevador para vehículos, vestíbulo interior, un departamento que tiene dos habitaciones, dos baños completos, estancia-comedor y una cocina.
- Planta primer piso a planta quinto piso, cuenta con un elevador, dos departamentos, cada departamento cuenta con dos habitaciones, dos baños completos, una estancia-comedor y una cocina.
- Planta azotea, cuenta con un elevador y cuatro medios baños.
- Planta cubierta, cuenta con cuatro tinacos.

Figura 3. Edificio





4.2 Diseño de cisterna y tanque elevado

La cisterna se diseñara para que contenga el 70% de la dotación, se diseñara con las especificaciones del Reglamento de Construcción del Distrito Federal y las normas técnicas complementarias para los espesores de muros y losas, el tanque alto (tinaco) se diseñara para que ocupe el 30% de la dotación.

4.2.1 Calculo de número de habitantes

Para calcular la dotación total que se ocupara en el edificio primero se tienen que calcular los habitantes que ocuparan los departamentos y esto se realizara tomando dos habitantes por cada recamara.

- Planta baja.

$$\text{Habitantes} = (\text{N}^\circ \text{ de recamaras}) * 2$$

$$\text{Habitantes} = (2) * (2) = 4 \text{ Habitantes}$$

- Planta primer piso a planta quinto piso

$$\text{Habitantes} = [(\text{N}^\circ \text{ de piso})(\text{N}^\circ \text{ de recamaras})] * 2$$

$$\text{Habitantes} = [(5)(4)] * 2 = 40 \text{ habitantes}$$

- Total de habitantes

$$\text{Habitantes} = 4 + 40 = 44 \text{ habitantes}$$

4.2.2 Dotación

La dotación que se ocupó para superficies mayores a 90 m² fue 200 l/Hab/día según el RCDF, para calcular la dotación total de la edificación utilizaremos los 200 l/Hab/día y se multiplicara por los habitantes que se calcularon previamente.

$$\text{Dotación} = (44 \text{ habitantes}) * (200 \text{ l/hab/dia}) = 8,800 \text{ l/hab/dia.}$$



El RCDF especifica que se tiene que tener como reserva 3 días de dotación por si el líquido llega a faltar.

$$\text{Dotación total} = (8,800 \text{ l/hab/día}) * (3) = 26\,400 \text{ l/hab/día}$$

4.2.3 Volumen de cisterna

La dotación que le corresponde a la cisterna es el 70% de la dotación total.

$$\text{Dotación de cisterna} = (26\,400 \text{ l/hab/día}) * (70\%) = 18\,480 \text{ l/hab/día}$$

Para calcular el volumen de la cisterna pasaremos los litros a metros cúbicos y con el volumen calculado se darán las dimensiones de la cisterna.

$$\text{Volumen de cisterna: } 18\,480 \text{ L} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) = 18.48 \text{ m}^3$$

La configuración de las dimensiones estará sujeta a la disposición de espacio con la que cuente la edificación.

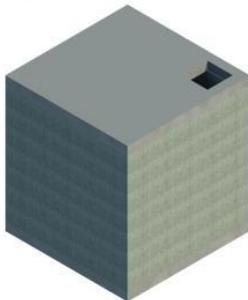
Ancho (A) = 2.5 m

Largo (L) = 2.5 m

Alto (H) = 3 m

$$\text{Volumen de cisterna} = (2.5 \text{ m})(2.5 \text{ m})(3 \text{ m}) = 18.75 \text{ m}^3 > 18.48 \text{ m}^3$$

Figura 4. Cisterna





4.2.4 Volumen de tanque alto (tinacos)

El volumen de tanque alto (tinacos) le corresponde el 30% de la dotación total.

$$\text{Dotación de tinacos} = (26\ 400\ \text{l/hab/día}) * (30\%) = 7\ 920\ \text{l/hab/día}$$

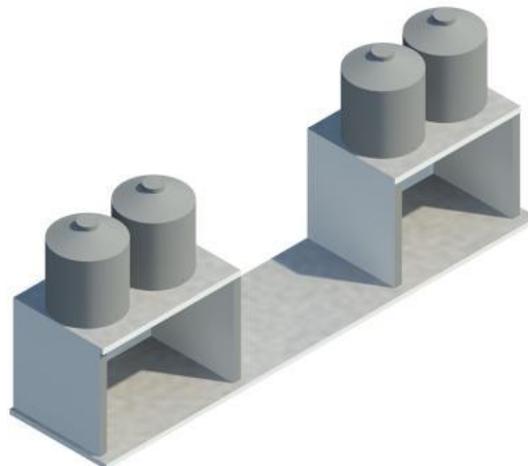
El volumen que se tendrá que almacenar será 7 920 litros en este caso se utilizarán tinacos Rotoplas.

Tabla 31
Tinaco rotoplas

Capacidad (l)	Diámetro (m)	Altura (m)	Abastecimiento (personas)
450	0.85	0.99	2
600	0.97	1.12	3
750	1.10	1.02	4
1100	1.10	1.40	5
2500	1.55	1.6	10

Teniendo las diferentes capacidades de los tinacos, seleccionaremos la combinación para tener la dotación de los tinacos, en este caso se seleccionaron 4 tinacos de 2 500 litros.

$$\text{Volumen de tinacos} = (4)(2\ 500\ \text{litros}) = 10\ 000\ \text{litros} > 7\ 920\ \text{litros}$$





4.3 Cálculo de bomba centrífuga

El cálculo se hará con la ecuación de potencia de la bomba que se presentó en el capítulo conceptos generales.

4.3.1 Gasto necesario para llenado de tinacos

Para calcular el caudal lo primero que se debe tener en cuenta es el volumen que se ocupara para llenar los tinacos, en este caso son 4 tinacos que nos dan un volumen de 10 000 litros.

La capacidad del equipo de bombeo deberá ser tal, que permita llenar el tanque alto en un tiempo no mayor a 2 horas (7 200seg) porque es el tiempo que se tendrá en funcionamiento la bomba.

El cálculo del caudal se realizara dividiendo el volumen de los cuatro tinacos entre las 2 horas (7200 seg) que se tendrá en funcionamiento la bomba centrífuga.

$$Q = \frac{\text{Dotación (litros)}}{2 \text{ Hora (7 200 seg)}}$$

$$Q = \frac{10\,000 \text{ litros}}{7\,200 \text{ seg}} = 1.388 \text{ l/s}$$

4.3.2 Cálculo del diámetro de Succión y descarga de la bomba

Para calcular el diámetro de la instalación se utilizara la ecuación de continuidad, como se está buscando el diámetro será la variable que se despejara de la ecuación, como no se cuenta con la velocidad máxima del flujo para la tubería PP-R propondremos



una velocidad de 2.5 m/s que es la velocidad máxima de la tubería de cobre ya que es la tubería más utilizada.

$$Q = A * V \qquad Q = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right) * V \qquad D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Para calcular el diámetro se tendrá que cambiar el caudal a m³/s para que se tengan las mismas unidades.

$$Q = \left(1.38 \frac{l}{s} \right) \left(\frac{1 m^3}{1000 l} \right) = 0.00138 m^3/s$$

Calculo del diámetro.

$$D = \sqrt{\frac{(4)(0.00138 m^3/s)}{(\pi)(2.5 m/s)}} = 0.0265 m$$

El diámetro se calculó en metros se tiene que realizar la conversión a milímetros.

$$D = 0.033 m \left(\frac{100 cm}{1 m} \right) \left(\frac{10 mm}{1 cm} \right) = 26.5 mm$$

Como no tenemos tubería de 26.5 mm en material PP-R utilizaremos el más cercano que es 32 mm.

Una vez calculado el diámetro calcularemos la velocidad real del flujo con la ecuación de continuidad solo que esta vez despejaremos la velocidad que es lo que se está buscando.

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

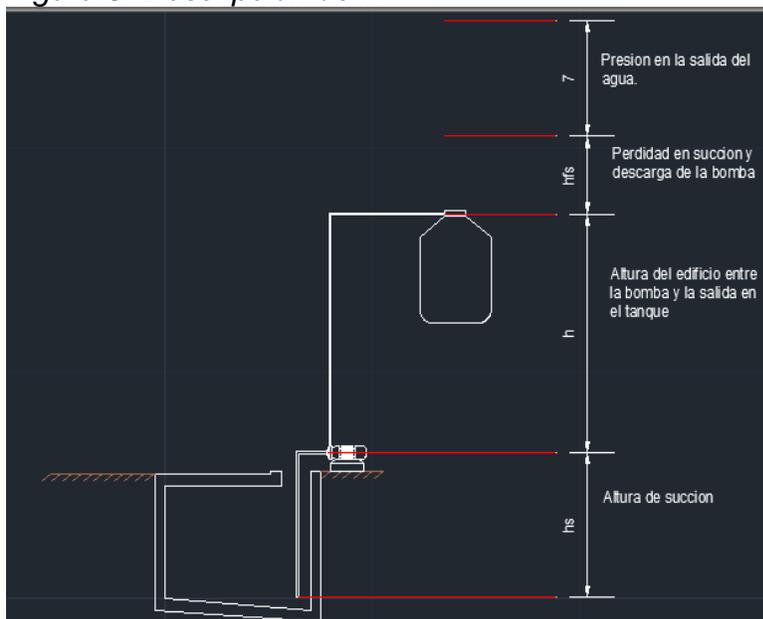
$$V = \frac{(4) \left(0.00138 \text{ m}^3/\text{s} \right)}{(\pi)(0.032 \text{ m})^2} = 1.71 \text{ m/s}$$

La velocidad es aceptable ya que esta en el intervalo de 0.3 a 2.5 m/s.

4.3.3 Carga de la bomba “H”

Para calcular la carga de la bomba se tiene que calcular la altura de succión, altura del edificio entre el eje de la bomba y la salida en el tanque, pérdidas en succión y descarga de la bomba, presión en la salida del agua, teniendo todas las alturas descritas anteriormente se suman y lo que resulte es la carga de la bomba según el libro Agua instalaciones sanitarias en los edificios.

Figura 5. Descripción de H

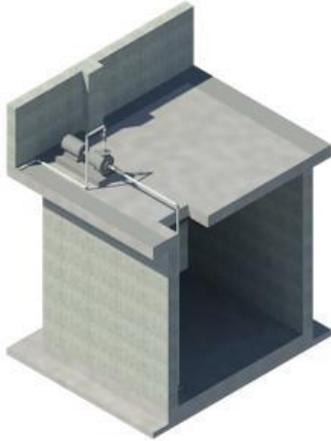


4.3.3.1. Altura de succión h_s

La altura de succión h_s se determina del eje de la bomba hasta el final de la tubería.

$$h_s = 3.17 \text{ m}$$

Figura 6. Altura h_s



4.3.3.2. Altura del edificio h

La altura del edificio se calcula del eje de la bomba hasta la descarga que se realizara en los tinacos.

Imagen 7. Altura del edificio h





$$h = 29.32 \text{ m}$$

4.3.3.3. Pérdidas en succión (h_{fs}) y descarga (h_{fd}) de la bomba.

A continuación se calcularán las pérdidas en la tubería de succión y descarga de la bomba, se considerará las pérdidas de la tubería, accesorios y válvulas utilizadas, los valores que se ocuparán serán el caudal, velocidad, diámetro y tablas del manual de TUBOPLUS.

4.3.3.3.1. Pérdidas en tubería de succión (h_{fst}).

$$Q = 1.388 \text{ l/s} = 1.4 \text{ l/s}$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$V = 1.71 \text{ m/s}$$

➤ Pérdidas en tubería (h_{fst})

Para calcular las pérdidas en la tubería se ocupará la tabla "Pérdida de carga por metro de tubería "j" en (mca/m), y Velocidad "v" en (m/s) en función del caudal "Q" en (l/s)" (Rotoplas, 2017), con esta tabla entraremos en la columna que indique el diámetro de 32 mm después nos iremos a la fila que tenga el valor del caudal que fue de 1.4 l/s y cuando se intersecten el caudal y el diámetro será el valor de la pérdida por metro lineal de tubería.

El valor obtenido de las tablas fue $j = 0.512 \text{ mca/m}$

Para calcular el valor total de las pérdidas de tubería se tiene que multiplicar la pérdida por metro lineal por la longitud de la tubería de succión.



$$h_{f_{s_t}} = (0.512 \text{ mca/m}) * (4.16 \text{ m}) = 2.129 \text{ mca}$$

➤ Pérdidas en accesorios (conexiones) ($h_{f_{s_c}}$)

Las pérdidas se calcularán utilizando la fórmula descrita en el apartado “cálculo de pérdidas de carga” que se encuentra en el capítulo 3 materiales y especificaciones.

$$h_{f_{s_c}} = \sum r * V^2 * \frac{\gamma}{2g}$$

Tipo de conexión	N°	Coefficiente r	Total
Codo a 90°	1	2	2

$$h_{f_{s_c}} = (2) * \left(1.71 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 * \left(\frac{998.23 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2 * \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)}\right) = 297.54 \text{ kg/m}^2$$

Realizaremos el cambio de unidades a mca.

Unidades de cambio:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$1 \text{ mca} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

$$h_{f_{s_c}} = \left(297.54 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^2 = 0.02975 \text{ kg/cm}^2$$

$$h_{f_{s_c}} = \left(0.02975 \text{ kg/cm}^2\right) * \left(\frac{10 \text{ mca}}{1 \text{ kg/cm}^2}\right) = 0.2975 \text{ mca}$$

➤ Pérdidas en válvulas ($h_{f_{s_v}}$)

Como aún no se tienen las pérdidas en válvulas para material PP-R se utilizará la fórmula descrita en el capítulo conceptos generales, pérdidas por accesorios (locales).



$$h_L = k \frac{V^2}{2g}$$

Válvula	N°	K
Válvula de esfera	1	0.016

$$h_L = h_{fs_v} = (0.016) \left(\frac{(1.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)} \right) = 0.00235 \text{ m} = 0.00235 \text{ mca}$$

- Total de pérdidas en tubería de succión h_{fs}

$$h_{fs} = h_{fs_t} + h_{fs_c} + h_{fs_v}$$

$$h_{fs} = 2.129 \text{ mca} + 0.2975 \text{ mca} + 0.00235 \text{ mca} = 2.43 \text{ mca}$$

4.3.3.3.2. Pérdida en tubería de descarga (h_{fd}).

$$Q = 1.388 \text{ l/s} = 1.4 \text{ l/s}$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$V = 1.71 \text{ m/s}$$

- Pérdidas en tubería (h_{fd_t})

Se utilizara el mismo valor que en la tubería de succión ya que es el mismo caudal y diámetro.

$$j = 0.512 \text{ mca/m}$$

Longitud de la tubería de descarga = 50.49 m

$$h_{fd_t} = (0.512 \text{ mca/m})(50.49 \text{ m}) = 25.85 \text{ mca}$$

- Perdidas en accesorios (conexiones) (h_{fd_c})

Las pérdidas se calcularan utilizando la formula descrita en el apartado “cálculo de pérdidas de carga” que se encuentra en el capítulo 3 materiales y especificaciones.



$$h_{fsc} = \sum r * V^2 * \frac{\gamma}{2g}$$

Tipo de conexión	N°	Coefficiente r	N° * r
Codo de 90°	19	2	38
Tee	3	2.2	6.6
Total			44.6

$$h_{fd_c} = (44.6) * \left(1.71 \frac{m}{s}\right)^2 * \left(\frac{998.23 \frac{kg}{m^3}}{2 * \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)}\right) = 6635.27 \text{ kg}/m^2$$

Realizaremos el cambio de unidades a mca.

Unidades de cambio:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$1 \text{ mca} = 1 \text{ kg}/cm^2$$

$$h_{fd_c} = \left(6635.27 \frac{kg}{m^2}\right) * \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^2 = 0.663527 \text{ kg}/cm^2$$

$$h_{fd_c} = (0.663527 \text{ kg}/cm^2) * \left(\frac{10 \text{ mca}}{1 \text{ kg}/cm^2}\right) = 6.635 \text{ mca}$$

➤ Perdidas en válvulas (h_{fd_v})

Se realizara el mismo procedimiento que las pérdidas en válvulas en succión.

$$h_L = k \frac{V^2}{2g}$$

Válvula	N°	K	N° * K
Válvula de esfera	3	0.016	0.048



$$h_L = h_{f_{d_v}} = (0.048) \left(\frac{(1.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)} \right) = 0.00707 \text{ m} = 0.00707 \text{ mca}$$

➤ Total de pérdidas en tubería de descarga (h_{fd}).

$$h_{fd} = h_{fd_t} + h_{fd_c} + h_{fd_v}$$

$$h_{fd} = 25.85 \text{ mca} + 6.635 \text{ mca} + 0.00707 \text{ mca} = 32.49 \text{ mca}$$

4.3.3.4. Cálculo de carga de la bomba H

El cálculo de la carga de la bomba se realizara sumando altura de succión, altura del edificio, perdidas en succión, perdidas en descarga y presión mínima a la salida en este caso será 7 metros.

Altura de succión h_s	3.17 mca
Altura del edificio h	29.32 mca
Perdidas por fricción en succión	2.43 mca
Perdidas por fricción en descarga	32.49 mca
Presión mínima a la salida (asumida)	7 mca
Carga de la bomba H	74.41 mca

4.3.4 Calculo de potencia

Teniendo todos los valores se calculara la potencia de la bomba.

$$\sigma = 998.23 \text{ kg/m}^3 = 0.99823 \text{ kg/l}$$

$$H_t = 74.41 \text{ mca} = 74.41 \text{ m}$$

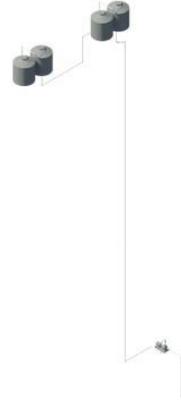
$$Q = 1.4 \text{ l/s}$$

$$P_{HP} = \frac{\sigma H_t Q}{76 \eta}$$

$$P_{HP} = \frac{(0.99823 \text{ kg/l})(74.41 \text{ m})(1.4 \text{ l/s})}{76 (100 \%)} = 1.36 \text{ hp}$$

Se seleccionara de la tabla 32 la bomba comercial que se ocupara, en nuestro caso fue de 1 ½ HP con código BOAC – 1 ½.

Figura 8. Tubería de alimentación.



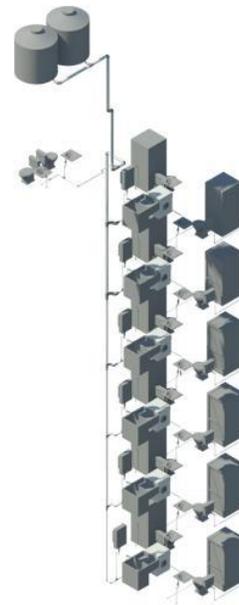
4.4 Tubería de agua fría

Para calcular la tubería de agua fría primero se tiene que realizar su plano de isométrico para saber por dónde pasara toda la instalación de agua fría, en este proyecto se dividirá la instalación en dos secciones A y B.

