



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ingeniería

Escuela de Civil

PLAN DE DISERTACIÓN DE GRADO

Tema:

**METODOLOGIA CONSTRUCTIVA PARA INSTALACIONES
HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN VIVIENDAS**

Autor:

Juan Gabriel Duque P.

05 de febrero de 2015

Índice.....	2
Capítulo I.	
Generalidades.	
1.1	Introducción.....3
1.2	Objetivos generales5
1.3	Objetivos específicos5
1.4	Marco teórico.....5
1.5	Definición del proyecto6
Capítulo II.	
Instalaciones hidráulicas	
2.1	Definición8
2.2	Materiales usados para las instalaciones hidráulicas.....16
2.3	Tipos de materiales.....27
2.3.1	Análisis técnico de los materiales28
2.3.2	Análisis económico de los materiales34
2.3.3	Selección del material a usarse37
Capítulo III.	
Instalaciones sanitarias	
3.1	Definición38
3.2	Materiales usados para las instalaciones sanitarias46
3.3	Tipo de materiales50
3.3.1	Análisis técnico de los materiales51
3.3.2	Análisis económico de los materiales53
3.3.3	Selección del material a usarse55
Capítulo IV.	
Metodología para la instalación de tuberías	
4.2	Metodología constructiva para instalaciones hidráulicas56
4.3	Metodología constructiva para instalaciones sanitarias61
4.3	Proposición de nuevas metodologías para las instalaciones hidráulicas y sanitarias67
4.4	Proposición de sistemas de construcción para la reparación de instalaciones hidráulicas y sanitarias71
Capitulo V.	
Conclusiones y recomendaciones	
5.1	Conclusiones75
5.2	Recomendaciones77
Anexo fotográfico79	

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La presente disertación indicará los procesos constructivos de instalaciones hidráulicas y sanitarias; esto es, la manera que se realiza en obra estas instalaciones. Es necesario analizar los tiempos de producción y buscar una forma de optimización en los procesos de ejecución de estas instalaciones, es por esto, que con el tema propuesto, se tratará de mejorar dichos procesos de construcción.

Para poder realizar una metodología constructiva, se debe partir de un proyecto arquitectónico, el cual contiene los planos tanto de diseño arquitectónico como los del diseño estructural; después de obtener estos diseños se procede a realizar el diseño hidráulico y sanitario del proyecto.

Hay que tomar en cuenta que el diseño sanitario funcionará a gravedad y por lo tanto se debe dar las pendientes necesarias para que el agua, tanto de las lluvias como de los desagües, fluya con total normalidad (foto 1). Mientras tanto en el diseño hidráulico, todos los diámetros de las tuberías deben ser calculados, básicamente para mantener una simultaneidad de consumo en todo el proyecto, ya sea este una sola casa o un edificio de departamentos u oficinas; y estas tuberías deben estar presurizadas, ya sea con la presión que ofrece el municipio del lugar de ubicación del proyecto, o una presurización individual para el proyecto, que puede ser con el funcionamiento de una cisterna, una bomba de presurización y un tanque hidroneumático.

Una vez definidos los diseños hidráulico y sanitario, se procede a establecer el tipo de material que se va a usar para el montaje de las instalaciones.

Para las instalaciones sanitarias el material más común es el PVC, existen diferentes marcas en el mercado pero es el mismo material de fabricación nacional, que cumple con las normas INEN 499, 1329, 1333 y 1374; tomando en cuenta las condiciones químicas y biológicas propias de las aguas servidas que por ella se transporta. Se debe tener en cuenta que estas tuberías, al trabajar parcialmente llenas, permiten la acumulación de una serie de gases sulfurados que atacan la parte superior de la sección transversal de los conductos. Esta acción no es agresiva contra el PVC.

Para las instalaciones hidráulicas existe una serie de materiales que se utilizan dependiendo de los gustos y presupuestos del propietario del proyecto. Existen materiales de bajo costo y de duración baja, como son el hierro galvanizado, PVC roscable; y los materiales de mayor costo, y por lo tanto mayor duración, como son el cobre y el acero inoxidable. El uso de uno u otro material dependerá del dueño del proyecto, pero el ingeniero encargado de la instalación también puede dar una apreciación de cual material es mejor y cual puede servir para ese tipo de proyecto.

Finalmente, en esta disertación, se dará una breve explicación de las nuevas tendencias en cuanto a la realización de las instalaciones y se propondrá ciertos métodos de revisión tanto para las instalaciones hidráulicas como sanitarias.

1.2 OBJETIVOS GENERALES

- Realizar un seguimiento de la manera más minuciosa posible del proceso de montaje de instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Tratar de realizar mejoras en los procesos de construcción de estas instalaciones.
- Establecer nuevos métodos de construcción y revisión de instalaciones, para obtener un fácil acceso para posibles reparaciones.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio de campo de los procesos de armado y montaje de instalaciones hidráulicas y sanitarias, para lograr una mejora en los procesos.
- Realizar un análisis técnico y económico de los materiales más usados en el mercado, para escoger el más apropiado para las instalaciones.
- Realizar una metodología constructiva innovadora para que la reparación de instalaciones hidráulicas y sanitarias sea más fácil y rápida.

1.4 MARCO TEÓRICO

Para la ejecución de este documento, se debe realizar un período de observación, que servirá para analizar posibles errores que puedan existir y tratar de localizar fallas en los procesos constructivos en ambos tipos de instalación. Dependiendo del material escogido, tanto en instalaciones hidráulicas como en sanitarias, se debe prestar atención en los pasos a seguir y la forma de usar tanto los materiales como las herramientas ya que esto influirá bastante en los rendimientos de los trabajos de instalación.

Cabe recalcar que depende mucho de la experiencia del trabajador para la realización del montaje de instalaciones, ya que éste, mientras más experiencia tiene, mejor uso de

las herramientas tendrá; y también tendrá una buena noción del uso de los materiales para no crear tanto desperdicio.

Con relación a los materiales sanitarios, se debe tener tuberías, accesorios y pegantes. En lo que se refiere a tubería y accesorios, todas las marcas existentes en PVC deben cumplir con normas INEN y normas internacionales, así pues, una buena instalación de este tipo de material, dependerá mucho de los tipos de limpiadores y pegantes que se use; ya que existen marcas en el mercado que son mejores que otras.

