

UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CONSTRUCCIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Tecnologías empleadas en las redes
hidráulicas de interiores de edificios.

Diplomante: José Javiel Caso Castellón

Tutor: Dr. Ing. Armando J Velázquez Rangel

Año 2016

Los científicos estudian el mundo como es, los ingenieros crean al mundo que nunca ha existido.

Theodore Von Karman (Físico húngaro-estadounidense)

Agradecimientos

Luego de haber culminado satisfactoriamente mis estudios universitarios y haber logrado así cumplir mi meta más ambiciosa hasta el momento, me siento muy feliz. Llegado este punto me toca mirar atrás y agradecer de corazón a todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron a este resultado.

Muchas gracias a:

Mis padres.

Por ser los principales y más constantes maestros que he tenido en la vida.

Mi familia.

Por tanta preocupación y apoyo brindado durante todo este tiempo.

Mis amigos.

Por servir de apoyo en los momentos más complicados.

Mi tutor.

Por su gran ayuda para la realización de este trabajo.

Dedicatoria

A mis padres

...por ser inflexibles en mi educación y por tomar un papel protagónico en la culminación de mis estudios.

A mi familia

...por estar pendientes y ocupados de mí siempre.

A mi novia

...por apoyarme y alentarme siempre.

Resumen

En tiempos donde las ciudades crecen hacia arriba se hace cada vez más complejo el abastecimiento de agua a sus habitantes. Por ello, las nuevas tecnologías usadas en las redes hidráulicas de interiores de edificios han venido a resolver esta problemática a partir del perfeccionamiento de sus componentes.

El trabajo contiene la investigación y recopilación de información sobre las nuevas tecnologías que se usan en la construcción de redes hidráulicas de interiores de edificios, las cuales van desde novedosos equipos de bombeo mediante tanques hidroneumáticos precargados hasta sistemas de tuberías de materiales termoplásticos más resistentes, duraderos y eficientes hechos de ABS, PVC, y C-PVC, además de tuberías pre aisladas para disminuir las pérdidas de calor por conducción en redes de agua caliente.

La investigación es aplicada a modo de caso de estudio a una edificación de vivienda, empleando una metodología general para el cálculo de una red hidráulica interior de un edificio que utiliza el sistema de abastecimiento del tipo cisterna y tanque elevado. Se hace una comparación sustituyendo el anterior sistema por el tanque hidroneumático.

Abstract

In times where cities are growing up increasingly complex water supply is made to their inhabitants. Therefore, new technologies used in hydraulic networks inside buildings have come to solve this problem from upgrading their components.

The work contains research and information gathering on new technologies used in the construction of water networks inside buildings, ranging from novel pumping equipment by hydropneumatic tanks preloaded until piping systems more resistant thermoplastic materials, durable efficient and made of ABS, PVC, PVC-C and plus pre pipes insulated to reduce losses of heat by conduction in hot water networks.

The research is applied as a case study to a building housing using a general methodology for calculating an internal hydraulic system of a building using the supply system of tank type and elevated tank. a comparison is made by replacing the previous system well tank.

Contenido

<i>PENSAMIENTO</i>	2
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	3
<i>DEDICATORIA</i>	4
<i>RESUMEN</i>	5
<i>ABSTRACT</i>	6
<i>ÍNDICE</i>	7
<i>INTRODUCCIÓN</i>	10
CAPÍTULO 1	17
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LAS TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS INTERIORES DE EDIFICIOS.	17
1.1 GENERALIDADES.	17
1.2 TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	17
1.3 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	18
1.4 ACCESORIOS USADOS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO A EDIFICIOS.	27
1.5 DIFERENTES TIPOS DE TUBERÍAS Y SUS CARACTERÍSTICAS DE ACUERDO AL MATERIAL CON EL QUE SE FABRICARON.	29
1.6 UNIONES EN TUBERÍAS.	41
1.7 CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO 1.	43
CAPÍTULO 2:	44
ACTUALIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LAS REDES HIDRÁULICAS INTERIORES DE EDIFICIOS.	44
2.1 GENERALIDADES.	44
2.2 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A TEMPERATURA AMBIENTE.	45
2.2.1 SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	45
2.2.1.1 GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	45
2.2.1.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LOS SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	46
2.2.1.3 INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS.	46
2.2.1.4 TIPOS DE TANQUES UTILIZADOS EN SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	47
2.2.1.5 INSTRUCCIONES GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	52
2.2.1.6 PASOS PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.	52

2.2.1.7 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	53
2.2.1.8 TUBERÍAS UTILIZADAS EN REDES DE ABASTECIMIENTO POR TANQUE HIDRONEUMÁTICO.	55
2.2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS POR PRESIÓN DIRECTA DE LA RED (PDR). 56	
2.2.2.1 GENERALIDADES SOBRE LA RED DE ABASTECIMIENTO (PDR).	56
2.2.2.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LAS REDES DE ABASTECIMIENTO POR (PDR).	57
2.2.2.3 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO A EDIFICIOS PDR.	57
2.2.2.4 TUBERÍAS USADAS EN LOS SISTEMAS PDR PARA EDIFICIOS.	57
2.2.3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS CON BOMBEO DIRECTO Y CISTERNA.....	59
2.2.3.1 GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS CON BOMBEO DIRECTO Y CISTERNA.	59
2.2.3.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS POR BOMBEO DIRECTO Y CISTERNA.	60
2.2.3.3 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS POR BOMBEO DIRECTO Y CISTERNA.	60
2.2.3.4 CISTERNAS PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO MEDIANTE BOMBEO DIRECTO Y CISTERNA.	60
2.2.3.5 DISEÑO DE UNA CISTERNA.	61
2.2.3.6 BOMBAS USADAS EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO DIRECTO Y CISTERNA.	62
2.2.3.6 TUBERÍAS USADAS EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO MEDIANTE BOMBEO DIRECTO Y CISTERNA.	64
2.2.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS POR CISTERNA Y TANQUE ELEVADO.	67
2.2.4.1 GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS POR GRAVEDAD O TANQUE ELEVADO.	67
2.2.4.1 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LAS REDES DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD O TANQUE ELEVADO.	68
2.2.4.2 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO A EDIFICIOS POR GRAVEDAD O TANQUE ELEVADO.	68
2.2.4.3 EQUIPOS DE BOMBEO UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO POR CISTERNA Y TANQUE ELEVADO EN EDIFICIOS.	69
2.2.4.4 TANQUES APOYADOS SOBRE CUBIERTAS DE EDIFICIOS.	69
2.2.4.5 TUBERÍAS USADAS EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS POR GRAVEDAD O TANQUE ELEVADO.	70
2.3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE SANITARIAS PARA EDIFICIOS.	73
2.3.1 GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE SANITARIA A EDIFICIOS (ACS).	73
2.3.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LOS SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA(ACS) IMPLEMENTADOS EN EDIFICIOS.	73
2.3.3 SISTEMAS GENERADORES DE CALOR USADOS EN REDES DE AGUA CALIENTE SANITARIA.	74
2.3.4 TUBERÍAS USADAS EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE A.C.S. EN EDIFICIOS.	76

2.3.4.1 TUBERÍAS PRE-AISLADAS PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.	76
2.3.4.2 OTROS TIPOS DE TUBERÍAS.	80
2.4 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS.	84
2.4.1 GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS.	84
2.4.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIOS IMPLEMENTADOS EN INTERIORES DE EDIFICIOS.	84
2.4.3 CONFIGURACIÓN ESTÁNDAR DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN CONTRA INCENDIOS.	85
2.4.4 COMPONENTES DEL GRUPO DE PRESIÓN CONTRA INCENDIOS.	85
2.4.5 DENOMINACIÓN DE LOS GRUPOS CONTRA INCENDIOS.	86
2.4.6 TUBERÍAS MÁS USADAS EN LAS REDES CONTRA INCENDIOS EN INTERIORES DE EDIFICIOS.	87
2.4.7 EQUIPOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS USADOS EN EDIFICIOS.	89
2.5 SISTEMA DE PRESIÓN CONSTANTE INSTALABLE EN REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EDIFICIOS.	90
2.5.1 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE PRESIÓN CONSTANTE PARA ABASTECIMIENTO A EDIFICIOS.	91
2.6 DIFERENTES TIPOS DE VÁLVULAS USADOS EN LAS REDES INTERIORES DE EDIFICIOS.	91
2.6.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS SEGÚN SU FUNCIÓN.	91
2.6.2 ALGUNAS DE LAS VÁLVULAS MÁS USADAS EN LAS INSTALACIONES DE INTERIORES:.....	93
2.7 CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO 2.	96
CAPÍTULO 3.....	97
APLICACIÓN A UN CASO DE ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS INTERIORES DE EDIFICIOS.	97
3.1 GENERALIDADES.	97
3.2 DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A TEMPERATURA AMBIENTE PARA UN EDIFICIO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO.....	97
3.3 EJEMPLO DE CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A EDIFICIO.	103
3.4 SELECCIÓN DE SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS PARA ABASTECIMIENTO A EDIFICIOS. MÉTODO GRÁFICO.	114
3.5 SELECCIÓN DE SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS PARA ABASTECIMIENTO A EDIFICIOS. MÉTODOS ANALÍTICOS.	117
3.5.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE CÁLCULO DE TANQUES HIDRONEUMÁTICO PARA EDIFICIOS.	120
3.5.2 OTRO MÉTODO DE CÁLCULO DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.	121
3.6 USO DEL SOFTWARE BENTLEY WATERGEMS EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS DE INTERIORES.....	122
3.7 CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO 3.	124
<i>CONCLUSIONES GENERALES</i>	125
<i>RECOMENDACIONES</i>	126
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Introducción

El agua es el líquido más importante, se puede asegurar, sin riesgo de exagerar, que “el agua es vida”. Ella es indispensable para la bebida y las necesidades del consumo doméstico, para la conservación y el mantenimiento de las condiciones sanitarias y comunales, así como para apagar incendios y proteger el medio ambiente.

El agua se utiliza ampliamente tanto en la industria como en la agricultura. Las necesidades generales en agua alcanzan los 600 – 800L por persona al día (en países desarrollados), de ellos 300 – 350L se gastan en la bebida y en las necesidades del consumo doméstico, las mismas son garantizadas por el conjunto de construcciones e instalaciones realizadas para obtenerla de fuentes naturales, su depuración, transporte a consumidores diferentes en cantidades y calidad requerida, o sea, por sistemas de abastecimiento de aguas.

Las fuentes de agua para abastecer los distintos sistemas son muy variadas. Cuando se trata de obtener agua para suministrarla a una ciudad o población, esta se toma de la propia naturaleza, o sea, lagos, ríos, aguas subterráneas y además de las aprovechadas por el hombre, embalses, presas, canales. Los sistemas particulares se abastecen, por lo general, de los acueductos y de los pozos.

El agua tiene que ser de buena calidad, simultáneamente con el análisis de la cantidad hay que hacer otro para la calidad del agua. O sea, si reúne las condiciones idóneas para el consumo humano. El agua potable es limpia, inodora e incolora, debe cocer las legumbres sin que se endurezcan, la misma debe hacer buena espuma con el jabón, no debe poseer amoníaco, nitratos, ni microbios portadores de enfermedades, estar libres de materias orgánicas.

El agua en la actualidad está presente en todas las edificaciones, y según sea su destino requerir de una cantidad y calidad determinada, para hacerla llegar a cada aparato sanitario se requiere de una instalación en el edificio.

Las instalaciones hidráulicas en los edificios se ejecutaron durante largo tiempo en forma empírica, siendo hasta la década de 1930 a 1940 cuando empezó a desarrollarse una técnica especial que establecía normas de cálculo para

proyectos y construcciones acordes con el tipo de edificaciones urbanas que por su altura requirieron la intervención de especialistas o profesionales. Es difícil estimar la cantidad de agua que se necesita para mantener estándares de vida aceptables o mínimos. El nivel de desarrollo económico de un país se refleja en el volumen de agua dulce que éste consume. El nivel de uso del agua también pone de manifiesto el nivel de urbanización de un país. El bajo uso doméstico actual en muchos países en desarrollo a menudo refleja lo difícil que es obtener agua dulce. Este problema que se nos presenta en la actualidad es un tema que cada día ocupa más la atención de científicos, técnicos, políticos y en general, de muchos de los habitantes del planeta. La escasez de este vital líquido obliga a reiterar nuevamente una llamada a la moderación de consumo por parte de la población a nivel mundial, ya que sin su colaboración los esfuerzos técnicos que llevan a cabo algunas organizaciones resultarían insuficientes.

Las tecnologías para las instalaciones hidráulicas en los edificios han ido evolucionando y son cada vez más novedosas, donde intervienen productos y materiales con características técnicas muy apropiadas y ajustadas a los requerimientos de los sistemas, además su tecnología humaniza la labor del hombre y hace más duradera la instalación.

Desde hace muchos años en la preparación de los profesionales de las carreras de ingeniería hidráulica, civil y arquitectura se ha venido impartiendo la materia de las instalaciones hidráulicas en interiores de edificios, ocupando espacio desde el primer año hasta el cuarto, así como en los trabajos de diploma y proyectos integradores y de investigación. La bibliografía utilizada es buena, pero se requiere su actualización sobre todo en lo relacionado con las tecnologías empleadas en la actualidad en los diseños y proyectos ejecutivos de obras nuevas.

Ante tales retos aparece la necesidad del presente trabajo:

Necesidad del Trabajo:

La importancia del trabajo estriba en que constituye una investigación-recopilación sobre materiales y tecnologías utilizadas por empresas de proyecto y construcción en las instalaciones hidráulicas interiores en edificios, llegando a conformar un estudio de los principales tipos de tecnologías que se emplean en la actualidad en el país. Este trabajo permitirá ser usado por estudiantes y profesores en los centros de educación superior del país.

El trabajo realiza un estudio sobre las redes para las instalaciones hidráulicas interiores en edificios con el objetivo de actualizarse sobre el tema y la conformación de un documento que contenga información de las tecnologías para uso docente y para proyectos.

Objeto de estudio:

Las tecnologías de las instalaciones hidráulicas de interiores, proceso de diseño y construcción, materiales, tuberías y accesorios, productos y normalizaciones utilizadas.

Hipótesis de la investigación.

A través del estudio de normas cubanas e internacionales, de catálogos y proyectos de las instalaciones hidráulicas interiores de edificios y de un trabajo de investigación - recopilación en empresas de diseño y construcción podremos realizar un estudio de las principales tecnologías empleadas en las redes hidráulicas interiores, llegando a obtener un documento de utilidad para estudiantes y profesionales.

Objetivo general:

Actualizar el estado actual de las tecnologías usadas en las redes hidráulicas en interiores de edificios.

Objetivos específicos.

1. Determinar los presupuestos teóricos que fundamentan el tema de las instalaciones hidráulicas interiores en edificios y su utilidad en las carreras de Ingeniería Hidráulica, Ingeniería Civil y Arquitectura.

2. Estudiar y/o seleccionar tecnologías empleadas en las redes hidráulicas interiores de edificios que permitan actualizar el estado actual del tema y su uso en las carreras de Ingeniería Hidráulica, Civil y Arquitectura.
3. Aplicar la información recopilada a un caso de estudio de un proyecto de instalaciones hidráulicas de interiores.

Tarea Científica o de investigación.

Etapa I.

1. Definición del tema y del problema de estudio. Formación de la base teórica general. Planteamiento de hipótesis. Definición de objetivos.
2. Recopilación bibliográfica preliminar, definición, aprobación del tema y elaboración del plan de trabajo general. (Búsqueda en Internet, bibliotecas, empresas, normas, regulaciones, etc.)
3. Redacción del capítulo 1: "Revisión bibliográfica sobre las tecnologías empleadas en las instalaciones hidráulicas interiores".
4. Presentación y discusión en la Línea de Investigación.

Etapa II.

1. Visita a empresas para obtener ejemplos de proyectos de instalaciones hidráulicas donde se utilicen tecnologías novedosas.
2. Recopilación de información sobre las tecnologías empleadas para las redes hidráulicas interiores.
3. Redacción del capítulo 2: "Actualización de las principales tecnologías utilizadas en las redes hidráulicas interiores de edificios.

Etapa III.

1. Aplicar la información recopilada a un caso de estudio de un proyecto de instalaciones hidráulicas interiores.
2. Análisis y procesamiento de los resultados
3. Redacción del capítulo 3: "Aplicación a un caso de estudio de las tecnologías empleadas en las instalaciones hidráulicas interiores de edificios."
4. Conclusiones y recomendaciones.

Novedad de investigación.

La recopilación sobre las tecnologías empleadas en la actualidad en las redes hidráulicas interiores en edificios y su aplicación a un caso de estudio.

Aportes científicos relevantes.

1. El estudio y conceptualización de la temática de las tecnologías empleadas en las instalaciones hidráulicas interiores de edificios.
2. La aplicación de los resultados a un ejemplo de solución de proyecto.
3. La conformación de un documento con las principales tecnologías empleadas en las redes de instalaciones hidráulicas interiores de edificios, útil para estudiantes y profesores de las carreras de Ingeniería Hidráulica, Civil y Arquitectura.

Valor metodológico.

- Se realiza un análisis de las tecnologías utilizadas en las redes hidráulicas interiores abordándose de manera integral y de acuerdo a los requerimientos de las normas usadas.
- Se presenta un documento sobre soporte magnético para el uso docente y de elaboración de proyectos.

Valor Práctico.

- Se cuenta con un documento bibliográfico, de uso y consulta que debe contener información necesaria sobre tecnologías utilizadas en la actualidad para el diseño y construcción de las redes hidráulicas interiores en edificios, útil para estudiantes y profesores de las carreras de Ing. Hidráulica, Civil y Arquitectura en su trabajo en los proyectos docentes y de investigación.

Valor científico Investigativo.

El trabajo presenta su valor científico investigativo en el hecho de que, a partir de la búsqueda, recopilación y estudio de los materiales de cada tecnología utilizada, se presenta un documento que constituye una fuente para el trabajo en las asignaturas, proyectos docentes y de investigación de las carreras de Ing. Hidráulica, Civil y Arquitectura.

Estructura de trabajo.

- Capítulo I: “Revisión bibliográfica sobre las tecnologías empleadas en las instalaciones hidráulicas interiores”.

El objetivo principal de este capítulo es la realización del estudio bibliográfico sobre el tema de estudio que permita la actualización necesaria para el desarrollo posterior del trabajo, haciendo uso de las diferentes fuentes de información vigentes actualmente.

- Capítulo II: “Actualización de las principales tecnologías utilizadas en las redes hidráulicas interiores de edificios.”

Es objetivo principal de este capítulo son las visitas a empresas para obtener ejemplos de proyectos de instalaciones hidráulicas donde se utilicen tecnologías novedosas, con lo que se conformará el estudio y selección de las tecnologías.

- Capítulo III: “Aplicación a un caso de estudio de las tecnologías empleadas en las instalaciones hidráulicas interiores de edificios”.

El objetivo principal de este capítulo es aplicar los contenidos recopilados a un caso de estudio de un sistema de abastecimiento de agua a un edificio.

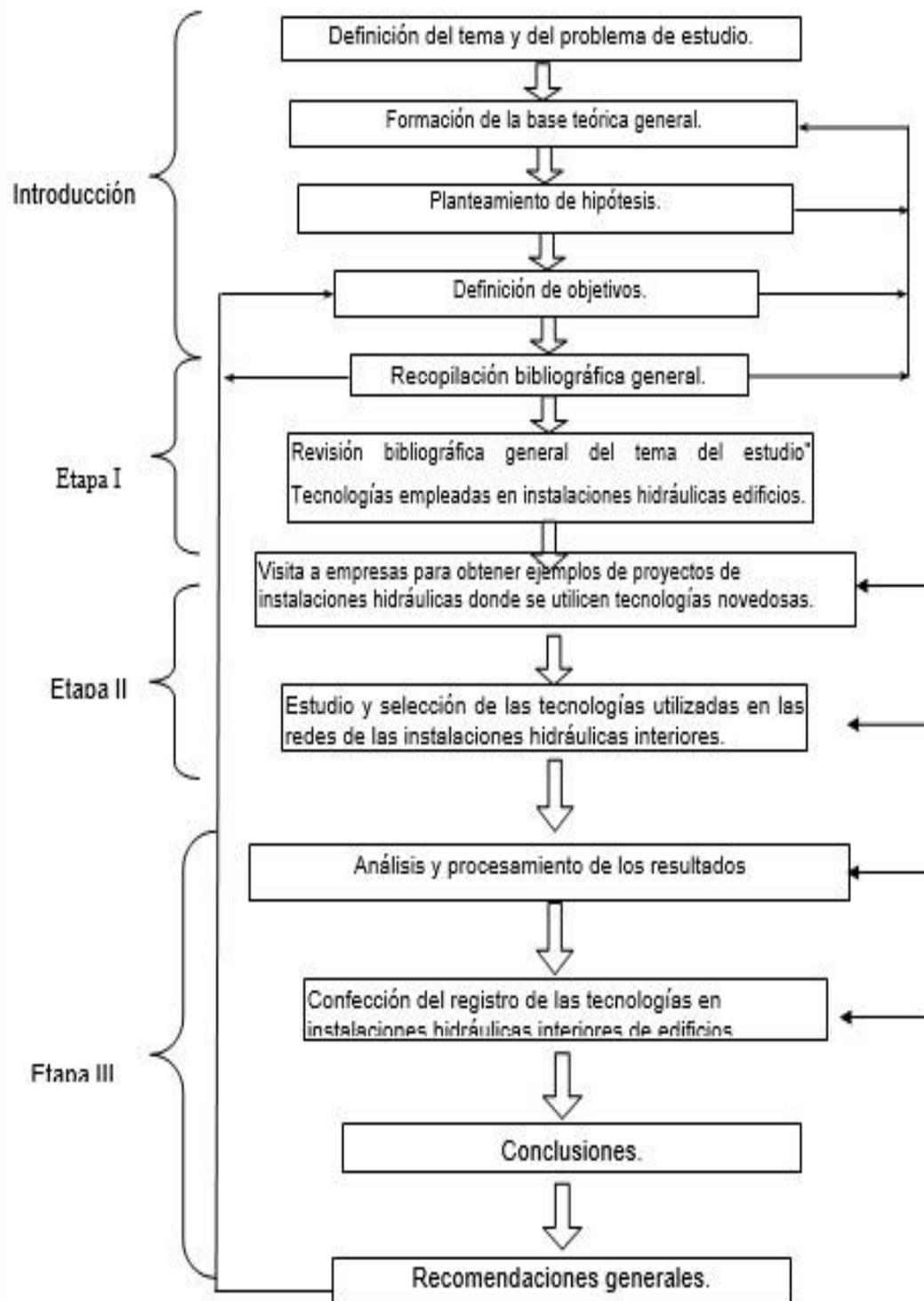
Conclusiones.

Recomendaciones: aspectos a continuar, completar, validar, perfeccionar, etc.

Referencias bibliográficas.

Bibliografía: por la norma establecida.

Metodología de investigación



Capítulo 1.

Revisión bibliográfica sobre las tecnologías empleadas en las instalaciones hidráulicas interiores de edificios.

Este capítulo muestra el estudio bibliográfico realizado sobre el tema de las instalaciones hidráulicas en interiores de edificios, así como los diferentes tipos de sistemas de instalaciones, partes que los componen, sus características fundamentales, tipos de tuberías, accesorios y materiales más usados en las mismas.

Para esta investigación se entiende por tecnología al producto de la ciencia y la tecnología que envuelve un conjunto de instrumentos, métodos, y técnicas que se encargan de la resolución de una problemática determinada.

1.1 Generalidades.

A una edificación se le suministra agua potable proveniente de un sistema o red de distribución urbana (pública). Este sistema es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos. Por su parte las redes hidráulicas de interiores están conformadas por los elementos de conducción que permiten el suministro de agua potable a la edificación, desde la red pública de distribución de agua potable hasta la entrega a los aparatos sanitarios: lavamanos, sanitarios, lavaplatos, lavaderos, ducha. Estos elementos de conducción son tuberías de hierro galvanizado, asbesto cemento, cobre, PVC, PEAD entre otros.

Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para uso y consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios. La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada. Hernández (2006)

1.2 Tipos de sistemas de abastecimiento de agua a edificios.

Con el objetivo de garantizar el abasto de agua a las diferentes edificaciones existen diferente sistema de alimentación. Ellos son:

- Sistemas de abastecimiento de agua a temperatura ambiente. (A.T.A.)

- Sistemas de agua caliente sanitaria. (A.C.S.)
- Sistema de retorno de agua caliente sanitaria. (R.A.C)
- Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios. (S.C.I.)

1.3 Características fundamentales de los principales sistemas de abastecimiento de agua a edificios.

Redes de abastecimiento de agua a temperatura ambiente. (A.T.A.)

Las redes de abastecimiento de agua a temperatura ambiente son las encargadas de llevar el agua desde la red de abastecimiento pública hasta todos los aparatos (sanitarios o no) que la utilizan. Esta agua cumplirá con todos los estándares y normas establecidos para uso y consumo humano.

Sistemas de abasto de agua: Conjunto de elementos que tienen la finalidad de entregar agua con la presión, el caudal y la temperatura requeridos a los distintos puntos de consumo de un edificio o varios edificios.

Tipos de redes de abastecimiento de agua a temperatura ambiente. (A.T.A.)

Existen diferentes tipos de redes de abastecimiento de agua a temperatura ambiente. Según la **Normalización (2002)** el agua debe tener una temperatura mayor de 15 °C y menor de 40 °C para considerarse a temperatura ambiente. Los sistemas más conocidos y usados son:

- Con Presión directa del acueducto.

Consiste en abastecer el edificio con el agua que proviene directamente de la red pública. Para esto es necesario que dicha red cumpla los estándares de presión y caudal necesarios.

- Con suministro por gravedad o tanque elevado.

Este sistema es el más utilizado en nuestro país. Se eleva el agua mediante un sistema de bombeo (si la carga hidráulica es suficiente asciende por su propia energía) y se almacena en un tanque elevado o apoyado sobre la cubierta de los edificios, luego por acción de la gravedad el líquido desciende hasta su destino final. Este sistema tiene una variante que incluye una cisterna o tanque apoyado para el caso en el que el caudal de la red no sea suficiente almacenar el agua y luego llevarla hasta el tanque elevado usando un sistema de bombeo.

- Con tanque a presión (hidroneumático)

El sistema hidroneumático es uno de los más usados en el mundo. A partir de un tanque especial el cual almacena agua con aire comprimido y un sistema de válvulas de presión el líquido sale despedido, por la red de tuberías hasta los usuarios. Una vez la presión dentro del tanque haya descendido las válvulas se cierran y comienza nuevamente a almacenar agua y aire.

- Con bombeo directo y cisterna.

El sistema de bombeo directo y cisterna utiliza una cisterna o un tanque apoyado sobre el nivel del suelo para almacenar el agua que proviene de la red pública y luego llevarla hasta los usuarios mediante un sistema de bombeo.

Partes componentes de las redes interiores de abastecimiento de agua a temperatura ambiente a edificios.

Las partes que componen la red interior de abastecimiento en edificios son relativamente las mismas para cada uno de los sistemas que pueden ser empleados. No obstante, las características especiales de cada una de estas hacen que hallan componentes no comunes en todas ellas.

Sistema de Presión directa.

- Bombas centrifugas.
- Subida hidráulica.
- Línea maestra.
- Ramal.

Suministro por gravedad o tanque elevado.

- Cisterna (en caso de ser la variante que la necesita).
- Bombas centrifugas (en caso de ser la variante que la necesita).
- Subida hidráulica.
- Tanque elevado.
- Bajada hidráulica.
- Línea maestra.
- Ramal.

Sistema con tanque a presión o (hidroneumático).

- Tanque de presión.
- Bombas centrifugas.
- Subida hidráulica.
- Línea maestra.
- Ramal.

Sistema con bombeo directo y cisterna.

- Cisterna.
- Bombas centrifugas
- Subida hidráulica.
- Línea maestra.
- Ramal.

Nota: Cada uno de estos términos está respaldado por la **[NC 53-102]** de 1983.

Redes de abastecimiento de agua caliente sanitaria. (A.C.S.)