Figura 9.
Tubería de agua fría de sección A



Figura 10
tubería de agua fría de sección B

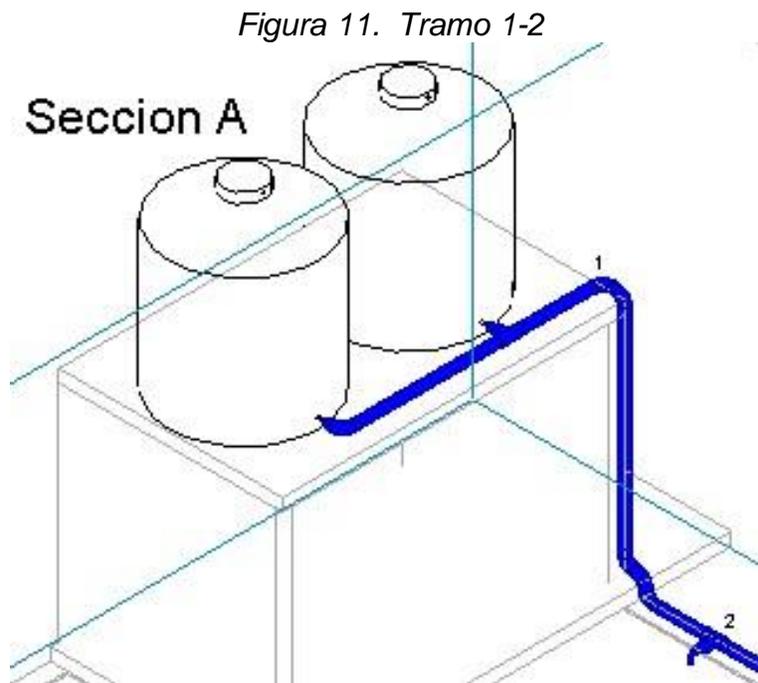


4.4.1 Calculo de tubería de agua fría

Una vez teniendo el plano en isométrico se describirán los pasos para diseñar la tubería de agua fría basándonos en una plantilla de Excel de la sección A.

➤ Paso 1

Se enumeran los puntos en el plano isométrico donde cambia de dirección la tubería.



➤ Paso 2

Se contabilizara el número de unidades mueble que se tiene que abastecer en el tramo tanto de agua fría como de agua caliente, en el caso del agua caliente se necesita tomar en cuenta porque se tiene que calentar el agua fría para después distribuirla.



Para calcular las unidades mueble se tomara como base un departamento y se calcularan las unidades mueble que necesita.

Tabla 32
U.M para agua fría

Piso	Aparatos Sanitarios	Cantidad	U.M	Total
Primer piso	W.C	2	1	2
	Lavabo	2	1	2
	Regadera	2	1.5	3
	Lavadora	1	9	9
	lavadero	1	3	3
Total de Unidades Mueble				19

Fuente: Propia

Tabla 33
U.M para agua caliente.

Piso	Aparatos Sanitarios	Cantidad	U.M	Total
Primer piso	lavabo	2	1	2
	Regadera	2	1.5	3
	Lavadora	1	9	9
Total de Unidades Mueble				14

Fuente: Propia

La suma del total de unidades mueble de agua fría y agua caliente serán las unidades mueble que necesita el departamento.

Total de unidades mueble para primer piso = $19 + 14 = 33$ U.M

Como los departamentos son iguales para calcular las unidades mueble de los 5 departamentos se multiplicara las 33 U.M por los 5 departamentos y al resultado se le sumaran las unidades mueble de la planta azotea, el total será las U.M que abastecerá el tramo.

$$\text{Total de unidades mueble} = (33 \text{ U.M} * 5) + (4 \text{ U.M}) = 169 \text{ U.M} = 170 \text{ U.M}$$



➤ Paso 3

El gasto se determinara con la Tabla B-1 “Gasto en función de unidades-mueble. Método Hunter-Nielsen” que se encuentra en el anexo A.

$$Q = 3.86 \text{ l/s}$$

➤ Paso 4

El cálculo del diámetro se realizara con la ecuación de continuidad ya que se tiene el caudal, la velocidad se propondrá ya que no se tiene aún el dato, la velocidad que se utilizara es de 2.5 m/s que es la velocidad máxima para tubería de cobre ya que es el material más utilizad y aun no se cuenta con la velocidad máxima de la tubería con material PP-R.

$$Q = A * V \quad Q = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right) * V \quad D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$Q = 0.00386 \text{ m}^3/\text{s} \quad V = 2.5 \text{ m/s}$$

Calculando el diámetro

$$D = \sqrt{\frac{4 * \left(0.00386 \text{ m}^3/\text{s} \right)}{\pi * (2.5 \text{ m/s})}} = 0.0443 \text{ m} = 44.3 \text{ mm}$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

La tubería que se utilizara será la de 90 mm, porque la tubería de 50 mm que es la tubería comercial que se calculó sobrepasa la velocidad máxima y la H disponible es negativa.



➤ Paso 5

Se medirá la longitud del tramo 1-2.

$$\text{Longitud} = 2.65 \text{ m}$$

➤ Paso 6

Para determinar la velocidad utilizaremos la tabla “Pérdida de carga por metro de tubería "j" en (mca/m), y Velocidad "v" en (m/s) en función del caudal "Q" en (l/s)” (Rotoplas, 2017), en dicha tabla se utilizara el caudal y el diámetro calculados anteriormente, se seleccionara el diámetro y el caudal , donde se intersecten será la velocidad del flujo.

$$\text{Velocidad} = 1.13 \text{ m/s}$$

➤ Paso 7

Las pérdidas se dividirán en dos en pérdidas en tubería y en pérdidas en accesorios.

➤ Perdidas en tubería.

Las pérdidas en tubería se calcularan como se realizó en el apartado perdido en succión y descarga de la bomba.

El valor obtenido de la tabla = 0.02 mca/m

Para calcular el valor total de la perdida se tiene que multiplicar la perdida por metro lineal por la longitud de la tubería.

$$Hf_t = (0.02 \text{ mca/m}) * 2.65 = 0.053 \text{ mca}$$



➤ Perdidas en accesorios

En este tramo no se encuentran válvulas solo se contarán las conexiones que se tienen en el tramo, se calcularán como se realizó en el apartado pérdida en succión y descarga de la bomba.

Tipo de conexión	N°	Coefficiente r	total
Codo 90°	5	2	10
Tee	1	1.80	1.8
Total			11.8

$$Hf_a = \sum r * V^2 * \frac{\gamma}{2g}$$

$$Hf_a = (11.8) * \left(1.13 \frac{m}{s}\right)^2 * \left(\frac{998.23 \frac{kg}{m^3}}{2 * \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)}\right) = 766.60 \text{ kg}/m^2$$

Realizaremos en cambio de unidades a mca.

Unidades de cambio:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$1 \text{ mca} = 1 \text{ kg}/cm^2$$

$$Hf_a = \left(766.60 \text{ kg}/m^2\right) * \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^2 = 0.0766 \text{ kg}/cm^2$$

$$Hf_a = (0.0766 \text{ kg}/cm^2) * \left(\frac{10 \text{ mca}}{1 \text{ kg}/cm^2}\right) = 0.766 \text{ mca}$$

Las pérdidas totales serán la suma de las perdices en tubería y las perdidas en accesorios.



$$H = 0.053 \text{ mca} + 0.766 \text{ mca} = 0.819 \text{ mca}$$

➤ Paso 8

El valor de $H_{Anterior}$ es la carga que se tiene al inicio del tramo, se calcula midiendo el punto que se encuentra al inicio del tramo en un plano horizontal.

$$H_{Anterior} = 23.71 \text{ m} = 23.71 \text{ mca}$$

➤ Paso 9

Corresponde a la carga que existe en el punto final del tramo analizado, se calcula restándole al H_{Actual} las pérdidas totales que se calcularon.

$$H_{Actual} = H_{Anterior} - \text{total de perdidas}$$

$$H_{Actual} = 23.71 \text{ mca} - 0.819 \text{ mca} = 22.891 \text{ mca}$$

➤ Paso 10

La $H_{estatica}$ es la carga al final del tramo 1-2 se calcula midiendo el punto que se encuentra al final del tramo en un plano horizontal.

$$H_{estatica} = 21.20 \text{ m} = 21.20 \text{ mca}$$

➤ Paso 11

La $H_{Disponible}$ es la carga que se tiene al final del tramo, tiene que cumplir las especificaciones indicadas para que los aparatos funcionen correctamente, se calcula restando al H_{Actual} la $H_{estatica}$.

$$H_{Disponible} = H_{estatica} - H_{Actual}$$



$$H_{Disponible} = 22.89 \text{ mca} - 21.20 \text{ mca} = 1.69 \text{ mca}$$

4.4.2 Memoria de cálculo

A continuación se presentara la tabla de Excel con la cual se realizó los cálculos de la tubería de agua fría de ambas secciones.

➤ Sección A

Tabla 34
Memoria de cálculo

Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso
1	2	3	4	5	6	7	8.00	9	10	11	
Puntos De a	Unidades Mueble	Gasto (lps)	Diametro (mm)	Longitud de tubería (m)	Velocidad (m/s)	Total de perdidas (m.ca)	H piezometrica (m)		H Estatica (m)	H Disponible (m.c.a)	
							Anterior	Actual			
1	2	170	3.86	90	2.65	1.13	0.82	23.71	22.89	21.20	1.69
2	3	166	3.8	90	5.91	1.13	0.49	22.89	22.40	15.96	6.44
3	4	132	3.29	75	2.63	1.41	0.28	22.40	22.12	13.07	9.05
4	5	100	2.75	63	2.75	1.59	0.39	22.12	21.73	10.17	11.56
5	6	66	2.73	63	2.73	1.59	0.38	21.73	21.35	7.30	14.05
6	7	33	1.37	50	2.76	1.17	0.38	21.35	20.96	4.41	16.55
2	8	4	0.31	32	4.25	0.72	0.45	22.89	22.44	18.82	3.62
8	9	3	0.25	25	1	0.79	0.11	22.44	22.32	18.82	3.50
9	10	2	0.18	20	0.35	0.6	0.05	22.32	22.27	18.82	3.45
10	11	1	0.1	20	0.11	0.61	0.05	22.27	22.23	18.82	3.41
9	12	1	0.1	20	0.52	0.61	0.14	22.34	22.20	18.82	3.38
3	13	33	1.37	40	0.08	1.84	1.01	22.39	21.38	15.96	5.42
13	14	19	0.89	40	0.05	1.23	0.14	21.38	21.23	15.96	5.27
14	15	16	0.79	40	0.86	1.07	0.15	21.23	21.09	15.96	5.13
15	16	7	0.46	32	2.52	0.96	0.41	21.09	20.68	15.96	4.72
16	17	1	0.1	20	0.43	0.61	0.06	20.68	20.62	15.96	4.66
16	18	6	0.42	25	1.23	1.57	0.44	20.68	20.24	15.96	4.28
18	19	4	0.31	20	0.37	1.84	0.43	20.24	19.81	15.96	3.85
19	20	2	0.18	20	0.27	0.6	0.04	19.81	19.77	15.96	3.81
20	21	2	0.18	20	0.94	0.6	0.10	19.77	19.67	15.96	3.71
19	22	1	0.1	20	2.73	0.61	0.26	19.81	19.55	15.96	3.59
4	23	33	1.37	40	0.03	1.84	1.06	22.12	21.06	13.07	7.99
23	24	19	0.89	32	0.12	1.93	0.72	21.06	20.34	13.07	7.27
24	25	16	0.79	32	0.86	1.68	0.65	20.34	19.69	13.07	6.62
25	26	7	0.46	25	2.52	1.57	1.18	19.69	18.51	13.07	5.44
26	27	1	0.1	20	0.42	0.61	0.06	18.51	18.46	13.07	5.39
26	28	6	0.42	25	1.29	1.57	0.45	18.51	18.06	13.07	4.99
28	29	5	0.37	20	0.32	1.84	0.41	18.06	17.64	13.07	4.57
29	30	4	0.31	20	0.31	1.84	0.41	17.64	17.23	13.07	4.16
30	31	2	0.18	20	1.05	0.6	0.07	17.23	17.16	13.07	4.09
29	32	1	0.1	20	2.89	0.61	0.28	17.64	17.36	13.07	4.29



Capítulo IV Caso práctico



5	33	33	1.37	32	0.14	2.89	2.69	21.73	19.04	10.17	8.87
33	34	19	0.89	32	0.12	1.93	0.37	19.04	18.66	10.17	8.49
34	35	16	0.79	25	0.82	2.75	1.20	18.66	17.46	10.17	7.29
35	36	7	0.46	25	2.55	1.57	1.19	17.46	16.27	10.17	6.10
36	37	1	0.1	20	0.42	0.61	0.06	16.27	16.21	10.17	6.04
36	38	6	0.42	20	1.24	2.46	1.21	16.27	15.06	10.17	4.89
38	39	5	0.37	20	0.37	1.84	0.43	15.06	14.63	10.17	4.46
39	40	4	0.31	20	0.31	1.84	0.42	14.63	14.21	10.17	4.04
40	41	2	0.18	20	1.07	0.6	0.11	14.21	14.11	10.17	3.94
39	42	1	0.1	20	2.9	0.61	0.28	14.63	14.35	10.17	4.18
6	44	33	1.37	32	0.01	2.89	2.67	21.35	18.68	7.30	11.38
44	45	19	0.89	32	0.16	1.93	0.43	18.68	18.24	7.30	10.94
45	46	16	0.79	25	0.86	2.75	1.23	18.24	17.01	7.30	9.71
46	47	7	0.46	20	2.55	2.46	3.17	17.01	13.85	7.30	6.55
47	48	1	0.1	20	0.46	0.61	0.06	13.85	13.79	7.30	6.49
47	49	6	0.42	20	1.29	2.46	1.24	13.90	12.66	7.30	5.36
49	50	5	0.37	20	0.36	1.84	0.43	12.66	12.23	7.30	4.93
50	51	4	0.31	20	0.31	1.84	0.42	12.23	11.81	7.30	4.51
51	52	2	0.18	20	1.07	0.6	0.11	11.81	11.70	7.30	4.40
50	53	1	0.1	20	2.92	0.61	0.28	12.23	11.95	7.30	4.65
7	57	33	1.37	32	0.12	2.89	2.74	20.96	18.22	4.38	13.84
54	55	19	0.89	32	0.17	1.93	0.39	18.22	17.83	4.38	13.45
55	56	16	0.79	25	0.86	2.75	1.24	17.83	16.59	4.38	12.21
56	57	7	0.46	20	2.54	2.46	3.26	16.59	13.32	4.38	8.94
57	58	1	0.1	20	0.44	0.61	0.06	13.32	13.27	4.38	8.89
57	59	6	0.42	20	1.28	2.46	1.24	13.32	12.08	4.38	7.70
59	60	5	0.37	20	0.38	1.84	0.44	12.08	11.64	4.38	7.26
60	61	4	0.31	20	0.29	1.84	0.42	11.64	11.22	4.38	6.84
61	62	2	0.18	20	1.07	0.6	0.11	11.22	11.11	4.38	6.73
60	63	1	0.1	20	2.87	0.61	0.28	11.64	11.36	4.38	6.98

Fuente: Propia

➤ Sección B

Tabla 35
Memoria de cálculo

Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Puntos De	a	Unidades Mueble	Gasto (lbs)	Diametro (mm)	Longitud de tubería (m)	Velocidad (m/s)	Total de perdidas (m.ca)	H piezométrica (m)		H Estática (m)	H Disponible (m.c.a)
								Anterior	Actual		
1	2	202	4.31	90	4.47	1.28	0.78	23.64	22.86	21.20	1.66
2	3	198	4.25	90	3.68	1.28	0.73	22.86	22.14	15.96	6.18
3	4	166	3.8	90	2.82	1.13	0.17	22.14	21.96	13.07	8.89
4	5	132	3.29	63	2.81	1.99	0.60	21.96	21.36	10.17	11.19
5	6	100	2.79	50	2.83	2.53	1.08	21.36	20.28	7.30	12.98
6	7	66	2.21	50	2.81	2.14	0.78	20.28	19.50	4.41	15.09
7	8	33	1.37	32	2.95	2.89	2.10	19.50	17.40	1.49	15.91



Capítulo IV Caso práctico



2	9	4	0.31	32	2.08	0.72	0.33	22.86	22.53	18.87	3.66
9	10	3	0.25	25	0.66	0.79	0.16	22.53	22.38	18.87	3.51
10	11	2	0.18	25	0.36	0.60	0.08	22.38	22.30	18.87	3.43
10	12	1	0.1	20	0.82	0.61	0.11	22.38	22.27	18.87	3.40
3	13	33	1.37	40	0.20	1.84	1.08	22.14	21.06	15.95	5.11
13	14	19	0.89	40	0.02	1.23	0.14	21.06	20.92	15.95	4.97
14	15	16	0.79	40	0.85	1.07	0.15	20.92	20.77	15.95	4.82
15	16	7	0.46	32	0.28	0.96	0.11	20.77	20.66	15.95	4.71
16	17	2	0.18	25	0.84	0.60	0.10	20.66	20.56	15.95	4.61
16	18	5	0.37	32	0.39	0.72	0.07	20.66	20.59	15.95	4.64
18	19	4	0.31	25	1.45	1.18	0.28	20.59	20.31	15.95	4.36
19	20	1	0.1	20	1.75	0.61	0.16	20.31	20.15	15.95	4.20
19	21	3	0.25	20	1.82	1.23	0.43	20.31	19.88	15.95	3.93
21	22	1	0.1	20	1.77	0.61	0.15	19.88	19.72	15.95	3.77
4	23	33	1.37	32	0.12	2.89	2.68	21.96	19.28	13.06	6.23
23	24	19	0.89	32	0.15	1.93	0.38	19.28	18.91	13.06	5.85
24	25	16	0.79	32	0.81	1.68	0.42	18.91	18.49	13.06	5.43
25	26	7	0.46	32	0.26	0.96	0.11	18.49	18.37	13.06	5.32
26	27	2	0.18	25	0.75	0.60	0.09	18.37	18.28	13.06	5.22
26	28	5	0.37	20	0.34	1.84	0.42	18.37	17.95	13.06	4.90
28	29	4	0.31	20	1.45	1.84	0.76	17.95	17.19	13.06	4.13
29	30	1	0.1	20	1.77	0.61	0.15	17.19	17.04	13.06	3.98
29	31	3	0.25	20	1.75	1.23	0.56	17.19	16.63	13.06	3.57
31	32	1	0.1	20	1.87	0.61	0.12	16.63	16.51	13.06	3.45
5	33	33	1.37	32	0.21	2.89	2.74	21.36	18.62	10.17	8.45
33	34	19	0.89	32	0.17	1.93	0.38	18.62	18.23	10.17	8.06
34	35	16	0.79	25	0.83	2.75	1.21	18.23	17.02	10.17	6.85
35	36	7	0.46	20	0.24	2.46	0.78	17.02	16.24	10.17	6.07
36	37	2	0.18	20	0.81	0.60	0.10	16.24	16.14	10.17	5.97
36	38	5	0.37	20	0.41	1.84	0.45	16.24	15.79	10.17	5.62
38	39	4	0.31	20	1.45	1.84	0.77	15.79	15.03	10.17	4.86
39	40	1	0.1	20	1.74	0.61	0.15	15.03	14.87	10.17	4.70
39	41	3	0.25	20	1.84	1.23	0.42	15.03	14.61	10.17	4.44
41	42	1	0.1	20	1.80	0.61	0.16	14.61	14.45	10.17	4.28
6	43	33	1.37	32	0.39	2.89	2.84	19.50	16.66	7.27	9.39
43	44	19	0.89	32	0.13	1.93	0.38	16.66	16.28	7.27	9.01
44	45	16	0.79	25	0.84	2.75	1.23	16.28	15.05	7.27	7.78
45	46	7	0.46	20	0.26	2.46	0.80	15.05	14.25	7.27	6.98
46	47	2	0.18	20	0.83	0.60	0.10	14.25	14.15	7.27	6.88
46	48	5	0.37	20	0.39	1.84	0.44	14.25	13.81	7.27	6.54
48	49	4	0.31	20	1.44	1.84	0.77	13.81	13.04	7.27	5.77
49	50	1	0.1	20	1.77	0.61	0.16	13.04	12.89	7.27	5.62
49	51	3	0.25	20	1.86	1.23	0.59	13.04	12.46	7.27	5.19
51	52	1	0.1	20	1.81	0.61	0.16	12.46	12.30	7.27	5.03



7	53	33	1.37	32	0.39	2.89	2.87	19.50	16.63	4.39	12.24
53	54	19	0.89	32	0.13	1.93	0.38	16.63	16.24	4.39	11.85
54	55	16	0.79	25	0.85	2.75	1.24	16.24	15.00	4.39	10.61
55	56	7	0.46	20	0.32	2.46	0.75	15.00	14.25	4.39	9.86
56	57	2	0.18	20	0.83	0.60	0.07	14.25	14.19	4.39	9.80
56	58	5	0.37	20	0.39	1.84	0.45	14.25	13.80	4.39	9.41
58	59	4	0.31	20	1.45	1.84	0.77	13.80	13.03	4.39	8.64
59	60	1	0.1	20	1.73	0.61	0.08	13.03	12.95	4.39	8.56
59	61	3	0.25	20	1.84	1.23	0.59	13.03	12.45	4.39	8.06
61	62	1	0.1	20	1.77	0.61	0.16	12.45	12.29	4.39	7.90
8	63	33	1.37	32	0.31	2.89	1.84	17.40	15.55	1.49	14.06
63	64	19	0.89	32	0.39	1.93	0.44	15.55	15.12	1.49	13.63
64	65	16	0.79	25	0.85	2.75	1.25	15.12	13.87	1.49	12.38
65	66	7	0.46	20	0.33	2.46	0.76	13.87	13.10	1.49	11.61
66	67	2	0.18	20	0.83	0.60	0.07	13.10	13.04	1.49	11.55
66	68	5	0.37	20	0.39	1.84	0.45	13.10	12.65	1.49	11.16
68	69	4	0.31	20	1.45	1.84	0.78	12.65	11.88	1.49	10.39
69	70	1	0.1	20	1.76	0.61	0.16	11.88	11.72	1.49	10.23
69	71	3	0.25	20	1.83	1.23	0.59	11.88	11.29	1.49	9.80
71	72	1	0.1	20	1.78	0.61	0.16	11.29	11.13	1.49	9.64

Fuente: Propia

4.5 Tubería de agua caliente

4.5.1 Calculo de tubería de agua caliente

El diseño de la tubería de agua caliente se realizara con los mismos pasos que la tubería de agua fría, como los departamentos son tipo solo se presentara el plano en isométrico de un departamento de las diferentes secciones A y B.