Si las instalaciones sanitarias se las realizara con el material de cemento (que ya no se utiliza para este tipo de instalaciones), se debe tomar muy en cuenta que los pegantes (cemento) no causen ningún tipo de desgaste junto con la presencia de bacterias que puedan traer los desechos de las aguas negras; cabe recalcar que este material es poco flexible, bastante frágil y se debe tener cuidado con las fisuras que puedan existir en las tuberías y accesorios.

Para el caso de los materiales de agua potable, dependiendo del tipo de material, se puede escoger entre PVC de presión, hierro galvanizado, acero, tuberías de termofusión o cobre. Dependerá mucho del tipo de material que se escoja, de los tipos de solda que se realice o de los pegantes que se elijan; esto se verá más a fondo en los próximos capítulos.

1.5 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como dirección el presentar los diferentes tipos de materiales que existen en el mercado, así como también, realizar el estudio de la forma en la que estos se emplean y cómo se realiza una red tanto sanitaria como de agua potable. Además se tendrá un análisis económico de los materiales para poder tener una selección más técnica de estos al momento de realizar las instalaciones hidráulicas y sanitarias en un edificio.

En este proyecto, los rendimientos tanto de los trabajadores como de los materiales usados; pondrá en conocimiento las distintas mejoras que se pueden realizar en el proceso de montaje de los diferentes sistemas. Además se realizará una investigación

de campo para analizar la viabilidad del uso de nuevos métodos para la reparación de instalaciones.

CAPÍTULO 2

INSTALACIONES HIDRÁULICAS

2.1 DEFINICIÓN

Las instalaciones hidráulicas o de la red de agua potable son, el conjunto de tuberías, equipo de bombeo y reserva de agua potable, que está diseñado para cubrir todas las necesidades del proyecto y garantizar el suministro en óptimas condiciones; es decir que todas las líneas se han calculado para la utilización del caudal de simultaneidad en las horas pico (de máximo consumo), sin que exista pérdidas de presión ni de velocidad.

Se entenderá por este tipo de instalaciones, el conjunto de operaciones que debe ejecutar el constructor para colocar, conectar, fijar y probar in situ, bajo lineamientos y niveles señalados en el proyecto, las tuberías, accesorios y piezas especiales, así como las válvulas requeridas que en conjunto servirán para conducir el agua potable desde la toma domiciliaria municipal hasta los sitios que se requiera alimentar de ella a los diversos muebles y aparatos sanitarios.

La acometida general para las instalaciones hidráulicas, debe iniciarse en la red de servicio público, propiedad de la Empresa Municipal de Agua Potable de la ciudad; se dispondrá de un medidor que servirá para determinar el consumo total de la propiedad. De la red general interior, se instalará una tubería de “bypass” con los debidos accesorios de control, como medio de suministro emergente.

Debido a que muchas veces la presión en la red municipal no es suficiente ni tampoco constante por las variaciones horarias, y en vista de las suspensiones de servicio, será necesario contar con un sistema que permita cubrir satisfactoriamente las demandas en estos períodos. Con esta consideración, y pronosticando cualquier mal funcionamiento por parte del Municipio o por causas extras, se debe diseñar una cisterna que abastezca y permita la llegada del fluido a todos los niveles y aparatos sanitarios de la edificación.

La reserva de agua comprende la utilización de una cisterna, la cual debe cumplir con lineamientos de abastecimiento tanto para el consumo humano como para la reserva contra incendios. Se puede realizar varias modificaciones a cada cisterna, como tener dos cisternas juntas unidas con tubería en la parte inferior (pasa muros) para que ambas estén interconectadas; tener una sola cisterna con las dos succiones en la misma, pero con diferentes alturas, así, la succión que esté más alta será para el consumo del edificio y la succión que esté más abajo será para uso del sistema contra incendios, teniendo así una movilidad del agua y evitando que esta reserva se estanque y se eche a perder, de esta manera, se evita que, en caso de emergencia, no funcione y se cree taponamientos en las tuberías. La reserva de agua que existirá en la cisterna, se debe planear para cuando exista una suspensión del servicio municipal, y generalmente debe abastecer el agua para dos días.

Para el control del nivel máximo del líquido en la cisterna, se instalará una válvula de flotador.

El volumen de la cisterna se debe calcular de acuerdo a la tasa ocupacional del edificio en construcción, utilizando una dotación de 50 lt/hab/día para edificios de departamentos, motivo de esta disertación.

Para la alimentación de agua hacia la cisterna, se debe cumplir con el caudal mínimo necesario de abastecimiento a la propiedad. El tiempo de llenado que se requiere para la cisterna dependerá mucho de los criterios de cada profesional, sin embargo creo que un tiempo razonable de llenado de la reserva deberá ser el de 12 horas, por tal razón se debe calcular el diámetro de la acometida general, que se debe solicitar a la Empresa de Agua Potable de la ciudad. Aquello responde al siguiente cálculo:

CONSIDERACIONES:

Velocidad en la tubería: 1,50 m/s
Tiempo de llenado: 12,0 horas.
Volumen:

$$Q = \frac{V}{t} ; Q = v * A$$

Q = Caudal en m³/sg

V = Volumen en m³

t = Tiempo en sg

v = Velocidad en m/sg

A = Área en m^2

Igualando las dos ecuaciones y despejando el área se tiene el diámetro que se debe solicitar a la empresa municipal de Agua Potable.

RED INTERIOR DE ABASTECIMIENTO - DISTRIBUIDORES

Los distribuidores son tuberías que conducen el agua en forma horizontal hasta llegar a las columnas. Los distribuidores pueden ser de diferentes materiales y diámetros, así como también sus accesorios, como son los codos, tees, etc. Las dimensiones y diámetros de estos, deben constar en los planos del diseño hidráulico de cada proyecto, tomando en cuenta la simultaneidad de consumo de los diferentes lugares donde existan salidas de agua.

COLUMNAS

Las columnas permiten conducir el agua en forma vertical hacia los diferentes niveles del edificio. Las características, tanto de material como de diámetros y dimensiones, se las debe mencionar en los planos respectivos. Generalmente la columna que parte desde la cisterna a la bomba es de un diámetro óptimo para que ésta funcione, de ahí la tubería que va a los diferentes pisos es de un tamaño mayor a la que distribuye en cada departamento, y de acuerdo al cálculo hidráulico, ésta va disminuyendo mientras van subiendo los pisos.

De igual manera con el objeto de seccionar tramos de tuberías para efectos de revisiones y reparaciones, se debe prever la colocación de válvulas de compuerta en diferentes puntos del recorrido de las tuberías. Y esto debe estar especificado en los planos de diseño.