Los sistemas de preparación de Agua Caliente Sanitaria están muy extendidos en nuestra sociedad. En la actualidad consideramos el agua caliente como un requisito de confort imprescindible en nuestras vidas. Los sistemas de preparación y distribución de agua caliente evolucionaron de la mano de la ingeniería hidráulica y energética hasta el punto de poder convertirse en un bien común al alcance de la mayoría de la población. El desarrollo de la industria electrónica permitió la evolución de técnicas de regulación automática capaces de garantizar una distribución de agua adecuada a las necesidades de confort de cada usuario. La evolución de los distintos sistemas de aislamiento, intercambiadores, etc., ha permitido la fabricación de sistemas con mayor rendimiento. Las fuentes alternativas de energía, por ejemplo, la energía solar, son cada vez más utilizadas, permitiendo la obtención de un agua caliente de calidad con menor impacto en el medio ambiente y un considerable ahorro energético.

Elementos que constituyen una red de agua caliente sanitaria.

- **Generador de calor:**

Es el elemento o grupo de elementos destinados a elevar la temperatura del agua fría. Existen multitud de posibilidades para elevar la temperatura del agua. En algunas instalaciones, típicamente las de menor tamaño, se utilizan calderas o calentadores que actúan calentando directamente el agua a temperatura ambiente. En las instalaciones de mayor tamaño se usan intercambiadores de calor, diferenciándose el circuito de ACS del circuito de agua de caldera.

- **Red de suministro:**

Conjunto de tuberías que transportan el agua atemperada hasta elementos terminales.

- **Acumulador:**

Depósito o depósitos que almacenan el agua caliente, incrementando la inercia térmica del sistema y permitiendo la utilización de generadores de calor de potencia inferior a la demanda máxima puntual del sistema.

- **Elementos terminales:**

grifos, duchas que nos permiten el uso y disfrute del ACS.

- **Circuito de retorno:**

Conjunto de conductos de la red de abasto de agua y su retorno comprendido entre el origen de la red (tanque de almacenamiento o calentador) y una bifurcación de conductos (circuito inicial), entre dos bifurcaciones (circuito intermedio) o entre un extremo de la red y una bifurcación (circuito final o extremo). Normalización (2002)

Esquemas tipo de producción de A.C.S.

A continuación, se hará el análisis de dos esquemas de producción de ACS. Se trata de un estudio no exhaustivo de diversos sistemas, evidentemente existen multitud de esquemas cuyo análisis detallado excede el objetivo de este trabajo.

- Producción instantánea:

El componente básico de los sistemas de producción instantánea es el intercambiador, siendo los más habituales los intercambiadores de placas de acero inoxidable; a los mismos se conecta en el primario el circuito de calderas y en el secundario el de agua de consumo. En la figura se muestra un esquema de producción instantánea.

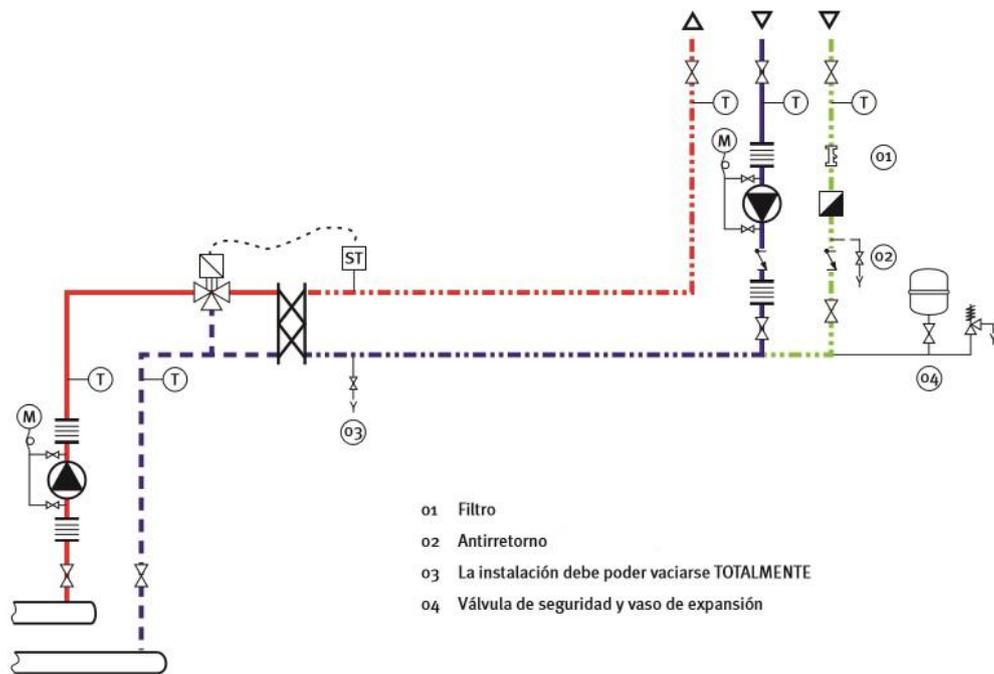


Figura 1.1: Esquema de sistema de agua caliente con producción instantánea.

- Producción con acumulación:

Además de los intercambiadores, en esta forma de producción, los elementos básicos son los depósitos de acumulación; los mismos pueden ser interacumuladores, que incorporan el intercambiador, o sólo acumuladores.

El uso de los interacumuladores debe limitarse a instalaciones pequeñas, ya que la potencia que proporcionan está muy limitada por la superficie de intercambio, además presentan mayores problemas de limpieza que los depósitos acumuladores. La figura a continuación muestra un ejemplo.

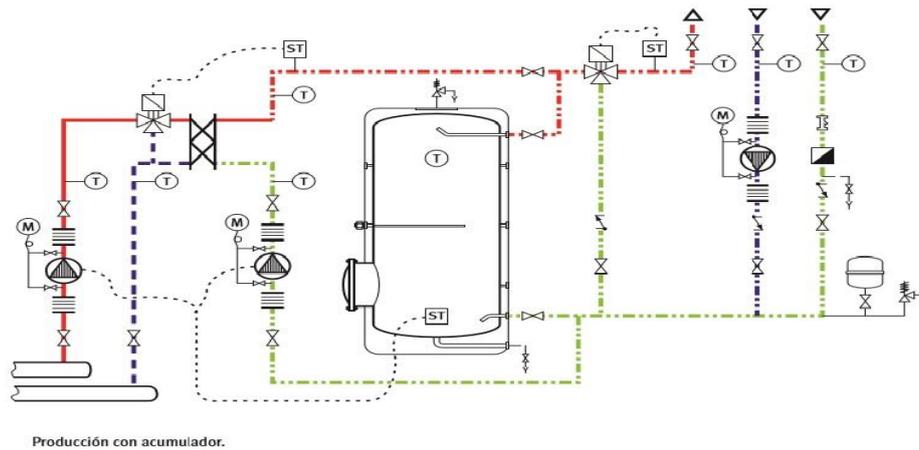


Figura 1.2: Esquema de sistema de agua caliente con producción instantánea.

Redes de retorno de agua caliente sanitaria.

La red de retorno no es más que la prolongación de la red de agua caliente sanitaria para llevar de regreso a los depósitos el agua excedente y así hacerla recircular otra vez.

Ventajas de la red de retorno.

- Ayuda a mantener la temperatura del agua circulante más caliente al volver al depósito en cada ciclo
- Mejora el confort de los usuarios porque disponen más rápidamente del agua
- Supone un ahorro energético y de consumo de agua importante ya que evita desechar agua que había sido previamente calentada.

Desventajas de la red de retorno.

- La instalación con circuito de retorno es más cara y compleja de diseñar.
- Puede favorecer procesos de corrosión cuando existen mezclas de metales en los circuitos (por ejemplo, acero galvanizado y cobre).
- Si no se mantiene correctamente favorece la formación de bicapa, la presencia de incrustaciones calcáreas puede disminuir la circulación del agua y crear reservorios de agua estancada.

Redes hidráulicas para protección contra incendio. (P.C.I.)

Por sistema fijo de protección contra incendios se entiende un conjunto de elementos convenientemente dispuestos o instalados de forma constante en una dependencia, edificio o equipo (riesgos) para protegerlos en caso de incendio. Aguilera (2010)

Riesgo ligero(RL): Edificios, locales o zonas no industriales, en donde la cantidad y/o combustibilidad de los materiales combustibles contenidos es baja y se esperan incendios con bajo índice de liberación de calor. Con carga combustible menor o igual que 800 MJ/m². (Normalización 2012)

Riesgo ordinario (RO): Edificios, locales o zonas comerciales e industriales donde se procesen, manipulen o almacenen materiales combustibles, en donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, las alturas máximas de almacenamiento no excedan de 4,0 m, se esperan incendios con liberación de calor con índices que varían de moderado a alto y donde los incendios no son susceptibles de propagarse de manera intensa en los primeros minutos. Con carga combustible mayor que 800 MJ/m² y menor o igual que 3 000 MJ/m². Normalización (2012)

Riesgo extra (RE): Edificios, locales o zonas comerciales e industriales donde se procesen, manipulen o almacenen materiales combustibles, la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy alta y están presentes líquidos combustibles e inflamables, polvos y otros materiales, se esperan incendios con altos índices de liberación de calor y donde los incendios son susceptibles de propagarse de manera intensa por:

- La naturaleza del proceso (Riesgo Extra – Proceso (REP)
- La cantidad y combustibilidad del material combustible almacenado (Riesgo Extra – Almacenamiento (REA).
- La altura de ubicación de los riesgos, superior a 5,5 m sobre el NPT.
- La carga combustible puede superar los 3 000 MJ/m².Normalización (2012)

Clasificación de los sistemas fijos de extinción de incendios.

- Por el agente extintor empleado:

Considerando las peculiaridades características que el agua es un agente extintor abundante y económico, se puede sacar una conclusión lógica, para grandes sistemas fijos de P.C.I, normalmente se utilizará el agua como extintor.

- Atendiendo a la tipificación de los riesgos:

Con solo acoplar una variable, la dimensión del riesgo en volumen y superficie, se elige un sistema compacto en el cual estén dimensionados todos sus elementos, incluso las tuberías indicando dimensión y recorridos máximos.

- Por su actuación (modo de activación):

Manuales: con intervención humana para su operación inicial de disparo. A su vez la intervención puede ser local, cuando el hombre opera en el mismo punto del dispositivo de disparo, o remota, cuando se opera a distancia, lejos de dicho dispositivo por medios mecánicos, eléctricos o neumáticos.

Automáticos: sin intervención humana alguna, actuando el dispositivo de disparo bajo una orden de detección de temperatura, gas de combustión, humo o llama, transmitida por medios eléctricos, neumáticos o mecánicos.

Los sistemas fijos de protección contra incendio también pueden ser clasificados en dos grandes grupos:

- Los que se utilizan para proteger riesgos de gran tamaño:

Requieren gran cantidad de agente extintor, salvo casos muy especiales y obligados por el combustible implicado, se utiliza el agua por su eficacia, tanto en estado natural como con aditivos, abundancia, economía y facilidad en su almacenaje y manejo.

- Los que se utilizan para pequeños riesgos muy específicos:

Un edificio público, planta industrial, planta de oficinas o comercio, podrá tener algún riesgo en una dependencia que resulte especial por su alto valor, configuración o tipo de combustible que rechace el agua como agente extintor. Este riesgo se tratará con el agente extintor adecuado y de una forma especial con un sistema también especial y relativamente pequeño. Pero con toda

seguridad que el conjunto del edificio o planta necesitará agua para evitar la propagación de otro de menor importancia. Aguilera (2010)

Requisitos para diseñar las redes de contra incendios.

Las redes hidráulicas constituyen la primera línea de defensa en caso de un incendio en cualquier edificación especialmente en edificios. Para diseñar estas redes es necesario cumplir con los siguientes requerimientos:

- ser de circuito cerrado.
- contar con una memoria de cálculo del sistema de red hidráulica contra incendio.
- contar con un suministro de agua exclusivo para el servicio contra incendios, independiente a la que se utilice para servicios generales.
- contar con un abastecimiento de agua de al menos 2 horas, a un flujo de 946 l/min., o definirse de acuerdo a los siguientes parámetros:
 - el riesgo a proteger;
 - el área construida;
 - una dotación de 5 litros por cada m² de construcción;
 - un almacenamiento mínimo de 20 m³ en la cisterna;
- contar con un sistema de bombeo para impulsar el agua a través de toda la red de tubería instalada.
- contar con un sistema de bombeo que debe tener, como mínimo 2 fuentes de energía, a saber: eléctrica y de combustión interna, y estar automatizado.
- contar con un sistema de bomba Jockey para mantener una presión constante en toda la red hidráulica.
- contar con una conexión siamesa accesible y visible para el servicio de bomberos, conectada a la red hidráulica y no a la cisterna o fuente de suministro de agua.
- tener conexiones y accesorios que sean compatibles con el servicio de bomberos (cuerda tipo NSHT).
- mantener una presión mínima de 7 Kg. /cm² en toda la red.

Características de los sistemas fijos contra incendio.

El **Ing. Miguel Herrera Reyes** enunció que es recomendable que los sistemas fijos contra incendio tengan algunas de las siguientes características:

- ser sujetos de activación manual o automática.
- ser sujetos de supervisión o monitoreo para verificar la integridad de sus elementos activadores (válvula solenoide, etc.), así como las bombas.
- tener un interruptor que permita la prueba del sistema, sin activar los elementos supresores de incendio.
- todo sistema deberá ser calculado para combatir el mayor riesgo del centro del edificio.

Normas internacionales para el diseño de redes contra incendio

Es necesario que cuando se esté diseñando y construyendo una red hidráulica contra incendio se tengan en cuentas las normas internacionales siguientes:

- NFPA 13. Sistemas de rociadores, este código será de gran utilidad para determinar el grado de riesgo y determinar el tipo de protección necesaria.
- NFPA 14. Sistemas de mangueras contra incendios, (comúnmente llamados hidrantes.)
- NFPA 20. Bombas contra incendios
- NFPA 25. Mantenimiento de sistemas contra incendio, recomiendo que este código sea leído y consultado para determinar el tipo y periodicidad del mantenimiento de los sistemas contra incendios.
- NFPA 30. Código de líquidos inflamables.

1.4 Accesorios usados en los diferentes tipos de redes de abastecimiento a edificios.

Los accesorios son componentes de la red usados para hacer empates o derivaciones como son: uniones, universales, tees, codos, adaptadores, bujes y tapones. También, se utilizan accesorios como griferías con mezclador de agua caliente, válvulas y llaves. A continuación, se enuncian algunos de ellos y su función fundamental.

Válvulas: Son dispositivos para interrumpir automáticamente el suministro de agua y así controlar o proteger partes de la red o aparatos sanitarios. Ej. Válvula de retención o cheque, válvula reductora de presión.

Llaves: Son dispositivos empleados para interconectar y a la vez controlar partes de la red. Ejemplo: llave de corte, llave de compuerta o de contención, llave de paso angular globo, llave de paso angular recto,

Grifos: Son dispositivos ubicados en los puntos de consumo por lo que es importante su aspecto estético y funcional, por lo general son cromados. Ej. Grifería para lavamanos, grifería para la ducha, grifería para la cocina.

Codos: se utilizan para cambiar la dirección del flujo de agua (ya que usualmente no es práctico doblar las tuberías).

Tees: Se utilizan para distribuir el agua que circula por una sola tubería, en dos tuberías que van en dirección contraria.

Tapones: se utilizan para cerrar algún extremo de la tubería.

Uniones: Facilitan la unión de dos tuberías del mismo diámetro. Su diámetro es el mismo de las tuberías que conecta.

Universales: son elementos de unión que se instalan en las conexiones de agua fría y agua caliente de los lavaplatos y calentadores. También, se utilizan para darle continuidad a un tubo cuando se rompe.

Adaptador macho: elemento que permite la conexión con rosca por fuera del tubo.

Adaptador hembra: elemento que permite la conexión con rosca por dentro del tubo.

Bujes (reducido): elementos que permiten la unión la unión de dos tuberías de diferente diámetro. Por ejemplo, cuando se quiere reducir la tubería de 1" a ½", entre otros.

Medidor: es el contador que registra el volumen de agua abastecido a una edificación. Puede colocarse en el interior de la edificación o en el exterior. Debe ser de fácil acceso para quienes hacen la lectura.

Acometida o red domiciliaria: Es la **red externa** de las instalaciones hidráulicas de una edificación; comprende el tramo de tubería que va desde la red pública de distribución de agua hasta el medidor o contador. En ella se

encuentra una llave de corte que permite cortar el suministro de agua de un inmueble desde el exterior del edificio.

1.5 Diferentes tipos de tuberías y sus características de acuerdo al material con el que se fabricaron.

Las tuberías son componentes fundamentales de cualquiera de las redes de abastecimiento de agua a edificios. Los materiales de los que están hechas se escogen en dependencia del uso que se le vaya a dar. Los materiales más usados para la fabricación de tuberías son: PVC, CPVC, cobre, hierro, acero entre otros. A continuación, se muestran las características fundamentales de cada una de las tuberías fabricadas con estos materiales.

Tuberías de PVC.



Figura 1.3: Imagen de tuberías de PVC.

El PVC fue utilizado por primera vez para la fabricación de tuberías en Alemania en la década de 1930. Es un material que cumple con los rangos de temperatura, presión y diámetros necesarios en procesos químicos y otras aplicaciones industriales. Ofrece una combinación única de flexibilidad, durabilidad, bajo peso y una excepcional resistencia a la corrosión. Ahorros significativos en la instalación y mantenimiento a lo largo de su vida útil son fundamentales en la selección y uso de este material de ingeniería. Las uniones son herméticas, de fácil y rápida ejecución. Las Tuberías de PVC son fáciles de manipular y no se

oxidan ni se ven afectadas por los cambios bruscos de temperatura. Son las más aconsejables para realizar obras de fontanería ya que no se necesita soldar las piezas. Además, son fáciles de desmontar y limpiar en caso de que se obstruyan. Desde sus inicios en la aplicación de tuberías ha dado magníficos resultados en instalaciones hidráulicas de diferentes tipos, desde casas habitación hasta extensas redes de distribución de agua potable y alcantarillado en grandes ciudades. Sus aplicaciones son: **agua potable**, distribución de aguas de proceso, distribución de agua helada y torres de enfriamiento, líneas de químicos, sistemas de lavado, tratamiento de agua, albercas, tinas de hidromasaje, redes de drenaje y agua de desecho, inyección de cloro y dióxido clorhídrico, sistemas de riego en campos de golf, riego comercial, conducción de cables eléctricos, entre otros.

La denominación de tuberías PVC proviene del poli cloruro de vinilo, que es un polímero termoplástico. "Termoplástico" implica que a temperatura ambiente los materiales presentan características más rígidas que cuando la temperatura es aumentada. En esos casos, el material se vuelve mucho más blando y maleable, es decir, son más fáciles de manejar. A pesar de esto, no importa cuánto se fundan o moldeen, los materiales termoplásticos no alteran sus propiedades tan fácilmente.

En el caso del poli cloruro, éste comienza a tornarse más blando cuando está expuesto a una temperatura superior a los treinta grados. Además de tratarse de un material – de color blancuzco – el poli cloruro de vinilo es una resina resultante de un proceso químico denominado polimerización, sufrido por el cloruro de vinilo, de ahí su nombre. Entre sus características principales se encuentra su gran resistencia sobre todo al fuego. Este material también presenta distinciones, es decir, no hay un solo tipo de tuberías PVC. Por un lado, tenemos al flexible utilizado con distintas funciones, que van desde juguetes hasta pavimentos.

Aplicaciones de las tuberías de PVC:

Desde sus inicios en la aplicación de tuberías ha dado magníficos resultados en instalaciones hidráulicas de diferentes tipos desde casas y habitación hasta extensas redes de distribución de agua potable y alcantarillado en grandes ciudades.

Sus aplicaciones son: agua potable, distribución de aguas de proceso, distribución de agua helada y torres de enfriamiento, líneas de químicos, sistemas de lavado, tratamiento de agua, albercas, tinas de hidromasaje, redes de drenaje y agua de desecho, inyección de cloro y dióxido clorhídrico, sistemas de riego en campos de golf, riego comercial, conducción de cables eléctricos, entre otros.

Ventajas del uso de las tuberías de PVC:

- Durabilidad para aplicaciones en donde se requiere de resistencia química.
- Presentan una vida extensa vida útil.
- El abocinado representa un ahorro de un cople ya que le permite ir uniendo las tuberías en un tendido lineal sin necesidad de coples adicionales.
- El uso de las tuberías de PVC representa un ahorro significativo en el costo final de la instalación.
- Las tuberías hidráulicas de PVC no permiten la corrosión e incrustación de los elementos que conducen.
- El PVC es ligero y facilita las maniobras de almacenaje, transporte e instalación.

Tuberías de CPVC.



Figura 1.4: Tuberías de C-PVC.

Las tuberías de CPVC se utilizan para los sistemas de agua caliente y fría distribución de la presión en aplicaciones residenciales y comerciales. CPVC

(cloruro de polivinilo clorado). CPVC tiene propiedades físicas a 73 ° F similares a las de PVC, y su resistencia química es similar o mejor que la de PVC. El CPVC no se oxida, ni genera residuos internos que hagan que el flujo se haga menor en un futuro. Puede resistir el agua de bajo pH, la exposición salina en litorales, aire y suelos corrosivos. Además, CPVC no está sujeto al electrólisis, el entierro lo subterráneo no tiene ningún efecto en el rendimiento. El CPVC. Se ha convertido en un importante plástico de ingeniería para aplicaciones donde la temperatura de operación del sistema excede los 60°C y donde la resistencia química es un factor importante. El CPVC es básicamente un Homopolímero de PVC que ha sido sujeto a una reacción de cloración, es decir es un PVC Post-Clorado, el contenido de cloro en la resina base de PVC puede ser incrementado desde un 56.7% hasta un 74%, típicamente las resinas de comerciales de CPVC contienen entre un 63% y un 69% de cloro, con lo cual la temperatura de transición del polímero se incrementa significativamente. La tubería de CPVC es utilizada donde las temperaturas de operación no excedan los 93°C conservando las propiedades básicas del PVC. Su aplicación principal es para conducción de agua fría o caliente, vivienda, edificios, hoteles, naves industriales, hospitales, comercios, industria, entre otros.

Propiedades básicas del CPVC.

- Resistencia Química:
- Bajo coeficiente de fricción:
- Bajo peso:
- No se corroe:
- No se oxida:
- Inerte:

Tuberías de Polietileno de alta densidad (PEAD).



Figura 1.5: Tubería de polietileno de alta densidad.

El polietileno es un producto plástico, incoloro, translúcido, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños espesores, siempre flexible, inodoro, no tóxico, que se descompone a una temperatura alrededor de los 300°C y es menos denso que el agua.

Las características del polietileno varían según el procedimiento empleado para su producción. Se obtiene por la polimerización del gas ETILENO ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), producto resultante del craqueo de la nafta del petróleo. Inicialmente se consiguió a base de someter el Etileno a altas presiones entre 1000 y 1500 atmosferas, y temperaturas entre 80 y 300°C, resultando el polietileno denominado de alta presión o Baja Densidad (PEBD o PE32). Últimamente se ha profundizado en la investigación adicionando determinados copolímeros, lo cual ha permitido obtener polietilenos de características físicas y mecánicas más elevadas denominándose el producto Polietileno de 3ra generación (PE100).

Propiedades de las tuberías de Polietileno de alta densidad.

Las tuberías de polietileno presentan singulares ventajas frente a las fabricadas de otros materiales tradicionales.

De forma general pueden especificarse como:

Inertes: no son químicamente reactivas.

Inodoras: carece de olor característico.

Insípidas: no tiene sabor característico.

Atóxicas: de acuerdo con las normas sanitarias vigentes.

Inalterables: a la acción de terrenos agresivos, incluso suelos con alto contenido de yeso o zonas de infiltraciones peligrosas.

Insoluble: no se disuelve producto de la acción de otra sustancia.

Resistente: es resistente a la mayor parte de agentes químicos, tales como álcalis, aceites, alcoholes, detergentes, legías.

Factor de fricción: las paredes de estas tuberías pueden considerarse hidráulicamente lisas y ofrecen una resistencia mínima a la circulación del fluido, produciendo pérdidas de carga inferiores a las tuberías de materiales tradicionales.

Baja conductividad eléctrica: son insensibles ante la presencia de electricidad.

Incrustaciones: no admiten incrustaciones manteniendo constante su sección original.

Durabilidad: vida útil superior a los 50 años, con un coeficiente residual de seguridad al alcanzar este tiempo.

Mantenimiento: prácticamente no necesitan de mantenimiento para extender su vida útil.

Flexibilidad: Permiten sensibles variaciones de dirección con curvaturas en frío sin necesidad de accesorios, adaptándose a trazados sinuosos, pueden fabricarse en bobinas en diámetros hasta 90 mm en grandes longitudes.

Ligereza: fáciles de transportar y montar, lo que se traduce en economía de medios para su instalación. Occidente (2016)

Tuberías de Hierro Dúctil.



Figura 1.6: Tuberías de hierro dúctil.

Los tubos en hierro fundido dúctil son elementos de alta tecnología, calidad y desempeño, usados comúnmente en sistemas de acueducto y alcantarillado con o sin presión, sistemas de riego e instalaciones industriales. Combina la resistencia de un acero con la larga vida del hierro gris fundido. Los materiales empleados en su fabricación responden a los más altos estándares de calidad, cumpliendo estrictas normas en cuanto a propiedades mecánicas y desempeño.

(SA 2015)[Gestión Integral de Suministros]

Tuberías de Acero al Carbón.



Figura 1.7: Tubería de acero al carbón.

La Tubería de acero al carbón es utilizada en gran cantidad de aplicaciones Industriales manejando fluidos abrasivos, algunos corrosivos, agua entre muchos otros, pero también es utilizado en la construcción en ductos de agua, y dentro de las viviendas para conducción de agua y gas.

Existen dos tipos básicos de tubería de acero al carbón con sus diferentes características cada una:

- Tuberías de acero al carbón con costura.
- Tuberías de acero al carbón sin costura.

Tuberías de acero al carbón con costura.

-Terminado - Negra o Galvanizada.

-Extremos - Biselados o Roscados.

-Longitud - de ¼" hasta 4" a 6.40 metros. De 6" hasta 24" a 6.20 metros aproximadamente.

-Tipo de costura - Recta o Longitudinal y Helicoidal o espiral. (La helicoidal usualmente se maneja en diámetros arriba de 24").

-Espesores - Cedula 40, estándar, 80 y XS los más comunes. Existen espesores adicionales que habrá que especificar al momento de solicitar la tubería. Usualmente el cedula estándar es equivalente a 3/8" de espesor 0.375 mm, así como el XS es a ½" o .500 mm.

-La costura - La costura se refiere al soldado que recibe la placa al ser rolada para dar forma a la tubería. Es una especie de cicatriz que el tubo tienen debido al proceso de soldado que recibe que usualmente es eléctrico o ERW.

La tubería de acero carbón con costura es utilizada en la conducción de agua, vapor, vapor sobrecalentado, calderas, recalentadores, baja temperatura, alta temperatura, flux, gas, petróleo, gasolina, plantas de bombeo, tratamiento o saneamiento, líneas de interconexión en sistemas de bombeo, ademe, pozos de agua, agua potable, cruda, tratada, y desecho, aire comprimido, ventilación, sistemas contra incendio, líneas principales de riego entre otras aplicaciones generales e industriales.

La costura puede ser recta o longitudinal, helicoidal o espiral y doble arco sumergido. El proceso de soldado de la tubería puede ser ERW, EFW, DSAW. También puede tener aplicaciones estructurales como espacios tubulares, pilotes, puentes, anuncios, estructuras menores, chaquetas, encamisados, torres de alta tensión y anuncios panorámicos.

Los espesores más comunes son cedula 20, cedula 40, cedula 80, cedula estándar, cedula XS y puede hacerse en espesores especiales hasta cedula 160.

Las normas ASTM, ANSI, AWWA, API son las que más comúnmente se solicitan en este tipo de tubería. Se utilizan en casi cualquier tipo de industria como la construcción, petroquímica, azucarera, energía, cervecera, química, alimenticia, cogeneración, farmacéutica, tequilera, organismos de agua, minería, entre otras.

La tubería puede ser negra, galvanizada, lisa, biselada, roscada, ranurada y siempre certificada por planta. La tubería puede tener de manera adicional recubrimientos anticorrosivos.

Tuberías de acero al carbón sin costura.

-Terminado - Negra.