Figura 12. Tubería de agua caliente sección A

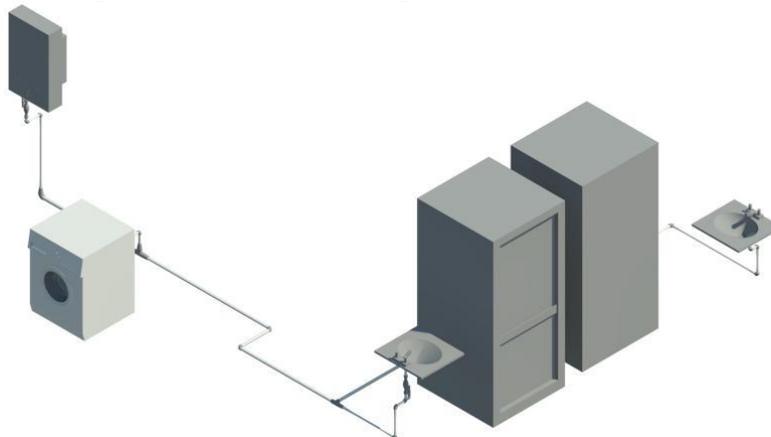
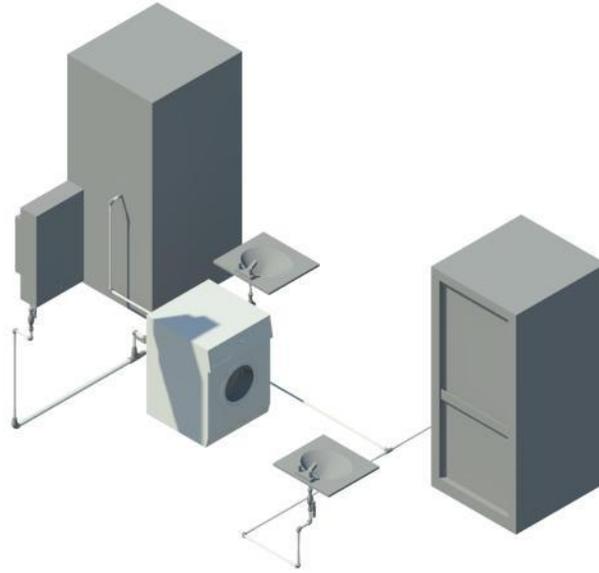


Figura 13. Tubería de agua caliente sección B



4.5.1.1. Memoria de cálculo

A continuación se presentara la tabla de Excel con la cual se realizó los cálculos de la tubería de agua caliente de ambas secciones.

Tabla 36
Memoria de cálculo para agua caliente
Sección A

Paso		Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso	Paso
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Puntos De	a	Unidades Mueble	Gasto (lps)	Diametro (mm)	Longitud de tuberia (m)	Velocidad (m/s)	Total de perdidas (m.ca)	H piezometrica (m)		H Estatica (m)	H Disponble (m.c.a)
								Anterior	Actual		
seccion A											
planta P5											
64	65	14	0.72	32	1.04	1.68	0.68	21.38	20.70	16.15	4.55
65	66	5	0.37	25	2.7	1.18	0.65	20.70	20.06	16.15	3.91
66	67	1	0.1	20	0.57	0.61	0.06	20.06	20.00	16.15	3.85
66	68	4	0.31	25	1.05	1.18	0.22	20.06	19.84	16.15	3.69
68	69	3	0.25	25	0.6	0.79	0.08	19.84	19.75	16.15	3.60
69	70	2	0.18	20	0.52	0.92	0.13	19.75	19.63	16.15	3.48
69	71	1	0.1	20	2.79	0.61	0.25	19.75	19.50	16.15	3.35



Capítulo IV Caso práctico



Planta P4											
72	73	14	0.72	25	1.09	2.75	1.93	21.06	19.13	13.25	5.88
73	74	5	0.37	25	2.77	1.18	0.66	19.13	18.48	13.25	5.23
74	75	1	0.1	20	0.53	0.61	0.06	18.48	18.41	13.25	5.16
75	76	4	0.31	20	1.04	1.84	0.63	18.48	17.85	13.25	4.60
76	77	3	0.25	20	0.57	1.23	0.21	17.85	17.64	13.25	4.39
77	78	2	0.18	20	0.57	0.92	0.13	17.64	17.51	13.25	4.26
77	79	1	0.1	20	2.84	0.61	0.25	17.64	17.38	13.25	4.13
Planta P3											
80	81	14	0.72	25	1.08	2.75	1.93	19.04	17.11	10.37	6.74
81	82	5	0.37	20	2.7	1.84	1.72	17.11	15.39	10.37	5.02
82	83	1	0.1	20	0.62	0.61	0.06	15.39	15.33	10.37	4.96
82	84	4	0.31	20	1.1	1.84	0.60	15.39	14.79	10.37	4.42
84	85	3	0.25	20	0.57	1.23	0.21	14.79	14.57	10.37	4.20
85	86	2	0.18	20	0.6	0.92	0.13	14.57	14.44	10.37	4.07
85	87	1	0.1	20	2.88	0.61	0.26	14.57	14.32	10.37	3.95
Planta P2											
88	89	14	0.72	25	1.12	2.75	1.96	18.68	16.72	7.5	9.22
89	90	5	0.37	20	2.73	1.84	1.73	16.72	14.98	7.5	7.48
90	91	1	0.1	20	0.6	0.61	0.06	14.98	14.92	7.5	7.42
90	92	4	0.31	20	1.1	1.84	0.60	14.98	14.38	7.5	6.88
92	93	3	0.25	20	0.56	1.23	0.21	14.38	14.17	7.5	6.67
93	94	2	0.18	20	0.59	0.92	0.13	14.17	14.03	7.5	6.53
93	95	1	0.1	20	2.89	0.61	0.26	14.17	13.91	7.5	6.41
Planta P1											
96	97	14	0.72	25	1.14	2.75	1.98	18.22	16.24	4.58	11.66
97	98	5	0.37	20	2.74	1.84	1.79	16.24	14.45	4.58	9.87
98	99	1	0.1	20	0.59	0.61	0.06	14.45	14.39	4.58	9.81
98	100	4	0.31	20	1.1	1.84	0.61	14.45	13.84	4.58	9.26
100	101	3	0.25	20	0.57	1.23	0.21	13.84	13.63	4.58	9.05
101	102	2	0.18	20	0.57	0.92	0.13	13.63	13.50	4.58	8.92
101	103	1	0.1	20	2.83	0.61	0.26	13.63	13.37	4.58	8.79

Sección B

seccion B											
planta P5											
13	73	14	0.72	32	1.04	1.68	0.73	21.06	20.33	16.14	4.19
73	74	5	0.37	25	0.35	1.18	0.18	20.33	20.14	16.14	4.00
74	75	1	0.1	20	0.57	0.61	0.06	20.14	20.08	16.14	3.94
74	76	4	0.31	25	0.47	1.18	0.17	20.14	19.97	16.14	3.83
76	77	3	0.25	20	1.29	1.23	0.33	19.97	19.64	16.14	3.50
77	78	1	0.1	20	1.84	0.61	0.14	19.64	19.50	16.14	3.36
77	79	2	0.18	20	1.63	0.92	0.30	19.64	19.34	16.14	3.20



Planta P4											
23	80	14	0.72	25	1.12	2.75	1.29	19.28	17.99	13.26	4.73
80	81	5	0.37	25	0.39	1.18	0.17	17.99	17.82	13.26	4.56
81	82	1	0.1	20	0.63	0.61	0.07	17.82	17.75	13.26	4.49
81	83	4	0.31	20	0.52	1.84	0.51	17.82	17.31	13.26	4.05
83	84	3	0.25	20	1.35	1.23	0.31	17.31	17.00	13.26	3.74
84	85	1	0.1	20	1.86	0.61	0.14	17.00	16.86	13.26	3.60
84	86	2	0.18	20	1.57	0.92	0.30	17.00	16.70	13.26	3.44
Planta P3											
33	87	14	0.72	25	1.16	2.75	2.03	18.62	16.59	10.37	6.22
87	88	5	0.37	20	0.39	1.84	0.48	16.59	16.12	10.37	5.75
88	89	1	0.1	20	0.63	0.61	0.06	16.12	16.06	10.37	5.69
88	90	4	0.31	20	0.53	1.84	0.47	16.12	15.65	10.37	5.28
90	91	3	0.25	20	1.35	1.23	0.31	15.65	15.34	10.37	4.97
91	92	1	0.1	20	1.85	0.61	0.15	15.34	15.19	10.37	4.82
91	93	2	0.18	20	1.64	0.92	0.30	15.34	15.03	10.37	4.66
Planta P2											
43	94	14	0.72	25	1.14	2.75	1.31	16.66	15.35	7.47	7.88
94	95	5	0.37	20	0.41	1.84	0.48	15.35	14.86	7.47	7.39
95	96	1	0.1	20	0.63	0.61	0.06	14.86	14.80	7.47	7.33
95	97	4	0.31	20	0.53	1.84	0.47	14.86	14.40	7.47	6.93
97	98	3	0.25	20	1.34	1.23	0.31	14.40	14.08	7.47	6.61
98	99	1	0.1	20	1.87	0.61	0.15	14.08	13.93	7.47	6.46
98	100	2	0.18	20	1.69	0.92	0.31	14.08	13.77	7.47	6.30
Planta P1											
53	101	14	0.72	25	1.14	2.75	2.04	16.63	14.59	4.59	10.00
101	102	5	0.37	20	0.42	1.84	0.49	14.59	14.10	4.59	9.51
102	103	1	0.1	20	0.64	0.61	0.06	14.10	14.04	4.59	9.45
102	104	4	0.31	20	0.52	1.84	0.47	14.10	13.63	4.59	9.04
104	105	3	0.25	20	1.35	1.23	0.32	13.63	13.31	4.59	8.72
105	106	1	0.1	20	1.85	0.61	0.15	13.31	13.17	4.59	8.58
105	107	2	0.18	20	1.63	0.92	0.31	13.31	13.01	4.59	8.42
Planta PB											
63	108	14	0.72	25	1.4	2.75	2.16	15.55	13.39	1.67	11.72
108	109	5	0.37	20	0.41	1.84	0.49	13.39	12.90	1.67	11.23
109	110	1	0.1	20	0.64	0.61	0.06	12.90	12.84	1.67	11.17
109	111	4	0.31	20	0.52	1.84	0.47	12.90	12.43	1.67	10.76
111	112	3	0.25	20	1.35	1.23	0.32	12.43	12.11	1.67	10.44
112	113	1	0.1	20	1.85	0.61	0.15	12.11	11.96	1.67	10.29
112	114	2	0.18	20	1.64	0.92	0.31	12.11	11.80	1.67	10.13

Fuente: Propia

4.5.2 Cálculo de capacidad de calentador

Para determinar la capacidad del calentador (boiler) se tendrá que calcular el caudal que se necesita calentar para que los aparatos sanitarios funcionen adecuadamente,



en este proyecto los departamentos tienen los mismos aparatos sanitarios así que solo se tomara un departamento como base para calcular el caudal que se utilizara para todos los departamentos, a continuación se presentan los pasos para determinar dicho caudal.

➤ Paso 1

Se realiza la cuantificación de los aparatos sanitarios que utilizan agua caliente.

Aparato Sanitario	N°
Regadera	2
Lavabos	2
Lavadora	1

➤ Paso 2

Se colocan las U.M que utiliza cada aparato sanitario y se multiplica por el número de aparatos sanitarios.

Aparato Sanitario	N°	U.M	N° X U.M
Regadera	2	1.5	3
Lavabos	2	1	2
Lavadora	1	2	2

➤ Paso 3

Se realiza el cambio de unidades de medida al gasto que representan para esto se utiliza el anexo A.

Aparato sanitario	N°	U.M	N° X U.M	Gasto (l/s)
Regadera	2	1.5	3	0.25
Lavabos	2	1	2	0.18
Lavadora	1	2	2	0.18



➤ Paso 4:

Se cambian las unidades del gasto a litros/hora.

Aparato Sanitario	N°	U.M	N° X U.M	Gasto (l/s)	Gasto (l/h)
Regadera	2	1.5	3	0.25	900
Lavabos	2	1	2	0.18	648
Lavadora	1	2	2	0.18	648
Total					2196

➤ Paso 5

A continuación se presentara el cálculo de la Kcal que se necesitan para elevar la temperatura del agua.

La temperatura más baja en la ciudad de México es de 5 °C que se presenta en el mes de enero, como se necesita subir la temperatura del agua a 60 °C y la temperatura más baja es de 5°C entonces se tendrá que incrementar 55°C para el mes más frio que se tomara como base.

La fórmula para calcular la Kcal es la siguiente:

$$Kcal = t^{\circ}c * Qtotal$$

t°c: temperatura que se tiene que elevar el agua, en °C.

Q total: gasto total, en l/h.

$$Kcal = (2196)(55) = 120\ 780\ Kcal$$



➤ Paso 6

Se dividirá la Kcal calculada y el gasto por un factor altimétrico por la altura a la que se encuentra la ciudad de México.

$$Kcal = 120780 / 0.761 = 158\,712.22\ Kcal$$

$$Q = \frac{2196\ \text{litro/hora}}{0.761} = 2\,885.67\ \text{litro/hora}$$

➤ Paso 7

Selección del tipo de calentador, con el caudal calculado en el paso anterior lo multiplicaremos por el factor de demanda que se presenta en la tabla 37 demanda de agua caliente, ya que en nuestro proyecto se utilizara calentador de paso, en dado caso que se quisiera utilizar un calentador de almacenamiento se utilizara el factor de almacenamiento.

Tabla 37

Demanda de agua caliente

Demanda de agua caliente por genero de edificio			
Genero	Dotación mínima de agua	Total de volumen de agua caliente	Total de agua caliente almacenada
Vivienda de hasta 90 m ² construidos	150 l/habitante/día	1/7	1/5
Vivienda de mas de 90 m ² construidos	200 l/habitante/día	1/3	1/5
Hoteles y moteles	300 l/habitante/día	1/7	1/5
Albergues y casas de huéspedes	300 l/habitante/día	1/7	1/5
Campamentos para remolques	200 l/habitante/dia	1/7	1/5
Servicios de salud a usuarios internos	800 l/cama/dia	1/7	1/5
Orfanatorios y asilos	300 l/huésped/dia	1/7	1/5
Oficina de cualquier tipo	50 l/persona/dia	1/5	1/5
industrias	100 l/trabajador/dia	1/3	2/5
Servicios de alimentos y bebidas	12 l/comida/dia	1/10	1/10



Prácticas deportivas con baño y vestidores	150 l/habitante/día	1/3	9/10
Baños publicos	300 l/bañista/día	1/3	9/10

Fuente: NTC hidráulicas y manual de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas, Sergio Zepeda

El factor de demanda que se utilizara será 1/3 ya que nuestra edificación tiene más de 90 m² de construcción.

$$\text{Calentador de paso} = (2\ 885.67 \text{ litro/hora}) * \frac{1}{3} = 961.89 \text{ litro/hora} = 16 \text{ litro/min}$$

Teniendo el caudal a calentar nos vamos a la tabla 28 calentador de paso y seleccionaremos un modelo que cubra con esa demanda de agua caliente en nuestro caso fue un modelo COXDP-15 que calienta 15 litros/min.

Para el calentador de depósito se utilizara el factor de demanda y el factor de almacenamiento que es 1/5, el cálculo del calentador de depósito se realiza como sigue, se tiene que calcular el caudal que se va a calentar para esto se utiliza el factor de demanda, teniendo el caudal que se calentara se multiplica por el factor de almacenamiento ya que es el caudal que se tiene que almacenar.

$$\text{Calentador de almacenamiento} = (2\ 885.67 \text{ litro/hora}) \left(\frac{1}{3}\right) \left(\frac{1}{5}\right) = 192.37 \text{ litros}$$

El modelo de calentador de tanque que utilizara es un G-60 con capacidad de 200 litros seleccionado de la tabla 29 calentador de tanque.

Figura 14. Calentador





4.6 Tubería Sanitaria

La tubería sanitaria se calculara como si fuera un canal con una capacidad máxima de 75%, lo primero que se tiene que calcular es el ramal principal y posteriormente el colector de toda la instalación, en este proyecto se dividió la instalación sanitaria en dos secciones como en la tubería hidráulica.

4.6.1 Ramal principal

Para mayor facilidad los aparatos sanitarios descargarán a una tubería principal para después todo el caudal descargarlo en el colector de la instalación, como los departamentos son tipo solo se diseñara el departamento de la planta primer piso, los diámetros de los aparatos sanitarios se obtendrán de la tabla 4 unidades de descarga solo se hará la equivalencia a tubería PP-R Sanitaria.

A continuación se presentan los diámetros de los aparatos sanitarios con su equivalencia a tubería PP-R Sanitaria.

Aparato sanitario	Diámetro convencional (in)	Diámetro tubería Sanitario (mm)
WC	3 - 4	110
Regadera	3	110
Lavamanos	1 ½ - 2 ½	50 - 75
Lavadora	2	75
Lavadero	2	75

➤ Paso 1

Se contarán los aparatos sanitarios que se tiene en el piso.



Aparato sanitario	N°
Regadera	2
W.C	2
Lavabo	2
Lavadora	1
Lavadero	1

➤ Paso 2

Se le asignan las unidades de descarga que corresponde a cada aparato sanitario, las unidades de descarga se tomaran de la tabla 6 unidades de descarga que se encuentra en la sección conceptos generales.

Aparato sanitario	N°	U.D
Regadera	2	2
W.C	2	3
Lavabo	2	2
Lavadora	1	2
Lavadero	1	2

➤ Paso 3

Se calculara el total de unidades de descarga de toda la instalación.

Aparato sanitario	N°	U.D	Total
Regadera	2	2	4
W.C	2	3	6
Lavabo	2	2	4
Lavadora	1	2	2
Lavadero	1	2	2
Total			18 U.D

➤ Paso 4

Con las unidades de descarga calculadas en el paso anterior se determinara el diámetro para el ramal principal, esto se realizara con la tabla 8 diámetro de ramales en esta tabla nos indica el diámetro para diferentes unidades de descarga.