RAMIFICACIONES

Son tuberías que conducen el agua a cada uno de los muebles y aparatos sanitarios. El diseño debe permitir que, de cada distribuidor o montante, se alimenten los diferentes elementos sanitarios localizados en los distintos sitios y niveles de la edificación. El tendido de estas tuberías se las realizará por pisos y paredes o de manera descolgada bajo las vigas o bajo la losa. Donde sea posible, y, constructivamente sea permitido, se instalarán cámaras de inspección.

NORMAS DE CÁLCULO

Para el cálculo de caudales y diámetros en cada una de las tuberías existen varios métodos de obtención; para esta disertación se estudiará a continuación el METODO DE LOS PESOS, considerando el uso simultáneo de aparatos sanitarios. Los caudales utilizados para determinar la simultaneidad de servicio se los expresa de acuerdo a la siguiente tabla:

<u>ARTEFACTO</u>	<u>Q INSTANTÁNEO</u>	<u>PESO</u>
	<u>l/s</u>	
Inodoro de tanque	0.15	0.30
Inodoro de fluxómetro	1.90	40.0
Lavamanos	0.20	0.50
Llaves de manguera	0.09	0.10
Ducha	0.20	0.50
Fregadero	0.25	0.70

El cálculo se basa en la premisa de que la velocidad en las tuberías no exceda de 2 m/s con la finalidad de evitar ruidos y golpe de ariete en los conductos.

El cálculo de caudales de distribuidores, columnas y ramificaciones se ha efectuado en base a la fórmula, que determina el caudal simultáneo.

$$Q = C \text{ RAÍZ}(P)$$

En donde: C = coeficiente de descarga.

P = sumatoria de los pesos de todos los artefactos de posible utilización simultánea.

PÉRDIDAS DE CARGA

Las pérdidas de carga originadas en las tuberías son de dos tipos:

1. Pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías,
2. Pérdidas localizadas, originadas por la presencia de los diferentes accesorios (codos, tees, válvulas, etc.)

Con estas consideraciones se debe determinar el punto más desfavorable o alejado de la edificación y la altura que este tiene. Para que dicho punto de agua funcione correctamente, la presión mínima necesaria debe ser de 10m de columna de agua. Con estos datos, se obtiene el TDH total necesario.

VELOCIDADES

Atendiendo a razones de funcionamiento hidráulico eficiente, esto es exento de ruidos, vibraciones, peligro del golpe de ariete y orden económico; se deben diseñar los conductos de agua de tal manera que las velocidades no sobrepasen los 2,0 m/s para diámetros de hasta 1" y de 2,8 m/s para diámetros grandes de tubos.

MATERIALES

En el mercado ecuatoriano, se puede encontrar diferentes tipos de materiales para la conducción del agua a presión, todo dependerá de la situación económica del proyecto y del alcance que el cliente o dueño de la edificación tenga hacia estos. Obviamente dependiendo de la altura de la edificación y la presión que deban resistir las tuberías, el material a emplearse deberá ser de capacidades distintas. Un punto muy importante que se debe tomar en cuenta es la composición química del material que se emplee, ya que en algunos de los materiales se generan incrustaciones minerales en sus paredes interiores, lo que genera que el diámetro efectivo se reduzca y existan pérdidas de presión y de velocidad; lo que se debe tratar es mantener el diámetro efectivo de transporte incólume durante el tiempo de funcionamiento de las instalaciones.

VÁLVULAS

Para interrumpir el servicio en diferentes tramos de la red, se deberá colocar válvulas de compuerta (foto 2), las mismas que deberán cumplir con las especificaciones respectivas y serán instaladas en la cantidad y sitios determinados y especificados en los planos respectivos. La función de estos componentes es para seccionar la red en posibles daños que puedan existir, de esta manera se corta el recorrido del agua en lugares específicos como son baños, cocinas o cuartos de máquinas para que el abastecimiento general de la vivienda no se vea afectado por un pequeño arreglo.

PRUEBAS DE PRESIÓN

Un buen procedimiento para las instalaciones hidráulicas, es realizar pruebas de presión en cada lugar donde existan puntos y recorrido de tubería, ya sea en baños, cocinas, cuartos de lavadoras o cuartos de máquinas; para finalmente realizar una prueba general de toda la red de cada departamento de la edificación.

Es recomendable realizar estas pruebas con una presión cercana al doble de la encontrada en la red pública de abastecimiento y durante un tiempo prudente que puede ser entre 6 y 8 horas; con eso se garantiza que la fusión entre los tubos y los accesorios está bien hecha y no existen fugas.

Además, luego de haber pasado esta prueba es recomendable dejar la tubería con presión, ya que si por algún motivo se llegara a romper la tubería, el agua que está dentro de ésta saldrá por el orificio y se podrá tomar los respectivos correctivos con anticipación.

2.2 MATERIALES USADOS PARA LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS

En el mercado ecuatoriano, existen diferentes tipos de materiales para la conducción de agua a presión, como se mencionó anteriormente, la selección del material dependerá mucho del tipo o calidad del proyecto que se vaya a realizar y del estrato económico al cual esté enfocado el proyecto.

A continuación se presentarán los tipos de materiales más usados que existen en el mercado de la ciudad de Quito:

HIERRO GALVANIZADO (HG)

La tubería de hierro galvanizado (foto 3) fue muy utilizada hace 50 años con la entrada y producción del hierro en el Ecuador, sin embargo si a este tipo de material no se le da un buen tratamiento, se corroe con mucha facilidad y permite la generación de incrustaciones minerales en sus paredes interiores. No obstante, la constitución de éste y la chapa que se pueda usar en las diferentes tuberías, hace que este tipo de material sea muy resistente a altas presiones, sin embargo, se debe tener mucho cuidado al momento del montaje con los diferentes accesorios, porque es ahí cuando se producen las fallas ya que, si no se realiza una buena fusión entre el tubo, el accesorio y los materiales que adhieren a estos (teflón, pasta, etc.), las fugas de agua serán un inconveniente permanente en el sistema.

Hoy en día el hierro galvanizado ha quedado en desuso debido a que en el país no se ha alcanzado una buena técnica para lograr que este no forme incrustaciones minerales, además el tiempo de vida de este material es muy corto en comparación de la vida útil de la estructura, lo que genera que en muy poco tiempo se tenga que realizar nuevamente un cambio de toda la red en la vivienda, generando costos e inconvenientes personales. Sin embargo para el uso de sistemas contra incendios en las diferentes edificaciones, el hierro galvanizado es muy usado por su gran resistencia a las altas temperaturas, creando el uso del hierro galvanizado solamente para tuberías de diámetros grandes.