-Extremos - Biselados o Lisos.

-Longitud - Irregular en todas sus medidas. Siempre habrá diferencias entre lo que se solicita contra lo que se entrega.

-Espesores - Cedula 40, estándar, 80 y XS los más comunes. Existen espesores adicionales que habrá que especificar al momento de solicitar la tubería. Usualmente el cedula estándar es equivalente a 3/8" de espesor o .375 mm, así como el XS es a 1/2" o .500 mm.

-Sin Costura - Esta tubería no tiene un proceso de soldado por lo cual no tiene una costura. Por sus características se considera tener mayor resistencia que la tubería con costura sin embargo esto es solo en algunas aplicaciones específicas.

La Tubería de acero al carbón sin costura laminada en caliente tiene diversas aplicaciones industriales estructurales como en maquinaria pesada, cilindros hidráulicos, maquinaria agrícola, industria minera, construcción y uso estructural y varias aplicaciones mecánicas.

En la tubería de conducción, en general sus usos son para fluidos como agua, aire, gases, vapor y usos mecánicos. La tubería sin costura es una tubería hecha en una sola pieza, sin uniones ni soldaduras, lo que da como resultado una tubería diseñada para usos que requieren una calidad y una especificación especializada, como son los usos de, Conducción de Fluidos y Gases en la Industria Petrolera, Química y Petroquímica, así como en el área de la Construcción.

Esta tubería se fabrica en diámetros desde 1/4" y hasta 24" con longitudes irregulares, en espesores cedula 40, cedula XS, cedula 80, cedula 100, cedula 120, cedula 160 y algunos otros dependiendo del diámetro. Las normas que normalmente maneja son: ASTM-A-53, A-106, API-5L, A333, A335.

Existe tubería de acero de aleaciones especiales para baja temperatura, alta temperatura, alta presión, y condiciones especiales. La industria que utiliza este tipo de tubería en sus procesos son: Petroquímica, refinerías, ingenios azucareros, minería, papelera, alimenticia, bebidas, farmacéutica, construcción, energía, gases, química, entre otras.

Tuberías de Cobre.



Figura 1.8: Tuberías de cobre.

Las tuberías de cobres pueden ser de 2 tipos en dependencia del uso que se le quiera dar y ellos son:

- Tuberías de cobre rígidas.
- Tuberías de cobre flexibles.

Las tuberías de cobre por tradición se han usado en redes de agua potable dentro de las viviendas y en la industria.

Las tuberías de cobre tienen como características la facilidad de instalación, se pueden hacer uniones y conexiones en pocos minutos. Los tubos de Cobre tienen excelente resistencia a la corrosión. Tienen gran duración. El cobre es recocido de las tuberías que se venden en rollos, de ahí es que tiene esa facilidad para doblarse. También existen tuberías rígidas que se venden en tiras rectas.

Características particulares de las tuberías de cobre.

Tipos.- M (agua), L (gas) y K (baja temperatura o refrigeración)

Extremos.- Lisos

Instalación.- Soldado especial

Longitud.- 6.10 metros por tramo o existen la tubería flexible que viene en rollos de 18.30 metros o de 15.24 metros según la marca o lo que se requiera.

Diámetros.- Desde 1/4" a 4" en el rígido y en el flexible desde 1/8" hasta 3/4".

Tuberías de cobre rígidas.

La Tubería rígida de cobre tipo M se fabrica en medidas desde 1/4" y hasta 4". Se utiliza para la conducción de agua fría y caliente en casas habitación, edificios y naves industriales. La tubería rígida de cobre tipo L se fabrica en medidas desde 1/4" y hasta 4". Se utiliza en sistemas de gas LP y natural, agua fría, agua caliente y sistemas contra incendio. La tubería de cobre rígida tipo N se fabrica en medidas de 1/2", 3/4" y 1". Se utiliza para uso de instalaciones domésticas. La tubería rígida de cobre tipo K se fabrica en medidas desde 1/4" y hasta 4". Se utiliza para sistemas de conducción de gas LP y natural, aire comprimido, así como líneas hidráulicas. La tubería flux para ingenios azucareros se fabrica desde 1" y hasta 4". Esencial en sistemas de evaporación y tachos de la industria azucarera. Tienen puntas recocidas que facilitan la expansión de los extremos permitiendo un fácil montaje en los equipos. Existen aplicaciones adicionales de la tubería de cobre como la calefacción solar, combustible, aceite, refrigeración para aire acondicionado, gas médico, instalaciones de vacío, calderas, climatización y refrigeración.

Tuberías de cobre flexibles.

La Tubería de cobre flexible UG se utiliza para usos generales en plomería, agua e instalaciones de gas y doméstico. La Tubería de cobre flexible tipo L se usa para tomas de agua domiciliarias, instalaciones de gas natural y LP, conducción de gases atmosféricos, vapor, etc. La tubería de cobre flexible tipo K se usa para conducción de vapor, gases, derivados del petróleo, aceites minerales, gasolina, oxígeno y gases atmosféricos. También hay tubería de cobre para equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Occidente (2016)[Especialistas Técnicos en Fluidos]

Tuberías de ABS.



Figura 1.9: Tuberías de ABS.

El principal material en las tuberías y accesorios de ABS es una resina termoplástica conocida como acrilonitrilo butadieno estireno, o ABS, para abreviar. Los tubos tienen un núcleo de espuma, y el borde de cada pieza de tubo debe ser pegado a menos de 1 pulgada (2,5 cm) para mantener la resistencia contra la presión alta.

Usos de las tuberías de ABS.

Las tuberías de ABS son ampliamente utilizadas en aplicaciones de desagüe, descargas y desechos, y más de 10 mil millones de pies del material se han instalado por constructores de estructuras residenciales y comerciales. El ABS se utiliza en aplicaciones ya sea bajo tierra o por encima del suelo, y también puede ser instalado en el exterior, siempre que los tubos cumplan ciertas condiciones. Con base en las normativas locales, el uso al aire libre puede

requerir que las tuberías contengan pigmentos para evitar la radiación ultravioleta o sean pintadas con una pintura de látex a base de agua.

Características especiales de las tuberías de ABS.

Es el termoplástico por excelencia: ligero, resistente y duradero. El ABS es completamente inocuo y sus características le confieren una gran resistencia tanto a los impactos como a una amplia gama de productos químicos y que junto a su facilidad de manejo e instalación es un producto ideal para canalizaciones de aire acondicionado y agua refrigerada.

Las características comerciales de estas tuberías son:

- Medidas: 16mm. a 315mm. de diámetro.
- Temperaturas: -40°C a +70°C.
- Presión de trabajo: PN 10 a PN 15 a 20°C.
- Método de unión: Encolado y roscado.

1.6 Uniones en tuberías.

En la construcción de las redes de abastecimiento es necesario realizar uniones en tuberías. Las uniones deben mantener la impermeabilidad de los conductos, así como todas las características de los mismos. Algunas de las uniones más usadas son:

- Encolado o pegado.

El encolado o pegado es el procedimiento más extendido para unir los tubos y accesorios de poli-cloruro de vinilo (PVC), ya que el pegamento que se utiliza disuelve el material de la superficie produciéndose una unión sólida. La unión que se logra es segura y permanente. El procedimiento de soldadura puede considerarse una auténtica soldadura autógena, ya que la unión se realiza sin material de aportación.

- Aboquillado y encolado.

Este procedimiento se emplea cuando no se dispone de manguitos adecuados para la unión. Aquí la diferencia está únicamente en que hay que practicar el abocardando o acopado del tubo hembra. Esta operación se realiza calentando el extremo del tubo con una lamparilla de gas, o mejor de aire caliente. Una vez hecho el ensanchamiento y comprobado que ha quedado correctamente se

procede a quitar rebordes, limpiar, desengrasar, untar el pegamento e introducir el tubo macho en el tubo hembra. Si la operación de encolado está bien hecha, los tubos de PVC pueden instalarse en el interior de paredes, aunque en tal caso debe haberse realizado previamente el ensayo bajo presión, para evitar los problemas que podrían derivarse si el encolado fuese defectuoso.

- Soldadura de los tubos.

Se emplean para instalaciones interiores y se fabrican para una gama de presiones que suelen ser de 2 hasta 10 kg/cm², o sea, algo más bajas que las de los tubos de PVC que son de 4 hasta 16 kg/cm². Entre sus cualidades que resistente al agua y aislante a la electricidad, además de bajo peso específico. Los tubos de polietileno pueden soldarse a tope o por enchufe, empleando sistemas de calentamiento por resistencia eléctrica.

- Uniones entre tuberías de materiales distintos.

Tubos de plomo con tubos de fibrocemento. El espesor del tubo de plomo es inferior a 5 mm se recomienda emplear un manguito de latón, en manguito se suelda con soldadura blanda, reforzando el borde superior. Entre el manguito y el tubo de fibrocemento se coloca un anillo de estopa embreada y luego se rellena con cemento o con masilla asfáltica. Si el tubo de plomo es muy resistente, o sea, la unión puede realizarse empleando solamente masilla asfáltica y mortero de yeso.

Tubos de cobre para agua: Temple rígido o flexible para diámetros nominales entre 15 y 50 mm. Las conexiones serán de cobre, bronce o latón con juntas soldadas con estaño, juntas de compresión o sus combinaciones. Normalización (2002)

Tubos de acero galvanizado: Para diámetros nominales entre 15 y 100 mm con piezas de conexión de hierro maleable, juntas roscadas. Se emplearán tuberías y piezas de conexión galvanizadas en caliente por inmersión. No se acepta el empleo del galvanizado electrolítico en tubos y piezas de conexión. (Normalización (2002))

Luego de haber buscado y consultado la bibliografía más especializada en los temas afines con esta investigación, resaltamos como más importante y contribuyente a esta, las Normas Cubanas para el diseño y construcción de

redes hidráulicas de interiores citadas en el cuerpo de este capítulo, así como las consideraciones de los autores Pablo Leiva Aguilera y Miguel Herrera Reyes.

1.7 Conclusiones parciales del Capítulo 1.

1. Se realizó a búsqueda, estudio y recopilación bibliográfica sobre las Redes Hidráulicas de interiores de edificios, sirviendo como base teórica de los capítulos 2 y 3.

2. La bibliografía existente sobre el tema es amplia y profunda que muchas veces se va del nivel de alcance requerido por nuestra carrera por lo que se tomó de ellas los aspectos necesarios para el desarrollo de la temática.

3. La revisión bibliográfica desarrollada nos permitió tomar criterios de los principales aspectos a abordar en esta temática.

4. Luego de analizar toda la bibliografía encontrada concluimos que las tuberías plásticas han reemplazado casi totalmente a materiales tradicionales como el hierro fundido, acero galvanizado y otros.

5. Se mantienen los mismos sistemas de abastecimiento que han existido siempre solo se le han incorporado nuevas tecnologías para hacerlos más versátiles y eficientes.

Capítulo 2:

Actualización de las principales tecnologías utilizadas en las redes hidráulicas interiores de edificios.

2.1 Generalidades.

En el desarrollo de este capítulo se estudia cada uno de los componentes de las tecnologías correspondientes a los sistemas de abastecimiento de agua a edificios.

Para abordar las tecnologías usadas en instalaciones hidráulicas de interiores de edificios, se enuncian los componentes fundamentales que contienen cada una de estas redes y se muestran sus características técnicas reales. El uso de datos brindados por varios fabricantes hace más profunda la investigación.

Los sistemas que trata el trabajo son:

- ✓ Sistemas de abastecimiento de agua a temperatura ambiente.
 - Sistema de abastecimiento con sistema hidroneumático.
 - Sistema de abastecimiento por presión directa de la red.
 - Sistema de abastecimiento con bombeo directo y cisterna.
 - Sistema de abastecimiento con cisterna y tanque elevado.
- ✓ Sistema de abastecimiento de agua caliente sanitaria.
- ✓ Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.

2.2 Sistemas de abastecimiento de agua a temperatura ambiente.

2.2.1 Sistemas Hidroneumáticos de abastecimiento de agua a edificios.

2.2.1.1 Generalidades sobre los sistemas hidroneumáticos de abastecimiento de agua a edificios.

El sistema de abastecimiento mediante tanques hidroneumáticos es muy difundido en las construcciones modernas. Su elevada eficiencia y sus cualidades para servir agua potable lo hacen ser casi infaltable en las instalaciones de interiores de edificios.

Un tanque hidroneumático es un depósito que, como su nombre lo indica, es provisto con una precarga de aire en su interior entre las paredes internas del tanque y una membrana presurizada de elastano o un diafragma de acero en las cuales se aloja el agua que se almacena en el tanque. El aire de precarga se mantiene a una presión determinada de un valor bajo necesaria para la operación adecuada del tanque. La membrana o el diafragma interior hacen la función de captar el agua proveniente de alguna fuente de agua a presión, que comúnmente es una bomba.

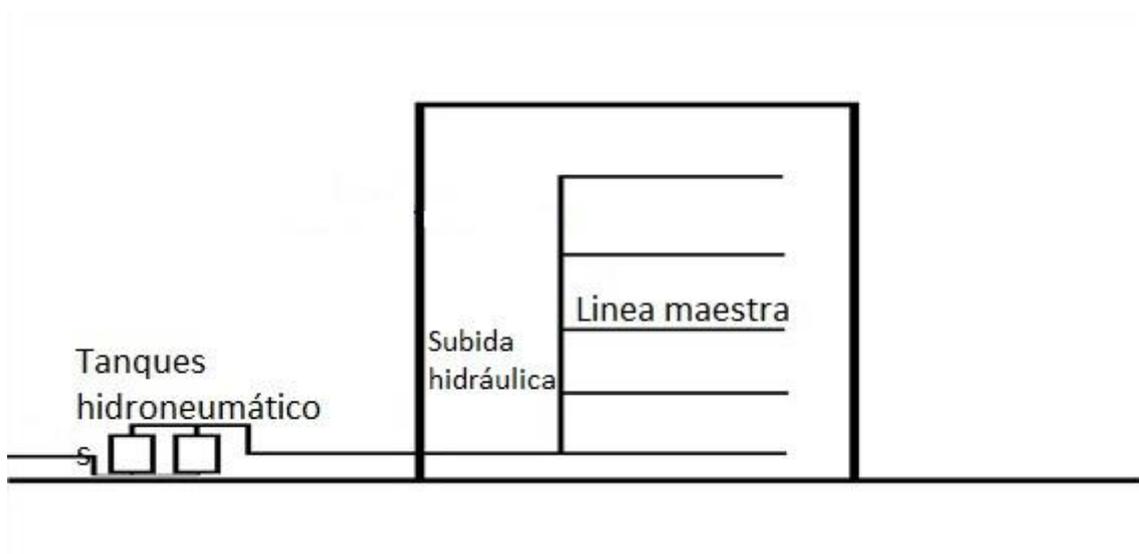


Figura 2.1: Esquema de sistema de abastecimiento por tanque hidroneumático.

2.2.1.2 Funcionamiento básico de los sistemas hidroneumáticos de abastecimiento de agua a edificios.

- 1- Inicialmente el tanque del sistema contiene una presión de aire comprimido determinada. (Figura 2.2 A)
- 2- Mediante bombas se hace llegar el agua al tanque para elevar la presión interna del mismo hasta un nivel determinado en dependencia del tipo de tanque utilizado. (Figura 2.2 B)
- 3- Una vez extraída el agua del tanque y la presión descienda, el sistema automáticamente comienza nuevamente a llenar el tanque con agua.

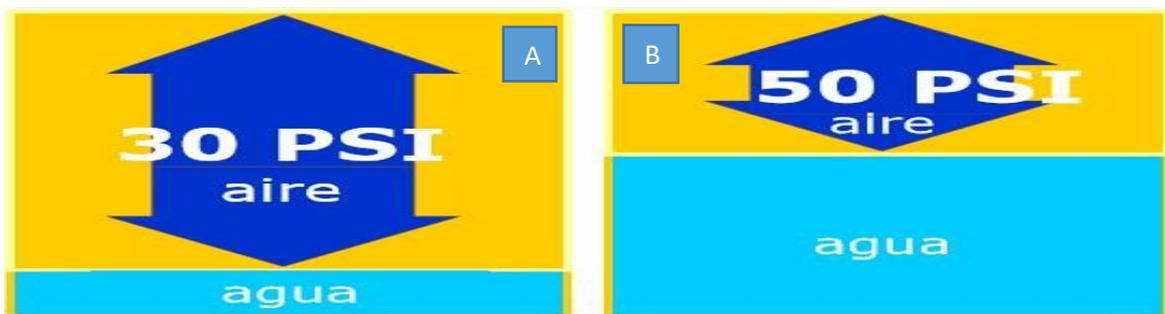


Figura 2.2: Tanque hidroneumático. Funcionamiento.

2.2.1.3 Información Técnica de los sistemas hidroneumáticos.

Los tanques hidroneumáticos tienen características especiales en dependencia del fabricante, pero básicamente todos cumplen con las siguientes características:

- Temperatura máxima (de prueba) :80 °C
- Temperatura máxima (de trabajo) :40 °C
- Presión máxima (de prueba) :100 PSI
- Presión máxima (de trabajo): 70 PSI
- Concentración de cloro: 2,500 PPM
- Exposición a sales: Ninguno
- Detergentes / cloro 1%: Ninguno
- Solventes y aceites: Ninguno

2.2.1.4 Tipos de tanques utilizados en sistemas hidroneumáticos de abastecimiento de agua a edificios.

- Tanque galvanizado convencional (sin membranas).
- Tanque precargado de membrana.
- Tanque precargado de diafragma.

Tanque galvanizado convencional (sin membranas).



Figura 2.3: Tanque galvanizado convencional.

Los tanques sin membrana son utilizados en su mayoría para uso naval o servicios pesados en la industria, asimismo garantiza la presurización en construcciones de uso civil, sistemas contra incendio, riego, etc. Son construidos en chapas de acero (o acero maleable), el metal de su interior está protegido por una pintura especial la cual evita su corrosión al estar en contacto con el agua. En este tipo de tanques el aire y el agua están en contacto lo que permite que se pierda el volumen de aire dentro del tanque; esto es debido a la capacidad del agua de absorber el aire.

Los tanques galvanizados convencionales (sin membrana) se fabrican y comercializan en todo el mundo. Uno de los fabricantes más conocido de ellos es "bombas hasa". En la tabla 2.1 se muestran algunos de los tanques hidroneumáticos producidos por esta empresa.

Capacidad (L)	Presión máx. (KG/cm ²)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Diám. de la conex. (pulg.)
100	10	400	1089	1 ½ ``
200	10	500	1385	1 ½ ``
300	10	550	1615	1 ½ ``
500	8-10	650	1860	1 ½ ``
750	8-10	750	2080	1 ½ ``
1000	8-10	800	2300	1 ½ ``
1250	8-10	900	2380	1 ½ ``
1500	8-10	950	2465	1 ½ ``
2000	8-10	1100	2490	1 ½ ``

Tabla 2.1: Tanques hidroneumáticos sin membrana producidos por empresa "bombas hasa".

Los otros dos tipos de tanques que existen utilizan una tecnología más moderna y se conocen como **precargados**.

Los componentes de los tanques hidroneumáticos **precargados** son básicamente los siguientes.

- **Un tanque precargado:** Que sirve para almacenar agua a presión.
- **Una bomba:** Que es la que suministra la cantidad de agua que requiere un sistema y la presión con la que trabajará dicho sistema.
- **Un switch de presión:** el cuál es el cerebro que controla el arranque y paro de la bomba en el sistema hidroneumático.
- **Un manómetro:** El cual nos indica la presión que existe en el sistema y por medio de este podemos observar las condiciones en las que está trabajando el sistema.
- **Una serie de accesorios:** Para hacer las conexiones de la Bomba al aljibe, para interconectar la Bomba y el Tanque y para conectar la salida del tanque al sistema de alimentación.

Estos tanques están contruidos en distintos materiales donde predominan los de chapa de acero y también los de acero inoxidable, zinc y materiales plásticos. Dichos tanques poseen una membrana interna que puede tener distintas disposiciones dentro del tanque. Hay modelos donde la membrana está colocada como una bolsa que recibe y se llena con agua, por lo que la chapa del tanque nunca se moja y queda protegida contra la corrosión; mientras que, en otros

modelos, el tanque está dividido en dos hemisferios y en la unión de estos casquetes o hemisferios está sujeta la membrana central que contiene aire mientras que el agua se ubica rodeándola.

Tanque hidroneumático precargado de membrana.



Figura 2.4: Tanque hidroneumático precargado (de membrana).

Las membranas son de una variante de polietileno con propiedades elásticas y además son atóxicas, homologadas y recambiables. Están especialmente diseñadas para mantener inalterables las propiedades de higiene del agua potable. No necesitan renovación continua del aire y ocupan un espacio menor.

Ventajas.

- El tanque está diseñado para rodear completamente la cámara de agua, en una atmósfera de aire precargada.
- Regula el movimiento del diafragma.
- Reduce la condensación.
- Provee un aislamiento intermedio de aire ante las fluctuaciones de temperatura del exterior.

A continuación, en la tabla 2.2, se muestran cuáles son los tanques que produce y comercializa la empresa denominada ``bombas hasa`` (España) especializada en estos sistemas.

Capacidad (L)	Presión máx. (KG/cm ²)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Diám. de la conex. (pulg)
24	8	365	415	1"
50	8-10-16	400	505	1"
100	8-10	450	930	1"
150	8-10	592	878	1 ½"
200	8-10	592	1055	1 ½"
250	8-10	592	1235	1 ½"
300	8-10	592	1420	1 ½"
350	8-10	592	1584	1 ½"
500	8-10	500	2170	1 ½"
700	8-10	750	2150	1 ½"

Tabla 2.2: Tanques hidroneumáticos precargados producidos por empresa "bombas hasa".

Tanque hidroneumático precargado de diafragma.

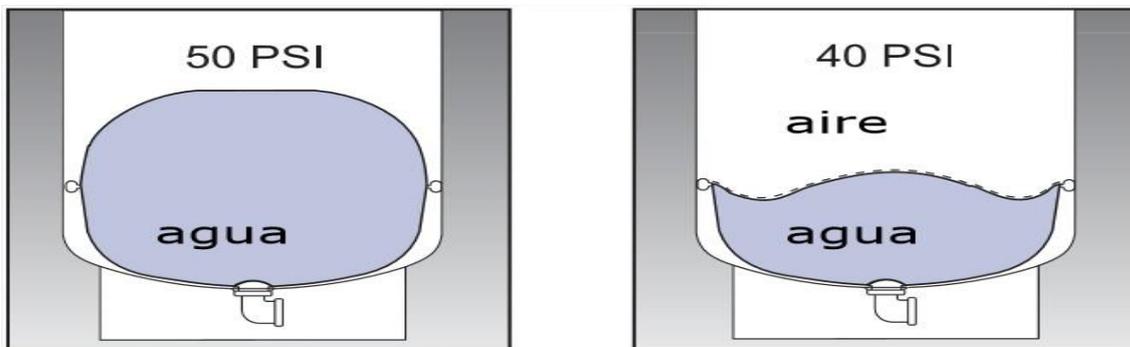


Figura 2.5: Tanque hidroneumático precargado de diafragma.

Estos tanques usan un diafragma de acero el cual impide que el agua y el aire estén en contacto.

Ventajas.

- No absorbe aire en el agua.
- Ofrecen un mejor desempeño.
- Fáciles de seleccionar e instalar.
- Tamaño pequeño.
- Menos controles.
- No contamina el agua (dentro de la bolsa).
- No requiere compresor ni accesorios.

Los tanques hidroneumáticos de diafragma son la especialidad de la empresa AQUOR (España) la cual los produce y comercializa como se muestra en la tabla 2.3.

Modelo	Capacidad (GAL)	Pres. Máx. (psi)	Diam. Conex.
TPQ-20	20	100	1"
TPQ-26	26	100	1"
TPQ-32	32	100	1"
TPQ-44	44	100	1 ¼"
TPQ-62	62	100	1 ¼"
TPQ-86	86	100	1 ¼"
YPQ-119	119	100	1 ¼"

Tabla 2.3: Tanques hidroneumáticos precargados de diafragma producidos por empresa "AQUOR".

Comparando los tanques galvanizados y los precargados muestra claramente la diferencia de eficiencia entre ellos. A continuación, en la tabla 2.4 se muestra la comparación de la eficiencia entre los tanques hidroneumáticos galvanizados convencional y los tanques precargados de diafragmas. Este estudio fue realizado por la empresa productora de sistemas hidroneumáticos EVANS (México).

	Tanque Precargado. de diafragma. AIRE	% de Agua	Tanque Convencional Galvanizado AIRE	% de Agua
1	28 PSI	0	0	0
2	30 PSI	2	30	67.2
3	50 PSI	33	50	77.3
	Eficiencia	31%	10.1%	

Tabla 2.4: Comparación de eficiencia entre los tanques de diafragma y los galvanizados.

2.2.1.5 Instrucciones generales para la instalación de los sistemas hidroneumáticos de abastecimiento de agua a edificios.

- La instalación de estos equipos debe ser realizada por personal calificado y cumpliendo con los códigos y regulaciones locales.
- Inspeccionar el tanque cuidadosamente para asegurarse de que no tenga daños causados por el almacenaje, transportación o manejo.
- Aunque estos tanques soportan los efectos del medio ambiente es recomendable instalarlo en lugares cubiertos para prolongar su vida útil.
- En ningún caso es recomendable utilizar los sistemas hidroneumáticos para bombear agua de mar, aguas residuales ni líquidos inflamables.

2.2.1.6 Pasos para la instalación de un sistema hidroneumático.

- I. Verificar el tanque o pozo a fin de observar si el agua está limpia y no existe algún objeto o animal flotando en ella. Recuerde lavar su tanque al menos 3 veces al año, para evitar grandes depósitos de sedimento en el fondo del tanque que a la larga pueden ocasionar daño al sistema. (Figura 2.5 A)
- II. La bomba tiene dos conexiones roscadas, una es la succión o entrada y la otra es la descarga o salida. Debe hacer todas las conexiones pertinentes tanto de la succión hasta dentro del tanque como de la descarga a el pulmón con los tubos, niples, llaves y todos los accesorios necesarios. (Figura 2.5 B)
- III. Evite reducir la entrada de la bomba, la capacidad de la misma está diseñada para esa medida. Instalar un check con su filtro en la tubería de succión que va dentro del tanque. Verifique el sentido del check. (Figura 2.5 C)
- IV. Remueva el tapón para cebar la bomba. Con un envase o una manguera conectada a un tanque aéreo, vierta suficiente agua y asegúrese de que el tubo que va al tanque y que contiene el check, se llene. Ponga nuevamente el tapón, encienda la bomba y espere que ésta haga el vacío para empezar a cargar el pulmón. (Figura 2.5 D)
- V. Asegúrese de que la descarga esté ya conectada al pulmón, cómo se indicó en el paso 2 antes de encender la bomba. La misma empezará a

llenar después de hacer el vacío y parará automáticamente sólo cuando alcance de 40 a 50 psi dependiendo del ajuste del presostato. Tenga en cuenta también que debe existir una válvula que deje pasar agua hacia el lugar a donde se desea suministrar. Esta debe estar cerrada para este paso de llenado de pulmón. Si no la tiene, es buena práctica ponerla. (Figura 2.5 E)

- VI. Dependiendo del voltaje de trabajo se debe realizar la instalación eléctrica para corriente alterna. Las bombas pueden manejar voltajes de 120 volt o 240 volt y por esto se debe estar seguro de cuál es el voltaje correcto de la bomba. Utilizando cable No.14 o No.12 instale el interruptor de 10 amperios y si es posible coloque un protector de voltaje. (Figura 2.5 F)

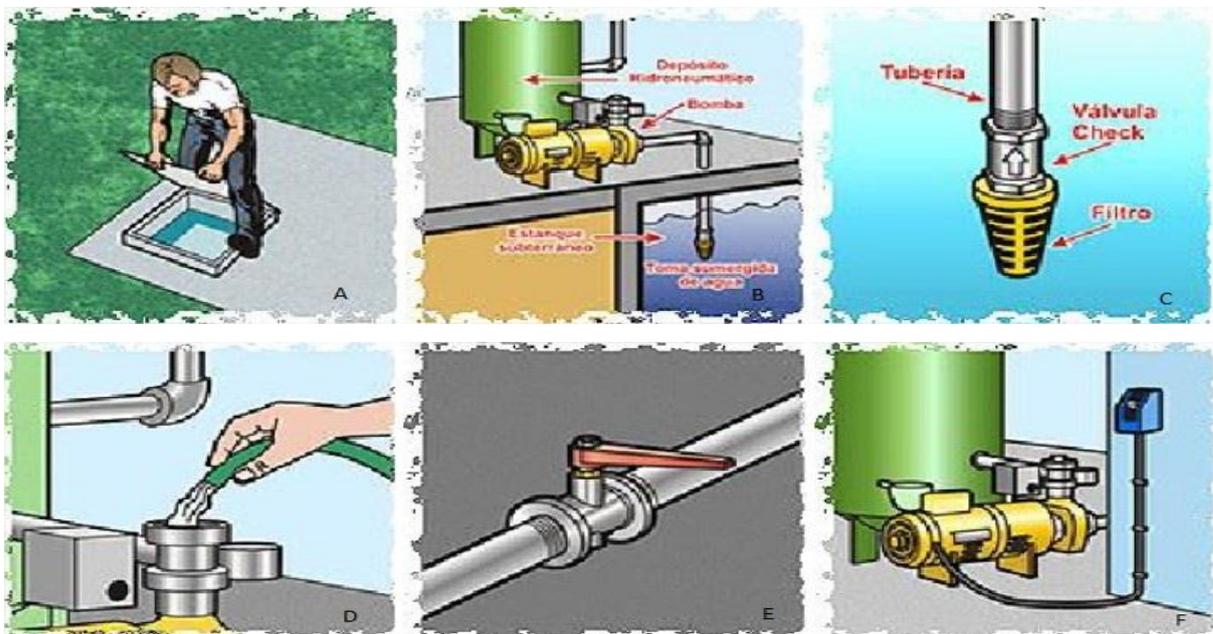


Figura 2.6: Esquema de instalación de un sistema hidroneumático.