El diámetro calculado para el ramal principal fue de 3 pulgadas, de acuerdo a la tabla 8 diámetro de ramales en tubería PP-R Sanitaria no hay equivalencia para 3 pulgadas así que utilizaremos la más cercana que es de 110 m.

Figura 15. Ramal horizontal Sección A

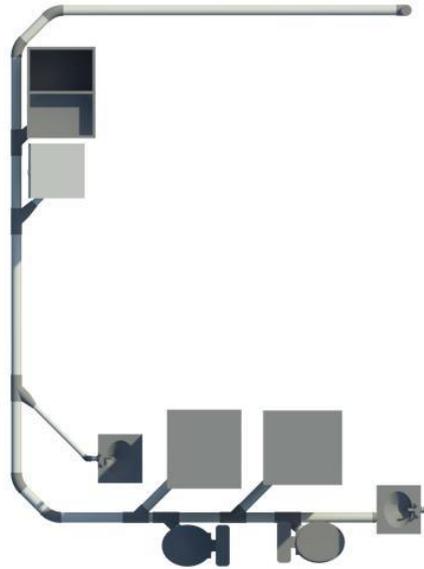
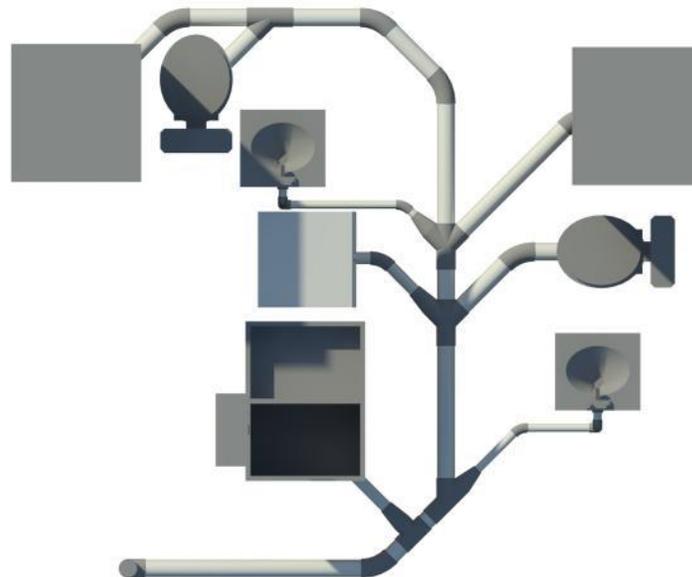


Figura 16. Ramal horizontal Sección B





4.6.2 Calculo de colector

Para calcular el colector se sumaran todas las unidades de descarga por piso, nos iremos a la tabla 7 diámetro de colector donde nos indicara que diámetro le corresponde al total de unidades de descarga.

Tabla 38

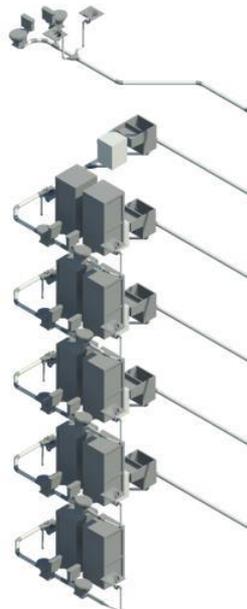
Total de U.D

Planta	U.D
P-AZ	10
P-5	18
P-4	18
P-3	18
P-2	18
P-1	18
PB	18
Total	118 U.D

Fuente: propia

El total de U.D de este proyecto fue 118 le corresponde un diámetro de 4 pulgadas y su equivalente a tubería PP-R Sanitaria es de 110 mm.

Figura 17 colector de tubería sanitaria sección A





4.7 Instalación de gas

El cálculo de la instalación de gas se inicia calculando el tanque estacionario y posteriormente se calcula el diámetro de la tubería.

4.7.1 Calculo de tanque estacionario

Con las instalaciones de gas se hará lo mismo que con las demás, se dividirá en dos secciones para su mejor aprovechamiento, a continuación se darán los pasos para calcular la capacidad del tanque estacionario de ambas secciones.

Sección A

➤ Paso 1

Calculo del consumo de gas de cada uno de los equipos instalados.

$$C_{gas} = E_g * c_{eg}$$

C_{gas} : Consumo de gas de cada equipo instalado (m^3/h).

E_g : Equipo instalado (pieza)

c_{eg} : consumo de gas de cada equipo instalado. (El consumo de gas de cada equipo se obtiene de la tabla 9 consumo de gas LP o Natural)

El cálculo del consumo de gas de cada equipo se realizara utilizando un departamento como base ya que todos los departamentos son iguales.

$$C_{gas \text{ calentador de paso sencillo}} = 1 \text{ equipo} * 0.93 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.93 \text{ m}^3/\text{hora}$$



$$C_{\text{gas Estufa}} = 1 \text{ equipo} * 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.482 \text{ m}^3/\text{hora}$$

➤ Paso 2

Calculo del consumo de gas total requerido.

$$ct = \sum C_{\text{gas}}$$

Ct: consumo total de todos los equipos instalados (m³/h).

Σ: sumatoria.

Cgas: consumo de gas de cada equipo instalado (m³/h).

Se sumaran los dos consumos calculados en el paso anterior y se multiplicara por los 5 departamentos que son de la sección A para saber el consumo total que se tiene.

$$ct = \left(0.93 \text{ m}^3/\text{hora} + 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} \right) * 5 = 7.060 \text{ m}^3/\text{hora}$$

➤ Paso 3

Calculo de equivalencia de m³ a litros.

$$\text{Litros} = \sum C_{\text{gas}} * 3.897$$

Σ: sumatoria.

Cgas: consumo de gas de cada equipo instalado (m³/hora).

3.897: constante de cálculo para transformar m³ a litros, autorizado por la secretaria de energía y la procuraduría federal del consumidor (adimensional).



Comúnmente los tanque estacionarios su capacidad esta dado en litros por lo tanto tendremos que hacer el cambio de m³/h a litros.

$$\text{Litros} = \left(7.060 \text{ m}^3/\text{hora} \right) * 3.897 = 27.518 \text{ litros}/\text{hora}$$

➤ Paso 4

Calculo de capacidad parcial de tanque

$$C_{pt} = L * Hdo * Fll$$

C_{pt}: capacidad parcial del tanque de almacenamiento (litro).

L: litros de gas.

Hdo: horas diarias de operación de los equipos que consumen gas (horas), se utilizara 5 horas por que es el número de horas en que los aparatos están en funcionamiento.

Fll: Frecuencia de llenado del tanque de almacenamiento (adimensional), se utilizaran 31 días que corresponde a un mes.

$$C_{pt} = \left(27.518 \text{ litros}/\text{hora} \right) (5 \text{ horas}) (31 \text{ dias}) = 4\ 265.29 \text{ litros.}$$

➤ Paso 5

Calculo de capacidad de tanque

$$C_{tt} = C_{pt} * 1.15$$

C_{tt}: capacidad total del tanque de almacenamiento (litros).

C_{pt}: capacidad parcial del tanque de almacenamiento (litros)

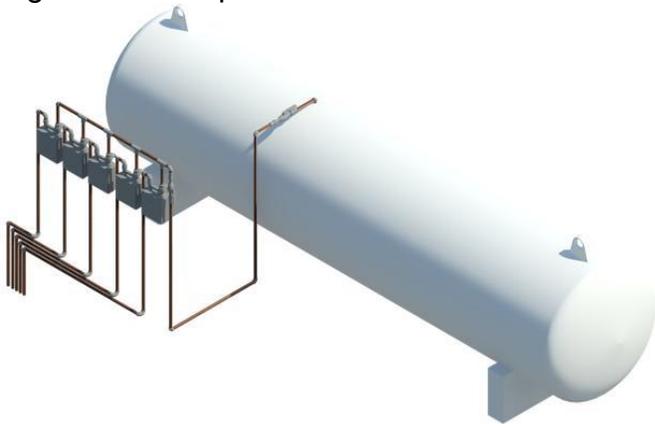


1.15: margen de protección en el llenado del tanque de almacenamiento equivalente a 15% de la capacidad parcial del tanque de almacenamiento.

$$C_{tt} = (4\,265.29 \text{ litros}) * 1.15 = 4\,905 \text{ litros}$$

Teniendo la capacidad total del tanque que fue de 4 905 litros seleccionaremos un tanque estacionario de la tabla 30 capacidad de tanque estacionario, el tanque que se selecciono fue de 5 000 litro.

Figura 18. Tanque estacionario sección A



Sección B

➤ Paso 1

Calculo del consumo de gas de cada uno de los equipos instalados.

$$C_{gas} = E_g * c_{eg}$$

C_{gas} : Consumo de gas de cada equipo instalado (m^3/h).

E_g : Equipo instalado (pieza)

c_{eg} : consumo de gas de cada equipo instalado. (El consumo de gas de cada equipo se obtiene de la tabla 9 consumo de gas LP o Natural)



El cálculo de cada equipo se realizara utilizando un departamento como base ya que todos los departamentos son iguales.

$$C_{gas \text{ calentador de paso sencillo}} = 1 \text{ equipo} * 0.93 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.93 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$C_{gas \text{ Estufa}} = 1 \text{ equipo} * 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.482 \text{ m}^3/\text{hora}$$

➤ Paso 2

Calculo del consumo de gas total requerido.

$$ct = \sum C_{gas}$$

Ct: consumo total de todos los equipos instalados (m³/h).

Σ: sumatoria.

Cgas: consumo de gas de cada equipo instalado (m³/h).

Se sumaran los dos consumos calculados en el paso anterior y se multiplicara por los 6 departamentos que se tienen en la sección B para saber el consumo total.

$$ct = \left(0.93 \text{ m}^3/\text{hora} + 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} \right) * 6 = 8.472 \text{ m}^3/\text{hora}$$

➤ Paso 3

Calculo de equivalencia de m³ a litros.

$$\text{Litros} = \sum C_{gas} * 3.897$$



Σ : sumatoria.

Cgas: consumo de gas de cada equipo instalado ($m^3/hora$).

3.897: constante de cálculo para transformar m^3 a litros, autorizado por la secretaria de energía y la procuraduría federal del consumidor (adimensional).

Su capacidad del tanque estacionario esta dado en litros por lo tanto tendremos que hacer el cambio de m^3/h a litros.

$$\text{Litros} = \left(8.472 \text{ m}^3/\text{hora} \right) * 3.897 = 33.01 \text{ litros}/\text{hora}$$

➤ Paso 4

Calculo de capacidad parcial de tanque

$$Cpt = L * Hdo * Fll$$

Cpt: capacidad parcial del tanque de almacenamiento (litro).

L: litros de gas.

Hdo: horas diarias de operación de los equipos que consumen gas (horas), se utilizara 5 horas por que es el número de horas en que los aparatos están en funcionamiento.

Fll: Frecuencia de llenado del tanque de almacenamiento (adimensional), se utilizaran 31 días que corresponde a un mes.

$$Cpt = \left(33.01 \text{ litros}/\text{hora} \right) (5 \text{ horas}) (31 \text{ dias}) = 5116.55 \text{ litros.}$$

➤ Paso 5

Calculo de capacidad de tanque

$$Ctt: Cpt * 1.15$$



Ctt: capacidad total del tanque de almacenamiento (litros).

Cpt: capacidad parcial del tanque de almacenamiento (litros)

1.15: margen de protección en el llenado del tanque de almacenamiento equivalente a 15% de la capacidad parcial del tanque de almacenamiento.

$$Ctt = (5\ 116.55 \text{ litros}) * 1.15 = 5\ 884.03 \text{ litros}$$

Como no se cuenta con un tanque estacionario con capacidad de 6 000 litros se cambiara la frecuencia de llenado para que el tanque sea menor.

➤ Paso 4.1

Calculo de capacidad parcial de tanque

$$Cpt = L * Hdo * Fll$$

Cpt: capacidad parcial del tanque de almacenamiento (litro).

L: litros de gas.

Hdo: horas diarias de operación de los equipos que consumen gas (horas), se utilizara 5 horas por que es el número de horas en que los aparatos están en funcionamiento.

Fll: Frecuencia de llenado del tanque de almacenamiento (adimensional), se utilizaran 26 días.

$$Cpt = (33.01 \text{ litros/hora})(5 \text{ horas})(26 \text{ dias}) = 4\ 291.3 \text{ litros.}$$

➤ Paso 5.1

Calculo de capacidad de tanque

$$C_{tt} = C_{pt} * 1.15$$

C_{tt}: capacidad total del tanque de almacenamiento (litros).

C_{pt}: capacidad parcial del tanque de almacenamiento (litros)

1.15: margen de protección en el llenado del tanque de almacenamiento equivalente a 15% de la capacidad parcial del tanque de almacenamiento.

$$C_{tt} = (4\,291.3 \text{ litros}) * 1.15 = 4\,934.99 \text{ litros}$$

El tanque estacionario que se utilizara es de 5 000 litros.

Figura 19. Tanque estacionario sección B





4.7.2 Diseño de la tubería de gas

Para calcular el diámetro de la tubería de gas se utilizara el departamento que este más lejos del tanque estacionario, como en las demás instalaciones se dividirá en dos secciones la instalación.

Sección B

➤ Paso 1

Para determinar el diámetro de la tubería se utilizara el último departamento que está más lejos del tanque estacionario y el que tiene más pérdida de presión, se sumara el flujo de la estufa y calentador.

$$\text{calentador de paso sencillo} = 1 \text{ equipo} * 0.93 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.93 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{Estufa} = 1 \text{ equipo} * 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.482 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\sum \text{Equipos} = \left(0.93 \text{ m}^3/\text{hora} + 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} \right) = 1.412 \text{ m}^3/\text{hora}$$

➤ Paso 2

Se realizara el cambio de unidades de m³ a litros.

$$\text{Flujo} = \left(1.412 \text{ m}^3/\text{hora} \right) * 3.897 = 5.502 \text{ litros}/\text{hora}$$



En la tabla 27 tubería nacobre el flujo viene dado en L.P.M se realizara la conversión de unidades

$$\text{Flujo} = \left(5.502 \frac{\text{litro}}{\text{hora}}\right) \left(\frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}\right) = 0.0917 \text{ l/min}$$

Con el flujo que obtuvimos vamos a la tabla 27 tubería nacobre y seleccionamos el diámetro que transporta ese flujo, el diámetro seleccionado fue de 6.35 mm (1/4”).

➤ Paso 3

Calculo de pérdidas de presión máximas.

$$p_{\text{max LP}} = \left(27.94 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}\right) * 0.05 = 4.897 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2}$$

0.05: % del valor máximo de pérdidas de presión en sistemas de baja presión.

➤ Paso 4

Se realizaran tanteos con la siguiente fórmula para saber cuáles son las pérdidas de presión en las tuberías y que no rebasen las pérdidas de presión máximas, si es el caso que se rebase las pérdidas de presión máximas se cambia el diámetro de la tubería hasta que nos den unas perdidas menores a la máxima.

$$Pp = 0.20 \left(\frac{d * L * Ct * 2}{\phi * 5}\right)$$

0.20: constante de cálculo (adimensional).



d: densidad del gas. Para gas LP el valor es de 2.0 y para gas natural el valor es 0.60.

L: longitud de tubería de gas (metros).

Ct: consumo total de gas en todos los equipos instalados (m³/h).

2: constante de cálculo (adimensional).

Φ: diámetro de la tubería analizada (cm).

5: constante de cálculo (adimensional).

Primer tanteo con un diámetro de 6.35 mm.

$$Pp = 0.20 \left[\frac{(2.0)(27.64 \text{ m}) \left(1.412 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) (2)}{(0.635 \text{ cm})(5)} \right] = 9.83 \text{ gr/cm}^2$$

Las pérdidas de presión en la tubería son mayores a las pérdidas de presión máximas así que se realizara otro tanteo.

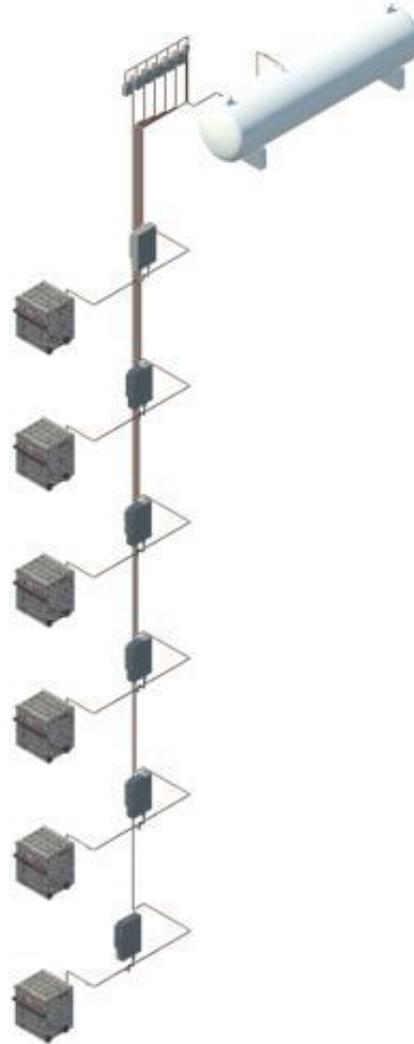
Segundo tanteo con un diámetro de 19 mm (3/4").

$$Pp = 0.20 \left[\frac{(2.0)(27.64 \text{ m}) \left(1.412 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) (2)}{(1.9 \text{ cm})(5)} \right] = 3.28 \text{ gr/cm}^2$$

Las pérdidas de presión en la tubería son menores a las perdidas máximas por lo tanto el diámetro de la tubería es el correcto.



Figura 20. Isométrico de tubería de gas sección B



Sección A

➤ Paso 1

Para determinar el diámetro de la tubería se utilizara el último departamento que está más lejos del tanque estacionario y el que tiene más pérdida de presión, se sumara el flujo de la estufa y calentador.



$$\text{calentador de paso sencillo} = 1 \text{ equipo} * 0.93 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.93 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{Estufa} = 1 \text{ equipo} * 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.482 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\sum \text{Equipos} = \left(0.93 \text{ m}^3/\text{hora} + 0.482 \text{ m}^3/\text{hora} \right) = 1.412 \text{ m}^3/\text{hora}$$

➤ Paso 2

Se realizara el cambio de unidades de m³ a litros.

$$\text{Flujo} = \left(1.412 \text{ m}^3/\text{hora} \right) * 3.897 = 5.502 \text{ litros}/\text{hora}$$

En la tabla 31 tubería nacobre el flujo viene dado en L.P.M se realizara la conversión de unidades.

$$\text{Flujo} = \left(5.502 \frac{\text{litro}}{\text{hora}} \right) \left(\frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \right) = 0.0917 \text{ l}/\text{min}$$

Con el flujo que obtuvimos vamos a la tabla 31 tubería nacobre y seleccionamos el diámetro que transporte ese flujo, el diámetro seleccionado fue de 6.35 mm (1/4”).

➤ Paso 3

Calculo de pérdidas de presión máximas.

$$p_{\text{max LP}} = \left(27.94 \text{ gr}/\text{cm}^2 \right) * 0.05 = 4.897 \text{ gr}/\text{cm}^2$$



0.05: % del valor máximo de pérdidas de presión en sistemas de baja presión.

➤ Paso 4

Se realizaran tanteos con la siguiente fórmula para saber cuáles son las pérdidas de presión en las tuberías y que no rebasen las pérdidas de presión máximas, si es el caso que se rebase las pérdidas de presión máximas se cambia el diámetro de la tubería hasta que nos den unas perdidas menores a la máxima.

$$Pp = 0.20 \left(\frac{d * L * Ct * 2}{\Phi * 5} \right)$$

0.20: constante de cálculo (adimensional).

d: densidad del gas. Para gas LP el valor es de 2.0 y para gas natural el valor es 0.60.

L: longitud de tubería de gas (metros).

Ct: consumo total de gas en todos los equipos instalados (m³/h).

2: constante de cálculo (adimensional).