En el Ecuador, la tubería de hierro galvanizado debe cumplir con diferentes normas ISO, INEN y ASTM. Se ha visto que este tipo de material no posee muy buena calidad en este país, es por esto que se lo ha tenido que importar de México o de Japón ya que la fabricación en estos países ha dado mejores resultados y se ha obtenido mejor calidad que el producto nacional.

PROS Y CONTRAS DEL USO DE TUBERÍA DE HIERRO GALVANIZADO.

PROS

- Bajo costo.
- Fácil acceso al producto; lo venden en cualquier ferretería.
- Fácil manejo y no se necesita herramienta especializada para su instalación.
- Si el material es importado de México o de Japón la calidad es muy buena.
- Apto para trabajar con diámetros grandes en sistemas contra incendios.
- Apto para agua fría y agua caliente.

CONTRAS

- Se corroe con facilidad.
- Con el pasar del tiempo se forman incrustaciones minerales en las paredes internas de los tubos.
- Vida útil entre 5 y 7 años.
- Es pesado.
- Si no se trabaja con cuidado puede causar heridas como cortes.

- Los accesorios son muy propensos a tener problemas.
- Si el material es importado de México o de Japón el costo es elevado.

TERMOFUSIÓN.

La tubería de termofusión(foto 4) es relativamente nueva en el mercado ecuatoriano, utilizando cierto tipo de tecnología especializada para nuestro medio. La tecnología de termofusión no es otra cosa que unir los tubos y los accesorios con calor; la tubería es de polipropileno random (PPR) que al aumentar su temperatura las partículas de este material se vuelven blandas lo que permite la fusión con las partículas de otro accesorio del mismo material.

El proceso de termofusión es muy fácil y de corto tiempo; la termofusora calienta el tubo y el accesorio en pocos segundos (foto 5), luego se retiran los dos elementos de la termofusora y se procede a introducir el uno con el otro con un poco de presión; se espera un rato y en el proceso de enfriamiento se transforma en un material homogéneo.

Si la fusión entre los dos elementos no se realizó tomando en cuenta todos los procesos, no se produce una homogeneización del material lo que puede causar fugaz de agua entre la unión del tubo y los accesorios.

Esta técnica de termofusión es prácticamente nueva en el país, por lo que se debería experimentar por algunos años para ver si los resultados son totalmente satisfactorios en el uso de estas tuberías. Sin embargo estas tuberías, por su bajo costo se las puede utilizar en proyectos de clase social media o media – baja o es muy buena para proyectos de ámbito social en los que se necesita reducir costos sin reducir la calidad de las instalaciones.

Estas tuberías deben cumplir las normas ASTM 2620-11e01 de práctica estándar para uniones por termofusión de tubería y accesorios de polietileno; ISO 21307 Plastic pipes and fitting; ISO 4065 Thermoplastics pipes y NTE INEN-ISO 2859-1.

PROS Y CONTRAS DEL USO DE TUBERÍA DE TERMOFUSIÓN

PROS

- Tubería de bajo costo al igual que sus accesorios.
- No se corroe.
- Por su composición química no produce incrustaciones internas.
- Facilidad de trabajo, no se necesita de mucha capacitación.
- Para realizar el proceso de termofusión no se requiere de mucho tiempo.
- Rapidez de montaje de las instalaciones.
- No emite gases tóxicos.

CONTRAS

- Se necesita de herramienta especializada para el trabajo con este tipo de material.
- Por ser tubería de polipropileno, no resiste altas presiones.
- No es apta para usar en agua caliente, sobretodo en Quito.
- La termofusora tiene un costo elevado, especialmente si se quiere fusionar tuberías de gran diámetro.
- El calor que se usa en la termofusora puede causar graves quemaduras si no se utiliza el equipo con precaución.
- Al momento de realizar la fusión entre el tubo y el accesorio, el polipropileno caliente puede causar quemaduras.
- En el país se dispone tuberías de diámetros hasta 1 1/4", lo cual dificulta el uso para proyectos de gran magnitud.

TUBERÍA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

La tubería de PVC (foto 6) lleva algunos años en el mercado ecuatoriano, demostrando una aceptación bastante buena por parte de sus clientes. Este tipo de tubería se forma a partir de la polimerización de cloruro de vinilo; dando como resultado un plástico que puede ser rígido o flexible dependiendo de la forma que se le quiera dar; en el caso de las tuberías depende de la chapa que se le dé a esta para que pueda resistir mayor o menor presión, tal es el caso de las tuberías de desagüe en las que las chapas son bastante delgadas y no resisten grandes presiones; en cambio para la tubería de conducción de agua potable, las chapas son gruesas dando una gran resistencia al tubo.

En el mercado ecuatoriano, las tuberías de PVC más usadas son de dos tipos, las tuberías y accesorios roscables y las tuberías y accesorios soldables o pegables. Para el primer tipo de tubería, el procedimiento de ensamblaje es un poco más complejo que para el segundo, debido a que en el proceso de roscar, se toma un poco más de tiempo y se necesita cierto tipo de experiencia y herramienta especializada como es la roscadora, además para fusionar los elementos como tubos y accesorios se debe colocar sustancias adherentes (teflón y pasta soldante). Para el segundo tipo de tubería únicamente lo que se tiene que hacer es limpiar bien el tubo con líquido limpiador de tuberías, colocar el pegante, fusionar el tubo con los accesorios y dejar que este seque y actúe de manera eficiente.

De los dos casos expuestos anteriormente, la tubería roscable tiene mejor comportamiento que la pegable debido al proceso de fusión que este tiene ya que si se compara los dos procesos sin el uso de sustancias pegantes, el proceso de roscado es mucho más efectivo que el proceso de pega, además en el proceso de fusión de la tubería pegable, sólo se usa pega en cambio en el proceso de roscado se usa teflón y pasta lo que hace de este tipo de tubería que soporte mayores cargas de presión.