2.2.1.7 Cálculo y selección de los sistemas hidroneumáticos de abastecimiento de agua a edificios.

Las bombas.

Cuando se selecciona el tipo o tamaño de bomba, se debe tener en cuenta que la bomba por si sola debe ser capaz de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la (o las) otra (u otras) y cubrir entre todas, por lo

menos el 140% de la demanda máxima probable. Además, debe trabajar por lo menos contra una carga igual a la presión máxima del tanque.

Cuando se dimensiona un tanque se debe considerar la frecuencia del número de arranques del motor en la bomba, llamados **ciclos de bombeo**. Si el tanque es demasiado pequeño, la demanda de distribución normal extraerá el agua útil del tanque rápidamente y los arranques de las bombas serán demasiado frecuentes, lo que causaría un desgaste innecesario de la bomba y un consumo excesivo de potencia.

El punto en que ocurre el número máximo de arranques, es cuando el caudal de demanda de la red alcanza el 50% de la capacidad de la bomba. En este punto el tiempo que funcionan las bombas iguala al tiempo en que están detenidas. Si la demanda es mayor del 50%, el tiempo de funcionamiento será más largo; cuando la bomba se detenga, la demanda aumentada extraerá el agua útil del tanque más rápidamente.

La potencia de la bomba puede calcularse, de la siguiente manera:

$$Hp = \frac{Qo(l/s)*H(m)}{75*(n\%/100)} \quad (2.1)$$

Dónde:

HP: Potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Q: Capacidad de la bomba.

n: Eficiencia de la bomba, Para efectos de cálculos teóricos se supone de un 60%.

Proceso de selección de un tanque a presión.

Las dimensiones del tanque a presión, se escogen tomando en cuenta como parámetros de cálculo, el caudal de bombeo (Qb), los ciclos por hora (U), y las presiones de operación. El procedimiento de selección es el siguiente:

Determinación del tiempo de ciclo de bombeo: (**Tc**) Representa el tiempo transcurrido entre dos arranques consecutivos de las bombas, y se expresa así:

$$Tc = \frac{1 \text{ hora}}{U} \quad (2.2)$$

Cálculo del porcentaje del volumen útil (% Vu): Representa la relación entre el volumen utilizable y el volumen total del tanque, y se podrá calcular a través de:

$$\%Vu = 90 * \left(\frac{P_{\text{máx}} - P_{\text{mín}}}{P_{\text{máx}}} \right) \quad (2.3)$$

Cálculo del Volumen del Tanque (Vt):

$$Vt = \frac{Vu}{\%Vu/100} \quad (2.4)$$

2.2.1.8 Tuberías utilizadas en redes de abastecimiento por tanque hidroneumático.

En estos sistemas se usan diferentes tipos de tuberías. Algunos de los más usados son las tuberías de PVC para agua potable Hidráulica Cementar fabricada por la empresa productora CRESCO (México).

Aplicaciones de estas tuberías.

Las tuberías Hidráulica Cementar se fabrican y comercializan en tres líneas que son:

Las tuberías RD: (RD no es más que la relación espesor y peso promedio en una tubería) se utilizan principalmente en instalaciones hidráulicas en casas y edificios, así como también en el riego residencial.

Las tuberías Cédula 40: se utilizan en aplicaciones industriales ligeras.

Las tuberías Cédula 80: se usan en la industria donde se manejan fluidos corrosivos y altas presiones.

Nota: Cédula: está relacionado con el flujo, temperatura y presión con la cual la tubería estará trabajando.

Diámetro nominal. (Pulg.)	Diámetro exterior (mm)	RD -13.5		RD - 21		RD - 26	
		Espesor mínimo. (mm)	Peso promedio. (kg/m)	Espesor mínimo. (mm)	Peso promedio. (kg/m)	Espesor mínimo. (mm)	Peso promedio. (kg/m)
½	21.4	1.6	0.16	1.5	0.16	-	-
¾	26.8	2.0	0.25	1.6	0.20	-	-
1	33.5	-	-	-	0.24	1.5	0.25
1 ¼	42.3	-	-	-	-	1.6	0.33
1 ½	48.3	-	-	2.9	-	1.9	0.45
2	60.3	-	-	3.5	0.82	2.3	0.67
2 ½	73.0	-	-	4.2	1.18	2.8	0.97
3	88.9	-	-	5.4	1.70	3.4	1.41
4	114.3	-	-	8.0	2.83	4.4	2.31

Figura 2.5: Diámetros comerciales de las tuberías Hidráulicas Cementar.

Ventajas de las tuberías de PVC (CRESCO).

- Resistencia a la Corrosión.
- Ligero.
- No contamina el fluido que transporta.
- Bajo coeficiente de fricción.
- No se incrusta.
- Resistencia a la Electrolisis.

2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua a edificios por presión directa de la red (PDR).

2.2.2.1 Generalidades sobre la red de abastecimiento (PDR).

El sistema de abastecimiento de agua a edificios por presión directa de la red, en lo sucesivo (PDR), en nuestro país es muy poco usado debido a que generalmente el abastecimiento de agua es intermitente y los caudales bombeados no cumplen con los gastos máximos horarios para abastecer a todos los usuarios de los inmuebles. Este tipo de red no necesita gran cantidad de recursos para su construcción en comparación con las demás existentes.

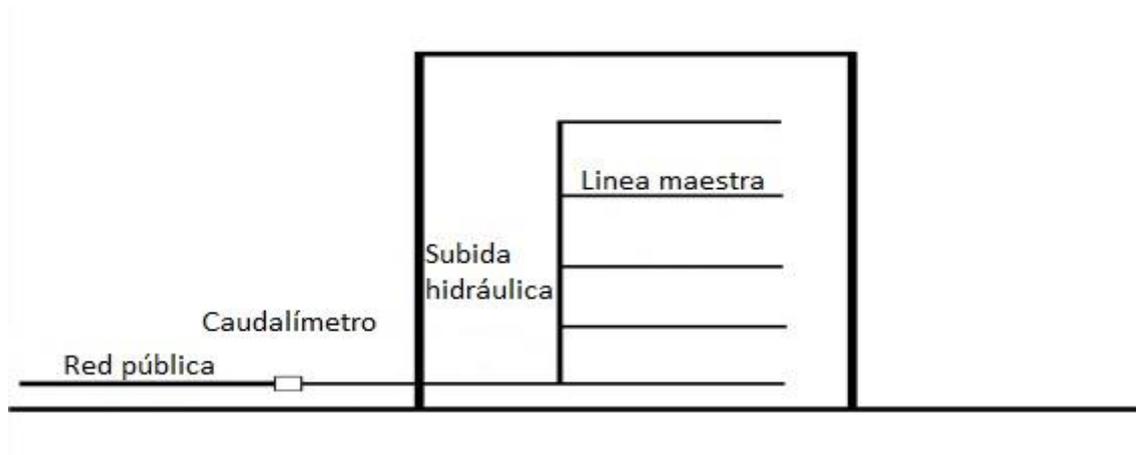


Figura 2.7: Esquema de abastecimiento por presión directa de la red.

2.2.2.2 Funcionamiento básico de las redes de abastecimiento por (PDR).

El sistema PDR funciona a partir de que el agua proveniente de la red pública de abastecimiento llega directamente hasta los aparatos sanitarios.

2.2.2.3 Componentes de los sistemas de abastecimiento a edificios PDR.

Los componentes fundamentales de los sistemas de abastecimiento PDR implementados en edificios son:

- Tubería ascendente de agua.
- Línea maestra de cada piso.
- Ramales hasta cada uno de los aparatos.

De lo anteriormente señalado se puede deducir fácilmente que este tipo de sistema está constituido esencialmente por y tuberías.

2.2.2.4 Tuberías usadas en los sistemas PDR para edificios.

Las tuberías que se pueden usar en los sistemas PDR son muchas. En la actualidad existen innumerables fabricantes y productos de alta calidad. Para desarrollar este epígrafe se muestran detalladamente las características de las tuberías TIGRE ampliamente usada en Cuba por su calidad y bajos costos.

Tuberías ``TIGRE`` para abastecimiento de agua potable.

Utilización.

- Transporte de Agua Potable a temperatura ambiente.
- Transporte de Agua Potable a presiones de trabajo entre 100 a 500 psi.

Aplicaciones.

- Instalaciones Hidráulicas a presión en general.

Vida Útil.

- La vida útil para tuberías en PVC se ha estimado en un período de 50 años, sin embargo, en casos en que se ha realizado rehabilitación de redes, se han encontrado redes de más de 50 años en perfectas condiciones de funcionalidad.

Características técnicas.

- Dimensiones desde ½" hasta 4".
- Presiones desde 100 psi a 500 psi a temperatura ambiente de 23°C.
- Color blanco.
- Material: Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC).

Productos complementarios.

- Cemento solvente para PVC Tigre
- Acondicionador de superficie Tigre.

Beneficios de su utilización.

- Facilidad y rapidez de instalación.
- Paredes Lisas.
- Resistentes al electrólisis.
- Alta resistencia mecánica.
- Alta vida útil.
- Economía.
- Alta resistencia al impacto.
- Resistencia a la corrosión.

Tuberías comercializadas por TIGRE.

Presión de Trab.	Diámetro Nominal		Diám. Ext. Prom.		Espesor de pared.	
	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.
500	21	½	21.34	0.840	2.37	0.093
400	26	¾	26.67	1.050	2.43	0.095
315	33	1	33.4	1.315	2.46	0.097
200	42	1 ¼	42.16	1.660	2.01	0.079
200	48	1 ½	48.26	1.9	2.29	0.090
200	60	2	60.32	2.375	2.87	0.113
200	73	2 ½	73.03	2.875	3.48	0.137
160	88	3	88.90	3.5	4.24	0.167
160	114	4	114.3	4.5	3.51	0.138

Tabla 2.6: Datos de las tuberías de abastecimiento "Tigres".

Ver detalles en el catálogo TIGRE en el anexo 2.1 de este trabajo a este trabajo.

2.2.3 Sistema de abastecimiento de agua a edificios con Bombeo Directo y Cisterna.

2.2.3.1 Generalidades sobre los sistemas de abastecimiento de agua a edificios con bombeo directo y cisterna.

El sistema de abastecimiento a edificios por Bombeo Directo y Cisterna es un sistema complejo por las características especiales de que posee. El mismo necesita de una cisterna con toda el agua que necesitan los consumidores en los horarios de máxima demanda, así como una serie de bombas que se alternan entre sí (operación-descanso) para evitar el desgaste por largas horas de trabajo.

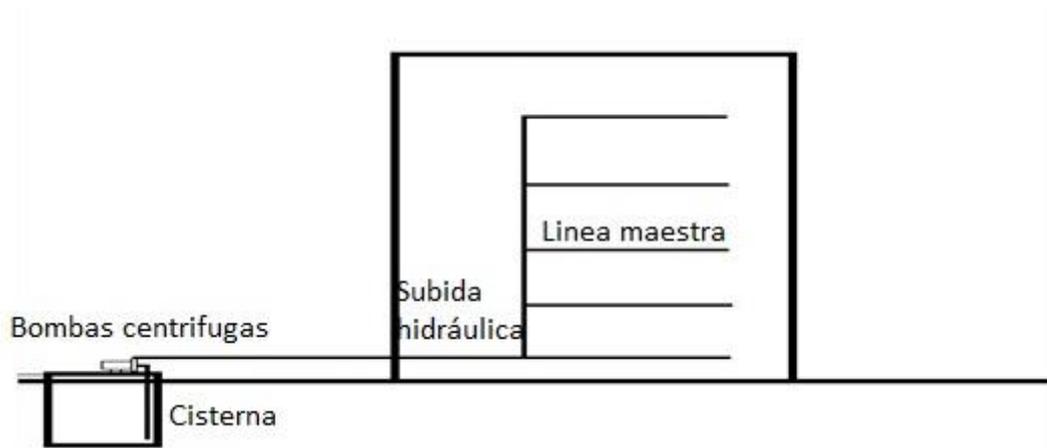


Figura 2.8: Esquema del sistema de abastecimiento por bombeo directo y cisterna.

2.2.3.2 Funcionamiento básico de las redes de abastecimiento de agua a edificios por bombeo directo y cisterna.

El sistema de bombeo directo y cisterna utiliza una cisterna o un tanque apoyado sobre el nivel del suelo para almacenar el agua que proviene de la red pública y luego llevarla hasta los usuarios mediante un sistema de bombeo.

2.2.3.3 Componentes de los sistemas de abastecimiento de agua a edificios por bombeo directo y cisterna.

- Cisterna.
- Bombas centrífugas
- Subida hidráulica.
- Línea maestra.
- Ramal.

2.2.3.4 Cisternas para sistemas de abastecimiento mediante bombeo directo y cisterna.

Recomendaciones para el diseño de una cisterna.

Para diseñar una cisterna se requieren varios datos, por ejemplo las presiones laterales, la reacción de la losa de fondo, la sobrecarga en la losa de la tapa, así como también es necesario tener un estudio de suelo en donde indique que empuje activo resultará que afectaran las presiones laterales, principalmente también tener en cuenta lo que establecen los reglamentos y las demás disposiciones legales en vigor, porque para ello es importante evitar totalmente

la contaminación del agua almacenada, haciendo esto con una base principalmente impermeable y de establecer algunas distancias mínimas con los linderos, a las bajadas de aguas negras, tomar en cuenta también el terreno disponible y la cantidad de agua requerida. Se pueden diseñar cisternas por celdas, pero se requiere realizar análisis y diseño de cada uno de los elementos. Los factores a acomodar según nuestras necesidades y posibilidades son:

- **Capacidad:**

Depende del gasto diario promedio y de cuanta reserva se desea tener en el caso de que el suministro se suspendiera.

- **Ubicación:**

Si es posible, no construirla totalmente bajo el nivel del suelo. Pero no tan arriba que se afecte demasiado la presión con que llega de la calle para llenarla y además se reduce la distancia al lugar que hay que bombearla. Esto también facilita su limpieza, ya que en el fondo se debe colocar una salida (mediante una válvula) para que periódicamente se desagüe hacia el drenaje, pero no tan directamente para evitar una contaminación, al piso habrá que darle una inclinación hacia la salida de un 2% como mínimo.

- **Material:**

Preferiblemente de hormigón armado o de bloques correctamente revestidos para evitar filtraciones.

- **Cierre automático:**

Mediante una válvula de flotador se consigue que la entrada del agua se cierre cuando ha llegado a una determinada altura en la cisterna.

2.2.3.5 Diseño de una cisterna.

- Se calcula el número de personas que habitarán la edificación.
- Se calcula tanto la demanda por día (d/d) como la reserva (r) para conocer la capacidad mínima de la cisterna.

Con los valores obtenidos en los dos puntos anteriores y de acuerdo a las características del terreno, se diseña la cisterna definiendo sus valores en cuanto a profundidad, largo y ancho.

Con el valor calculado de la capacidad de la cisterna se diseña esta, indicando medidas interiores y tomando en cuenta el piso y muros de concreto reforzado, sin olvidar que para cisternas de poco volumen y como consecuencias de profundidades que no rebasen los 2.0 m ni sean menores de 1.60 m de altura interior; la altura del agua en su máximo llenado no debe de rebasar las 3/4 partes.

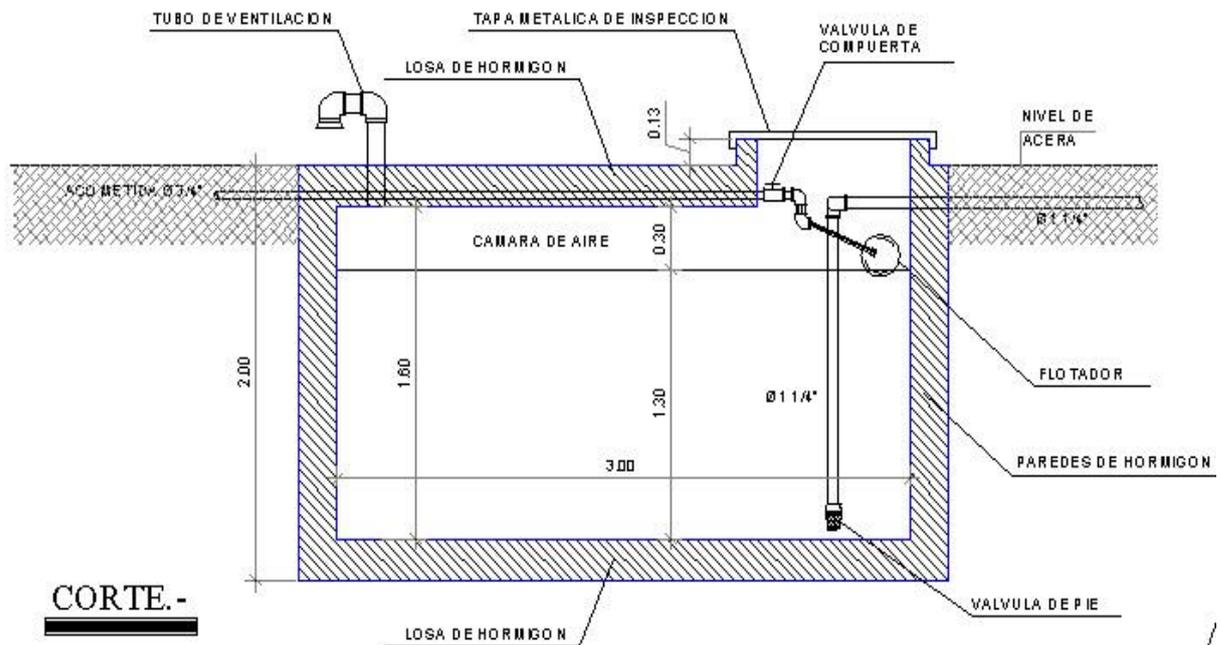


Figura 2.9: Corte de una cisterna.

2.2.3.6 Bombas usadas en los sistemas de abastecimiento por bombeo directo y cisterna.

Las bombas usadas fundamentalmente en este tipo de sistemas de abastecimiento son las bombas centrífugas. En algunos casos se puede usar las bombas centrífugas sumergibles.

La selección de una u otra bomba depende directamente de las solicitaciones de la instalación (caudal y carga hidráulica requerida). A continuación, se muestran algunas bombas que pueden ser usadas en estas instalaciones.

ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS INOX 316, SERIE CPI del fabricante de bombas de superficie PRINZE.



Figura 2.10: Bomba centrífuga inox 316 serie CPI

Características técnicas.

- Altura manométrica hasta 30 m
- Caudal hasta 50 l/min (4,8 m³/h)
- Altura de aspiración manométrica hasta 7 m
- Temperatura del líquido hasta +90 °C
- Conexiones: Aspiración 1 1/4" - Impulsión 1"

Características de su construcción.

- Cuerpo, difusor y eje: En acero Inox AISI 316.
- Soporte y carcasa del motor: En aluminio.
- Sello mecánico: En cerámica y grafito. (Especial bajo demanda)
- Motor eléctrico: Asíncrono, con ventilación ex terna, apto para el funcionamiento continuo, aislamiento clase F, con protector térmico incorporado en los monofásicos y protección IP55.
- Trifásicos alto rendimiento IE2. Los motores trifásicos deberán protegerse con un guarda motor adecuado.

ELECTROBOMBAS AUTOCEBANTES JET SERIE JOI del fabricante de bombas de superficie PRINZE.



Figura 2.11: Bomba JET serie JOI

Características técnicas.

- Altura manométrica hasta 45 m.
- Caudal hasta 42 l/min (2,5 m³/h).
- Altura de aspiración manométrica hasta 9 m.
- Temperatura del líquido hasta +40 °C.
- Conexiones: Aspiración 1" - Impulsión 1".

Características de su construcción.

- Cuerpo de la bomba: En acero Inox AISI 304.
- Rodete: En tecno polímero.
- Grupo eyector: En tecnopolímero.
- Eje del motor: En acero Inox AISI 416.
- Sello mecánico: En cerámica y grafito.
- Motor eléctrico: Asíncrono, con ventilación externa, apto para el funcionamiento continuo, aislamiento clase B, protección IP44, 2.800 rpm.

Nota: Más datos técnicos de la serie completa de la que forman parte estas bombas en el anexo 2.2 de este trabajo.

2.2.3.6 Tuberías usadas en las redes de abastecimiento mediante bombeo directo y cisterna.

Al igual que para los demás sistemas de abastecimiento de agua a temperatura ambiente son muchas las tuberías que se pueden utilizar. Queda de manos de los proyectistas decidir cuál será la tubería a usar en dependencia del presupuesto disponible. A continuación, se muestran todas las características de

las tuberías de **CPVC FLOWGUARD GOLD® - ECOTEC (en medidas de cobre) (CTS)**.



Figura 2.12: Tuberías de CPVC FLOWGUARD GOLD® - ECOTEC (en medidas de cobre) (CTS). Fabricante Charlotte Pipe.

Utilización de las tuberías Flowguard Gold:

Estas tuberías pueden ser usadas para sistemas domésticos de distribución de agua caliente y fría. Este sistema es para utilizarse en lugares donde la temperatura de operación no exceda de 82°C a 7 Kg/cm² (180°F a 100 psi).

Características técnicas de las tuberías de CPVC FLOWGUARD GOLD®.

- Resistencia Química.
- Bajo coeficiente de fricción.
- Bajo peso.
- No se corroe.
- No se oxida.
- Inerte.

Afectaciones por la exposición al sol de las tuberías de CPVC FLOWGUARD GOLD®.

Las tuberías de CPVC pueden sufrir decoloración superficial cuando se exponen a la radiación ultravioleta (UV) de la luz solar. La radiación UV afecta el CPVC cuando la energía del sol causa la excitación de los enlaces moleculares en el plástico. La reacción que resulta ocurre solamente en la superficie expuesta de la tubería y a poca profundidad de la pared, de 0.0254 a 0.0762 mm (0.001 a 0.003 pulg). El efecto no continúa cuando la exposición a la luz solar se termina.

Elongación de las tuberías de CPVC FLOWGUARD GOLD®.

Las tuberías CPVC, como otros materiales para conducción, experimentan cambios de longitud como resultado de variaciones en la temperatura por encima y debajo de la temperatura de la instalación. Se expanden y contraen de 4.5 a 5 veces más que las tuberías de acero o hierro.

Datos de las tuberías CPVC FLOWGUARD GOLD®.

Diámetro nominal.	Longitud de la tubería. (mm)	Diámetro exterior promedio. (mm)	Espesor mínimo de pared.(mm)	Peso por cada 100 pies (kg)
½	3.05	15.875	1.397	3.18
½	6.10	15.875	1.397	3.18
¾	3.05	22.225	1.651	5.30
¾	6.10	22.225	1.651	5.30
1	3.05	28.575	2.591	8.75
1	6.10	28.575	2.591	8.75
1 ¼	3.05	34.925	2.591	13.2
1 ¼	6.10	34.925	2.591	13.2
1 ½	3.05	41.274	3.048	18.3
1 ½	6.10	41.274	3.048	18.3
2	3.05	53.975	3.988	31.3
2	6.10	53.975	3.988	31.3

Tabla 2.7: Datos de las tuberías CPVC FLOWGUARD GOLD.

Tuberías de polietileno REPOLEN.

Las tuberías de polietileno son muy usadas también en las redes interiores de abastecimiento de agua en edificio. El uso de este material en las tuberías viene dado por sus propiedades características. Las tuberías REPOLEN de polietileno soldable por polifusión son algunas de las más usadas.

Algunas de las ventajas de estas tuberías son:

- Fácil montaje e instalación.
- Peso reducido.

- Gran flexibilidad que favorece su manipulación.
- Agrietamiento nulo.
- Suministro en grandes longitudes.

Estas tuberías pueden ser usadas en:

- Distribución de agua potable en urbanizaciones.
- Riego.
- Conducción de aguas residuales a presión
- Acometidas y montajes.
- Trasvases y conducción de líquidos alimentarios.

Tuberías comercializadas por REPOLEN.

Tuberías PN-20 barras de 4 metros.

Diám. Pulgadas	Metros de tub. en el paquete.	Peso (gr/metro)	Peso (kg/paquete)
½	120	138	16.550
¾	80	217	17.320
1	60	335	20.100
1 ¼	40	516	20.650
1 ½	20	813	16.250
2	12	1275	15.350
2 ½	12	1808	21.700
3	12	2621	31.450
4	8	1925	15.400

Tabla 2.8: Tuberías comercializadas por REPOLEN.

2.2.4 Sistema de abastecimiento de agua a edificios por cisterna y tanque elevado.

2.2.4.1 Generalidades sobre los sistemas de abastecimiento de agua a edificios por gravedad o tanque elevado.

El sistema de abastecimiento a edificios por gravedad o tanque elevado es el más usado en nuestro país. Su uso está justificado por la intermitencia en el abastecimiento de agua que experimenta el sistema de acueducto en Cuba.

Consta de varios componentes entre ellos gran cantidad de metros de tubería y accesorios.

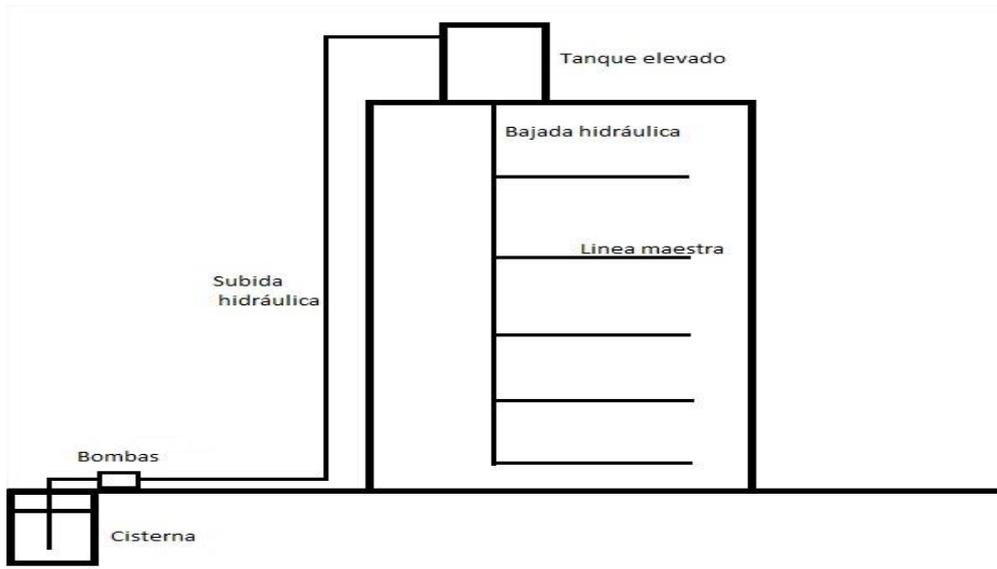


Figura 2.13: Esquema de abastecimiento de agua a edificios por cisterna y tanque elevado.