Φ: diámetro de la tubería analizada (cm).

5: constante de cálculo (adimensional).

Primer tanteo con un diámetro de 6.35 mm.

$$Pp = 0.20 \left[\frac{(2.0)(33.91 \text{ m}) \left(1.412 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) (2)}{(0.635 \text{ cm})(5)} \right] = 12.06 \text{ gr/cm}^2$$

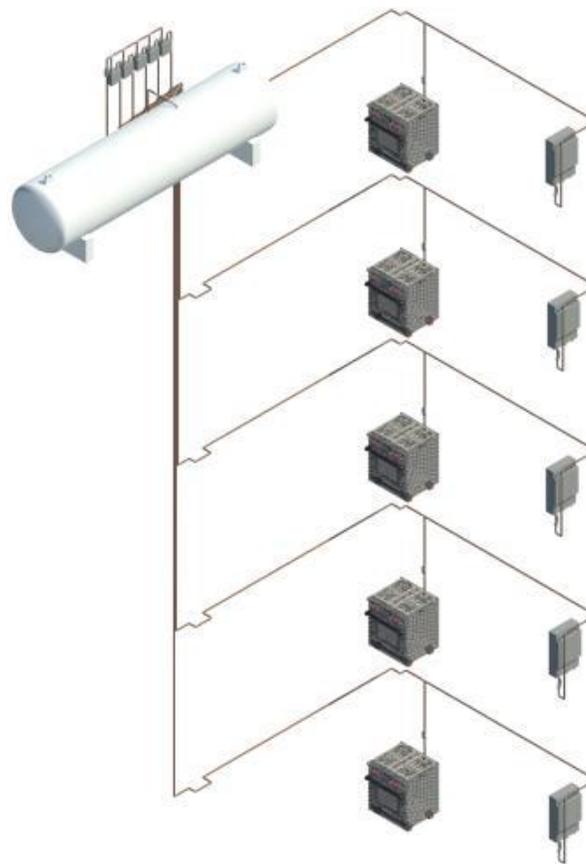
Las pérdidas de presión en la tubería son mayores a las pérdidas de presión máximas así que se realizara otro tanteo.

Segundo tanteo con un diámetro de 19 mm (3/4").

$$Pp = 0.20 \left[\frac{(2.0)(33.91 m) \left(1.412 \frac{m^3}{h} \right) (2)}{(1.9 cm)(5)} \right] = 4.03 \text{ gr/cm}^2$$

Las pérdidas de presión en la tubería son menores a las perdidas máximas por lo tanto el diámetro de la tubería es el correcto.

Figura 21. Isométrico de tubería de gas sección A



-  Tablas de planificación/Cantidades
 - Tabla de planificación de aparato sanitario
 - Tabla de planificación de equipos mecánicos
 - Tabla de planificación de tuberías
 - Tabla de planificación de uniones de tubería

Capitulo 5

CUANTIFICACION DE OBRA



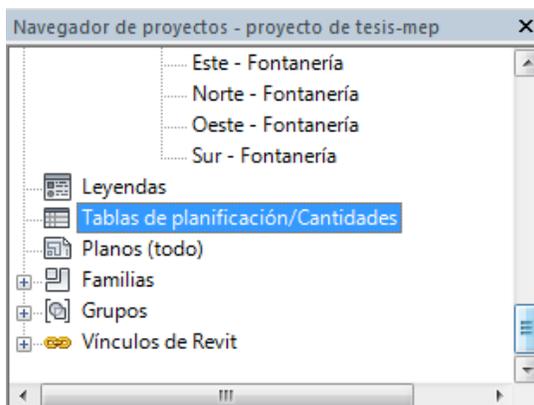
Con el Programa Revit mep realizaremos la cuantificación de los materiales utilizados en el proyecto, las tablas se dividirán en planificación de tubería, planificación de conexiones, planificación de aparatos sanitarios, planificación de equipos mecánicos.

5.1 Tabla de planificación de tubería

Lo primero que se cuantificara será la tubería utilizada de los diferentes sistemas (hidráulico, sanitario y de gas), a continuación se describen los pasos para realizar la tabla de planificación.

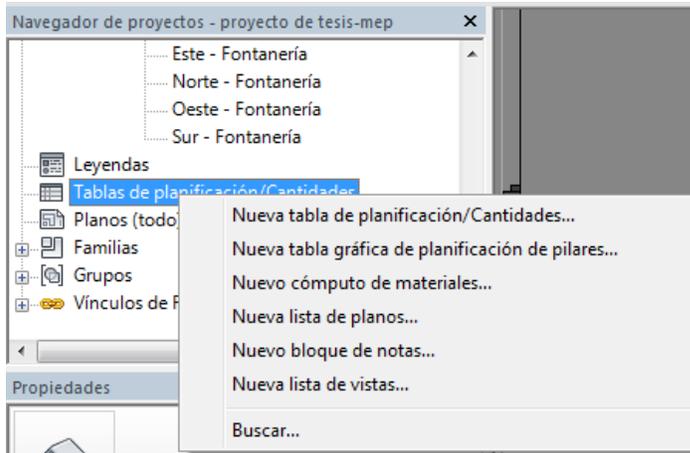
➤ Paso 1

Una vez teniendo el proyecto abierto nos dirigimos al navegador del proyecto, donde se encuentra el comando “tablas de planificación/cantidades”.



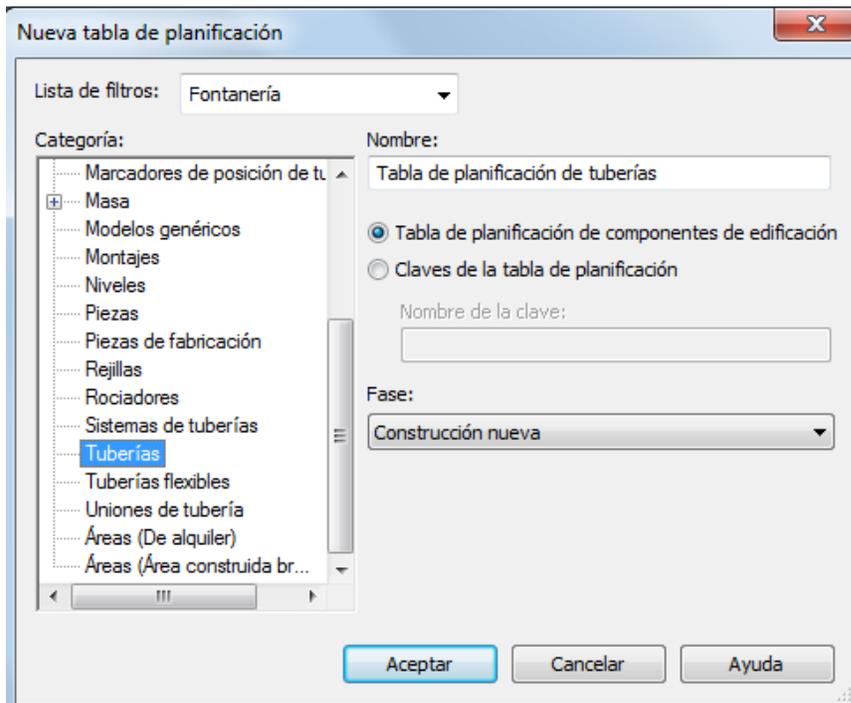
➤ Paso 2

En el comando tablas de planificación le damos click derecho y nos desplegara una lista de sub-comandos en el que vamos a elegir “nueva tabla de planificación/cantidades”.



➤ Paso 3

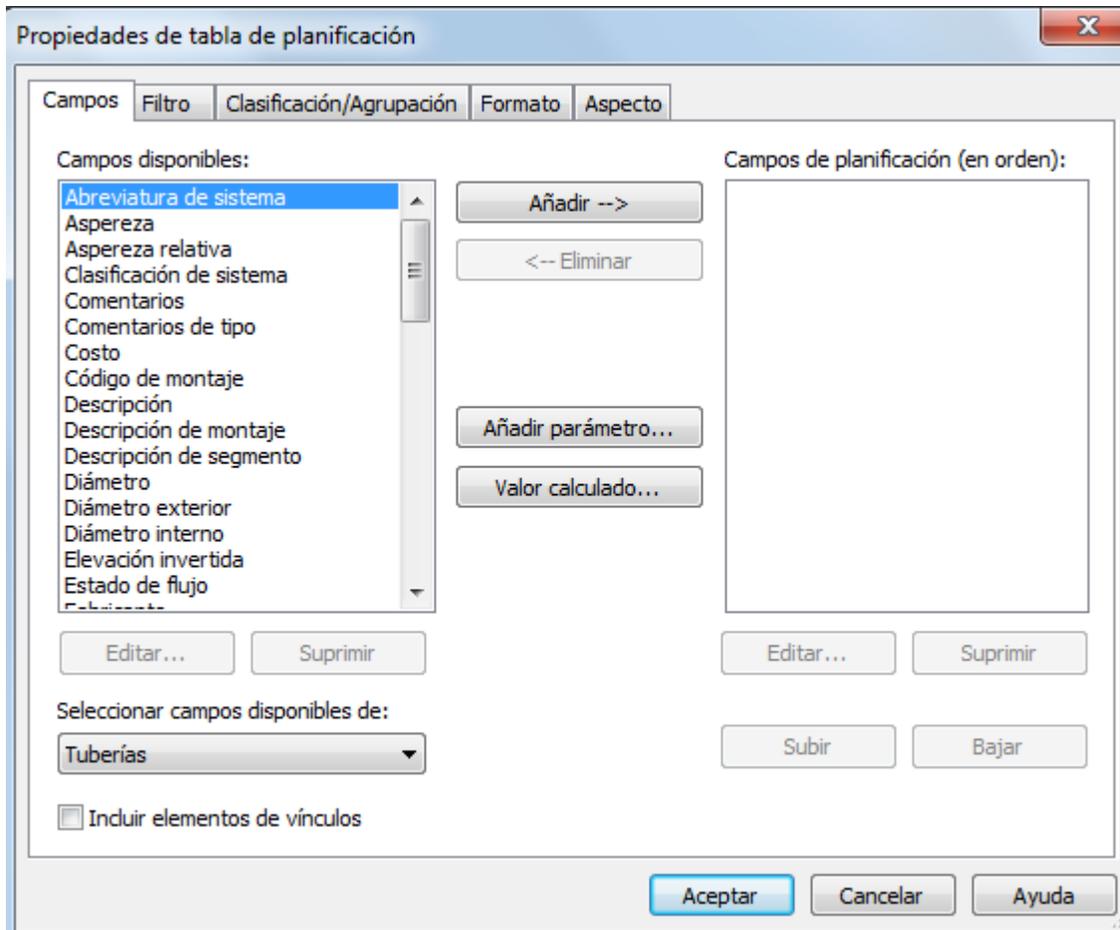
Nos abrirá una ventana donde nos proporciona las diferentes categorías de materiales, lo primero que se calculara será las tuberías de los diferentes sistemas por lo tanto seleccionaremos en categoría “tuberías” y le daremos en aceptar.





➤ Paso 4

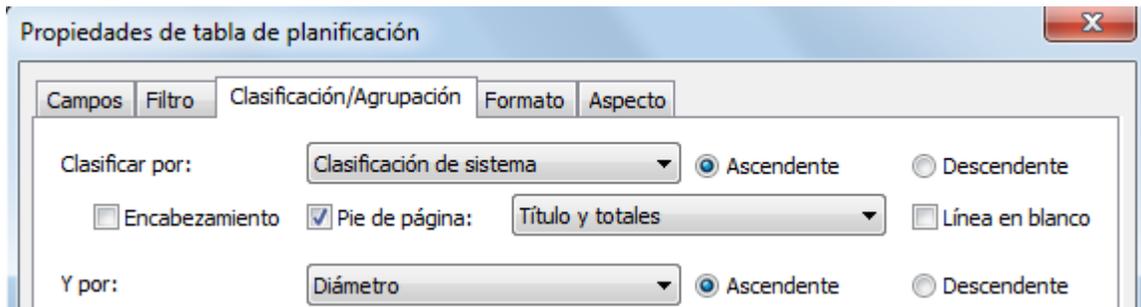
Nos abrirá una nueva ventana donde nos proporcionara las propiedades de la tabla.



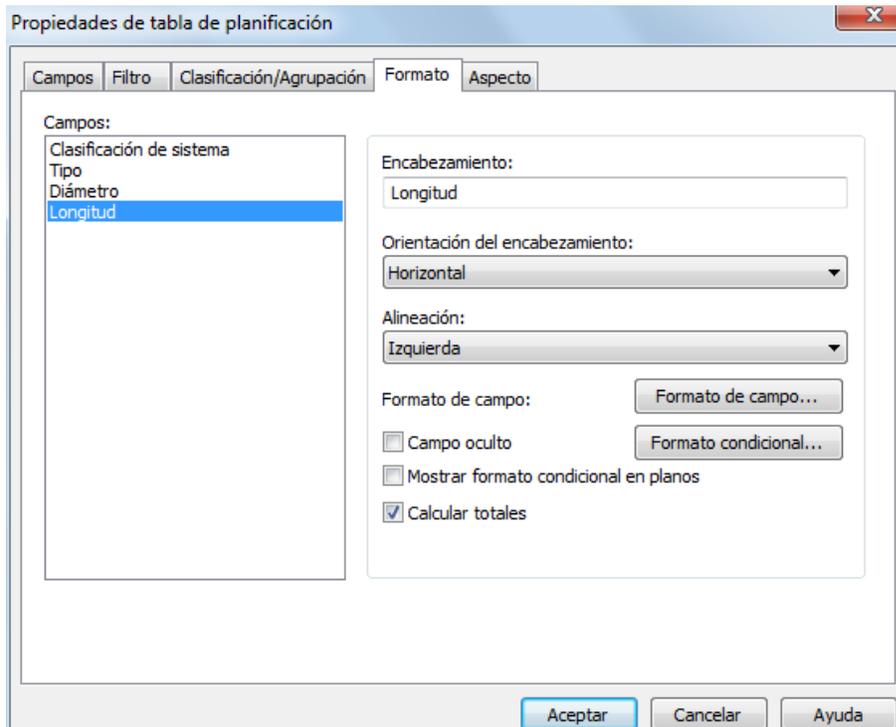
En la casilla de “campos” seleccionaremos los parámetros que quiero que se calculen, en nuestra tabla seleccionaremos los parámetros siguientes: clasificación de sistema, tipo, diámetro, longitud.



En la casilla de “clasificación/agrupación” en donde nos indica **clasificado por** seleccionaremos clasificación de sistemas y en donde nos indica **y por** seleccionaremos diámetro.



En la casilla “formato” donde nos indica longitud seleccionaremos que nos calcule totales. Y le daremos en aceptar.





➤ Paso 5

A continuación se presenta la tabla de cuantificación.

Tabla 39
Cuantificación de tubería

Tabla de planificación de tuberías			
clasificación de sistemas	Tipo	Diámetro	Longitud
Agua caliente doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	20 mm	110.97 m
Agua caliente doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	25 mm	18.66 m
Agua caliente doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	32 mm	2.11 m
Agua caliente doméstica			131.75 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	20 mm	161 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	25 mm	16.48 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	32 mm	72.07 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	40 mm	2.21 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	50 mm	8.1 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	63 mm	8.01 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	75 mm	2.63 m
Agua fría doméstica	Tubería hidráulica con material PP-R	90 mm	23.69 m
Agua fría doméstica			294.18 m
Otro	cobre tipo L	19 mm	206.32 m
Otro			206.32 m
Sanitario	Tubería sanitaria con material PP-R	50 mm	36 m
Sanitario	Tubería sanitaria con material PP-R	75 mm	15.76 m
Sanitario	Tubería sanitaria con material PP-R	110 mm	158.46 m
Sanitario			210.22 m
Total general: 1610			842.46 m

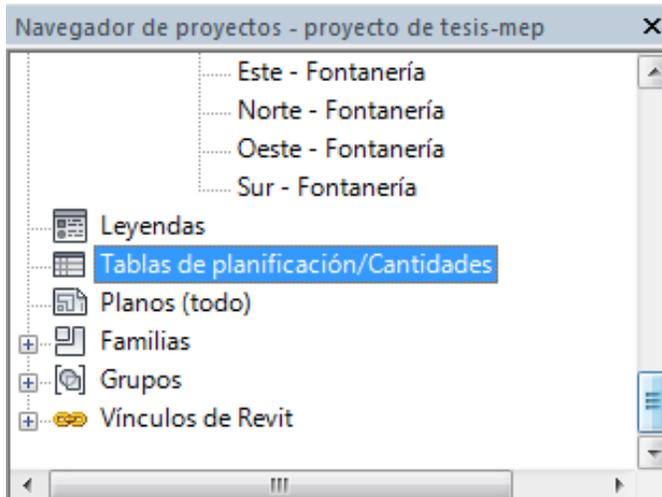
Fuente: Propia

5.2 Tabla de planificación de conexiones

Continuaremos con la cuantificación de las conexiones (codos, Tees, coples, etc...) de los diferentes sistemas.

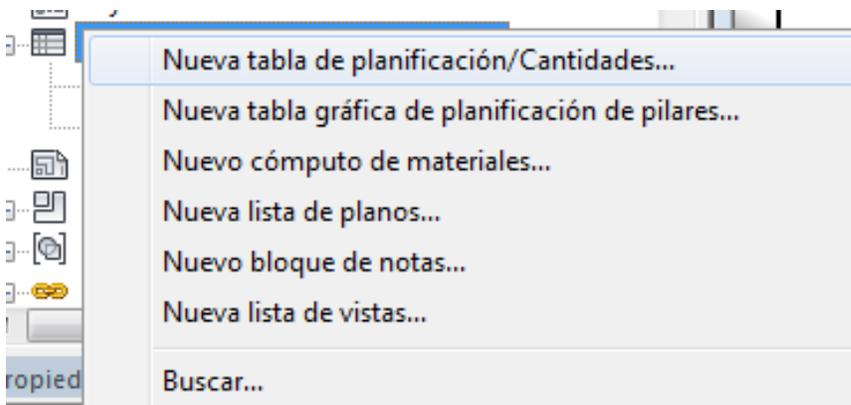
➤ Paso 1

Una vez teniendo el proyecto abierto nos dirigimos al navegador del proyecto, donde se encuentra el comando “tablas de planificación/cantidades”.



➤ Paso 2

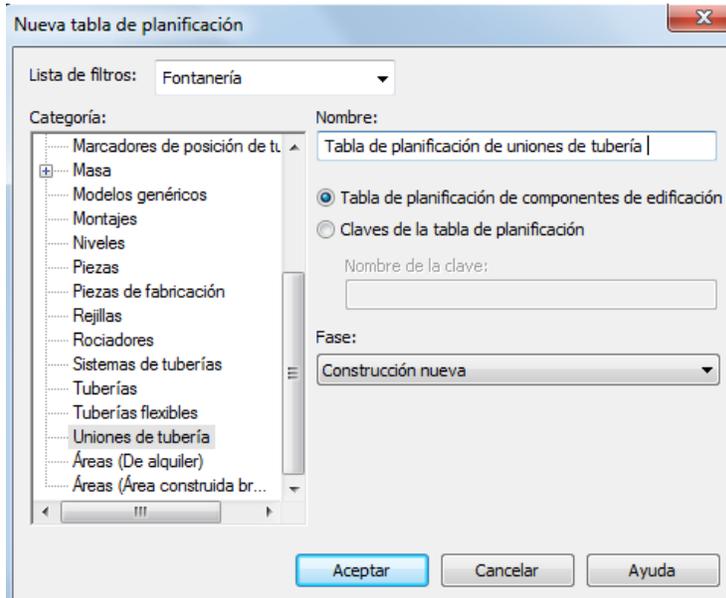
En el comando tablas de planificación le damos click derecho y nos desplegará una lista de sub-comandos en el que vamos a elegir “nueva tabla de planificación/cantidades”.