En el mercado se dispone de la tubería de PVC en varios diámetros, lo que la convierte en un producto bastante versátil y que es usado por varios constructores para las instalaciones hidráulicas; debido a su bajo costo este tipo de material se lo puede colocar en proyectos desde interés social hasta proyectos en los que los propietarios de la edificación no deseen invertir mucho dinero en este tipo de instalaciones. Sin embargo este tipo de material no resiste presiones más altas que las de la red pública

de abastecimiento y tampoco es recomendable para el uso de agua caliente sobre todo aquí en la sierra debido a que en esta zona por la temperatura ambiental promedio que tiene, se necesita que el agua tenga una mayor temperatura, causando daños tanto en la tubería como en los accesorios.

PROS Y CONTRAS DEL USO DE TUBERÍA PVC

PROS

- Tubería de bajo costo al igual que sus accesorios.
- No se corroe.
- Por su composición química no produce incrustaciones internas.
- Facilidad de trabajo en tubería pegable, no se necesita de mucha capacitación.
- Para la tubería pegable el tiempo de ensamblaje es bastante corto.
- Variedad de productos y de diámetros.
- Se puede adquirir el producto con facilidad.

CONTRAS

- En la tubería roscable, se necesita de herramienta especializada para el trabajo con este tipo de material.
- Se necesita cierto grado de experticia.
- No resiste altas presiones.
- No es apta para usar en agua caliente, sobre todo en Quito.

- Para la tubería roscable, el tiempo de fusión entre los tubos y los accesorios es considerable.

TUBERÍA DE COBRE

La tubería de cobre (foto 7) es uno de los materiales más usados para la conducción de agua potable en el país, debido a su gran resistencia a las altas presiones y su versatilidad se ha convertido en un material muy cotizado en el mercado. Tiene un costo elevado pero la relación costo – beneficio es bastante buena debido a que los atributos de este material se compensan con el precio que se paga por este.

En el Ecuador todavía no existe una fábrica que se dedique a hacer este tipo de materiales por lo que todas las tuberías así como también los accesorios se los importa de los Estados Unidos o de Chile. Lo que eleva aún más los precios de este producto; sin embargo la demanda es muy buena y tiene gran acogida para proyectos de estratos sociales medio, medio-alto y alto.

El proceso de fusión entre la tubería y los accesorios se lo realiza mediante suelda al calor (foto 8), este material soldante puede contener diferentes tipos de elementos químicos como son el estaño o la plata; depende además del porcentaje de concentración de estos elementos el definir que una suelda sea mejor que otra. Por ejemplo, si se usa suelda de estaño existen en el mercado dos tipos de suelda de esta característica, la que posee 50% de estaño o la que posee 95% de estaño; las características de temperatura para fundir la una o la otra suelda va a depender de la

que se use, si se está usando la suelda de estaño al 50% se necesitará menor temperatura que si se usa la suelda de estaño al 95%. De igual forma sucede con la suelda de plata, las más usadas son al 5%, 10% y 15%, y el costo de las instalaciones también variará dependiendo el tipo de suelda que se use; la suelda de estaño es menos costosa que la suelda de plata.

El tiempo de trabajo para soldar la tubería con los accesorios dependerá mucho como ya se describió en el párrafo anterior de la suelda a usarse pero también dependerá mucho del diámetro del tubo ya que mientras mayor sea el diámetro más tiempo tomará en llegar a la temperatura de soldadura y poder fundir la suelda y convertirse en un material homogéneo.

El cobre es un material altamente resistente a sobre presiones y su composición química hace que no se oxide y que no se formen incrustaciones minerales, lo que hace que este material sea óptimo para el trabajo en instalaciones hidráulicas, sin embargo si este tipo de material está expuesto o instalado junto al acero o al hierro puede generar graves problemas por la transmisión de electrones que se generan entre estos dos elementos.

PROS Y CONTRAS DEL USO DE TUBERÍA DE COBRE

PROS

- La tubería de cobre resiste altas presiones.

- No se corroe.
- El cobre no permite incrustaciones minerales en las paredes interiores de la tubería.
- Óptimo para el uso de agua caliente y agua fría.
- En tuberías de diámetros normales el tiempo de ensamblaje es relativamente corto.
- No se necesita de mano de obra calificada.
- En el mercado existen varios tipos de tuberías de cobre lo que hace que esta sea muy versátil para distintos trabajos.
- Larga vida útil, está alrededor de los 50 años.
- Resistencia a altas temperaturas.
- El momento de la suelda no se genera gases tóxicos.

CONTRAS

- Al no existir una producción nacional, el costo es elevado.
- Generalmente las instalaciones hidráulicas con cobre se las realiza en obras de niveles socio económicos medio – alto y alto.
- El momento de la suelda al elevar la temperatura del tubo este puede generar quemaduras graves.
- Se necesita de experiencia para realizar la suelda de este tipo de tuberías para poder optimizar recursos.
- Cuando se realizan instalaciones de tubería de cobre se debe tomar en cuenta que estas no estén juntas al hierro o al acero y si esto se produce se debe aislar la tubería de cobre.

2.3 TIPOS DE MATERIALES

Una vez analizados los materiales utilizados en las tuberías de conducción de agua potable, ahora se realizará un análisis técnico y económico para poder seleccionar un tipo de material idóneo para las instalaciones hidráulicas, tomando en cuenta seis factores que son:

VIDA ÚTIL DEL MATERIAL

La vida útil del material está dada por el tiempo de duración de este, que generalmente es un factor decisivo ya que algunas tuberías tienen una vida útil muy corta teniendo que cambiarse en un corto plazo (alrededor de 5 años), en cambio otros materiales tienen una vida útil larga.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

La resistencia a la corrosión es otro factor importante ya que si una tubería se oxida, esta pierde gran parte de su sección o pierde espesor en la chapa, lo que genera que su resistencia se vea afectada y se degenera la tubería.

RESISTENCIA A LA PRESIÓN DEL AGUA

Tanto la tubería como los accesorios de conducción de agua potable deben ser resistentes a la presión de agua que se conduce dentro de estos, ya que si no resisten, tanto la tubería como los accesorios se rompen y generan fugas.

RESISTENCIA A ALTAS TEMPERATURAS

Entodas las tuberías hidráulicas circularán tanto agua fría como agua caliente; con el agua fría no existe mayor problema, no así con el agua caliente ya que al transportarse este líquido a presión y con altas temperaturas, las paredes internas de las tuberías

empiezan a sufrir desgaste por el calor a presión generado, lo que produce una pérdida en la resistencia de la tubería y posibles fisuras en estas.

TIEMPO DE INSTALACIÓN

El tiempo de instalación o fusión o soldadura entre el tubo y los accesorios es un factor que puede influir en el tiempo de ejecución de la obra, así como también en la resistencia de la tubería.