2.2.4.1 Funcionamiento básico de las redes de abastecimiento por gravedad o tanque elevado.

Se eleva el agua mediante un sistema de bombeo y se almacena en un tanque elevado o apoyado sobre la cubierta de los edificios, luego por acción de la gravedad el líquido desciende hasta su destino final. Este sistema tiene una variante que incluye una cisterna o tanque apoyado para el caso en el que el caudal de la red no sea suficiente almacenar el agua y luego llevarla hasta el tanque elevado usando un sistema de bombeo.

2.2.4.2 Componentes de los sistemas de abastecimiento a edificios por gravedad o tanque elevado.

- Cisterna (en caso de ser la variante que la necesita).
- Bombas centrifugas (en caso de ser la variante que la necesita).
- Subida hidráulica.
- Tanque elevado.
- Bajada hidráulica.
- Línea maestra.

2.2.4.3 Equipos de bombeo utilizados en los sistemas de abastecimiento por cisterna y tanque elevado en edificios.

Los fabricantes de bombas en el mundo son muchos, así como las ofertas que hacen a todas las empresas de diseño y construcción incluidas las cubanas. Debido a esto, escoger específicamente una bomba de cualquiera que sea el proveedor lleva consigo tener en cuenta muchos factores que van desde las solicitudes que debe cumplir hidráulicamente hasta el factor económico. A continuación, se muestra (a modo de ejemplo) una de las series de bombas que puede ser usada para este tipo de sistema.

Características de la serie de bombas MHI del fabricante Wilo.

Algunas de las características de estas bombas:

- Cuerpo bomba, soporte, impulsor, carcasa externa, eje en acero inoxidable AISI 304.
- Rodamientos de bola engrasados de por vida.
- Cierre mecánico de carbón B/carburo de wolframio. Cerámica/Carbón/EPDM.
- Modelos (M) monofásicos a 230V con protección.
- Otros modelos trifásicos 230/400V.
- Temperatura del líquido de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Esta serie de bombas es capaz de abastecer caudales desde 1 hasta 5 m³/h con una carga hidráulica oscilante entre 5 y 68 metros en dependencia del motor eléctrico que utilice el modelo seleccionado.

El catálogo de esta serie de bombas se encuentra en el anexo 2.3 de este trabajo.

2.2.4.4 Tanques apoyados sobre cubiertas de edificios.

En la actualidad los tanques apoyados sobre cubierta han evolucionado de sus materiales tradicionales (hormigón, ladrillos, etc.) a los materiales termoplásticos modernos. El uso de estos tanques hace significativamente más económica la obra, así como también elimina cargas permanentes que actúan sobre la estructura.

Características de los tanques termoplásticos.

- Durabilidad.

Por su diseño estructural y proceso de fabricación, no sufren daños por aguas o suelos corrosivos y son resistentes a la intemperie y al impacto, evitando posibles fugas e infiltraciones que puedan alterar la calidad del agua almacenada.

- Novedosos.

Por sus diferentes presentaciones ahorran espacio, y por su novedosa tapa roscada, permite mayor hermeticidad, asegurando el aislamiento de los efectos ambientales externos y la calidad del agua potable.

- Económicos.

La comparación costo vs. Beneficio responde a que estos tanques son la mejor alternativa para una inversión.

- Higiénicos.

Fabricados en polietileno no se corroen; por sus colores azul y negro que impide el paso de la luz, no generan algas y lamas y sus paredes lisas son fáciles de limpiar.

Tanques comercializados por la empresa PAVCO (Colombia).

Tanque Botella Tapa Rosca.

- Color azul.
- Capacidad..... 600 litros hasta 1100 litros.

Tanque Cónico.

- Color Negro.

Capacidad..... 250 litros hasta 2000 litros.

2.2.4.5 Tuberías usadas en las redes de abastecimiento de agua a edificios por gravedad o tanque elevado.

En los sistemas de abastecimiento de agua edificios por gravedad o tanque elevado pueden ser utilizados muchos tipos de tuberías. Las nuevas tecnologías apuntan a las tuberías termoplásticas por su economía y facilidad de instalación.

Uno de los tipos de tuberías más usados en este tipo de instalaciones son las tuberías de PVC. A continuación, se detallan las características de las tuberías de PVC cedula 40 construidas por la empresa **Charlotte Pipe®**.

Características de las tuberías de PVC cédula 40 Charlotte Pipe.

- **Fácil instalación.**

Los sistemas PVC son ligeros en peso (aproximadamente la mitad del peso del aluminio y una sexta parte del peso del acero) reduciendo los costos de transportación, manejo e instalación. Tienen paredes interiores suaves y sin costuras. No se requieren herramientas especiales para cortarlas. Estos materiales se pueden instalar usando la técnica de unión de cemento solvente.

- **Resistencia.**

Los productos PVC son altamente elásticos, duros y durables con una alta resistencia a la tensión y al impacto.

- **Libres de toxicidad, olores, sabores.**

Los sistemas de conducción de PVC diseñados para aplicaciones domésticas de agua han sido listados de conformidad a la Norma Internacional 61 de la NSF (National Sanitation Foundation, por sus siglas en inglés).

- **Libres de corrosión externa e interna.**

Con muchos otros materiales de conducción, se puede presentar una ligera corrosión. Las partículas corroídas pueden contaminar el fluido conducido en las tuberías, complicando los procesos posteriores o provocando malos sabores, olores o decoloración. Esto es particularmente indeseable cuando el fluido conducido es para consumo doméstico. Con el PVC, no hay subproductos por la corrosión y, por lo tanto, no hay contaminación del fluido.

- **Baja pérdida por fricción.**

La suave superficie interior del PVC asegura una baja pérdida por fricción y un alto índice de flujo. Adicionalmente, puesto que las tuberías PVC no producen herrumbre, no se pican, no se escaman, o no se corroen, el alto índice de fluidez se mantendrá tanto como la vida útil del sistema.

Tuberías de PVC cedula 40 (Extremos Lisos) comercializada por Charlotte Pipe®.

Diámetro nominal. (Pulg.)	Long. (m)	Diam. Ext. Prom. (mm)	Espesor de pared (mm)	Peso por cada 100 pies. (kg)
¼	6.10	13.72	3.020	4.5
3/8	6.10	17.150	3.20	6.3
½	6.10	21.340	3.73	9.2
¾	6.10	26.67	3.91	12.5
1	6.10	33.400	4.55	18.4
1 ¼	6.10	42.160	4.85	25.4
1 ½	6.10	48.260	5.08	30.7
2	6.10	60.330	5.54	42.5
2 ½	6.10	73.030	7.01	64.8
3	6.10	88.90	7.62	88.1
4	6.10	114.30	8.56	126.7

Tabla 2.8: Tuberías de PVC cedula 40 (Extremos Lisos) comercializada por Charlotte Pipe®.

Uniones en las tuberías de PVC cedula 80 (Extremos Lisos) comercializada por Charlotte Pipe®.

- Asegurarse que las roscas estén limpias. Charlotte pipe recomienda el uso de cinta de teflón como sellante para conexiones roscadas.
- Envolver la cinta de teflón alrededor de la longitud total de las roscas; empezar con dos vueltas en el extremo y envolver todas las roscas traslapando la mitad del ancho de la cinta. Envolver en la dirección de las roscas en cada vuelta.

El máximo apriete con llave de tuercas es de dos vueltas pasado el apriete con los dedos. No usar las llaves comunes o herramientas diseñadas para los sistemas metálicos de tubería.

Aplicaciones para las conexiones roscadas de Charlotte Pipe®.

Las aplicaciones para las tuberías y conexiones roscadas se dividen en dos categorías.

- cuando se utilizan en sistemas totalmente plásticos.
- cuando se utilizan como transición de un sistema metálico a uno plástico.

Hay tres posibles combinaciones:

- 1) macho plástico a hembra plástico (recomendado).
- 2) macho plástico a hembra metálico (recomendado).
- 3) macho metálico a hembra plástico (no recomendado).

El enroscar una rosca metálica macho en una rosca hembra plástica produce niveles muy altos de esfuerzo o fatiga en la embocadura plástica y Charlotte Pipe no lo recomienda.

2.3 Sistema de abastecimiento de agua caliente sanitarias para edificios.

2.3.1 Generalidades sobre los sistemas de abastecimiento de agua caliente sanitaria a edificios (ACS).

Los sistemas de agua caliente sanitaria implementados en edificios están diseñados y construidos con el objetivo de mejorar el nivel de vida y elevar el confort de los usuarios de dicho inmueble. Existen diferentes tipos de instalaciones de agua caliente, pero de forma general su diferencia radica en el método utilizado para calentar el agua y estas pueden ser mediante calentadores solares, eléctricos o calderas.

2.3.2 Funcionamiento básico de los sistemas de agua caliente sanitaria(ACS) implementados en edificios.

Los sistemas de abastecimiento de agua caliente funcionan a partir del agua que se desvía de la red de entrada de agua a temperatura ambiente (ATA). Esta cantidad de agua se hace llegar por gravedad o por sistemas de bombeo al componente elevador de temperatura (calentador eléctrico, solar o calderas). Una vez caliente el agua se almacena en un tanque para hacerla llegar a los usuarios según la necesidad (sistema de producción con acumulación) o se

bombee directamente a los usuarios inmediatamente después de calentarse (sistema de producción instantánea).

2.3.3 Sistemas generadores de calor usados en redes de agua caliente sanitaria.

Existen en la actualidad, producto del desarrollo y las nuevas tecnologías, diferentes generadores de calor usados en las redes de agua caliente sanitaria entre los más usados están:

- **Calentador de agua a gas.**

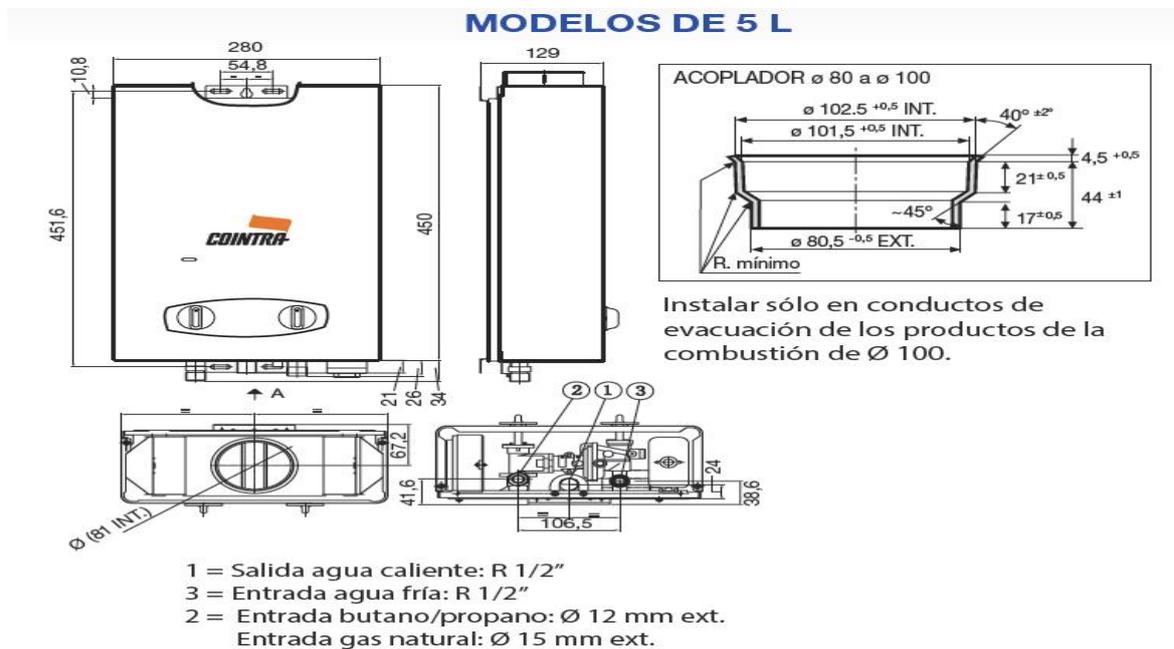


Figura 2.14: Esquema de calentador de agua a gas.

El calentador de agua a gas se compone básicamente de un quemador, además de varias partes dispuestas como sigue: de abajo a arriba, en la parte baja tenemos el cuerpo de agua, por donde pasa el agua fría de red camino del cuerpo de caldeo, entre estos elementos nos encontramos el cuerpo de gas, y en la parte más alta del calentador el "cortatiro" o salida de gases procedentes de la combustión.

Los calentadores de agua a gas pueden ser de 2 tipos y ellos son:

- Modulantes.

Se entiende por un calentador modulante, aquél que regula su potencia de forma automática, él mismo, sin necesidad de accionamiento por parte del usuario. En

el caso de estos calentadores se sigue el principio de adaptar la potencia en el quemador de manera que mantenga constante la temperatura de salida de A.C.S. independientemente del caudal que se demande. Con esto se logra mayor confort para el usuario, al reducir considerablemente el efecto de bajada de la temperatura del A.C.S. que se produce al abrir otro punto de consumo en la vivienda.

- No modulantes.

Un calentador no modulante no varía de forma automática la potencia, o altura de llama; sólo puede hacerlo el usuario manualmente accionando el mando de potencia. En estos calentadores, ante una demanda real de agua caliente sanitaria, la altura de llama se mantiene constante, y ante un aumento de caudal de agua (al abrirse otro punto de consumo en la vivienda), al permanecer constante la potencia del calentador, el incremento térmico se hace más pequeño, bajando la temperatura de salida del agua.

- **Calentadores solares.**

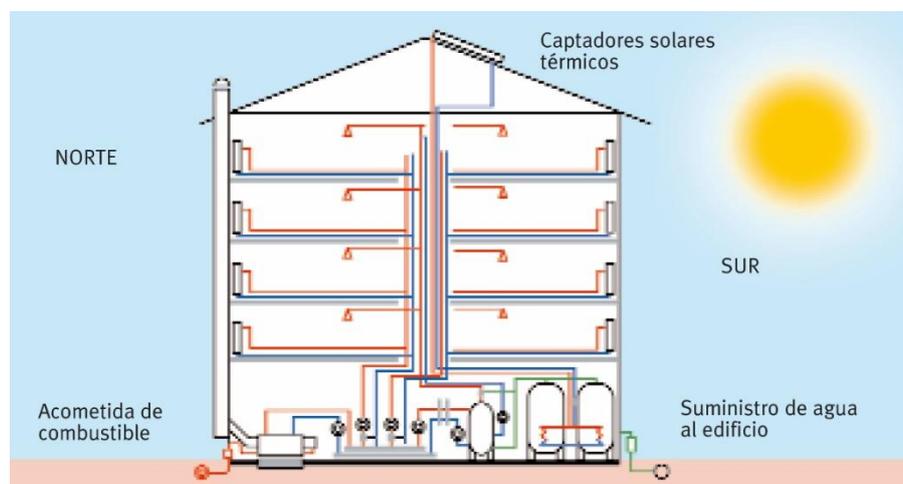


Figura 2.15: Esquema de red de agua caliente con calentador solar.

El funcionamiento de un calentador solar es muy simple. Consiste en hacer circular un fluido (generalmente agua con anticongelante) por el interior de la parrilla de tubos del captador, donde se calienta por efecto de la radiación solar incidente. Este fluido se conduce mediante una bomba hasta un intercambiador de calor para que caliente el agua acumulada en un depósito. Después, el fluido retorna al captador para ser de nuevo calentado. El agua de consumo se

mantiene almacenada en el interior del acumulador hasta el momento de su utilización.

- **Calentadores eléctricos.**

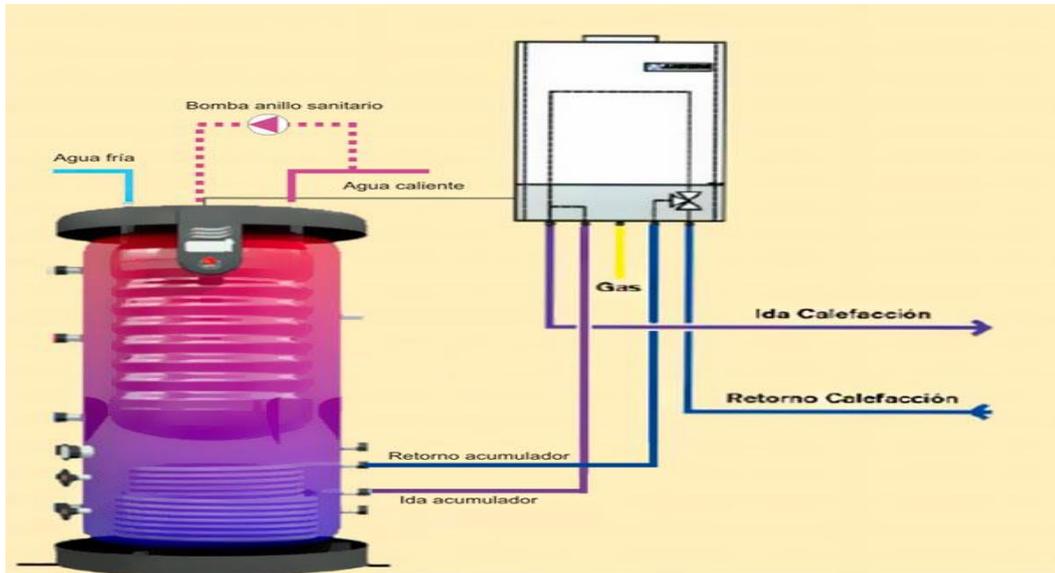


Figura 2.16: Esquema de sistema de agua caliente con calentador eléctrico.

El calentador eléctrico como su nombre lo indica usa la energía eléctrica para calentar el agua. Esto lo hace a través de serpentines o resistencias colocadas en el tanque acumulador o directamente en un punto de la red por donde el agua circula constantemente sin almacenarse.

2.3.4 Tuberías usadas en las redes de abastecimiento de A.C.S. en edificios.

Por ser un elemento fundamental de estas redes producto, de las prestaciones que debe cumplir, analizaremos sutilmente este componente. Para ello indagaremos en los productos de diferentes empresas comercializan para saber las ventajas y facilidades que nos brinda una u otra línea de productos.

2.3.4.1 Tuberías pre-aisladas para agua caliente sanitaria.

Entre las tantas novedosas tecnologías usadas en tuberías para redes de interiores de edificios se encuentran las tuberías pre-aisladas.

La empresa INCO es una empresa mexicana con más de 18 años de experiencia en el mercado de la construcción es líder en tuberías pre-aisladas en América Latina.

Tubería INCOHEAT SCHD 40 & 80

Es la línea de tuberías preaisladas para la conducción de agua caliente, este sistema cuenta con un sistema de tubería central de CPVC cédula 40 u 80 que va desde diámetro de ½ pulgadas hasta 24 pulgadas, con aislamiento de espuma de poliuretano rígido expandido de células cerradas y densidad de 65 kg/m³, protección exterior que puede ser de PVC, cinta anticorrosiva o tubería de polietileno corrugado. Estos productos se fabrican bajo las especificaciones de la norma ISO 9001-2008.

Características técnicas.

- Resistencia Térmica R=1.300Kxm /W
- Densidad de Aislamiento 65 kg/m³
- Material de Aislamiento Espuma rígida de Poliuretano
- Conductividad Térmica K=20 mW/mk
- Resistencia de Compresión > 180 kPa
- Absorción de humedad 0.005% Volumen
- Contenido de celdas cerradas ≥ 90%
- Estabilidad Dimensional -30°C hasta 90°C
- Temperatura máxima de operación 200°F

Diámetros comerciales de la tubería **INCOHEAT SCHD 40 & 80.**

Tubería. Central (pulg)	Camisa Ext. (pulg)	Diámetro Ext. Real (pulg)	Diámetro Interior real (pulg)	
			CED. 40	CED. 80
1/2	3	0.84	0.602	0.526
3/4	3	1.05	0.804	0.722
1	3	1.315	1.029	0.936
1 1/4	4	1.66	1.36	1.255
1 1/2	4	1.9	1.59	1.476
2	4	2.375	2.047	1.913
2 1/2	6	2.875	2.445	2.29
3	6	3.5	3.042	2.864
4	8	4.5	3.998	3.786

Tabla 2.9: Diámetros comerciales de la tubería INCOHEAT SCHD 40 & 80.

Tubería. Central. (pulg)	Esp. real de aislamiento. (pulg)	Máx. presión de trabajo. (PSI)		Longitud del tubo. (metros)	Longitud de la espiga. (cm)
		CED. 40	CED. 80		
1/2	1.045	600	850	6	6
3/4	0.94	480	690	6	6
1	0.81	450	630	6	6
1 1/4	1.125	370	520	6	6
1 1/2	1.005	330	470	6	10
2	1.69	280	400	6	10
2 1/2	1.52	300	420	6	12
3	1.205	260	350	6	12
4	1.69	220	320	6	15

Tabla 2.10: Presiones de trabajo y longitud de las tuberías INCOHEAT SCHD 40 & 80.

Accesorios disponibles.

- Codo 45° Pre-aislado
- Codo 90° Pre-aislado
- Tee Pre-aislada
- Cople Pre-aislado
- Reducción Concéntrica Pre-aislada
- Válvula Mariposa Pre-aislada
- Válvula Compuerta Pre-aislada
- Válvula Bola Pre-aislada

Tubería INCOCOBRE.

Es una línea de tuberías pre-aisladas para la conducción de agua fría o caliente, este sistema cuenta con una tubería central de cobre fosforado de aleación C12200, que desde un diámetro de ¼ pulgadas hasta 4 pulgadas, con aislamiento de espuma de poliuretano rígido expandido de células cerradas y densidad de 65 kg/m³, con protección exterior que puede ser de PVC, cinta anticorrosiva o tuberías de polietileno corrugada. Estos productos son fabricados bajo la norma ISO 9001-2008.

Características técnicas.

- Resistencia Térmica $R=1.300Kxm /W$
- Densidad de Aislamiento 65 kg/m^3
- Material de Aislamiento Espuma rígida de Poliuretano
- Conductividad Térmica $K=20 \text{ mW/mk}$
- Resistencia de Compresión $> 180 \text{ kPa}$
- Absorción de humedad $0.005\% \text{ Volumen}$
- Contenido de celdas cerradas $\geq 90\%$
- Estabilidad Dimensional $-30^{\circ}C \text{ hasta } 90^{\circ}C$
- Densidad de tubería 8.94 gr/cm^3
- Temperatura de Fusión de la tubería de cobre $1.083^{\circ}C$

Tuberías comercializables.

Tubería Central (pulg)	Camisa Exterior (pulg)	Diámetro Exterior (pulg)	Espesor Real de Aislam. (pulg)	Máxima Presión de trab. (PSI)	Longitud del tubo (metros)	Longitud de la espiga (cm)
1/4	3	0.375	1.23	6133	6	15
3/8	3	0.500	1.17	4500	6	15
1/2	3	0.625	1.10	4032	6	15
3/4	3	0.875	0.98	3291	6	15
1	4	1.125	1.34	2800	6	20
1 1/4	4	1.375	1.22	2749	6	20
1 1/2	4	1.625	1.09	2713	6	20
2	4	2.125	0.84	2456	6	30
2 1/2	6	2.625	1.68	2228	6	30
3	6	3.125	1.43	2073	6	30
4	6	4.125	0.93	2072	6	40

- Tabla 2.11: Tuberías comercializadas de INCOCOBRE.

Uniones en las tuberías INCOCOBRE.

Para soldar es necesario cubrir con tela mojada el contorno de la tubería central, para impedir que la espuma de poliuretano no resulte dañada y permita hacer una mejor soldadura.

Más detalles de estas y otras tuberías de este tipo (pre-aisladas) en el catálogo INCOTHERM. TUBERIAS Y CONEXIONES PREAISLADAS en el anexo 2.4 de este trabajo.

2.3.4.2 Otros tipos de tuberías.

Tuberías ULTRATEMP-PPR FUSIÓN PAVCO.

ULTRATEMP-PPR FUSIÓN PAVCO es el último desarrollo e innovación tecnológica para la conducción de agua caliente a altas temperaturas por largos periodos de tiempo a mayores presiones, como también para otro tipo de fluidos. La técnica de instalación, la cantidad de accesorios disponibles, la versatilidad del sistema, las características físico-químicas y las propiedades adicionadas en los tubos, hace de ULTRATEMP - PPR FUSIÓN PAVCO la solución óptima para la conducción de agua caliente y fluidos especiales.

Ventajas de las tuberías ULTRATEMP-PPR FUSIÓN PAVCO.

- Libre de Toxicidad y Corrosión.
- Libre de Incrustaciones.
- Menor Rugosidad
- Seguridad Total en la Fusión.
- Bajo Ruido.
- Resistencia a Corrientes Parásitas.
- Resistencia Elevada a la Presión y Temperatura.

Dimensiones de las tuberías ULTRATEMP-PPR FUSIÓN PAVCO.

Tamaño nominal (mm)	Diámetro exterior nominal (mm)	Diámetro exterior medio mínimo (mm)	Diámetro exterior medio máximo (mm)	Espesor de la pared mínimo			
				S 5	S 3.2	S 2.5	S 2
12	12	12.0	12.3	1.8	1.8	2.0	2.4
16	16	16.0	16.3	1.8	2.2	2.7	3.3
20	20	20.0	20.3	1.9	2.8	3.4	4.1
25	25	25.0	25.3	2.3	3.5	4.2	5.1
32	32	32.0	32.3	2.9	4.4	5.4	6.5

40	40	40.0	40.4	3.7	5.5	6.7	8.1
50	50	50.0	50.5	4.6	6.9	8.3	10.1
63	63	63.0	63.6	5.8	8.6	10.5	12.7
75	75	75.0	75.7	6.8	10.3	12.5	15.1
90	90	90.0	90.9	8.2	12.3	15.0	18.1
110	110	110.0	111.0	10.0	15.1	18.3	22.1
125	125	125.0	126.2	11.4	17.1	20.8	25.1
140	140	140.0	141.3	12.7	19.2	23.3	28.1
160	160	160.0	161.5	14.6	21.9	26.6	32.1

Tabla 2.12: Dimensiones de las tuberías ULTRATEMP-PPR FUSIÓN PAVCO.

Parámetros de operación por presión máxima de las tuberías ULTRATEMP-PPR FUSIÓN PAVCO.

Temperatura (°C)	Tiempo de operación (años)	PN 16 serie 3.2 (bar)	PN 20 serie 2.5 (bar)
10	1	27.8	35.0
	5	26.4	33.2
	10	25.5	32.1
	25	24.7	31.1
	50	24.0	30.3
20	1	23.8	30.0
	5	22.3	28.1
	10	21.7	27.3
	25	21.1	26.5
	50	20.4	25.7
30	1	20.2	25.5
	5	19.0	23.9
	10	18.3	23.1
	25	17.7	22.3
	50	17.3	21.8
40	1	17.1	21.5
	5	16.0	20.2
	10	15.6	19.6

	25	15.0	18.8
	50	14.5	18.3
50	1	14.5	18.3
	5	13.5	17.0
	10	13.1	16.5
	25	12.6	18.9
	50	12.2	15.4
60	1	12.2	15.4
	5	11.4	14.3
	10	11.0	13.8
	25	10.5	13.3
	50	10.1	12.7
70	1	10.3	13.0
	5	9.5	11.9
	10	9.3	11.7
	25	8.0	10.1
	50	6.7	8.5
80	1	8.6	10.9
	5	7.6	9.6
	10	6.3	8.0
	25	5.1	6.4
95	1	6.1	7.7
	5	4.0	5.0

Tabla 2.13: Parámetros de operación por presión máxima de las tuberías ULTRATEMP-PPR FUSIÓN PAVCO.

Tuberías ULTRATEMP-CPVC PLUS PAVCO

Las tuberías ULTRATEMP-CPVC PLUS PAVCO son una solución integral, diseñada específicamente para la conducción de agua caliente. Las nuevas características de las tuberías y accesorios fabricados con resina de última generación, mejora 3 veces su desempeño, maximizando su resistencia al impacto y a altas temperaturas.

Ventajas de las tuberías ULTRATEMP-CPVC PLUS PAVCO.

- Fácil de instalar.