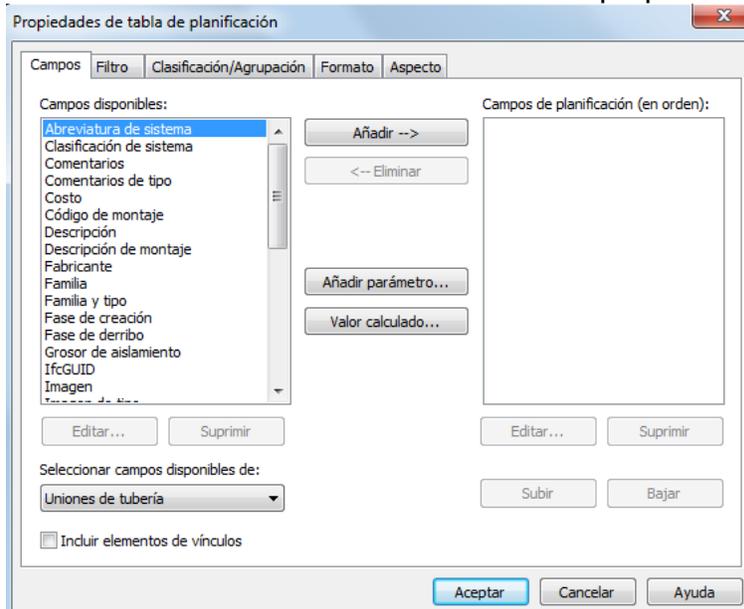
➤ Paso 3

Nos abrirá una ventana donde nos proporciona las diferentes categorías de materiales, seleccionaremos “uniones de tubería” y le daremos en aceptar.



➤ Paso 4

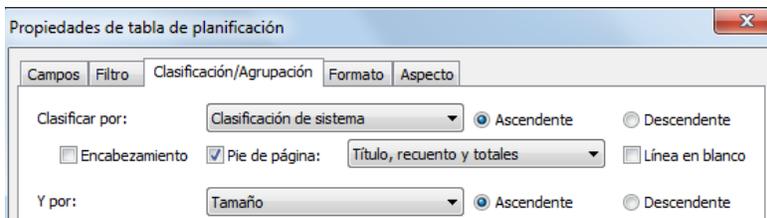
Nos abrirá una nueva ventana donde nos proporcionara las propiedades de la tabla.



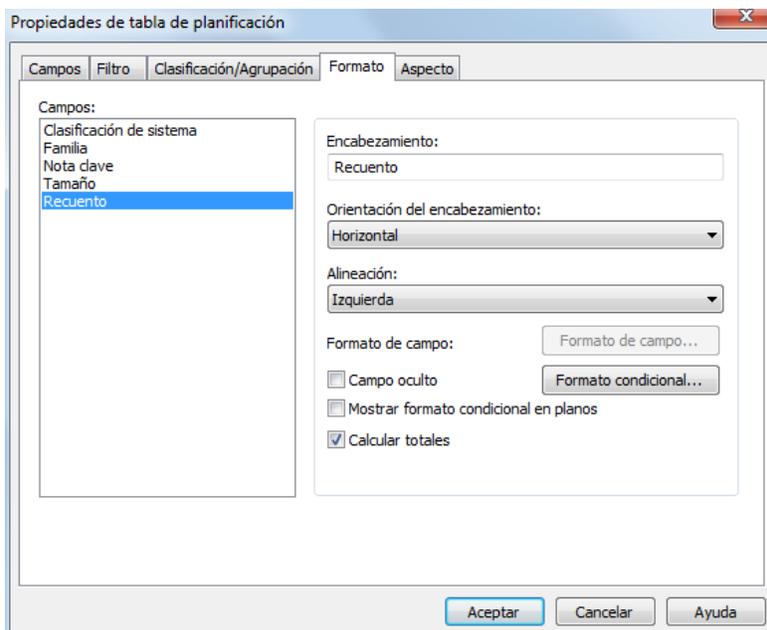


En la casilla de “campos” seleccionaremos los parámetros que quiero que se calculen, en nuestra tabla seleccionaremos los parámetros siguientes: clasificación de sistemas, familias, nota clave, tamaño, Recuento.

En la casilla de “clasificación/agrupación” en donde nos indica **clasificado por** seleccionaremos clasificación de sistemas y en donde nos indica **y por** seleccionaremos tamaño.



En la casilla “formato” donde nos indica Recuento seleccionaremos que nos calcule totales. Y le daremos en aceptar.





➤ Paso 5

A continuación se presenta la tabla de cuantificación.

Tabla 40
Cuantificación de conexiones

Tabla de planificación de uniones de tubería				
clasificación de sistemas	Familia	Nota clave	Tamaño	Recuento
Agua caliente doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	20 mmø-13 mmø	33
Agua caliente doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	20 mmø-15 mmø	11
Agua caliente doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	20 mmø-20 mmø	169
Agua caliente doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	20 mmø-20 mmø-20 mmø	26
Agua caliente doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	25 mmø-20 mmø	37
Agua caliente doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	25 mmø-25 mmø	14
Agua caliente doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	25 mmø-25 mmø-25 mmø	17
Agua caliente doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	32 mmø-20 mmø	4
Agua caliente doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	32 mmø-25 mmø	3
Agua caliente doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	32 mmø-32 mmø	2
Agua caliente doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	32 mmø-32 mmø-32 mmø	2
Agua caliente doméstica				318
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	20 mmø-13 mmø	48
Agua fría doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	20 mmø-20 mmø	223
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	20 mmø-20 mmø-20 mmø	47
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	25 mmø-20 mmø	27
Agua fría doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	25 mmø-25 mmø	8
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	25 mmø-25 mmø-25 mmø	14
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	32 mmø-20 mmø	31
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	32 mmø-25 mmø	12
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	32 mmø-30 mmø	1
Agua fría doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	32 mmø-32 mmø	43
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	32 mmø-32 mmø-32 mmø	28
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	40 mmø-20 mmø	7
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	40 mmø-32 mmø	4
Agua fría doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	40 mmø-40 mmø	4
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	40 mmø-40 mmø-40 mmø	7
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	50 mmø-32 mmø	4
Agua fría doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	50 mmø-50 mmø	1
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	50 mmø-50 mmø-50 mmø	2
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	63 mmø-32 mmø	3
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	63 mmø-50 mmø	2
Agua fría doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	63 mmø-63 mmø	2
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	63 mmø-63 mmø-63 mmø	3
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	75 mmø-40 mmø	1
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	75 mmø-63 mmø	1
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	75 mmø-75 mmø-75 mmø	1
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	90 mmø-20 mmø	2
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	90 mmø-25 mmø	2
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	90 mmø-32 mmø	3
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	90 mmø-40 mmø	2



Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	90 mmø-63 mmø	1
Agua fría doméstica	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	90 mmø-75 mmø	1
Agua fría doméstica	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	90 mmø-90 mmø	19
Agua fría doméstica	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	90 mmø-90 mmø-90 mmø	7
Agua fría doméstica				561
Otro	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	19 mmø-19 mmø	179
Otro	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	19 mmø-19 mmø-19 mmø	20
Otro	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	20 mmø-19 mmø	44
Otro				243
Sanitario	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	50 mmø-50 mmø	98
Sanitario	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	75 mmø-75 mmø	34
Sanitario	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	110 mmø-50 mmø	26
Sanitario	M_Transición - Soldada - Genérica	coople de transicion	110 mmø-75 mmø	22
Sanitario	M_Codo - Soldado - Genérico	codo de 90°	110 mmø-110 mmø	110
Sanitario	M_Te - Soldada - Genérica	Tee	110 mmø-110 mmø-110 mmø	69
Sanitario	M_Cruz - Soldada - Genérica	Cruz	110 mmø-110 mmø-110 mmø-110 mmø	13
Sanitario				372
Total general: 1494				1494

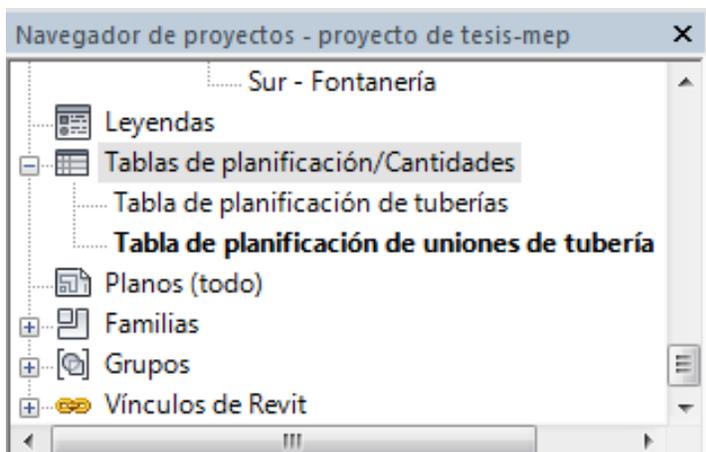
Fuente: Propia

5.3 Tabla de planificación de aparatos sanitarios

Continuaremos con la cuantificación de los aparatos sanitarios (WC, Regadera, Lavabo, etc...) de los diferentes sistemas.

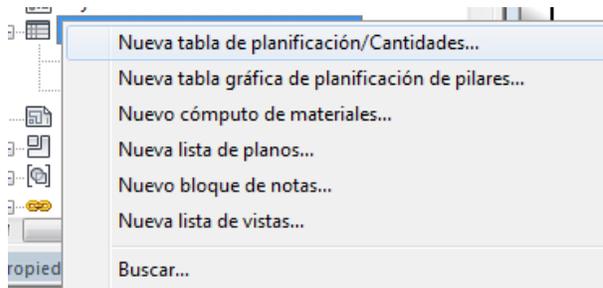
➤ Paso 1

Una vez teniendo el proyecto abierto nos dirigimos al navegador del proyecto, donde se encuentra el comando “tablas de planificación/cantidades”.



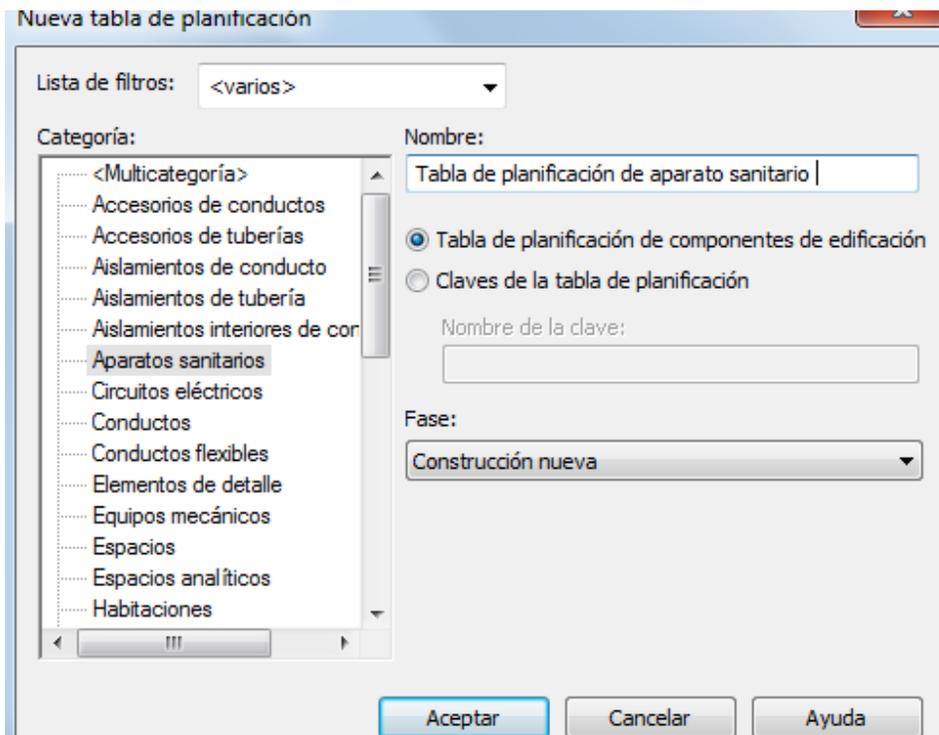
➤ Paso 2

En el comando tablas de planificación le damos click derecho y nos desplegará una lista de sub-comandos en el que vamos a elegir “nueva tabla de planificación/cantidades”.



➤ Paso 3

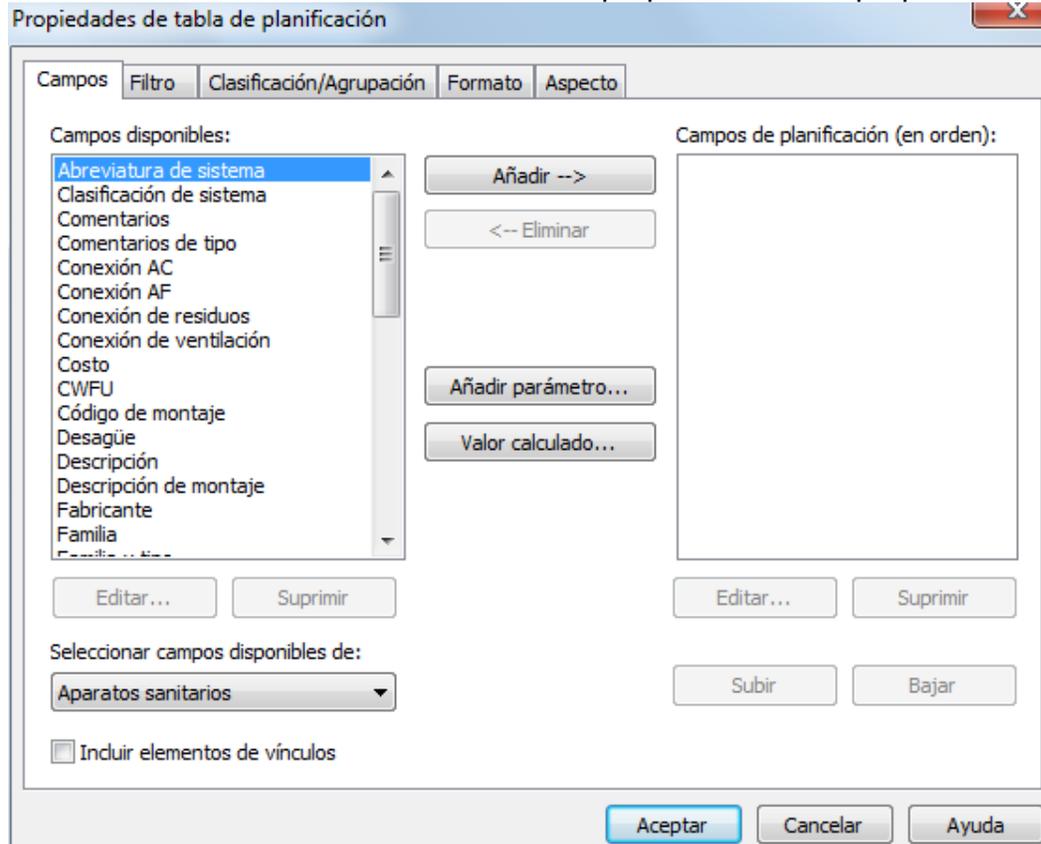
Nos abrirá una ventana donde nos proporciona las diferentes categorías de materiales, seleccionaremos “aparatos sanitarios” y le daremos en aceptar.





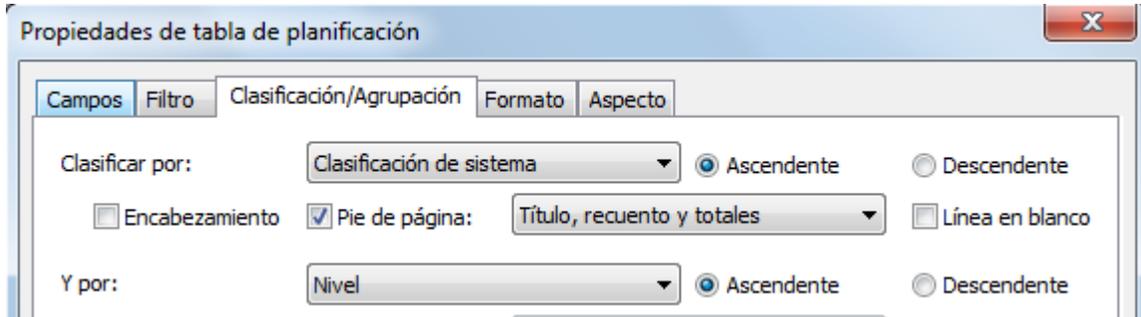
➤ Paso 4

Nos abrirá una nueva ventana donde nos proporcionara las propiedades de la tabla.

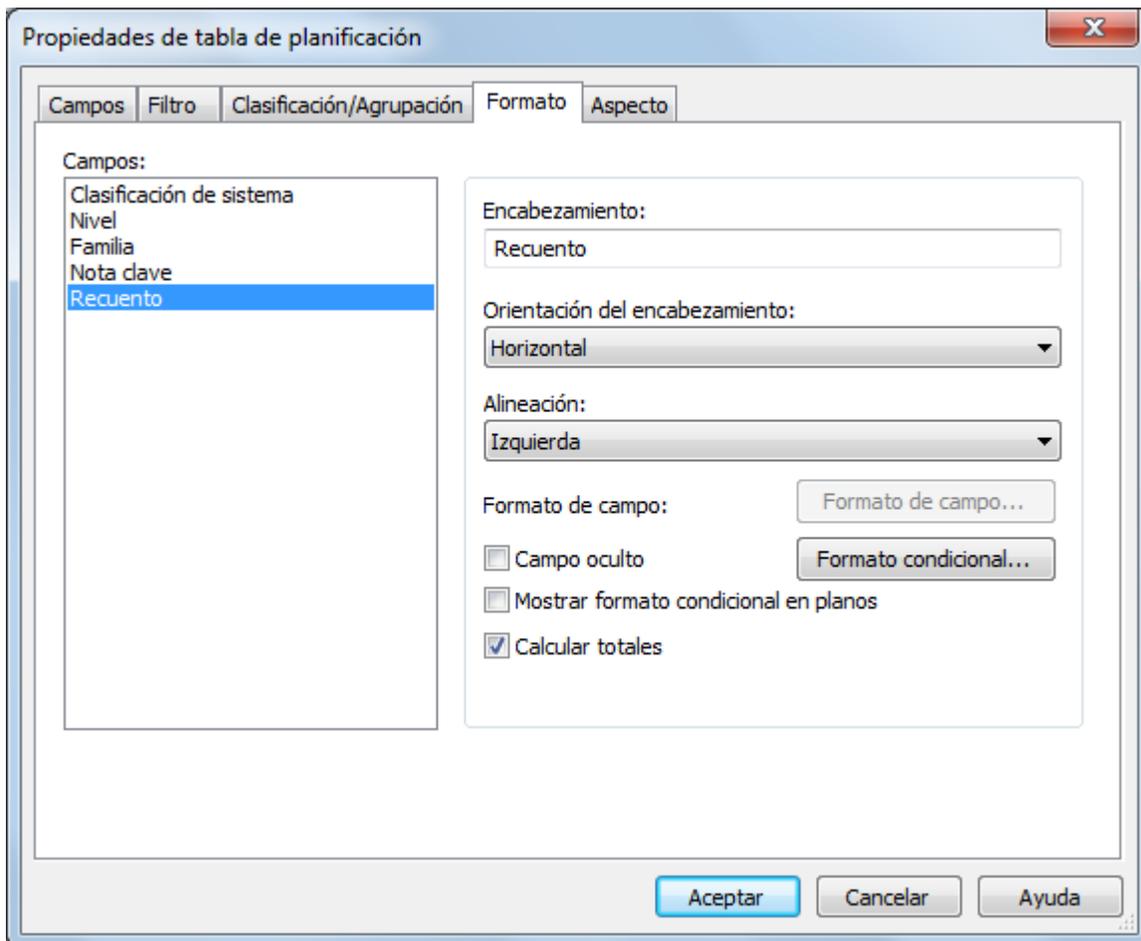


En la casilla de “campos” seleccionaremos los parámetros que quiero que se calculen, en nuestra tabla seleccionaremos los parámetros siguientes: clasificación de sistemas, nivel, familia, nota clave, recuento.