COSTOS

Los costos de las diferentes tuberías es el factor más decisivo, ya que dependiendo del presupuesto que se maneje para este tipo de instalaciones, el material que se use será de mejor o menor calidad.

2.3.1 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS MATERIALES

Tomando en cuenta los factores antes nombrados, se dará paso al análisis de cada uno de los tipos de tuberías mencionadas con anterioridad que son las de mayor uso en el Ecuador.

HIERRO GALVANIZADO

Este tipo de material en el Ecuador, presenta una vida útil baja, generalmente es entre los 5 y 7 años, esto se debe a que la resistencia a la corrosión no es buena para este material ya sea si está instalado a la intemperie, enterrado o dentro de paredes o losas, es muy fácil que se oxide, por esto, los constructores no ofrecen ningún tipo de garantía con la instalación de tuberías de hierro galvanizado.

En el proceso constructivo o de unión de las tuberías con los diferentes accesorios, que se lo realiza mediante la unión de roscas y obviamente con el uso de materiales pegantes como el teflón y la pasta, se debe tener mucho cuidado debido a que la presión que se aplique en la rosca influenciará en la resistencia a la presión del agua que pueda resistir; si se aplica muy poca presión en los últimos hilos de la rosca, muy probablemente exista fugaz debido a que no se ajustó bien los accesorios con el tubo y viceversa; de igual manera si se aplica mucha presión en los últimos hilos de la rosca, es muy probable que los accesorios se rompan por la presión que se genera entre la herramienta (llaves de tubo) y los accesorios. Generalmente en este tipo de material los que más sufren son los accesorios, por este motivo siempre que se adquiera accesorios de hierro galvanizado se debe revisar bien su procedencia y que no exista ningún tipo de rasgones o quiebres en las paredes externas de los accesorios.

La tubería de hierro galvanizado tiene una gran resistencia a las altas temperaturas, tanto internas (del agua), como externas temperatura de la intemperie. Es por esto que este material es muy recomendable para el uso de sistemas contra incendios, porque el momento que exista fuego este tipo de material no sufre ninguna agresión y el agua puede circular sin problemas por las tuberías para ayudar a extinguirlo. Lo que indica claramente que el agua caliente se puede transportar con facilidad dentro de este material.

El tiempo de instalación o de fusión de la tubería de hierro galvanizado con los diferentes accesorios se lo puede tomar como un tiempo prudente sin embargo la

herramienta que se necesita para hacer las roscas debe ser bastante resistente para poder cortar y hacer los hilos de rosca en los tubos, además se debe usar bastante fuerza y por lo menos dos personas para este trabajo, cuando se tiene diámetros pequeños ($\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{4}$ "), pero si la tubería tiene diámetros mayores se necesita de más personas debido al peso que la tubería presenta.

TERMOFUSIÓN

En los manuales y especificaciones técnicas de la tubería de termofusión, indican que la vida útil de este material es de 25 a 30 años, sin embargo en la práctica esto no se ha sido comprobado debido a que el material se desgasta tanto interna como externamente; por lo que la vida útil de este material en la ciudad de Quito está entre los 12 y 15 años.

Este tipo de material no presenta ningún tipo de corrosión ni formación de incrustaciones minerales gracias a su composición química, por lo que se tiene una certeza absoluta que el diámetro efectivo se va a mantener intacto en todos los tramos instalados.

En cuanto a la resistencia a la presión del agua, la tubería y accesorios de termofusión han presentado buenos resultados en la práctica debido a que en el proceso constructivo o de fusión, si se trabaja con el cuidado y la presión pertinente se logra tener un elemento homogéneo entre la tubería y los accesorios, lo cual lo convierte en

un material apto para resistir presiones de hasta el doble de la presentada en las redes de abastecimiento público.

Con la tubería y accesorios de termofusión se debe tener cierto tipo de cuidados con el transporte de agua a muy altas temperaturas ya que no deja de ser plástico; externamente no resiste altas temperaturas como el hierro galvanizado e internamente si el agua es muy caliente puede presentar problemas por desgaste de las paredes internas. Si el material está a la intemperie, los cambios de temperatura y humedad, pueden generar que la tubería se desgaste externamente, es por esto que la vida útil en la práctica no es lo que dicen los manuales.

El tiempo de instalación de tubería y accesorios termofusión es relativamente corto ya que lo que hay que hacer es calentar tanto del tubo como del accesorio hasta temperatura de fusión para proceder a unirlos; este tiempo dependerá del diámetro que se use y oscila entre los 30 y 45 segundos para diámetros de $\frac{1}{2}$ " hasta 1". Para diámetros mayores puede existir cierto tipo de inconvenientes ya que la termofusora solo funciona para los diámetros antes mencionados, para diámetros de $1 \frac{1}{4}$ " o mayores se debe adquirir una termofusora más grande y más costosa y obviamente los tiempos de fusión serán mayores.

PVC

Las especificaciones técnicas de la tubería de policloruro de vinilo (PVC), indican que la vida útil de este material es de 25 a 30 años, sin embargo en la práctica esto no se ha sido comprobado debido a que el material se desgasta tanto interna como

externamente; por lo que la vida útil de este material en la ciudad de Quito está entre los 12 y 15 años.

Este tipo de material no presenta ningún tipo de corrosión ni formación de incrustaciones minerales gracias a su composición química, por lo que se tiene una certeza absoluta que el diámetro efectivo se va a mantener intacto en todos los tramos instalados.

En cuanto a la resistencia a la presión del agua, la tubería y accesorios de PVC han presentado buenos resultados en la práctica, siempre y cuando la instalación sea la adecuada, hay que recordar que la tubería de PVC viene en dos presentaciones, roscable y pegable, por lo que el proceso constructivo cambia considerablemente entre la una y la otra, si se trabaja con el cuidado y la presión pertinente se logra tener buenos resultados en la unión entre la tubería y los accesorios.

Con la tubería y accesorios de PVC se debe tener cierto tipo de cuidados con el transporte de agua a muy altas temperaturas ya que no deja de ser plástico; externamente no resiste altas temperaturas como el hierro galvanizado e internamente si el agua es muy caliente puede presentar problemas por desgaste de las paredes internas. Si el material está a la intemperie, los cambios de temperatura y humedad, pueden generar que la tubería se desgaste externamente, es por esto que la vida útil en la práctica no es lo que dicen los manuales.