Cuenta con una línea completa de accesorios y no requiere de ningún equipo para su unión. Se realiza manualmente con **Soldadura CPVC** de PAVCO.

- Máxima resistencia al impacto.

Fabricada con resina de última generación la cual incrementó 3 veces la resistencia al impacto y a la formación de fisuras o fracturas durante su manipulación e instalación.

- No transmite olor ni sabor al agua.
- Baja conductividad térmica y eléctrica.

Las tuberías ULTRATEMP-CPVC PLUS PAVCO garantizan la temperatura del agua en tramos largos por su bajo coeficiente de conductividad térmica y no requiere ningún tipo de aislamiento.

- No se oxida, corroe ni permite incrustaciones.
 - No se perfora a través del tiempo por efectos galvánicos al quedar en contacto con un metal.
 - Conserva su diámetro original con el paso de los años.

Comercialización de tuberías ULTRATEMP-CPVC PLUS PAVCO.

Este tipo de tubería se fabrica y comercializa como se muestra en la siguiente tabla.

Diám. Nominal		Peso	Diám. Ext. Prom.		Espesor de pared	
mm	pulgada	gr/mts	mm	pulgada	mm	pulgada
16	1/2	129	15.88	0.625	1.73	0.068
22	3/4	218	22.23	0.875	2.03	0.080
33	1	320	28.60	1.125	2.59	0.102

Tabla 2.14: Comercialización de tuberías ULTRATEMP-CPVC PLUS PAVCO.

Métodos de instalación de las tuberías ULTRATEMP-CPVC PLUS PAVCO.

Para hacer una correcta instalación de estas tuberías es necesario seguir las siguientes indicaciones.

- Cortar los tubos con segueta logrando un corte a escuadra.
- Quitar la rebarba y las marcas de la segueta con una lima o papel de lija.
- Limpiar las superficies que se van a pegar con limpiador removedor PAVCO.
- Aplicar generosamente soldadura líquida al exterior del extremo del tubo, por lo menos en un largo igual al de la campana del accesorio
- Aplicar una pequeña cantidad de soldadura líquida en el interior de la campana del accesorio.
- Unir el tubo con el accesorio, asegúrese de que haya un buen asentamiento y dele un cuarto de vuelta al tubo para distribuir uniformemente la soldadura líquida. Mantenga presionado por 30 segundos.

2.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios en edificios.

2.4.1 Generalidades sobre los sistemas contra incendios en edificios.

Los sistemas contra incendios instalados en los edificios son la primera línea de defensa en caso de haber un evento de este tipo en dichas edificaciones. Ya sean de activación manual o automática generalmente el medio extintor que usan es el agua por su abundancia y eficiencia en la extinción de incendio y esto es lo que los hace ser regularmente parecidos por los componentes que los forman.

2.4.2 Funcionamiento básico de los sistemas contra incendios implementados en interiores de edificios.

Luego de detectado el foco de incendio ya sea por sensores (en el caso de los sistemas de activación automática) o por un usuario del edificio que active la alarma (en el caso de los sistemas de activación manual) comienzan a trabajar los grupos de presión encargados de abastecer el agua necesaria para extinguir el incendio más crítico que pueda tener lugar en la edificación.

2.4.3 Configuración estándar de los grupos de presión contra incendios.

Las configuraciones estándar de los grupos de presión contra incendios son las siguientes:

- EJ: Bomba Principal Eléctrica + electrobomba Jockey.
- EEJ: 2 Bombas Principales Eléctricas + electrobomba Jockey.
- EDJ: Bomba Principal Eléctrica + Bomba Auxiliar Diésel + electrobomba Jockey.
- DJ: Bomba Principal Diésel + electrobomba Jockey.

Para grandes caudales nominales se puede optar por un desdoblamiento de caudal, siendo imprescindible que cada bomba aporte el 50% del caudal nominal, pero debe asegurarse la instalación de 3 bombas principales, 50% + 50% + 50% = 150% y una garantía energética mínima de 2 fuentes de alimentación independientes. Así las composiciones posibles son:

- EEEJ: 3 Bombas Principales Eléctricas + electrobomba Jockey.
- EEDJ: 2 Bombas Principales Eléctricas + 1 Bomba Auxiliar Diésel + 1 electrobomba Jockey.
- EDDJ: 1 Bomba Principal Eléctrica + 2 Bombas Principales Diésel + 1 electrobomba Jockey.
- DDDJ: 3 Bombas Principales Diésel + 1 electrobomba Jockey.

2.4.4 Componentes del grupo de presión contra incendios.

Los componentes fundamentales son:

- Bomba principal y/o auxiliar eléctrica (Monobloc, a eje libre o multicelular vertical).
- Bomba principal y/o auxiliar diésel (Motobomba o a eje libre).
- Electrobomba jockey multicelular.
- Hasabox® de membrana recambiable de 24 litros hasta 16 Kg/cm².
- Válvulas de cierre y retención en la bomba principal, auxiliar y jockey.
- Manómetro de glicerina.
- Presostatos de maniobra.
- Presostatos y válvulas de seguridad.
- Colector general de impulsión.

- Cuadro eléctrico de control y maniobra para la bomba principal, auxiliar y jockey bajo normas UNE ó Regla Técnica CEPREVEN RT2-ABA.
- Bancada.
- Colector de pruebas con caudalímetro de inserción (opcional).

La electrobomba jockey: se utiliza para mantener presurizada la instalación contraincendios compensando las posibles pérdidas o fugas de la instalación, evitando la puesta en marcha de la bomba principal. La bomba jockey realiza la maniobra de arranque y paro mediante una señal del presostato regulado entre dos valores de mínima y máxima presión.

La bomba principal: se pondrá en marcha en caso de incendio, debido a la disminución de presión ocasionada al actuar los sistemas de seguridad contra incendios y sólo podrá pararse de manera manual. Esta bomba será capaz de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal a una presión no inferior al 70% de la presión nominal.

La bomba auxiliar: deberá tener las mismas características hidráulicas que la bomba principal, independientemente de la fuente de energía del motor, ya sea eléctrico o diésel, siendo necesaria su instalación cuando sea requerido un suministro energético redundante debido a las características de la instalación.

Los cuadros eléctricos: cumplen todos los requisitos impuestos por las diferentes normativas. Todos los componentes eléctricos son de larga duración y capaces de trabajar en condiciones severas de forma continuada.

2.4.5 Denominación de los grupos contraincendios.



Figura 2.17: Denominación de los grupos de presión.

Ejemplos:

UNE90 EJ 12/50

- Norma: UNE 23.500.90
- Composición: Eléctrica + Jockey
- Caudal Nominal: 12 m³/h
- Presión Nominal: 50 m.c.a.
- Colector de Pruebas: NO

UNEROC EDDJ 330/110 Q

- Norma: UNE 12.845:2005 C
- composición: Eléctrica + Diésel + Diésel + Jockey
- Caudal Nominal: 330 m³/h
- Presión Nominal: 110 m.c.a.
- Colector de Pruebas: SI

CEPREVEN EDJ 250/80 Q

- Norma: CEPREVEN RT2-ABA
- Composición: Eléctrica + Diésel + Jockey
- Caudal Nominal: 250 m³/h
- Presión Nominal: 80 m.c.a.
- Colector de Pruebas: Si

2.4.6 Tuberías más usadas en las redes contraincendios en interiores de edificios.

En la actualidad el uso de las tuberías termoplásticas se ha extendido en todas las ramas del abastecimiento de agua a edificaciones. No exentos de esto se encuentran las redes contra incendios que hoy ya se fabrican de materiales plásticos como el CPVC.

Propiedades que posee el CPVC usado en redes contraincendios.

- Larga vida útil de no menos de 50 años de uso.
- Auto-extinguible o sea no forma llama ni facilita la combustión. El CPVC al quemarse primero se carboniza y luego se auto-extinguible, no propaga el fuego.

- El gasto en herramientas es mínimo y disminuye considerablemente los costos de instalación.
- La formulación del CPVC garantiza una robustez excepcional.

Información técnica de los sistemas contra incendios usados en edificios con tecnología CPVC. (PAVCO).

Esta empresa ha desarrollado una tecnología de sistemas contra incendio con las características que se muestran a continuación.

- Diámetros nominales disponibles: Desde 3/4 hasta 3 pulgadas.
- Máxima temperatura ambiente: 65°C (150°F).
- Especificaciones ambientales: Solo para uso en interiores.
- Valor de Hazen-Williams: C=150 (Ks= 0.0015mm).
- Especificaciones de presión: 175 PSI (12.1 bar) a 65°C (150°F).

Dimensiones y pesos de las tuberías de CPVC usadas en sistemas contra incendios. (PAVCO)

Diámetro Nominal		Diámetro exterior promedio		Diámetro interior promedio		Libras por pie	Kilos por metro	Libras por pie	Kilos por metro
Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Vacía	Vacía	Llena	Llena
3/4	20.0	1.050	26.7	0.874	22.2	0.168	0.250	0.428	0.637
1	25.0	1.315	33.4	1.101	28.0	0.262	0.390	0.675	1.005
1 1/4	32.0	1.660	42.2	1.394	35.4	0.418	0.622	1.079	1.606
1 1/2	40.0	1.900	48.3	1.598	40.6	0.548	0.816	1.417	2.109
2	50.0	2.375	60.3	2.003	50.9	0.859	1.278	2.224	3.310
2 1/2	65.0	2.875	73.0	2.423	61.5	1.257	1.871	3.255	4.844
3	80.0	3.500	88.9	2.950	75.0	1.867	2.778	4.829	7.186

Tabla 2.15: Dimensiones y pesos de las tuberías de CPVC usadas en sistemas contra incendios. (PAVCO).

Pérdidas menores por accesorios en longitud equivalente de tuberías.

	$\frac{3}{4}$ pulgada	1 pulgada	$1\frac{1}{4}$ pulgada	$1\frac{1}{2}$ pulgada	2 pulgadas	$2\frac{1}{2}$ pulgadas	3 pulgadas
Tubería secundaria en T	0.914 m	1.52 m	1.83 m	2.44 m	3.05 m	3.66 m	4.57 m
Codo 90	2.13 m	2.13 m	2.44 m	2.74 m	3.35 m	3.66 m	3.96 m
Codo 45	0.305 m	0.305 m	0.61 m	0.61	0.61	0.914 m	1.220 m
Manguito	0.305 m	0.305 m	0.305 m	0.305 m	0.305 m	0.610 m	0.610 m
Sección de tubería en T	0.305 m	0.305 m	0.305 m	0.305 m	0.305 m	0.610 m	0.610 m

Tabla 2.15: Pérdidas menores por accesorios en longitud equivalente de tuberías.

2.4.7 Equipos de detección de incendios usados en edificios.

Los detectores de incendios se clasifican en función del principio de activación y cada tipo de detector es el más adecuado para una etapa de desarrollo del fuego en particular. Éstos se pueden clasificar en tres tipos:

Detectores de humo.

Estos elementos detectan el fuego en las primeras etapas y existen dos principios de activación fundamentales:

- De tipo cámara de ionización.

Son detectores especialmente sensibles, pero actualmente están en desuso.

- De tipo óptico.

Se trata de detectores normalmente basados en células fotoeléctricas que al oscurecerse por el humo o iluminarse por reflexión de la luz en las partículas del humo, se activan originándose una señal eléctrica.

- Detectores puntuales.
- Detectores lineales de haz o barreras lineales.

Son adecuados cuando el humo puede haberse dispersado por una gran superficie o cuando la altura del techo es superior a 12 m.

- Detectores de humo por aspiración.

Los sistemas de detección por aspiración consisten en una red de tuberías que toman muestras del aire de la zona protegida por unos orificios y la transportan a un sensor alojado en una caja. Este sistema de detección es apto para equipos electrónicos y para ambientes con alto grado de humedad.

Detectores de calor.

Este tipo son los menos sensibles (última etapa del desarrollo del fuego) aunque generalmente tienen una mayor resistencia a condiciones medioambientales. Se clasifican en:

- Detectores térmicos.

Se activan al alcanzarse una determinada temperatura fija en el ambiente.

- Detectores termovelocimétricos.

Se activan cuando se detecta que la temperatura ambiente se incrementa rápidamente. Estos sensores son más adecuados cuando la temperatura ambiente es baja o varía lentamente en condiciones normales.

- Cable sensor de temperatura.

El cable sensor se basa en un sistema de detección lineal de calor de respuesta rápida, capaz de detectar el calor en toda la longitud de un cable sensor de fibra óptica.

Detectores de llama.

Este tipo de detector se basa en la detección de la radiación procedente del incendio. Pueden detectar radiación ultravioleta, radiación infrarroja o una combinación de ambas. Son adecuados para la vigilancia de zonas exteriores de almacenamiento, o para zonas desde se puede propagar con gran rapidez un incendio con llamas. Son capaces de responder a incendios con llama con mayor rapidez que los detectores de humo, pero su incapacidad para detectar incendios sin llama, hace que no se consideren detectores para uso general.

2.5 Sistema de presión constante instalable en redes de abastecimiento de agua a edificios.

El sistema de presión constante logra un ajuste de la presión de arranque definida a través de la variación de la velocidad de cada bomba. Si la presión de

trabajo desciende en la presión mínima ajustada, la bomba No 1 arranca y su velocidad de giro va en función de la presión y consumo requerido. Si la demanda se incrementa al 95% de la máxima la bomba No 2 arranca automáticamente al mínimo de su velocidad la cual irá aumentando de acuerdo aumente las solicitaciones de presión y demanda. A este sistema se le llama el sistema anticipado. Al incrementar el consumo la bomba No 1 llega al 100 % de su velocidad mientras que la No 2 comparte la necesidad. Si el consumo se estabiliza y la bomba No 1 no llega a su máximo de velocidad después de unos segundos la bomba No 2 deja de funcionar.

2.5.1 Ventajas de los sistemas de presión constante para abastecimiento a edificios.

- Ahorro de energía y operación silenciosa.
- Mínimo espacio para su instalación.
- Presión constante o sea no hay fluctuaciones de presión y flujo.

2.6 Diferentes tipos de válvulas usados en las redes interiores de edificios.

Las válvulas son un componente fundamental de toda red hidráulica. Existen desde hace muchos años y se construyen y comercializan de para una gran cantidad de usos diferentes. Hacer una buena selección de estas contribuye a disminuir los gastos de inversión y a alcanzar un mejor funcionamiento de las redes.

2.6.1 Clasificación de las válvulas según su función.

- 1) De cierre (bloqueo).
- 2) De estrangulación.
- 3) Para impedir el flujo inverso (de retención).

Las válvulas para ser usadas en cierres o bloqueos son:

Válvulas de compuerta: Resistencia mínima al fluido de la tubería. Se utiliza totalmente abierta o cerrada. Accionamiento poco frecuente.

Válvulas de macho: Cierre hermético. Deben estar abiertas o cerradas del todo.

Válvulas de bola: No hay obstrucción al flujo. Se utiliza para líquidos viscosos y pastas aguadas. Se utiliza totalmente abierta o cerrada.

Válvulas de mariposa: Su uso principal es cierre y estrangulación de grandes volúmenes de gases y líquidos a baja presión. Su diseño de disco abierto, rectilíneo, evita cualquier acumulación de sólidos; la caída de presión es muy pequeña.

Las válvulas de estrangulación son:

Válvulas de globo: Son para uso poco frecuente. Cierre positivo. El asiento suele estar paralelo con el sentido del flujo; produce resistencia y caída de presión considerables.

Válvulas de aguja: Son básicamente válvulas de globo que tienen un macho cónico similar a una aguja, que ajusta con precisión en su asiento. Se puede tener estrangulación exacta de volúmenes pequeños porque el orificio formado entre el macho cónico y el asiento cónico se puede variar a intervalos pequeños y precisos.

Válvulas en Y: Son válvulas de globo que permiten el paso rectilíneo y sin obstrucción igual que las válvulas de compuerta.

Válvulas de ángulo: Son similares a las de globo, su diferencia principal es que el flujo del fluido hace un giro de 90°

Válvulas de mariposa: Trabajan a presiones de 150 psi hasta el vacío.

Las válvulas para impedir el flujo inverso (retención) son:

Válvula de retención (check): Las válvulas de retención son integrales y se destinan a impedir la inversión del flujo en una tubería. La presión del fluido circulante abre la válvula; el peso del mecanismo de retención y cualquier inversión en el flujo la cierran. Los discos y componentes móviles pueden estar en movimiento constante si la fuerza de la velocidad no es suficiente para mantenerlas en su posición estable de apertura total.

Selección de las válvulas.

La selección del tipo de válvula depende principalmente de las condiciones del servicio que vaya a proporcionar.

- **Influencia de las impurezas en el agua:** Cuando el agua vaya cargada con arena, limo o carbonatos, las válvulas con flujo concéntrico y pasos muy chicos(giros) tienen el inconveniente de que se pueden obturar y quedar fuera de servicio. Para este tipo de servicio probablemente la válvula tipo mariposa sea la más conveniente.
- **Consideraciones sobre difusión:** Cuando la dispersión proveniente de válvulas de descarga libre tiene alguna objeción, como en el caso de instalaciones eléctricas cercanas, las válvulas de aguja pueden ser una solución adecuada, debido a la descarga concentrada.
- **Mantenimiento:** En la selección del tipo de válvula se deben hacer consideraciones de mantenimiento, como lo es la facilidad y frecuencia de las reparaciones, lo que tendrá importancia en los costos de operación y confiabilidad del servicio. La cavitación es una amenaza siempre presente en válvulas de gran carga y ha sido una de las principales causas de la discontinuidad ocasionadas por las primeras válvulas de aguja, sometidas a requerimientos estrictos de mantenimiento.

2.6.2 Algunas de las válvulas más usadas en las instalaciones de interiores:

Válvulas de PVC tipo esfera (Bola).



Figura 2.18: Válvula de PVC tipo esfera.

Válvula de PVC (policloruro de vinilo) de apertura-cierre que permite, bloquea ó modula el paso de fluidos a baja presión. Se utiliza en tubería de polietileno y PVC.

- **Apariencia:** válvula de PVC de accionamiento manual en color blanco.
- **Diámetros:** ½" hasta 4".

- **Presión de trabajo:** 10.0 kg/cm² (150 lbs/plg²).
- **Unión:** sistema de cementar y roscar.

Usos:

- Se emplea en el control de fluidos a través de tubería de polietileno o de PVC.
- Sistemas de irrigación.
- Industria en general.

Ventajas:

- Fácil apertura y cierre, ideales para operaciones de abierto-cerrado.
- Resistente a la corrosión y a los agentes químicos.
- Hermética y confiable.

Válvula de retención.



Figura 2.19: Válvula de retención.

Características:

- Tamaños: 3/8" - 3"
- Materiales Disponibles en PVC, CPVC, PP y PVDF
- Detiene el caudal en contra-dirección cuando el flujo en la línea va de marcha atrás.
- Velocidad hasta 2 metros (6.5 pies) por segundo.

Uniones:

- Cementar (hasta 2").
- Roscada (hasta 2").

- Fusión a Tope (hasta 2”).
- Fusión a caja (para 3”).

En combinación con pantalla Tipo 050, puede ser convertida a una válvula de pie (Maraca de succión). Válvula de retención de peso requiere instalación vertical ascendente.

Válvula de PVC esfera doble unión.



Figura 2.20: Válvula de PVC esfera doble unión.

Características:

- Cuerpo PVC/ Asiento Teflón / Sellos EPDM
- Válvula esfera Robusta
- Presiones de trabajo hasta 200 PSI
- Lista para Montaje de Actuador Eléctrico o Neumático
- Sello Doble en el Vástago

Válvula de diafragma:

La geometría de flujo óptima ofrece un caudal duplicado con el mismo gasto de energía. La estabilidad de los procesos es posible gracias a sus características de flujo casi lineal. Además, la junta de la válvula de empalme se ha situado directamente en la pared de la tubería de la línea principal. Esto ha permitido reducir el espacio muerto a un mínimo absoluto y aumentar de forma simultánea la higiene.

Equipos estándar como un volante bloqueable, un indicador de dos colores y una interfaz para un interruptor de fin de carrera autoajutable establecen nuevos estándares en materia de facilidad de uso.

2.7 Conclusiones parciales del Capítulo 2.

- 1) Existen diferentes tecnologías para las instalaciones hidráulicas en edificios dependiendo principalmente del tipo de tubería, los accesorios y formas de instalación de ellas.
- 2) En la actualidad las principales tecnologías para el proyecto y construcción de instalaciones hidráulicas en edificios son PVC C-PVC.
- 3) Existen diferentes sistemas de abastecimiento de agua a temperatura ambiente. El uso especificado de uno u otro depende de la altura del edificio y de las condiciones de suministro de agua.
- 4) Los fabricantes son muchos para cada una de las tecnologías por lo que en función de la importancia de la obra y el presupuesto se toma una u otra e a conveniencia.

Capítulo 3

Aplicación a un caso de estudio de las tecnologías empleadas en las instalaciones hidráulicas interiores de edificios.

3.1 Generalidades.

En el desarrollo de este capítulo se enuncian metodologías para el cálculo de redes hidráulicas de interiores de edificios, así como también se da solución a una problemática de abastecimiento de agua usando materiales, equipos, y softwares novedosos (tecnologías).

3.2 Diseño y cálculo del sistema de abastecimiento de agua a temperatura ambiente para un edificio con cisterna y tanque elevado.

El sistema de abastecimiento a edificios por cisterna y tanque elevado es el más diseñado y construido en Cuba. La base de cálculo utilizada para el proceso de diseño de esta variante de instalación se puede emplear también en otros sistemas de abastecimiento a edificios teniendo en cuenta el procedimiento seguido y las normas cubanas correspondientes. La metodología que se describe a continuación está apoyada en un grupo de tablas, confeccionadas sobre las bases de los conceptos de la hidráulica y de estudios realizados para estos fines.

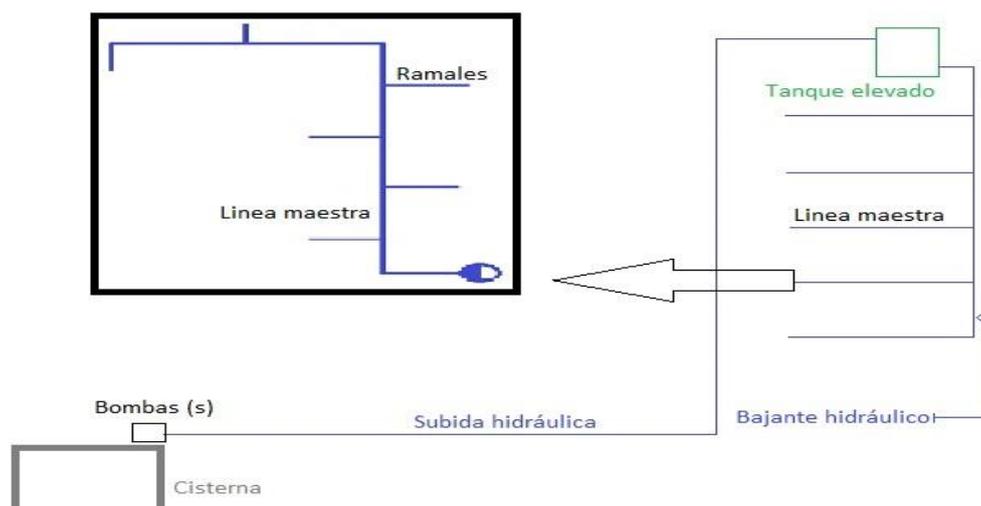


Figura 3.1: Esquema general de la red hidráulica del edificio.

Metodología general para el cálculo y diseño.

La metodología a seguir cuenta con una serie de pasos donde cada uno de ellos es de vital importancia.

- 1) Estudio de los planos de anteproyecto del edificio.
- 2) Determinación del consumo diario de la edificación.
- 3) Cálculo y diseño de la cisterna.
- 4) Cálculo del tanque elevado.
- 5) Cálculo del diámetro de la acometida hasta la cisterna, desde el sistema de acueducto.
- 6) Cálculo del diámetro de las tuberías de impulsión y de succión.
- 7) Selección del equipo de bombeo.
- 8) Cálculo de las derivaciones por planta o línea maestra de cada nivel.
- 9) Cálculo del bajante hidráulico (red descendente de alimentación).
- 10) Consideraciones constructivas.

1- Estudio de los planos de anteproyecto del edificio.

Es un paso primario e importante para acoplar la solución de diseño a las características del sistema constructivo de la edificación.

2- Determinación del consumo diario de la edificación.

$$CD = \text{Índice de consumo per. Cápita} * \text{Número de usuarios} \quad (3.1)$$

El índice de consumo per. cápita se obtiene por tablas de relación de índice de consumo de agua en obras sociales.

3- Cálculo y diseño de la cisterna.

Su volumen depende:

- De las condiciones de suministro de agua que exista en la zona.
- Del tipo de edificio (escuelas, hospitales, vivienda, etc.)

Por tanto, la capacidad de la cisterna estará en dependencia del régimen de alimentación que proporcione el acueducto. Se aconseja dar el menor volumen posible sin afectar el consumo.

La forma y ubicación de la cisterna depende de:

- Situación de los núcleos sanitarios.
- Altura de succión, para el bombeo.
- Volumen de excavación.
- Características del lugar donde se asentará.
- Facilidad constructiva.

La (Normalización 2012) plantea que la capacidad de almacenamiento de la cisterna será de 1-2 días más la reserva contra incendio y no incluye agua para riego de áreas verdes.

$$\text{Vol. cisterna} = \text{régimen de alimentación} * \text{CD} + \text{RI} \quad (3.2)$$

$$V = L * A * H \quad (3.3)$$

fijar L y A y hallar h así tendríamos dimensiones hidráulicas.

Donde:

CD: consumo diario. (Litros)

RI: reserva contra incendios. (Litros)

L: largo de la cisterna. (m)

A: ancho de la cisterna. (m)

H: altura de la cisterna. (m)

V: volumen de la cisterna. (m³)

4- Cálculo del volumen del tanque.

El volumen a almacenar es el necesario para abastecer las demandas.

$$\text{Vol. Almacenar} = 0.30 \text{ CD} + 2.5\text{m}^3 \quad (3.4)$$

- $V = (\pi d^2 / 4) * h$, si forma circular.
- $V = l * a * h$, si forma rectangular.

Despejando la altura del tanque:

$$h = 4 * V / (\pi d^2), \text{ si forma circular} \quad (3.5)$$

$$h = V / l * a, \text{ si forma rectangular} \quad (3.6)$$

$$\# \text{ tanques} = \text{Vol. Almacenar} / \text{Capacidad de 1 tanque} \quad (3.7)$$

Altura del agua de reserva.

La altura del agua de reserva es el nivel de agua que nunca será abatido a menos que haya un incendio.

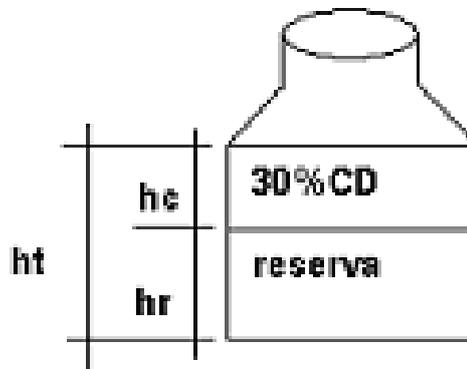


Figura 3.2: Altura de reserva y altura total en un tanque.

El volumen de reserva será el correspondiente a la altura de agua de reserva y solo se consume en caso de incendio.

$$\text{Vol. res. (1 tanque)} = \text{Vol. Reserva} / \# \text{ de tanques} \quad (3.8)$$

$$\text{Vol. Reserva} = 2.5 \text{ m}^3 \text{ o } 2500 \text{ litros.}$$

Altura de reserva en el tanque.

$$h \text{ de reserva} = \text{Vol. res. (1 tanque)} / (\pi d^2 / 4) \quad (3.9)$$

NC: 53 – 102:83. 3.17 La capacidad de almacenamiento en los tanques de reserva será igual al 30% del per. cápita del consumo diario, más la reserva contra incendio.

5- Cálculo del diámetro de la acometida hasta la cisterna desde la red pública de abastecimiento.

Este es un dato que debe darlo el INRH, lo cual hace según la importancia y el tipo de edificación, así como las condiciones del acueducto en la zona.