En la casilla de “clasificación/agrupación” en donde nos indica **clasificado por** seleccionaremos clasificación de sistemas y en donde nos indica **y por** seleccionaremos nivel.



En la casilla “formato” donde nos indica Recuento seleccionaremos que nos calcule totales. Y le daremos en aceptar.





➤ Paso 5

A continuación se presenta la tabla de cuantificación.

Tabla 41
Cuantificación de aparatos sanitarios

Tabla de planificación de aparato sanitario				
Clasificación de sistema	Nivel	Familia	Nota clave	Recuento
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	01-PB	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	01-PB	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	01-PB	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	02-P1	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	02-P1	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	02-P1	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	02-P1	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	02-P1	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	02-P1	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	03-P2	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	03-P2	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	03-P2	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	03-P2	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	03-P2	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	03-P2	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	04-P3	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	04-P3	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	04-P3	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	04-P3	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	04-P3	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	04-P3	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	05-P4	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	05-P4	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	05-P4	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	05-P4	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	05-P4	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	05-P4	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	06-P5	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	06-P5	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	06-P5	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	06-P5	ArquiHoy-Lave linge - Chargement frontal.0004	Lavadora	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	06-P5	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	06-P5	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	07-AZ	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	07-AZ	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	07-AZ	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario	07-AZ	M_Lavabo - Oval	Lavabo	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Sanitario				37

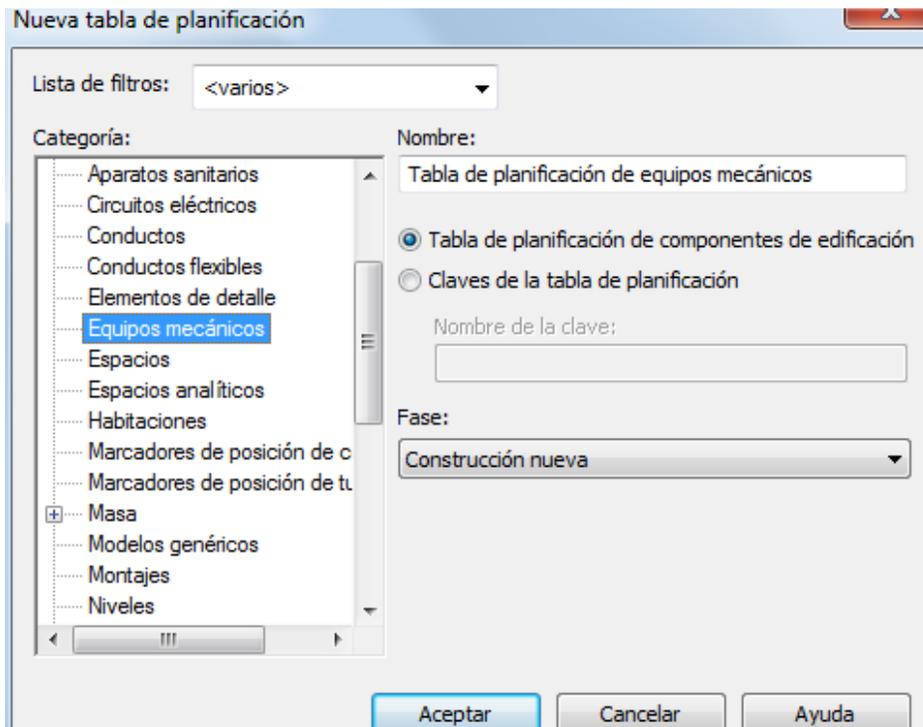
➤ Paso 2

En el comando tablas de planificación le damos click derecho y nos desplegará una lista de sub-comandos en el que vamos a elegir “nueva tabla de planificación/cantidades”.



➤ Paso 3

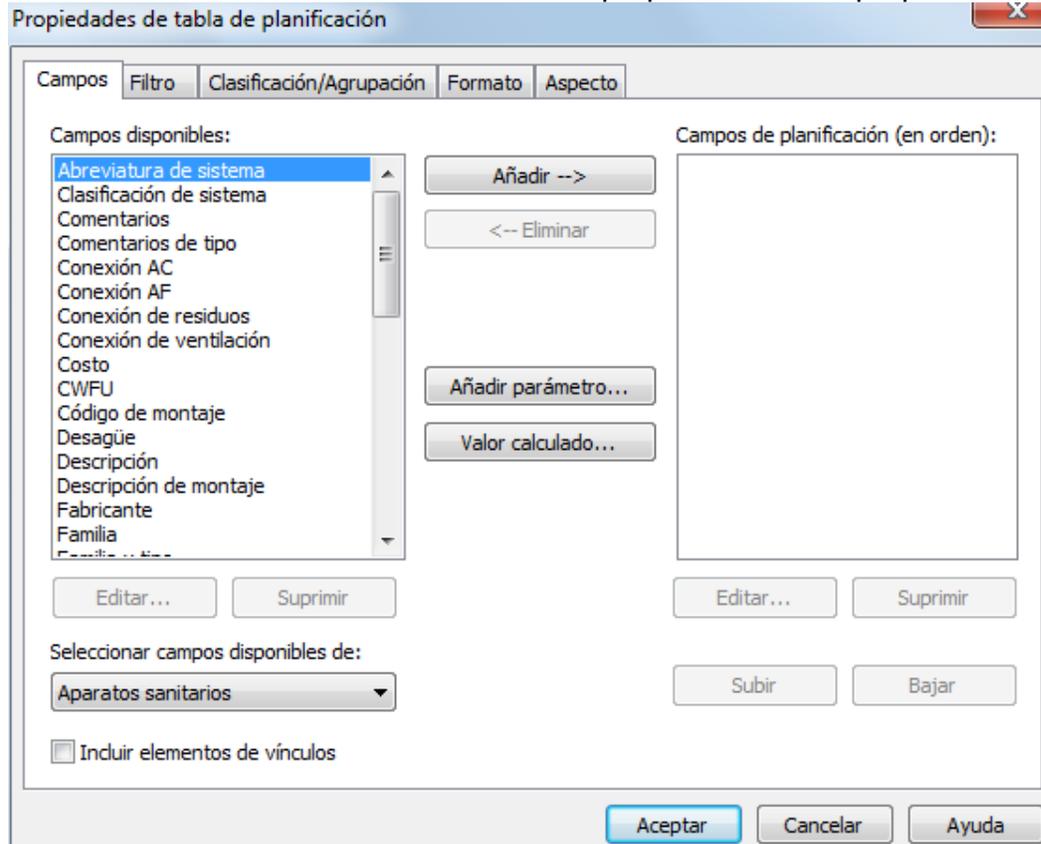
Nos abrirá una ventana donde nos proporciona las diferentes categorías de materiales, seleccionaremos “equipos mecánicos” y le daremos en aceptar.





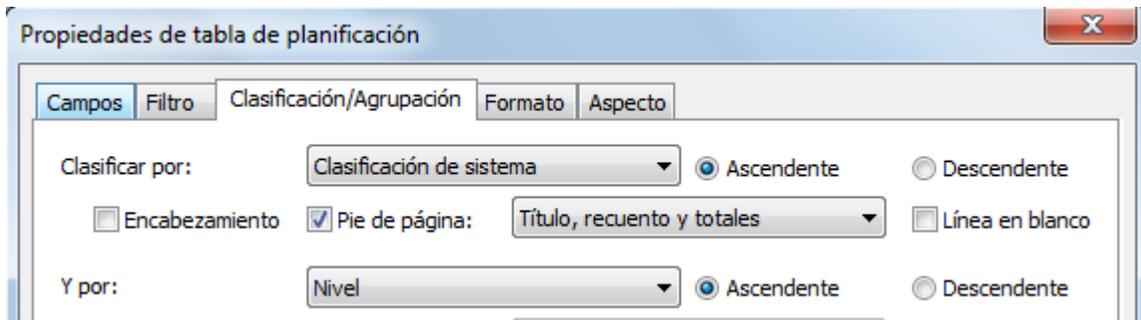
➤ Paso 4

Nos abrirá una nueva ventana donde nos proporcionara las propiedades de la tabla.

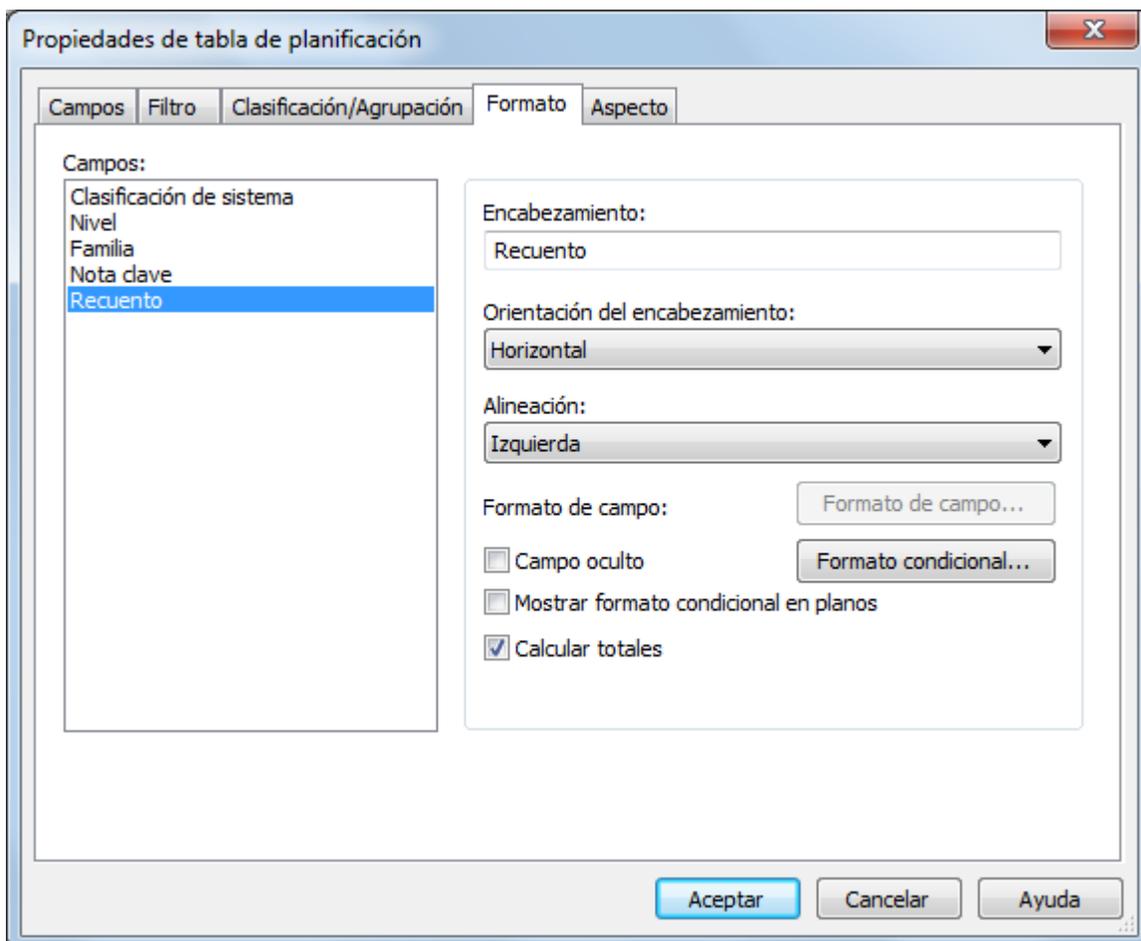


En la casilla de “campos” seleccionaremos los parámetros que quiero que se calculen, en nuestra tabla seleccionaremos los parámetros siguientes: clasificación de sistemas, nivel, familia, nota clave, recuento.

En la casilla de “clasificación/agrupación” en donde nos indica **clasificado por** seleccionaremos clasificación de sistemas y en donde nos indica **y por** seleccionaremos nivel.



En la casilla “formato” donde nos indica Recuento seleccionaremos que nos calcule totales. Y le daremos en aceptar.





➤ Paso 5

A continuación se presenta la tabla de cuantificación.

Tabla 42
Cuantificación de aparatos sanitarios

Tabla de planificación de equipos mecánicos				
Clasificación de sistema	Nivel	Familia	Nota clave	Recuento
Agua fría doméstica	09-suelo-tinacos	tinaco para metrico	Tinaco	1
Agua fría doméstica	09-suelo-tinacos	tinaco para metrico	Tinaco	1
Agua fría doméstica	09-suelo-tinacos	tinaco para metrico	Tinaco	1
Agua fría doméstica	09-suelo-tinacos	tinaco para metrico	Tinaco	1
Agua fría doméstica: 4				4
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	01-PB	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	02-P1	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	02-P1	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	03-P2	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	03-P2	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	04-P3	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	04-P3	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	05-P4	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	05-P4	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	06-P5	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia	06-P5	M_Calentador de agua - Sin depósito	Calentador	1
Agua fría doméstica,Agua caliente doméstica,Otro,Aire viciado,Potencia				11
Agua fría doméstica,Potencia	2-sotano 2	M_Bomba centrífuga - Horizontal	Bomba centrífuga	1
Agua fría doméstica,Potencia				1
Otro	01-PB	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	02-P1	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	02-P1	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	03-P2	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	03-P2	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	04-P3	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	04-P3	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	05-P4	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	05-P4	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	06-P5	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	06-P5	estufa 4 quemadores	Estufa	1
Otro	07-AZ	Tanque_de_gas_5000 Litros	Tanque estacionario	1
Otro	07-AZ	Tanque_de_gas_5000 Litros	Tanque estacionario	1
Otro				13

Fuente: Propia

Conclusiones

Una vez terminado el trabajo de tesis, se llega a las siguientes conclusiones:

Para poder garantizar el buen funcionamiento del inmueble es indispensable realizar el diseño de las instalaciones tanto hidráulicas como sanitarias y de gas, en este caso. Dado que en algunos casos solo se realiza por intuición el diseño de las diversas instalaciones.

La presente tesis nos sirve para ver la metodología que se ocupa al diseñar instalaciones en una edificación.

Con la aplicación del programa “revit mep” que es de código abierto se, facilita el diseño de las diferentes instalaciones hidráulica, sanitaria y de gas por la metodología que ocupa sin embargo no se puede desplazar la teoría que refiere al diseño de dichas instalaciones como es el caso de la hidráulica en donde se fundamentan los principios para el diseño de las instalaciones.

Con el empleo del programa revit mep se facilita la cuantificación de los diferentes materiales utilizados, así como de los aparatos sanitarios eso es de mucha ayuda para realizar el presupuesto de obra.

Se tiene que hacer conciencia para el diseño de las instalaciones porque en muchos de los casos el diseño no lo realiza un ingeniero por lo tanto el funcionamiento de las diferentes instalaciones resulta ser deficiente.

En todo momento es que las instalaciones deben de seguir la evolución de los materiales así como los requerimientos de la zona, un ejemplo es el ahorro del agua que se tiene en diversas partes del país.

Si bien el uso del programa “revit MEP” facilita la elaboración de los proyectos, es conveniente considerarlo como un complemento ya que no sustituye la participación del especialista, ya que los resultados obtenidos tendrán que revisar y analizar para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones

Bibliografía

- Carmona, R. P. (2010). *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Lopez.R, A. A. (1990). *Agua Intalaciones Sanitarias en los edificios*. Venezuela: Editado y distribuido por el autor.
- Luis Arnal Simón, M. B. (2005). *Reglamento de Construccion para el Distrito Federal*. México: Trillas.
- Rotoplas. (2017). *Tuboplu: Mejor tubería, mejor agua*. México: Tuboplus.
- Sopeña, J. E. (2001). *Manual de instalaciones de GLP*. Madrid, España.
- Sosa, J. G. (2006). *Instalaciones Hidráulicas y sanitarias en edificios*. México: Fundacion ICA.
- Tapia, V. (2016). *Diseño de redes hidrosanitarias y de gas para arquitectura*. México: IPN.
- Vidal, A. L. (2016). Una (r)evolucion llamada BIM. *Revista Tecnica CEMENTO HORMIGÓN*(974), 52.

Anexo A Unidades Mueble Manual IMSS

Tabla B-1 “Gasto en función de unidades-mueble. Método Hunter-Nielsen”

Numero Unidades Mueble	Gasto probable (l.p.s)	
	Sin Fluxómetro	Con Fluxómetro
1	0.10	
2	0.18	
3	0.25	
4	0.31	
5	0.37	1.30
6	0.42	1.39
7	0.46	1.48
8	0.50	1.56
9	0.54	1.63
10	0.58	1.70
11	0.61	1.76
12	0.65	1.82
13	0.68	1.88
14	0.72	1.93
15	0.75	1.98
16	0.79	2.03
17	0.82	2.08
18	0.86	2.13
19	0.89	2.17
20	0.93	2.21
21	0.96	2.25
22	1	2.29
23	1.03	2.33
24	1.07	2.37
25	1.10	2.41
26	1.14	2.45
27	1.17	2.49
28	1.21	2.53
29	1.24	2.57
30	1.28	2.61
31	1.31	2.64
32	1.34	2.67

33	1.37	2.70
34	1.40	2.73
35	1.43	2.76
36	1.46	2.79
37	1.49	2.82
38	1.52	2.85
39	1.55	2.88
40	1.58	2.91
41	1.61	2.94
42	1.64	2.97
43	1.67	3.00
44	1.70	3.03
45	1.73	3.06
46	1.76	3.09
47	1.79	3.12
48	1.82	3.15
49	1.84	3.18
50	1.87	3.20
52	1.92	3.24
54	1.97	3.28
56	2.02	3.32
58	2.06	3.36
60	2.10	3.40
62	2.14	3.44
64	2.17	3.48
66	2.21	3.52
68	2.24	3.56
70	2.28	3.60
72	2.31	3.64
74	2.35	3.68
76	2.38	3.72
78	2.42	3.76
80	2.45	3.80
82	2.49	3.84
84	2.52	3.88
86	2.56	3.92
88	2.59	3.96
90	2.66	4.04
92	2.66	4.04
94	2.70	4.08

96	2.73	4.12
98	2.76	4.16
100	2.79	4.20
102	2.82	4.23
104	2.85	4.26
106	2.88	4.29
108	2.91	4.32
110	2.94	4.35
112	2.97	4.38
114	3.00	4.41
116	3.03	4.44
118	3.07	4.47
120	3.10	4.50
122	3.14	4.53
124	3.17	4.56
126	3.20	4.59
128	3.23	4.62
130	3.26	4.65
132	3.29	4.68
134	3.32	4.71
136	3.35	4.74
138	3.38	4.77
140	3.41	4.80
142	3.44	4.83
144	3.47	4.86
146	3.50	4.89
148	3.53	4.92
150	3.56	4.95
152	3.59	4.96
154	3.62	5.01
156	3.65	5.04
158	3.68	5.07
160	3.71	5.10
162	3.74	5.13
164	3.77	5.16
166	3.80	5.18
168	3.83	5.21
170	3.86	5.24