El tiempo de instalación de tubería y accesorios de PVC se lo puede tomar de dos maneras ya que existen dos presentaciones de tubería y accesorios; para el PVC pegable, el tiempo es relativamente corto ya que lo que hay que hacer es limpiar tanto el tubo como el accesorio y colocar pega especial para tubos y proceder a unirlos, el diámetro no influye en este material ya que si aumenta el diámetro solamente aumentará la cantidad de pegamento que se utilice. Si se utiliza PVC roscable, el tiempo que se emplea es un tiempo prudente debido a que para unir el tubo con cualquier accesorio lo que se debe hacer es hacer rosca al tubo para luego colocar teflón y pasta pegante y después roscar el tubo con el accesorio; para este proceso se debe contar con la herramienta necesaria para hacer roscar, causando cierto tipo de inconvenientes cuando los diámetros de la tubería superan las 2" ya que el tamaño y peso de la herramienta cambia.

COBRE

La vida útil de este material oscila entre los 40 y 50 años, haciéndolo un material apto para este tipo de instalaciones ya que se puede decir que en promedio esa es la vida útil de una construcción. Por la composición química del material, la resistencia a la corrosión es muy buena y no permite que las tuberías se oxiden o se formen incrustaciones.

La tubería de cobre al ser un material de la familia de los metales, presenta gran resistencia a altas presiones, es por esto que muchas veces la tubería de cobre es también usada en hospitales y en otro tipo de industrias para el transporte de gases que generan este tipo de presiones.

La resistencia a las altas temperaturas de este material hace que las tuberías de cobre sean óptimas para el transporte de agua caliente; sobre todo en la ciudad de Quito que presenta un clima frío, el agua debe estar bastante caliente para el uso de duchas y lavabos, es por esto que lo que más recomiendan los constructores para el uso de agua caliente es la tubería de cobre.

El tiempo que se utiliza para la instalación dependerá mucho del diámetro que se utilice, ya que para diámetros pequeños desde $\frac{1}{2}$ " hasta 1", lo que se necesita es calentar el tubo y el accesorio hasta una temperatura en la que la suelda se derrita y pueda fusionarse con el tubo y el accesorio, esto también dependerá del tipo de suelda que se utilice ya que por ejemplo la suelda de estaño-antimonio al 50% se derrite con una temperatura menor que la suelda de estaño-antimonio al 95% y esta a su vez se derrite a una temperatura menor que la suelda de plata al 5%. Por lo que los tiempos de instalación son relativamente variables, sin embargo se podría tomar como un tiempo prudente en comparación con el resto de materiales estudiados.

2.3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS MATERIALES

Para el análisis económico de los materiales estudiados, se tomará en cuenta los costos directamente en los puntos de venta, no se tomará en cuenta el valor del transporte hacia la obra ya que este puede variar por la distancia a la que se encuentre; además muchos distribuidores de materiales hacen el despacho de estos directo en las obras sin cargo alguno.

HIERRO GALVANIZADO

El valor tanto de la tubería como de los accesorios de hierro galvanizado, varían mucho dependiendo del país de procedencia del material, así podemos encontrar que si el producto es nacional, el costo de este es bajo, pero si este material procede de México, el valor aumenta considerablemente y dependiendo del distribuidor este puede costar entre 1.5 y 2.0 veces el valor del producto nacional; pero si la tubería y accesorios provienen del Japón el valor de estos es mucho más elevado que el producto nacional, puede estar entre 2.0 y 3.0 veces el valor, todo dependerá de los costos indirectos del distribuidor.

TERMOFUSIÓN

El valor de la tubería de termofusión es un valor considerablemente bajo, debido a que la producción es ecuatoriana y de muy buena calidad; en el mercado ecuatoriano, también se puede encontrar tubería termofusión importada que cumple las mismas características y de la misma calidad y con un precio similar al ecuatoriano. El costo real de este material está en el termofusor ya que como se había explicado anteriormente, se utiliza un termofusor para diámetros de hasta 1" y se debe adquirir otro termofusor para diámetros mayores, el cual es mucho más elevado.

PVC

La tubería de PVC tiene en el mercado nacional algunos años, por lo que el posicionamiento de esta es bastante aceptable, se puede decir que el 95% del producto es de producción nacional, por lo que los costos directos e indirectos son bajos con respecto a otros materiales y lo estándares de calidad que se manejan son internacionales por lo que el PVC en el Ecuador se ha establecido bastante bien. El precio de venta en los distintos puntos de distribución son generalmente estables y no existen grandes diferencias entre uno y otro distribuidor, por lo que este tipo de material es de un costo relativamente bajo con respecto a los otros materiales estudiados.

COBRE

El cobre, como se analizó anteriormente es un material de altísima calidad y totalmente resistente para la construcción, sin embargo no es un producto que se lo produzca en el territorio ecuatoriano sino que hay que importarlo de Chile o de Estados Unidos, lo que lo hace un material caro tanto en tubería como en accesorios y también en los materiales necesarios para su unión. Sin embargo el costo – beneficio que este material genera es excelente ya que se puede garantizar una larga vida útil y una resistencia alta.

2.3.3 SELECCIÓN DEL MATERIAL A USARSE

Después de haber realizado un análisis de cada uno de los materiales antes expuestos, se ha llegado a la conclusión que el material óptimo para las instalaciones hidráulicas es el cobre debido a que este tipo de tubería y sus accesorios son totalmente aptos para este tipo de trabajos, ya que resiste a altas presiones, resiste a altas temperaturas, no se corroe u oxida y su tiempo de instalación es prudente.

La parte negativa de este material es el costo ya que como se mencionó anteriormente, este material es importado, tanto la tubería como los accesorios y también los materiales soldantes que se utilizan para este proceso, lo cual encarecen los costos de la instalación; sin embargo la relación costo – beneficio es la mejor ya que las instalaciones hidráulicas con este material van a durar la vida útil de la construcción, sin tener problemas de sobre-presiones ni de roturas de tubería por altas temperaturas, que son los problemas que generalmente suceden en las construcciones al usar cualquier otro tipo de material.

Cabe recalcar que el cobre generalmente es instalado en propiedades o construcciones de clase media para el agua caliente y media-alta y alta para todo un sistema hidráulico, por lo que si este material se lo fabricaría en el país, seguramente llegaría a todos los estratos socio-económicos del territorio ecuatoriano.