Pero, se puede calcular:

- conociendo el volumen de almacenaje de la cisterna.
- la velocidad de circulación de los líquidos por tuberías.
- el tiempo de trabajo del acueducto.

Cálculo del caudal de la tubería por la expresión:

$$Q = \text{Vol. Cist.} / t \quad (3.10)$$

Donde:

- T: tiempo de trabajo del acueducto (segundos)
- Vol.: Cisterna (litros)

Luego fijamos velocidad igual a 1,5 m/s y con el caudal Q, se trabaja con tabla # 11 del anexo 3.1 obteniéndose el \varnothing de tubería necesaria para la acometida hasta la cisterna.

Se toma velocidad de 1,5 m/seg. debido a que es el máximo valor del rango de velocidad económica. (0.9-1.5 m/seg.)

Según NC 53-102:83 el \varnothing mínimo para cometida es de 19mm (3/4").

6- Cálculo de la tubería de impulsión y de succión.

$$H_{ms} = (L_s + L.\text{equiv. succ.}) J + h_s \quad (3.11)$$

$$H_{mi} = (L_i + L.\text{equiv. impul.}) J + h_i \quad (3.12)$$

$$H_{mt} = H_{ms} + H_{mi} \quad (3.13)$$

Donde:

- H_s: altura de succión. (metros)
- h_i: altura de impulsión. (metros)
- J: fricción interna según la velocidad, diámetro y caudal (ábaco).
- L.equiv: longitud equivalente.
- L_s: longitud de succión.
- L_i: Longitud de impulsión.
- H_{mt}: carga manométrica total.
- H_{ms}: carga manométrica de succión.
- H_{mi}: carga manométrica de impulsión.

En este paso sólo nos quedaría establecer el gasto de bombeo para determinar el \varnothing de tubería de impulsión y de succión, para esto es necesario:

Fijar un tiempo de trabajo adecuado de la bomba (se recomienda 8h de bombeo.)

Calcular el volumen de subida (V subida).

$$Q \text{ (caudal de bombeo)} = \text{Consumo diario} / t \text{ de bombeo} \quad (3.14)$$

$$\text{Vol. de subida} = (\pi d^2 / 4) * h \quad (3.15)$$

$$Q \text{ de subida} = \text{Vol. de subida} / t \text{ (l/seg.)} \quad (3.16)$$

Donde:

- o $h = (\text{altura del rango de bombeo}) * (\# \text{ de tanques})$

Se fija la velocidad de subida. El \varnothing de la tubería de impulsión con $V =$ fijada y $Q =$ (Q de subida) se va a la tabla 11 anexo 3.1 y buscamos \varnothing de impulsión.

Luego:

$$\varnothing \text{ succión} = \varnothing \text{ imp.} + 13\text{mm} \quad (3.17)$$

Esto garantiza que \varnothing de succión sea mayor que \varnothing de impulsión.

7- Selección del equipo de bombeo.

Para la selección de la bomba o de las bombas idóneas para un sistema adecuado, así como su conexión utilizaremos los catálogos (anexos 2.2 y 2.3), tablas, gráficos etc. que brindan los fabricantes de las bombas. Generalmente cada fabricante ofrece un catálogo de su equipo, el cual incluye las curvas de sus bombas (carga vs caudal) y una explicación de cómo proceder para seleccionar la bomba, usando ese catálogo.

8- Cálculo de las derivaciones por planta o línea maestra de cada nivel.

Se recomienda organizar los cálculos como aparece en la tabla 3.1

Planta	Desnivel	Velocidad	Aparatos	diám. Indiv	Caudal l/s		Tramo	Coef. K	Caudal Base	Diámetro
	Piez. m				m/s	m				

Tabla 3.1: Modelo de tabla usado para el cálculo de las derivaciones.

9- Cálculo del bajante hidráulico.

Se recomienda organizar los cálculos como aparece en la tabla 3.2.

Planta	Tramo	Velocidad	Desn. Piezom.	No. Aparatos	Caudal colect.	coef. K	Caudal base	Diámetro
--------	-------	-----------	---------------	--------------	----------------	---------	-------------	----------

Tabla 3.2: Modelo de tabla usado para el cálculo del bajante hidráulico.

10-Consideraciones constructivas.

3.3 Ejemplo de cálculo y diseño de un sistema de alimentación a edificio.

Se tiene un edificio de viviendas de 5 plantas y 10 apartamentos para el cual se hace necesario diseñar un sistema de abastecimiento de agua a temperatura ambiente. Por las condiciones de abastecimiento de agua a la zona donde está enclavada dicha edificación el sistema idóneo de abastecimiento es el de cisterna y tanque elevado. En el edificio conviven 45 personas.

Dimensionamiento y colocación de la cisterna.

A la hora del dimensionamiento de la cisterna se debe tomar en cuenta las condiciones de abastecimiento en el lugar o zona del objeto de obra y fijar cuantas veces mayor será su volumen en relación con su consumo diario, luego de un análisis técnico económico eficaz. Rangel (2006)

También hay que tener en cuenta las instalaciones sanitarias que hay en la zona cercana al emplazamiento de la cisterna.

Datos del ejemplo.

- 45 personas.
- Consumo per cápita 150 lppd. **[NC 53-91: 1983]**
- 5 plantas.

Determinación del consumo diario de la edificación.

$$CD = \# \text{ personas} * \text{consumo per cápita}$$

$$CD = 45 * 150 = 6750 \text{ litros}$$

Donde:

- CD: consumo diario.

Cálculo y diseño de la cisterna.

El volumen de la cisterna se define como máximo 2.5 veces el consumo diario ya que esto depende del régimen de abastecimiento del acueducto, no debe ser más, puesto que la norma no permite, por razones de higiene, tener agua acumulada por más tiempo que el reglamentado. Rangel (2006)

$$V_{cisterna} = 2,5 * CD = 16875 \text{ litros ó } 16,875 \text{ m}^3$$

Luego con este volumen se pasa al dimensionamiento de la cisterna partiendo de la fórmula del volumen de un prisma y asumiendo dos de los valores (largo y ancho) a conveniencia en dependencia del volumen que se necesite.

El volumen de la cisterna será el área de su base por su altura(h). Para este caso la base es rectangular, pero si fuera de forma cilíndrica el área de la base sería $Vol = (3.14 * d^2 / 4) * h$.

$$Vol = ancho * largo * h$$

$$16,875 = 2,5 * 3,5 * h$$

$$h = 1,92 \text{ m}$$

Estas serían las dimensiones hidráulicas, faltarían espesor de las paredes, fondo y tapa, además entre la superficie del agua y la tapa habrá 30 cm de espaciamiento. Por tanto, toda la cisterna será de hormigón armado, y en la tapa un registro tapa de cierre hermético y 0.6 de lado de forma cuadrada. Las paredes serán de 0.2 m de espesor al igual que el fondo, mientras que el techo de 0.15m.

Las dimensiones finales serán:

$$Ancho = 2,5 + 0,2 + 0,2 = 2,9 \text{ m}$$

$$Largo = 3,5 + 0,2 + 0,2 = 3,9 \text{ m}$$

$$Altura = 1,92 + 0,3 + 0,2 + 0,15 = 2,57 \text{ m}$$

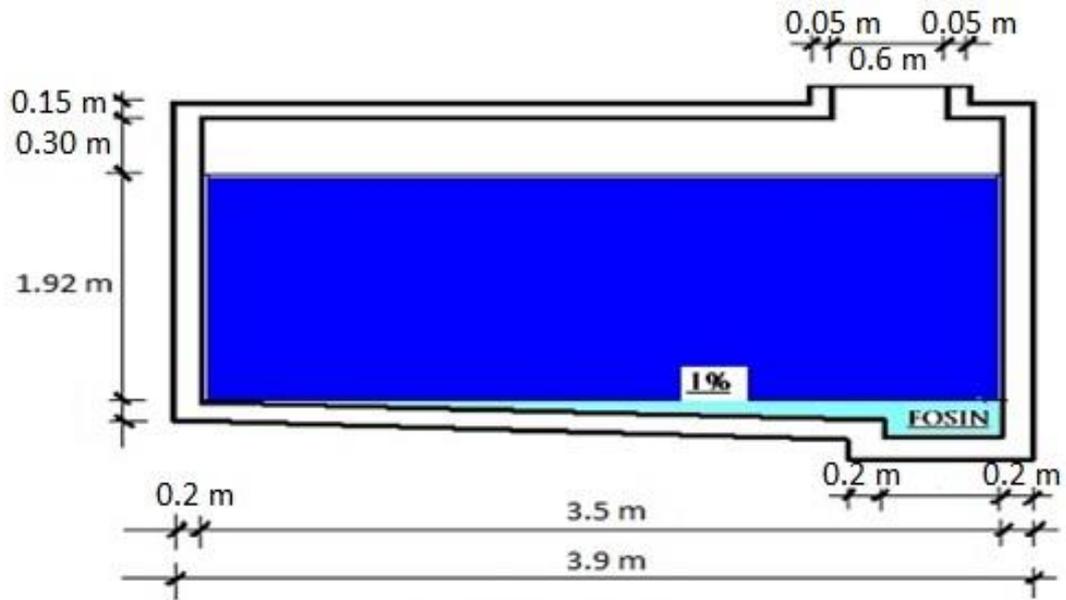


Figura 3.1: Corte longitudinal de la cisterna.

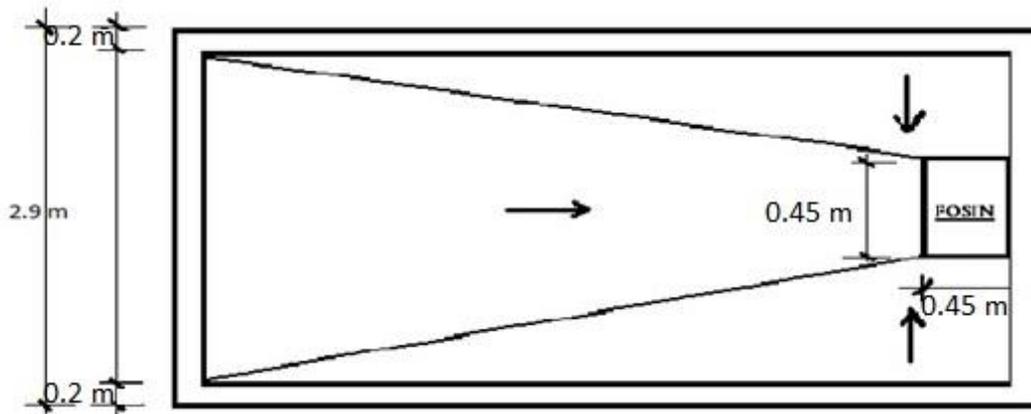


Figura 3.2: Vista en planta de la cisterna.

Dimensionamiento de los tanques elevados y establecimiento del gasto de bombeo.

Según la norma cubana NC: 53-102:83, la capacidad de almacenamiento en los tanques de reserva será igual al 30% del per. cápita del consumo diario más la reserva contra incendios (2.5m^3).

$$V_{\text{tanques}} = 0,3 * CD + 2,5 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tanques}} = 0,3 * 6,75 + 2,5 = 4,525 \text{ m}^3$$

Tomando tanques termoplásticos de 2100 Litros ($2,1 \text{ m}^3$):

$$\# \text{ tanques} = V_{\text{tanques}} / \text{Capacidad de 1 tanque}$$

$$\# \text{ tanques} = 4,525/2,1 = 2,15 \text{ tanques} \sim 3 \text{ tanques}$$

$$V_{\text{almacenado en 1 tanque}} = V_{\text{tanques}}/\# \text{ tanques}$$

$$V(1 \text{ tanque}) = 4,525/3 = 1,51 \text{ m}^3$$

Cálculo de la altura del agua en el tanque.

Partiendo de la ecuación del volumen de un cilindro tenemos que:

$$Vol. = ((3,14 * D^2)/4) * h$$

Donde:

- D: diámetro del tanque (metro)
- h: altura del agua dentro del tanque (metros)
- Vol.: volumen de 1 tanque (m³)

Despejando h de la ecuación anterior y tomando diámetro del tanque de 1.6 metros se tiene:

$$h = 4 * Vol./3,14 * D^2$$

$$h = 0,75 \text{ m}$$

Cálculo del volumen de reserva de un tanque.

$$Vol. \text{ reserva de 1 tanque} = Reserva \text{ Incendio}/\# \text{ tanques}$$

$$Vol. \text{ reserva de 1 tanque} = 2,5 \text{ m}^3/3 = 0,83 \text{ m}^3$$

Cálculo de la altura del agua de reserva de un tanque.

Una vez más partiendo de la ecuación del volumen de un cilindro se tiene:

$$Hr = 4 * (Vol. \text{ res. 1. tanque})/3,14 * D^2$$

$$Hr = 4 * (0,83)/3,14 * 1,6^2 = 0,41 \text{ m}$$

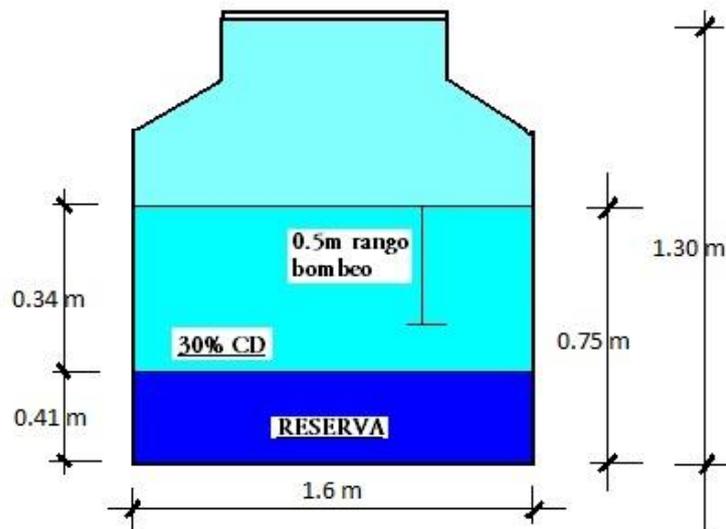


Figura 3.3: Sección longitudinal del tanque.

Cálculo de la acometida hasta la cisterna desde la red de abastecimiento pública.

Este es un dato que debe darlo el INRH, el cual hace según el tipo de edificación y su importancia, así como las condiciones del acueducto en la zona. Aunque se puede calcular conociendo el volumen de almacenamiento de la cisterna, la velocidad del líquido por la tubería, el tiempo de trabajo del acueducto, con todo esto se calcula el caudal que debe tener la tubería por la fórmula:

$$Q = \text{Vol. cisterna} / t = l / \text{seg}$$

Donde:

- T: tiempo de trabajo del acueducto (segundos)

Para un tiempo de trabajo del acueducto igual a 4 horas (14400 segundos) se tiene:

$$Q = 16875 \text{ litros} / 14400 \text{ seg} = 1,17 \text{ l/seg}$$

Luego se fija:

- velocidad de 1.5 m/seg
- caudal de 1.17 l/seg

Se extrae el diámetro de la tabla # 11 (anexo 3.1) el cual resulta ser 1 ¼ pulgadas estando acorde a la norma cubana la cual especifica que el diámetro mínimo es de ¾ pulgadas.

Determinación del diámetro de succión e impulsión.

Hay que establecer el gasto de bombeo, para lo que es necesario fijar un tiempo de trabajo de la bomba que debe tender a valores elevados para lograr una mayor explotación del equipo y a la vez como el gasto será menor lo será también la potencia, con el consiguiente ahorro en la inversión y en los requerimientos energéticos.

$$Q_{de\ bombeo} = Consumo\ diario / t\ de\ bombeo$$

$$Q_{de\ bombeo} = 6,75\ m^3 / 8\ horas = 0,844\ m^3 / h$$

Si se transforma a litros/segundo serían 0.23 l/s.

$$Vol\ subida = (3,14 * D^2 / 4) * 0,34$$

Donde:

- D: diámetro del tanque (metros)
- 0.34 es la diferencia entre la altura del agua en el tanque y la altura de reserva.

$$Vol\ subida\ (para\ 1\ tanque) = (3,14 * 1.6^2 / 4) * 0,34 = 0,683\ m^3$$

$$Vol\ de\ subida\ total = Vol\ subida * \#\ de\ tanques$$

$$Vol\ de\ subida\ total = 0.683 * 3 = 2,05\ m^3$$

Cálculo del caudal de subida.

$$Q_{subida} = Vol\ de\ subida\ total / t\ de\ bombeo$$

Donde:

- t de bombeo: 0.75 horas (45 min) expresado en segundos.

$$Q_{subida} = 2050\ litros / 0,75 * 3600 = 0,76\ l/seg$$

Si se expresa en l/min serían 45,6 l/min.

Obtención del diámetro de la tubería de impulsión.

Nos remitimos a la tabla # 11(anexo 3.1) con los siguientes datos:

- Velocidad asumida de 1.5 m/seg.
- Q de 0.76 l/seg.

Se obtiene para estos valores un diámetro de impulsión de 1 pulgada (25 mm)

Cálculo del diámetro de la tubería de succión.

$$Diám\ de\ succión = diám\ de\ impuls. + 13\ mm$$

$$Diám\ de\ succión = 25\ mm + 13\ mm = 38\ mm$$

Se obtiene un diámetro de 38 mm o sea 1 ½ pulgadas.

Cálculo de la altura manométrica.

- Altura manométrica de succión.

$$Hm\ (succión) = (Ls + Le) * J + hs$$

Donde:

- Ls: longitud de tramo recto de la tubería de succión. (se extrae de los planos)
- Le: longitud equivalente en metros lineales de los accesorios en la tubería de succión
- J: fricción interna según la velocidad, diámetro y caudal (ábaco Anexo 3.2)
- Hs: altura de succión

Longitud equivalente es:

- 1 válvula de check..... 3.048 metros
- 1 codo 90 grados..... 1.31 metros

Total = 4.358 metros.

$$Hm\ (succión) = (2,32 + 4,358) * 0,025 + 2,32 = 2,49\ m$$

- Altura manométrica de impulsión.

$$Hm (\text{impulsión}) = (Li + Le) * J + hi$$

Donde:

- Li: longitud de tramo recto de la tubería de impulsión. (se extrae de los planos)
- Le: longitud equivalente en metros lineales de los accesorios en la tubería de impulsión.
- J: fricción interna según la velocidad, diámetro y caudal (ábaco Anexo 3.2)
- Hi: altura de impulsión

Longitud equivalente es:

- 1 válvula de compuerta (abierta)..... 0.26 metros
- 1 válvula de retención..... 0.75 metros
- 4 codos 90 grados..... 3.04 metros

Total = 4.05 metros.

$$Hm (\text{impulsión}) = (44,02 + 4,05) * 0,2 + 17,91 = 27,52 \text{ metros}$$

- Altura manométrica total.

$$Hm \text{ total} = Hm \text{ succion} + Hm \text{ impulsión}$$

$$Hm \text{ total} = 2,49 + 27,52 = 30,01 \text{ m}$$

Selección de la bomba.

Con un catálogo de bombas Prinze de 2900 rpm como es necesidad impulsar un caudal de 0.76 l/s (45.6 l/min) y con el requerimiento de una carga manométrica de 30.01 m se escoge la electrobomba centrifuga auto-abastecente ``jet`` inox de la serie JCR específicamente la bomba **JCRm 15 H** con una potencia de 1.1 kW.

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO E INSTALACIÓN

La serie está formada por electrobombas centrífugas autocebantes. Diseñadas para aspirar hasta 9 m manométricos incluso con burbujas de aire mezcladas con el agua. Son indicadas para grupos de presión de uso doméstico, en viviendas, jardines, huertas, etc. Se aconseja su empleo con **aguas limpias** o líquidos no agresivos, ni viscosos, exentos de sólidos en suspensión. Su instalación se deberá realizar adecuadamente, en **lugares protegidos** de la intemperie y cuando el motor sea trifásico se protegerá con un **guardamotor** apropiado. Para aspiraciones superiores a 4 m, se instalará una tubería de diámetro superior a la boca de aspiración.

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN

CUERPO DE BOMBA: De acero Inox AISI 304, con bocas de aspiración e impulsión roscadas ISO 228/1.
TAPA DEL CUERPO DE BOMBA: De acero Inox AISI 304.

NORMAS DE FABRICACIÓN

CE, según normas EN 60 335-1, IEC 335-1, CEI 61-150, EN 60034-1, IEC 34-1 y CEI 2-3



TABLA DE PRESTACIONES 2.900 rpm

MODELO		Potencia		Amperios		Q m ³ /h	H															
Monofásica 230 V	Trifásica 230/400 V	kW	CV	1-230 V	3-400 V		0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8			
JCRm 1B	–	0,50	0,70	3,2			41	36	31	27	24	22	20	19	17	15						
JCRm 1A	JCR 1A	0,60	0,85	3,6	1,6		47	42	38	34	31	28,5	26	24	22	19						
JCRm 10H	JCR 10H	0,75	1	4,7	2	H	56	50	45	41	37	33	30	27	25	22						
JCRm 15H	JCR 15H	1,1	1,5	6,6	3	mts	72	67	61	56	51	47	43	40	37	32						
JCRm 10M	JCR 10M	0,75	1	5	2,1		46	44	41	39	37	35	32	30	28	25	22	21	19			
JCRm 15M	JCR 15M	1,1	1,5	6,6	3,2		55	53	50	48	46	43	41	39	37	34	31	29	27			

Figura 3.4: Tabla de prestaciones características de las bombas seleccionables.

Cálculo de las derivaciones por planta.

El edificio está compuesto por:

- 5 plantas

En cada una de ellas hay:

- 1 inodoro
- 1 lavamanos
- 1 ducha
- 1 fregadero
- 1 vertedero
- 1 lavadero

Planta	Desnivel Piez.	Velocidad	Aparatos	diám. Indiv	Caudal		Tramo	Coef. K	Caudal Base	Diámetro
					Individual	Colectivo				
			1 lavamanos	10 (3/8)	0,15	0,15	AB	1	0,15	10 (3/8)
			1 fregadero	12 (1/2)	0,28	0,43	BC	1	0,43	19 (3/4)
1	16,7	1,5	1 vertedero	12 (1/2)	0,28	0,71	CD	0,7	0,497	25 (1)
			1 inodoro	10 (3/8)	0,15	0,86	DE	0,6	0,516	25 (1)
			1 lavadero	12 (1/2)	0,28	1,14	EF	0,5	0,57	25 (1)
			1 ducha	10 (3/8)	0,15	1,29	FG	0,45	0,5805	25 (1)
Total			6 aparatos			4,58		0,45		
			1 lavamanos	10 (3/8)	0,15	0,15	AB	1	0,15	10 (3/8)
			1 fregadero	12 (1/2)	0,28	0,43	BC	1	0,43	19 (3/4)
2	13,5	1,5	1 vertedero	12 (1/2)	0,28	0,71	CD	0,7	0,497	25 (1)
			1 inodoro	10 (3/8)	0,15	0,86	DE	0,6	0,516	25 (1)
			1 lavadero	12 (1/2)	0,28	1,14	EF	0,5	0,57	25 (1)
			1 ducha	12 (1/2)	0,28	1,42	FG	0,45	0,639	25 (1)
Total			6 aparatos			4,71		0,45		
			1 lavamanos	10 (3/8)	0,15	0,15	AB	1	0,15	10 (3/8)
			1 fregadero	12 (1/2)	0,28	0,43	BC	1	0,43	19 (3/4)
3	10,3	1,5	1 vertedero	12 (1/2)	0,28	0,71	CD	0,7	0,497	25 (1)
			1 inodoro	10 (3/8)	0,15	0,86	DE	0,6	0,516	25 (1)
			1 lavadero	12 (1/2)	0,28	1,14	EF	0,5	0,57	25 (1)
			1 ducha	12 (1/2)	0,28	1,42	FG	0,45	0,639	25 (1)
Total			6 aparatos			4,71		0,45		
			1 lavamanos	10 (3/8)	0,1	0,1	AB	1	0,1	10 (3/8)
			1 fregadero	12 (1/2)	0,18	0,28	BC	1	0,28	19 (3/4)
4	7,1	1	1 vertedero	12 (1/2)	0,18	0,46	CD	0,7	0,322	19 (3/4)
			1 inodoro	10 (3/8)	0,1	0,56	DE	0,6	0,336	25 (1)
			1 lavadero	12 (1/2)	0,18	0,74	EF	0,5	0,37	25 (1)
			1 ducha	12 (1/2)	0,18	0,92	FG	0,45	0,414	25 (1)
Total			6 aparatos			3,06		0,45		
			1 lavamanos	12 (1/2)	0,1	0,1	AB	1	0,1	12 (1/2)

			1 fregadero	12 (1/2)	0,1	0,2	BC	1	0,2	25 (1)
5	3,9	0,5	1 vertedero	12 (1/2)	0,1	0,3	CD	0,7	0,21	25 (1)
			1 inodoro	12 (1/2)	0,1	0,4	DE	0,6	0,24	25 (1)
			1 lavadero	12 (1/2)	0,1	0,5	EF	0,5	0,25	25 (1)
			1 ducha	12 (1/2)	0,1	0,6	FG	0,45	0,27	25 (1)
Total			6 aparatos			2,1		0,45		

Tabla 3.3: Modelo usado en el cálculo de las derivaciones.

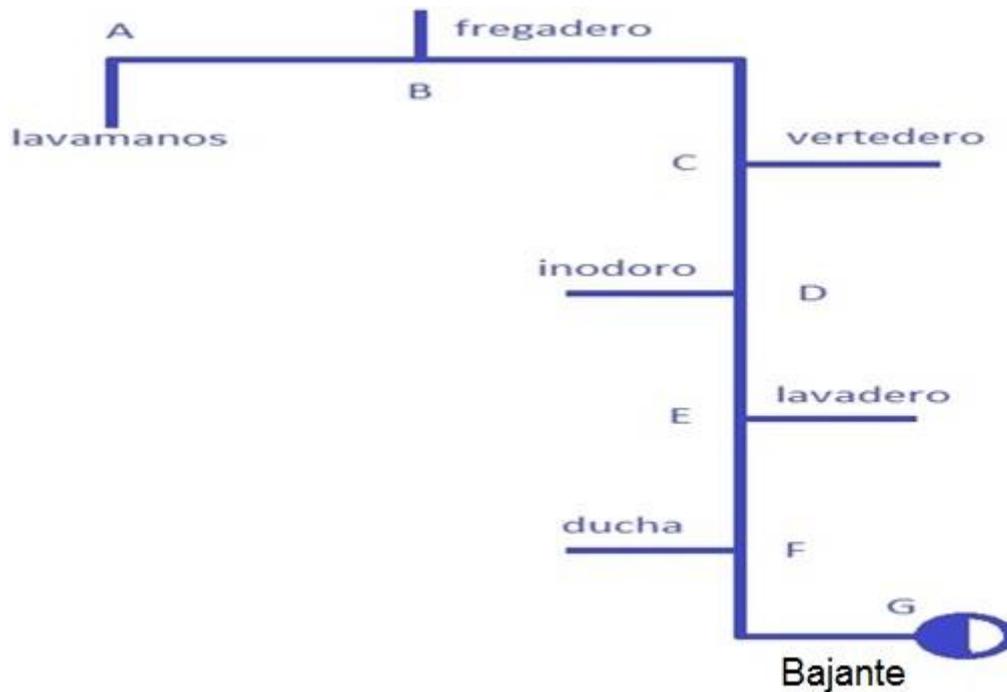


Figura 3.5: Croquis de las derivaciones de cada nivel.

Cálculo del bajante hidráulico.

Planta	Tramo	Velocidad	Desn. Piezom.	Num. Aparatos	Caudal colect.	coef. K	Q base	Diámetro
5	0 a 1	1	3,9	30	19,16	0,19	3,6404	76 (3)
4	1 a 2	1	7,1	24	17,06	0,2	3,412	63 (2 1/2)
3	2 a 3	1,5	10,3	18	14	0,24	3,36	57 (2 1/4)
2	3 a 4	1,5	13,5	12	9,29	0,32	2,9728	50 (2)
1	4 a 5	1,5	16,7	6	4,58	0,45	2,061	38 (1 1/2)

Tabla 3.4: Modelo usado en el cálculo del bajante hidráulico.



Figura 3.6: Croquis del bajante hidráulico.

Consideraciones constructivas.