Anexo B Planos

Plano planta baja



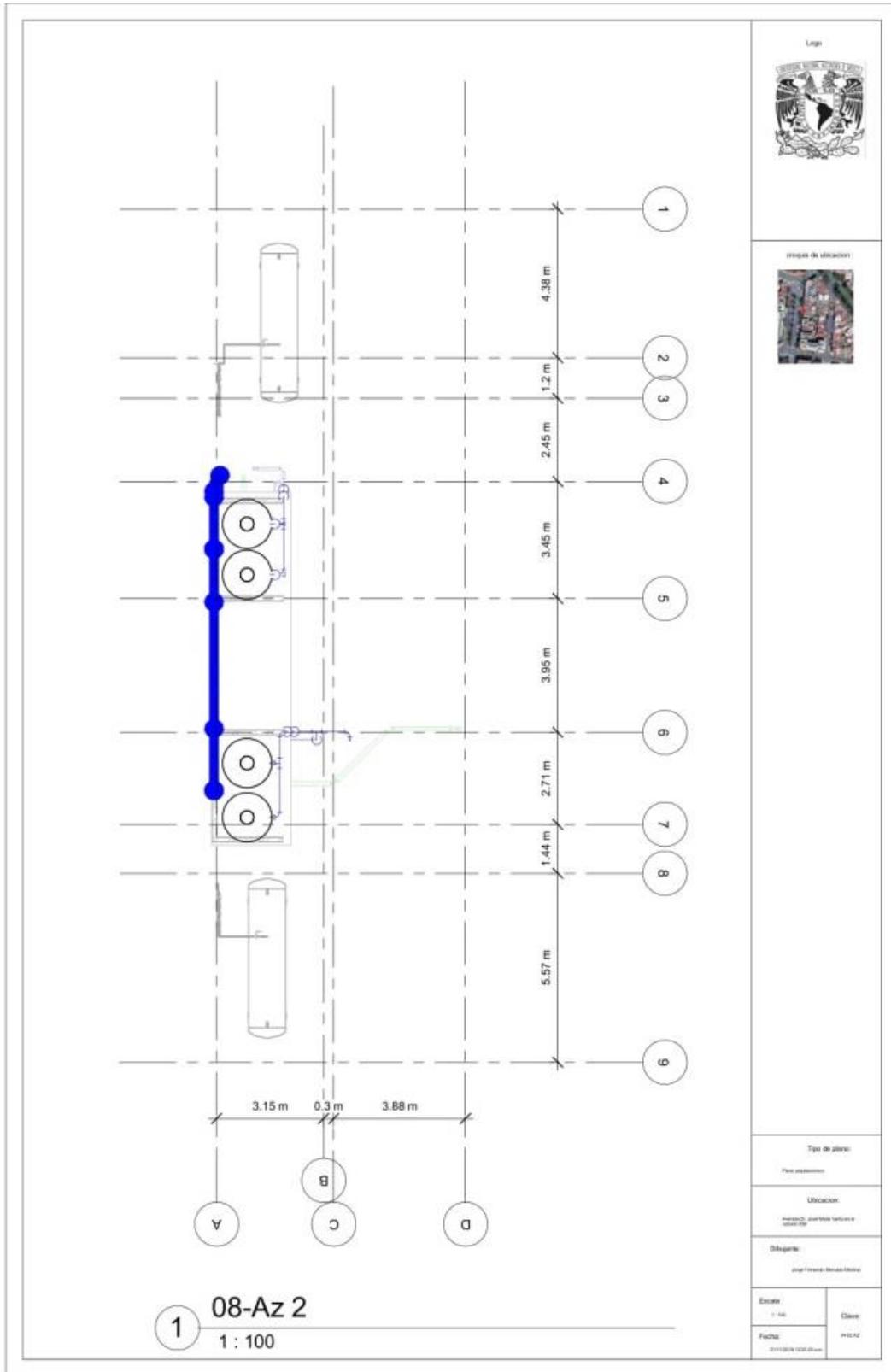
Plano de nivel 01 a 05



Plano Azotea 01

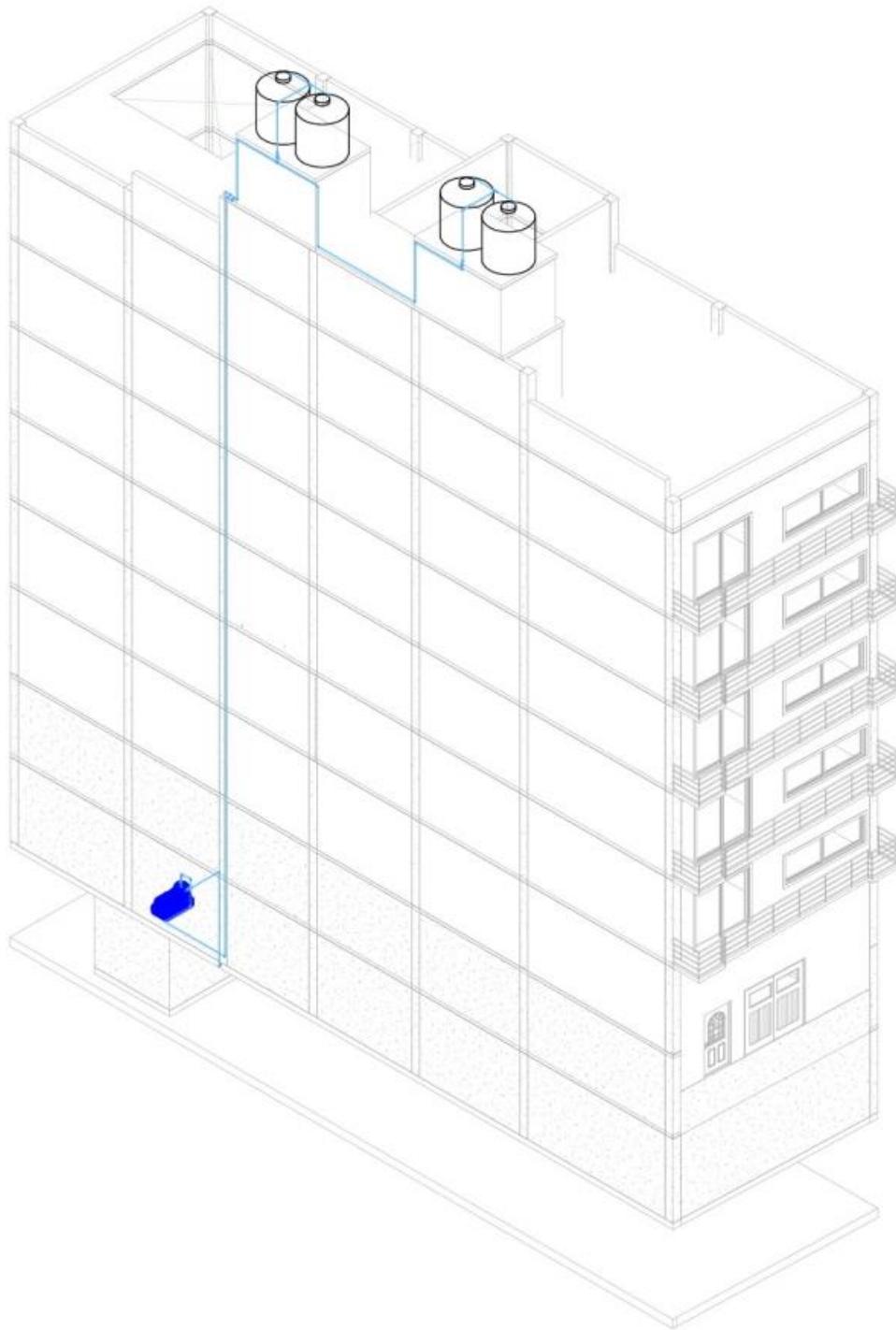


Plano Azotea 02



Tipo de plano:	
Para construcción	
Utilización:	
Instalación de equipos de ventilación y climatización	
Dibujante:	
Jorge Francisco Rivera Méndez	
Escala:	Clase:
1 : 100	PI-02-AZ
Fecha:	
2011/05/18 13:23:24	

Isométrico tubería de abastecimiento



1 isométrico de bomba

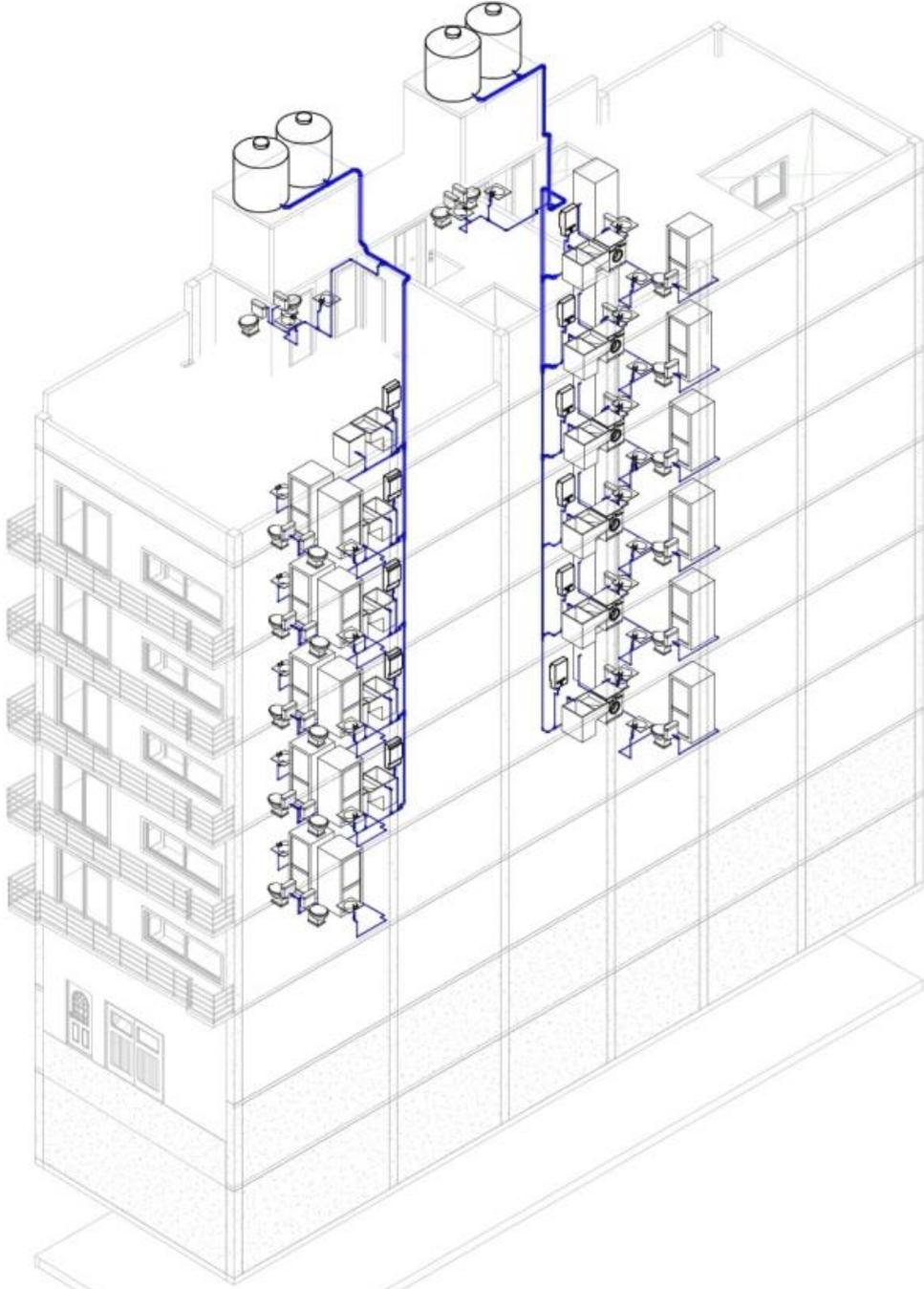


imagen de ubicación:



Tipo de plano:	
proyecto de tubería de abastecimiento	
Ubicación:	
Proyecto de tubería de abastecimiento	
Diseñado:	
Josep Ferrer i Gual	
Escala:	Clave:
Fecha:	1985-11
31712018-02027-0-0	

Isométrico tubería de agua fría



1 isométrico de agua fría



Imagen de ubicación



Tipo de plano:	
Isométrico de agua fría	
Ubicación:	
Avda. 27, San Antonio de los Baños, Ciego de Avilés	
Diseño:	
Angel Torres y Alfredo Méndez	
Escala:	Clase:
Fecha:	14/03/12
2012/03/12 12:04:44	

Isométrico tubería de agua caliente



1 isométrico tubería de agua caliente

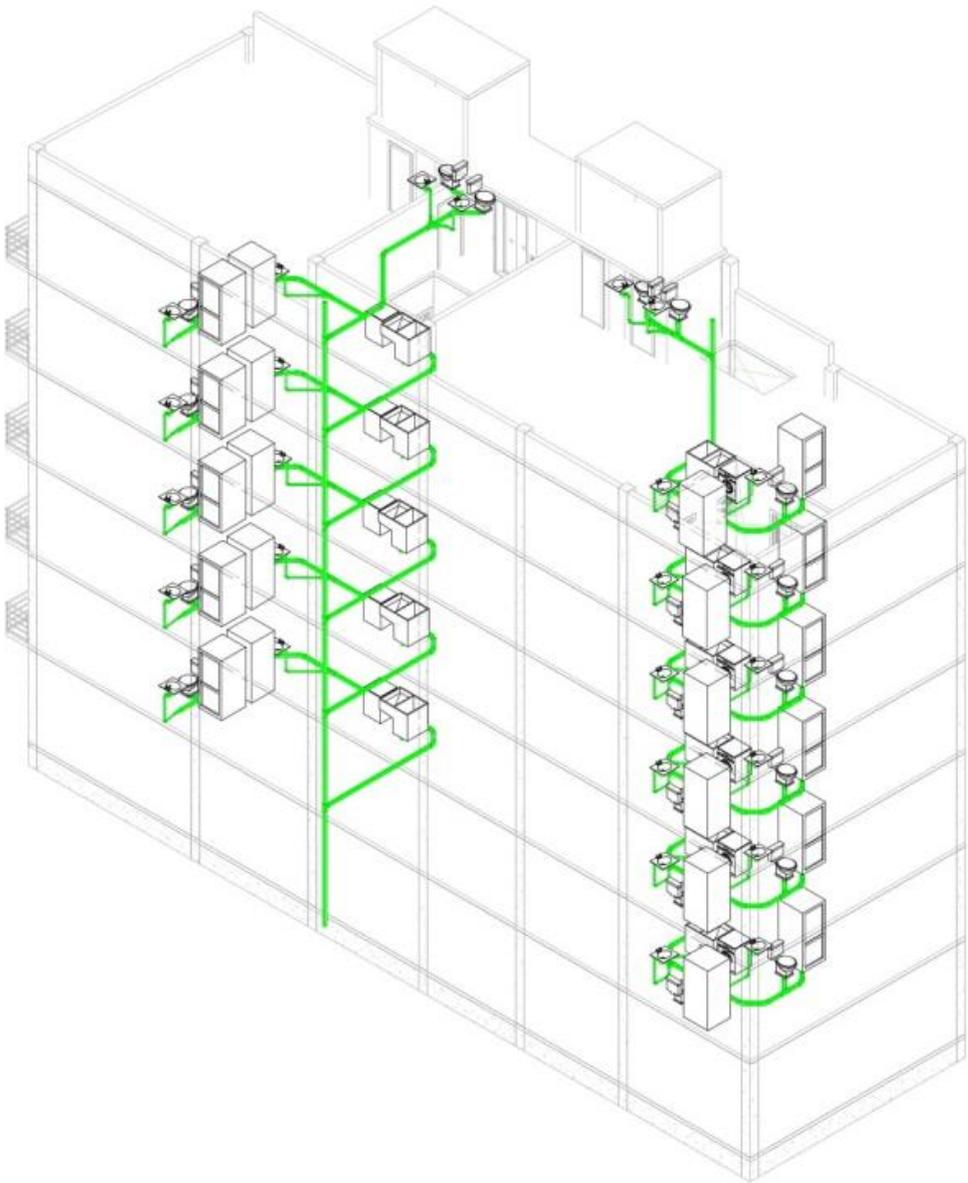


imagen de ubicación:



Tipo de plan:	
Sistema de tuberías de agua caliente	
Ubicación:	
Avda. 20, Jardines de la Ciudad, CDMX, México	
Diseño:	
José Manuel Sánchez Méndez	
Escala:	Clave:
Fecha:	1998-02
2010-02-01 10:00 AM	

Isométrico tubería sanitaria

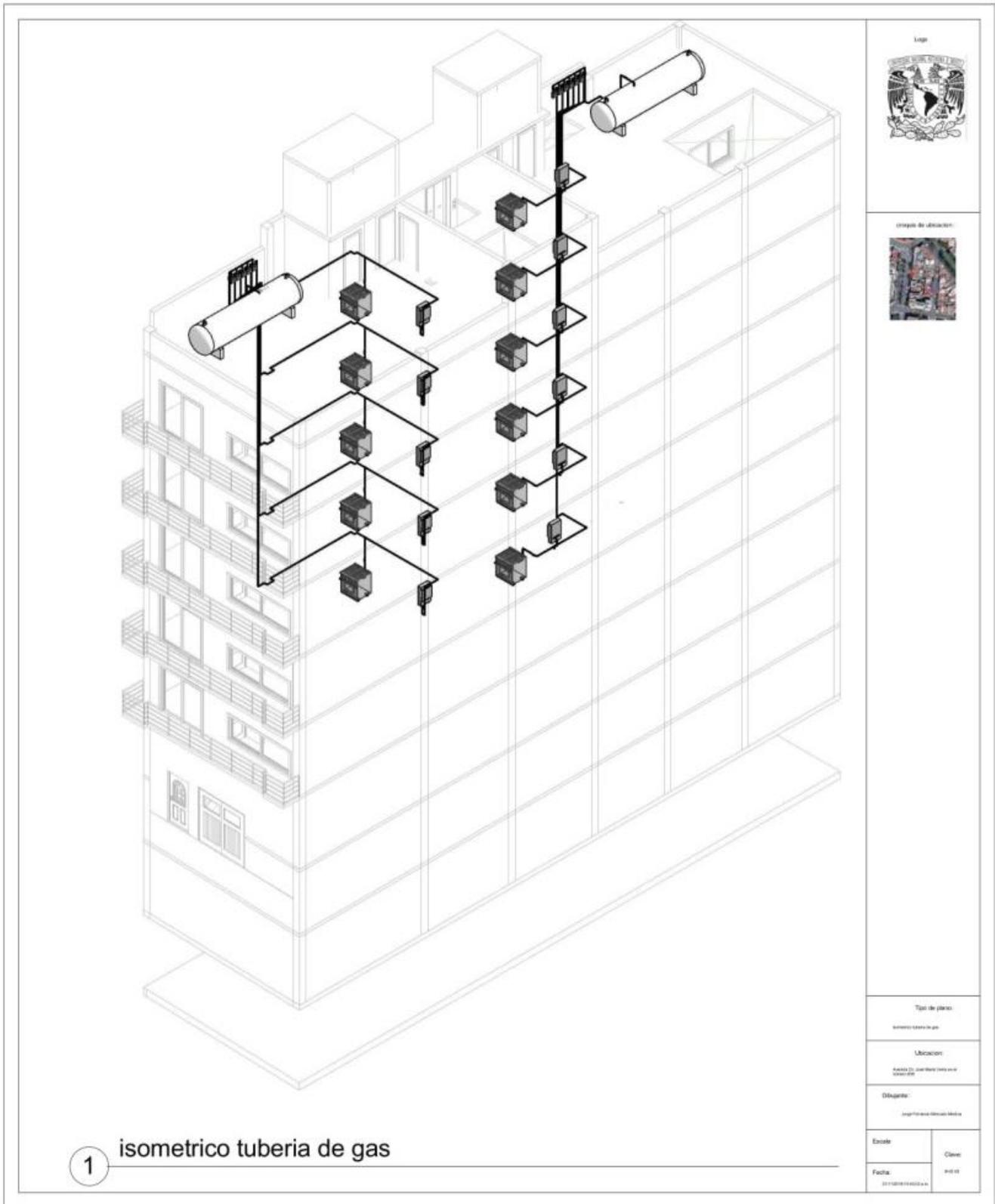


1 isometrico tubería sanitaria



Tipo de plano	
Isométrico	
Ubicación	
Calle 12, San José, Costa Rica	
Diseño:	
Juan Carlos Rodríguez	
Escala	Clase
Fecha	2018

Isométrico tubería de gas



Tipo de plano	
Isométrico tubería de gas	
Ubicación	
Avda. 20 de Mayo 1000 entre Calle 10 y 11	
Dibujante:	
Ing. Fernando Méndez Méndez	
Escala	Cilindro
Fecha:	10/11/11
11/11/2011 14:00:00	