- Es necesario tener muy en cuenta la impermeabilización de la cisterna para evitar pérdidas innecesarias de agua, así como también la infiltración de aguas subterráneas en ella.
- Hacer el rehincho de la cisterna y luego fundir la tapa para lograr los empujes activos de tierra para los cuales se diseñaron los muros.

3.4 Selección de sistemas hidroneumáticos para abastecimiento a edificios. Método gráfico.

Si se sustituye el sistema de abastecimiento con cisterna y tanque elevado de del edificio trabajado anteriormente, por un novedoso sistema hidroneumático se logrará un mejor rendimiento en el abastecimiento de los usuarios.

Las formas de escoger uno u otro sistema hidroneumático varían en dependencia de los autores y fabricante. Entre todas las formas utilizadas para dicha actividad prevalece por su sencillez el método gráfico con el cual a partir de unos datos simples sobre el edificio se puede escoger con exactitud un sistema hidroneumático específico que cumple con las solicitudes.

El método gráfico que se muestra a continuación es el utilizado por la empresa Hidrostral una de las vanguardistas en este tipo de soluciones.

El método propuesto por Hidrostral consiste en asignar valores de consumo a los aparatos sanitarios en dependencia del tipo de edificio y luego según la cantidad de pisos del inmueble se interpola en una tabla donde se encuentran los equipos hidroneumáticos.

Para casas y edificios:

Unidad	Valores
Lavadero	1
Fregadero	2
Tina	2
Ducha	2
Inodoro	3
Baño completo con inodoro	6
Medio baño poco usado	3

Tabla 3.5: Valores de consumo por aparatos.

Para escuelas, oficinas, restaurantes, etc.:

Unidad	Valores
Lavadero	2
Lavadero de cocina	4
Urinario de tanque	3
Inodoro	5
Ducha	4

Tabla 3.6: Valores de consumo para aparatos en otro tipo de edificio.

Los valores se calculan para cada una de las plantas del edificio y luego se suman todas.

En este caso el edificio tiene las siguientes características:

- 5 pisos
- 10 departamentos

Cada departamento tiene:

- Baño completo con inodoro..... 6 valores
- Fregadero.....2 valores

- Vertedero2 valores
- Lavadero.....1 valor

Total.... 11 valores por departamento.

$$11 \text{ valores} * 10 \text{ depart.} = 110 \text{ valores}$$



Hidrostat
SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

TABLAS DE SELECCION

VALORES	Q [l/s]	NUMERO DE PISOS												TUBERIA QUE SALE DEL EQUIPO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		20 - 40 PSI	25 - 45	30 - 50	35 - 55	40 - 60	45 - 65	50 - 70	55 - 75	60 - 80	65 - 85 PSI			
20	0.54	1M 1B CH-20 A11 - 0.6 M		1M 1B CH-32 A11 - 1.4 M			1M 1B CH-62 MULTI H-204 - 1.5 M / T					3/4"		
30	0.68	1M 1B CH-32 A11 - 0.8 M		1M 1B CH-32 MULTI H-202 - 0.75 M / T			1M 1B CH-82 MULTI H-404 - 2.0 M / T					1"		
40	0.85	1M 1B CH-32 MULTI H-202 - 0.75 M / T		1M 1B CH-32 MULTI H-203 - 1.0 M / T			1M 1B CH-82 MULTI H-402 - 1.0 M / T					1.1/4"		
50	1.16	1M 1B CH-32 MULTI H-202 - 0.75 M / T		1M 1B CH-32 MULTI H-203 - 1.0 M / T			1M 1B CH-82 MULTI H-402 - 1.0 M / T					1.1/2"		
60	1.25	1M 1B CH-32 MULTI H-202 - 0.75 M / T		1M 1B CH-32 MULTI H-203 - 1.0 M / T			1M 1B CH-82 MULTI H-402 - 1.0 M / T					1.1/2"		
70	1.34	1M 1B CH-32 MULTI H-202 - 0.75 M / T		1M 1B CH-32 MULTI H-203 - 1.0 M / T			1M 1B CH-82 MULTI H-402 - 1.0 M / T					1.1/2"		
80	1.45	1M 1B CH-62 MULTI H-402 - 1.0 M / T		1M 1B CH-62 MULTI H-403 - 1.5 M / T			1M 1B CH-119 MULTI H-405 - 2.5 M / T					1.1/2"		
100	1.67	1M 1B CH-62 MULTI H-402 - 1.0 M / T		1M 1B CH-62 MULTI H-403 - 1.5 M / T			1M 1B CH-119 MULTI H-405 - 2.5 M / T					1.1/2"		
120	1.83	1M 1B CH-62 MULTI H-402 - 1.0 M / T		1M 1B CH-62 MULTI H-403 - 1.5 M / T			1M 1B CH-119 MULTI H-405 - 2.5 M / T					1.1/2"		
150	2	1M 1B CH-62 MULTI H-402 - 1.0 M / T		1M 1B CH-62 MULTI H-403 - 1.5 M / T			1M 1B CH-119 MULTI H-405 - 2.5 M / T					1.1/2"		
200	2.45	1M 1B CH-62 MULTI H-402 - 1.0 M / T		1M 1B CH-62 MULTI H-403 - 1.5 M / T			1M 1B CH-119 MULTI H-405 - 2.5 M / T					1.1/2"		
240	2.75	2M 1B CH-62 MULTI H-802 - 2.0 M / T		2M 1B CH-82 MULTI H-803 - 2.5 T			2M 1B CH-119 MULTI H-804 - 3.3 T					2"		
280	3.07	2M 1B CH-62 MULTI H-802 - 2.0 M / T		2M 1B CH-82 MULTI H-803 - 2.5 T			2M 1B CH-119 MULTI H-804 - 3.3 T					2"		
320	3.37	2M 1B CH-62 MULTI H-802 - 2.0 M / T		2M 1B CH-82 MULTI H-803 - 2.5 T			2M 1B CH-119 MULTI H-804 - 3.3 T					2"		
400	3.97	2M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 3.4 T		3M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 5.7 T			3M 1B CH-119 C1.1/2 x 2 - 8.6 T					2.1/2"		
600	5.34	2M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 3.4 T		3M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 5.7 T			3M 1B CH-119 C1.1/2 x 2 - 8.6 T					2.1/2"		
800	6.6	2M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 3.4 T		3M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 5.7 T			3M 1B CH-119 C1.1/2 x 2 - 8.6 T					2.1/2"		

Tabla 3.7: Tabla de selección del sistema hidroneumático.

La denominación del sistema hidroneumático viene dada por los elementos que la componen (tanques y bombas).



Figura 3.7: Designación de los equipos hidroneumáticos Hidrostat.

Luego de definido el equipo hidroneumático (**1M 1B CH-62 MULTI H-403 – 1.5 M/T**) con las características necesarias para abastecer sin contratiempos al sistema se tienen las siguientes características técnicas.

Es necesario tener en cuenta que (1 psi es equivalente a 0.703 m.c.a.) por lo que:

Para Hm total = 30.01 m la presión necesaria será de 42.67 psi, valor que está en el rango 40-60 psi.

	MODELO DEL TANQUE	VOLUMEN TOTAL (GAL)	VOLUMEN UTIL			PRESION DE PRECARGA (PSI)	DIMENSIONES (PULG)		DIAMETRO DE DESCARGA (PULG)	PESO (LB)
			20/40 PSI	30/50 PSI	40/60 PSI		D	H		
VERTICAL CON BASE	CH-20	20.0	7.3	6.2	5.4	26	15	32	1	35
	CH-32	32.0	11.2	9.9	8.6	26	15	48	1	43
	CH-62	62.0	22.9	19.2	16.7	38	22	47	1 1/4	92
	CH-86	86.0	31.8	26.7	23.2	38	26	47	1 1/4	123
	CH-119	119.0	44.0	36.9	32.1	38	26	62	1 1/4	166



Tabla 3.8: Características técnicas de los tanques hidroneumáticos Hidrostral.

De la tabla 3.8 se obtienen los siguientes valores:

- Volumen total..... 62 galones (234.69 litros).
- Volumen útil: (Cantidad de agua descargada por el tanque entre cada ciclo de arranque y parada de la bomba)16.7 galones (63.22 litros).
- Presión de precarga....38 psi (26.71 m.c.a.).

3.5 Selección de sistemas hidroneumáticos para abastecimiento a edificios. Métodos analíticos.

El siguiente procedimiento se presenta como un método de cálculo general, el cual permite dimensionar un tanque dado, en función de los caudales de la bomba y del sistema, sin exceder el máximo número de arranques del motor por unidad de tiempo. Dicho método permite dimensionar tanques más pequeños que los calculados por los métodos clásicos establecidos y disminuir también el

tamaño de la bomba asociada, en razón al aumento del tiempo de operación de ésta.

Variables que intervienen en la metodología.

Qs: caudal de agua permanente suministrado al sistema afectado por su respectivo coeficiente de simultaneidad de acuerdo a la cantidad de aparatos.

Qb: para que se justifique el tanque hidroneumático será (1.25 a 2) veces Qs.

de arranques: El número máximo de arranques del motor eléctrico por unidad de tiempo depende del tamaño de la instalación y de la potencia demandada por las bombas. Para efectos de cálculo, se utilizarán los valores indicados en la tabla 3.9.

Tamaño de la instalación. Potencia del motor eléctrico	Máximo número de arranques/hora
Pequeña	de 15 a 30
Mediana	de 8 a 12
Grande	de 6 a 8

Tabla 3.9: Número de arranques por hora según envergadura de la instalación.

ti: tiempo del intervalo de operación del conjunto motobomba-tanque hidroneumático. (horas)

$$ti(\text{horas}) = 1/\# \text{ de arranques por hora} \quad (3.18)$$

tb: tiempo de operación de la bomba. (horas)

$$tb(\text{min}) = ti/f \quad (3.19)$$

$$f = Qb/Qs \quad (3.20)$$

Donde:

- ti: en horas.
- Qb y Qs en l/seg..

Vu: volumen útil. (m³)

$$Vu(m^3) = Q_s * t_i * (1 - (1/f)) \quad (3.21)$$

Donde:

- Q_s: en m³/h.
- t_i: en horas.

Vefec: volumen efectivo. (m³)

$$V_{ef}/V_u = (P_{m\acute{a}x})/(P_{m\acute{a}x} - P_{m\acute{i}n}) \quad (3.22)$$

Donde:

- P_{máx.} y P_{mín.} en metros de la columna de agua (m.c.a.)
- Se recomienda que (P_{máx.}) no exceda a (P_{mín.}) en más de 2.5 bar (25.48 m.c.a.).
- P_{bar.} se puede hacer nula para diseñar.
- V_u: en m³.

Va: volumen de aire a presión. (m³)

$$V_a = V_{efec} - V_u \quad (3.23)$$

Donde:

- V_{efec}: en m³.
- V_u: en m³.

Vrem: volumen remanente. (m³)

$$V_{rem} = 0.25 * V_{efec} \quad (3.24)$$

Donde:

- V_{efec}: en m³.

Vtotal: volumen total. (m³)

$$V_{total} = V_{efec} + V_{rem} \quad (3.25)$$

Donde:

- V_{efec}: en m³.
- V_{rem}: en m³.

3.5.1 Aplicación del método analítico de cálculo de tanques hidroneumático para edificios.

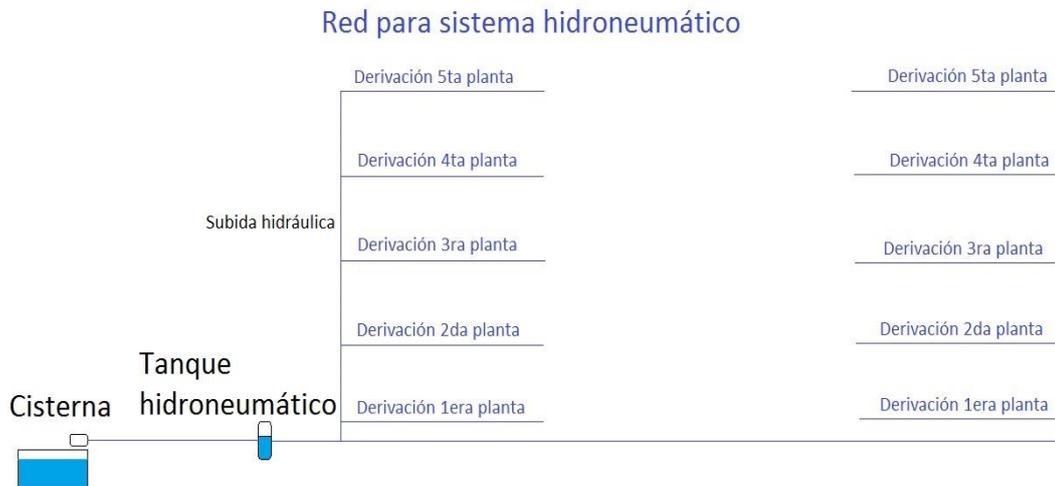


Figura 3.8: Esquema general del sistema hidroneumático

Para el mismo edificio que fue objeto del diseño de un sistema de abastecimiento por cisterna y tanque elevado y también para el cual se escogió un tanque hidroneumático (por el método gráfico) se le aplica la metodología de cálculo anteriormente enunciada y se obtuvieron los siguientes resultados.

Datos para el cálculo:

$$Q_s = 3,64 \text{ l/seg.}$$

$$P_{\text{máx.}} = 64,56 \text{ m}$$

$$P_{\text{mín.}} = 29,08 \text{ m}$$

Según fórmula **3.18**:

$$t_i(\text{horas}) = 1/26 = 0.0384 \text{ horas (2.3077 minutos.)}$$

Según fórmula **3.20**:

$$f = 4,55/3,64 = 1.25$$

Según fórmula **3.19**:

$$t_b(\text{min}) = 2.3077/1,5 = 1,846 \text{ min.}$$

Según fórmula **3.21**:

$$Vu(m^3) = 13,104 * 0.0384 * (1 - (1/1.25)) = 0,1008 m^3$$

Según fórmula **3.22**:

$$\frac{Vef}{0.1008} = \frac{64,56}{64,56 - 39,08} = 0,2554 m^3$$

Según fórmula **3.23**:

$$Va = 0,2554 - 0,1008 = 0,1546 m^3$$

Según fórmula **3.24**:

$$Vrem = 0.25 * 0,2554 = 0,06385 m^3$$

Según fórmula **3.25**:

$$Vtotal = 0,2554 + 0,06385 = 0,319 m^3 (84.34 galones)$$

Con este volumen total vamos a la tabla 3,8 y tenemos un tanque hidroneumático con las siguientes características:

- Modelo del tanque ...CH-86
- Volumen Total ... 86 galones.
- Volumen útil ...26.42 galones.
- Presión de precarga ... 38 PSI.

3.5.2 Otro método de cálculo del sistema hidroneumático.

El Dr. Ing.: Diosdado Pérez Franco en una sus publicaciones (Abastecimiento de agua y alcantarillado) propone un método de cálculo para los tanques hidroneumáticos sin membrana. A partir de este método el Ing. Alberto Días Barata propone otro enfoque al aplicar la metodología de cálculo la cual considera una discretización de la demanda adaptada a los modernos sistemas hidroneumáticos de membranas.

$$V_{total} = 0.32 * Qd * P2/nb * f * \Delta P \quad (3.25)$$

Donde:

V_{total} : volumen del tanque. (Litros)

Qd : caudal instantáneo. (m³/h). Calculado en los métodos anteriores

$P2$: presión absoluta en el punto más crítico de la red. (Kg/cm²). Este valor sale de aplicar la fórmula de Bernoulli entre el tanque hidroneumático y el punto más crítico de la red. Este cálculo nos brinda un resultado en metros de la columna de agua (m.c.a.) luego se convierte a Kg/cm² y se le suma 1 para que sea presión absoluta.

nb : número de bombas. (1 bomba.)

F : número de arranques por hora de las bombas. (Tabla 3.9)

ΔP : valor entre 1-2

Si sustituimos los valores conocidos en la ecuación se tiene:

$$V_{total} = 0.32 * 13104 * 4.16/1 * 30 * 2$$

$$V_{total} = 290.73 \text{ Litros}$$

3.6 Uso del software Bentley WaterGEMS en el diseño de las instalaciones hidráulicas de interiores.

Bentley WaterGEMS es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riego) con una completa integración a entornos de Sistemas de Información Geográficas (SIG).

Este programa adicional a las herramientas convencionales para el análisis y modelación de redes a presión, cuenta con herramientas de productividad en los procesos de gestión de datos, construcción de modelos a partir de archivos externos, extracción de elevaciones, asignación de demandas a partir de técnicas de análisis espacial, preparación y gestión de escenarios, cálculos hidráulicos complementarios, gestión operativa y preparación de reportes y planos. Así mismo el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y codificación por color, etc.

Explotando las características de este programa y usando los datos particulares del problema práctico anteriormente resuelto modelamos la red hidráulica en cuestión y se obtuvieron los siguientes resultados:

Datos con los cuales el programa crea la curva característica de la bomba.

0.000 hours Flow (L/min)	0.000 hours Head (m)	Bomba 1 Flow (L/min)	Bomba 1 Head (m)
0	19.48	103	0.00
10	19.85	90	7.29
21	20.82	77	14.58
31	22.31	64	21.87
41	24.31	52	29.16
52	26.78	41	36.45
62	29.71	30	43.74
72	33.09	21	51.03
83	36.91	12	58.32
93	41.16	5	65.61
103	45.84	0	72.90

Figura 3.9: Datos del comportamiento de la bomba a utilizar.

Curvas características de la bomba y el sistema de tubería diseñados.

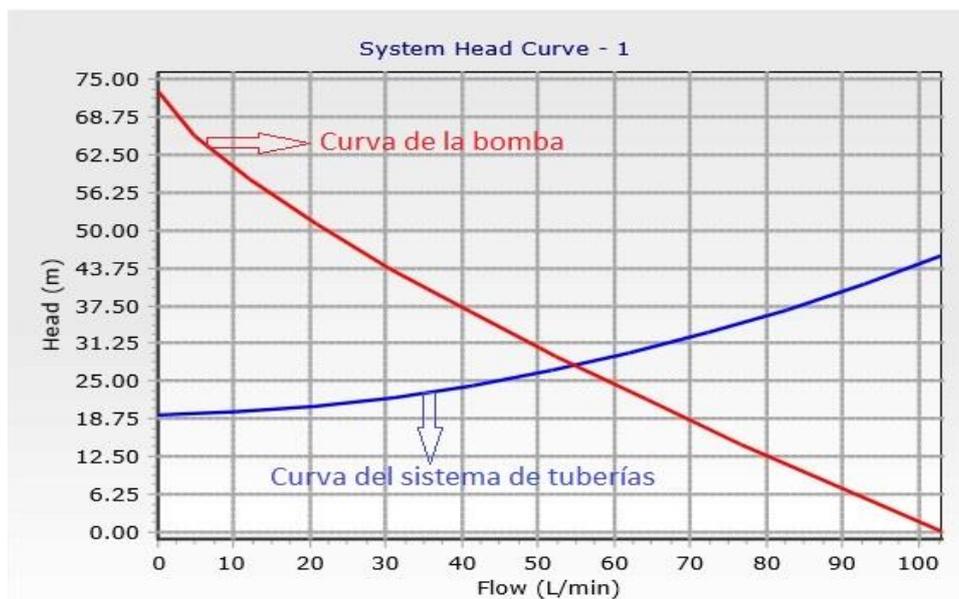


Figura 3.10: Curvas de la bomba y el sistema.

Distribución de presiones en la tubería hidráulica ascendente.

Una vez introducidos los datos al programa es capaz de simular la presión en la red.

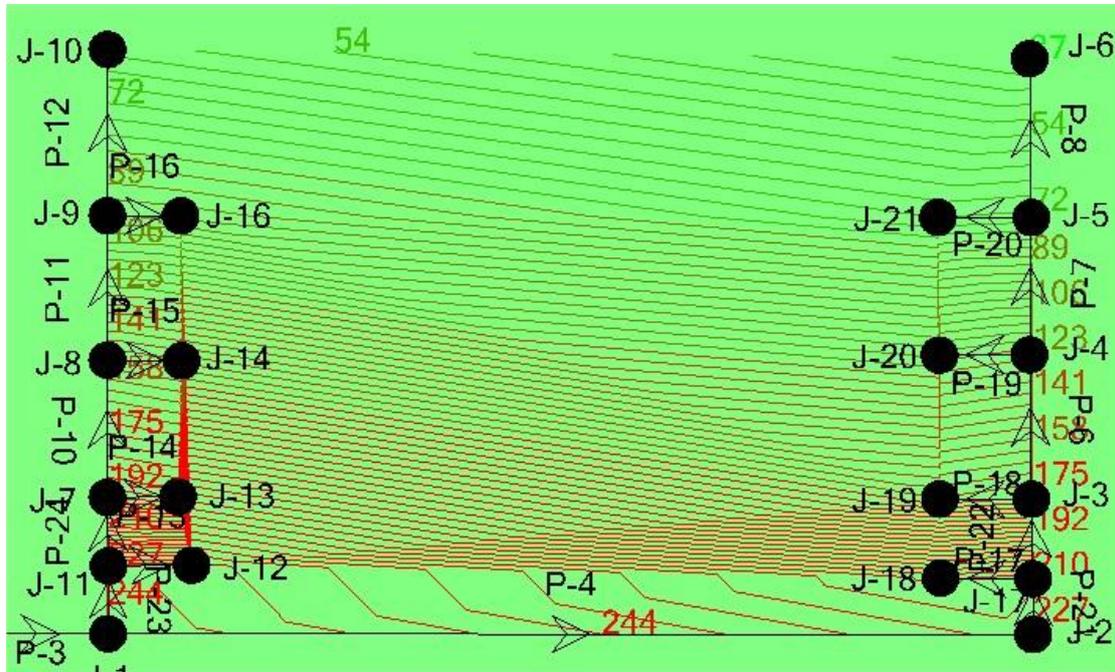


Figura3.11: Diagrama de presiones en la red.

3.7 Conclusiones parciales del Capítulo 3.

- La metodología de cálculo empleada para el diseño de la red hidráulica de abastecimiento por cisterna y tanque elevado nos lleva a obtener un resultado satisfactorio con un procedimiento sencillo y poco engorroso.
- Las tablas usadas para organizar los cálculos de las derivaciones por planta y del bajante hidráulico facilitan y organizan el procedimiento de cálculo.
- Las tuberías termoplásticas disminuyen notablemente la complejidad de las instalaciones y las pérdidas por conducción.
- El método gráfico de selección del sistema hidroneumático y los métodos analíticos desarrollados en este capítulo nos dejan resultados muy similares

Conclusiones generales

1. La revisión bibliográfica desarrollada nos permitió tomar criterios de los principales aspectos a abordar en esta temática. La bibliografía existente sobre el tema es amplia y profunda que muchas veces se va del nivel de alcance requerido por nuestra carrera por lo que se tomó de ellas los aspectos necesarios para el desarrollo de la temática.
2. La investigación nos ha permitido presentar el resultado del estudio de diferentes tecnologías para las instalaciones hidráulicas interiores en edificios ajustadas a los sistemas de abastecimiento de agua a temperatura ambiente, contra incendio y redes a agua caliente. Las tecnologías varían en función de los fabricantes, aspecto que es importante tener en cuenta a la hora de trabajar con ellas.
3. En el estudio de caso realizado a un edificio de viviendas con la metodología de cálculo empleada para el diseño de la red hidráulica de abastecimiento por cisterna y tanque elevado nos lleva a obtener un resultado satisfactorio con un procedimiento sencillo y poco engorroso en cuyos resultados las nuevas tecnologías influyen en los aspectos de ejecución, pero que analizando sus requerimientos técnicos determinan aspectos del diseño y de mantenimiento.
4. En el diseño y cálculo del sistema de tanque hidroneumático se han empleado métodos gráficos y analíticos, los resultados por ambos métodos son muy similares, es importante trabajar con los catálogos dados por los fabricantes.

Recomendaciones

1. Usar los datos técnicos plasmados en el trabajo, así como la bibliografía adjunta a él en la docencia a fin de relacionar a los estudiantes con las nuevas tecnologías de instalaciones de interiores de edificios.
2. Seguir profundizando en el tema de las tecnologías de las instalaciones de interiores de edificios puesto que estas evolucionan con el paso del tiempo.

Bibliografía

1. Aguilera, P. L. (2010). ESTUDIO TÉCNICO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN UN EDIFICIO DE OFICINAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TÉRMICA Y DE FLUIDOS España, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
2. Hernández, L. E. F. (2006). CÁLCULO DE REDES DE AGUA POTABLE CONSIDERANDO FLUJO PERMANENTE Facultad de Ingeniería. Mexico, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
3. Normalización, O. N. d. (2002). Sistemas de abasto de agua en edificios sociales. NC 176:2002. Cuba.
4. Normalización, O. N. d. (2012). NC: 775-13 2012.
5. Occidente, E. t. e. f. d. (2016). "Tuberías y conexiones." from www.tuberiasyconexiones.com/index.html.
6. Rangel, A. V. (2006). Instalaciones hidráulicas de interiores de edificios.
7. SA, G. I. d. S. (2015). "TUBERIAS Y ACCESORIOS."
8. American Society of Civil Engineers (ASCE), Committe on pipeline planning of pipeline division, Pressure pipeline design for water and wastewater, USA (1992).
9. American Water Works Association (AWWA), Distribution Network Analysis for Water Utilities, Manual AWWA M32, USA (1989).
10. American Water Works Association (AWWA), Principles and practices of water supply operations, Vol. 1, Introduction to water distribution, USA (1986).
11. Arturo Rocha. 1975. Hidráulica de Tuberías y Canales Lima Perú.
12. Catálogo de cementos solventes y limpiadores PAVCO. Documento obtenido en internet, mayo 2016.
13. Catálogo de tuberías TIGRE (Ficha técnica para tuberías de extremos lisos). Versión diciembre de 2011. Documento obtenido de internet, mayo 2016.

14. Catálogo ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS SERIE CO. Prinze.
Documento obtenido de internet, mayo 2016.
15. Catálogo ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS SERIE CPI INOX 316.
Prinze. Documento obtenido de internet, mayo 2016.
16. Catálogo ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS SERIE JCR. Prinze.
Documento obtenido de internet, mayo 2016.
17. Catálogo ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS SERIE JCR. Prinze.
Documento obtenido de internet, mayo 2016.
18. Catálogo ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS SERIE JOI. Prinze.
Documento obtenido de internet, mayo 2016.
19. Catálogo ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS SERIE JSW1. Prinze.
Documento obtenido de internet, mayo 2016.
20. Catálogo ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS SERIE PK. Prinze.
Documento obtenido de internet, mayo 2016.
21. Catálogo Tuberías Ultratemp Plus PAVCO. Documento obtenido en internet, abril 2016
22. Cortés, C. M. (2008). Análisis del Método de Hunter y actualización del método de cálculo para instalaciones hidráulicas en edificios. (México) Instituto Politécnico Nacional.
23. ENRIQUEZ HARPER, GILBERTO. El ABC de las Instalaciones de Gas, Hidráulicas y Sanitarias. Limusa, México 2000
24. Fuentes M., O. A. y Sánchez B., J. L., Actualización de un método para calcular redes de tuberías funcionando a presión en régimen permanente, Revista Ingeniería, Vol. LXI, octubre - diciembre 1991.
25. José Pedro Arturo Forno Martinic 2010, "Impacto De La Utilización De Nuevas Tecnologías Y Materiales En Los Plazos Y Costos De Construcción" UNIVERSIDAD DE CHILE - Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas Departamento De Ingeniería Civil.
26. Juan G. Saldarriaga V 2001. Hidráulica de Tuberías. Santa Fe Bogotá. McGraw-Hill.
27. Norma Cubana. NC 688-2009. CONEXIONES SANITARIAS DE POLI (CLORURO DE VINILO) RÍGIDO NO PLASTIFICADO — ESPECIFICACIONES

28. Norma Cubana. NC 701-2009. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (COLORES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS) SEGÚN EL FLUIDO TRANSPORTADO.
29. Packsys, El Polipropileno, México, Setiembre 2012, Formato html, disponible en internet: <http://www.packsys.com/blog/el-polipropileno/>.
30. Pérez H. Celorrio. Febrero 2010, Montajes e Instalaciones, El polipropileno, la alternativa eficiente en las instalaciones. Barcelona España n°445. (Revista).
31. White, Frank M., Fluid Mechanics, McGraw Hill, USA (1994).