CAPÍTULO 3

INSTALACIONES SANITARIAS

3.1 DEFINICIÓN

Para este tema, se entenderá por instalaciones sanitarias todas las instalaciones que ayuden a una edificación a evacuar las aguas residuales que esta posea, ya sean aguas servidas (aguas negras y aguas grises) y aguas lluvias (foto 9).

Se entenderá por instalación de redes de evacuación de aguas servidas, al conjunto de operaciones que deberá efectuar el constructor para colocar, conectar y probar satisfactoriamente las tuberías, cajas de revisión y demás dispositivos necesarios que conjuntamente integrarán el sistema de tuberías destinado a drenar y conducir dichas aguas de los diferentes niveles del proyecto, hasta descargarlas en el punto diseñado para el efecto.

El diseño de evacuación de aguas lluvias consiste en recolectar las aguas pluviales de manera separada a la recolección de aguas residuales.

Desde las cubiertas, áreas exteriores se recogerán las aguas pluviales, las mismas que empleando un sistema de rejillas de piso, sifones y tuberías (de acuerdo al sitio), descargarán en la red prevista para el efecto.

El material que se especifica para la instalación de estas redes, es el PVC de fabricación nacional, normas INEN 499; 1329; 1333 y 1374, tomando en cuenta las condiciones químicas y biológicas propias de las aguas servidas que por ella se

transporta. Se debe tener en cuenta que estas tuberías, al trabajar parcialmente llenas, permite la acumulación de una serie de gases sulfurados que ataca la parte superior de la sección transversal de los conductos. Esta acción no es agresiva con el PVC.

EVACUACIÓN

Este diseño funciona a gravedad, determinándose los diámetros en función de las unidades de descarga y longitud o altura de recorrido. La pendiente mínima recomendada para tuberías horizontales será del 1%, con la finalidad de conseguir un buen arrastre de sólidos. En los sitios en donde sea posible, se podrá mejorar la pendiente de estos conductos, colocando valores mayores de gradiente. El sistema se compone de derivaciones en cada piso, bajantes de desagües y colectores principales horizontales en el nivel de la planta baja.

RAMALES COLECTORES DE PISO

Para su cálculo se ha tomado como base la UNIDAD DE DESCARGA, equivalente a un caudal de 28 l/min. Los valores de unidad de descarga de los aparatos sanitarios que se mencionan en el siguiente cuadro responden a instalaciones en áreas de viviendas, y son:

APARATO	U.D.	APARATO	U.D.
Lavabo	1	Inodoro	4
Ducha	3	Urinario	2
Llave	1		

Los valores máximos de unidad de descarga que pueden transportar los diferentes colectores, con pendiente del 1% son:

DIÁMETRO	110 mm.	75 mm.	50 mm.
MÁXIMO U.D.	114 U.D.	17 U.D.	7 U.D.

Se ha fijado que todas las derivaciones provenientes de un inodoro tengan un diámetro mínimo de 110mm; todos los demás desagües provenientes de otros muebles o aparatos sanitarios, tendrán diámetros de 75 y 50mm.

BAJANTES

Se han previsto diferentes bajantes que recojan las descargas de los ramales colectores de los niveles superiores correspondientes, estas columnas se dispondrán, de manera que de ellos se descargue a los colectores de la planta baja y de ahí a la red de alcantarillado municipal. Para su cálculo se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- El número total de unidades de descarga de todos los aparatos cuyas aportaciones confluyan el bajante.
- La altura de la bajante a partir del empalme del ramal más bajo hasta la cúspide del mismo.

Los bajantes que se colocan empotrados en losas o paredes se instalarán con las debidas precauciones para evitar roturas en la tubería. Es muy importante tener en cuenta el montaje de las bajantes en su base, el mismo que debe ser chequeado y verificado para evitar fisuras o roturas de estos codos.

COLECTORES

Para su cálculo se han considerado:

- Caudal máximo (número de unidades de descarga máxima admisible)
- Pendiente máxima (1 %)

Los colectores internos descargarán como lo indican los planos, esto es hacia las cajas de revisión respectivas que se localizan en el nivel inferior.

ÁNGULOS DE ACOPLE

Los cambios de dirección que se originan en derivaciones, empalmes en columnas y colectores se obtendrán siempre mediante desplazamientos a través de la unión de varios codos de 45° (foto 10). Codos y accesorios con ángulos de 90°, se utilizarán exclusivamente en los ramales de ventilación. En casos de excepción, como son los recorridos verticales se podrá colocar codos y accesorios a 90°.

RED DE AGUAS PLUVIALES

Las aguas lluvias constituyen un importante volumen de líquido que debe ser evacuado de la edificación, por lo que la construcción de este sistema debe contemplar todos los puntos de captación que se reflejarán en los planos respectivos. Esta red se localiza en forma separada a la red de aguas servidas hasta la descarga a las cajas de revisión definidas en la planta baja donde dependiendo del proyecto se puede unir las dos redes para luego conectarse a la red de alcantarillado municipal o se las puede mantener separadas para un posterior tratamiento de las aguas. Sin embargo en vista de que el

alcantarillado de la ciudad es combinado, muchas veces se realiza una combinación de las aguas residuales en las cajas de revisión.

Esta parte del sistema trabaja a gravedad, con caudales de tubo parcialmente lleno; su dimensionamiento es función del área de aportación, de la intensidad de lluvia de la zona y de la gradiente de la línea; las tuberías utilizadas son de PVC, de iguales características a las empleadas en el sistema de aguas servidas. El sistema está constituido de ramales, bajantes, colectores y cajas de revisión.

DIMENSIONAMIENTO

ECUACIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIA SEGÚN INAMHI

Estudio de lluvias intensas” del INAMHI en el año 1999, presenta las ecuaciones de intensidad de lluvia de las diferentes estaciones meteorológicas en todo el país, por lo que será necesario para el dimensionamiento de las tuberías tener la ecuación específica para la zona en la que se va a implantar el proyecto o una zona aledaña o que tenga características meteorológicas similares. Con esta ecuación se puede tener el volumen de agua que caerá en un tiempo determinado en el sector seleccionado. A continuación tenemos un ejemplo de la ecuación de intensidad de lluvia que tiene el sector de La Tola.

$$I_{TR} = 79.908 \times t^{-0,3142} \times Id_{TR}; \quad 5 \text{ min. } <t < 45 \text{ min.}$$

$$I_{TR} = 755.57 \times t^{-0,9093} \times Id_{TR}; \quad 45 \text{ min. } <t < 1440 \text{ min.}$$

Dónde:

ITR = Intensidad de lluvia [mm/h]

t = Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración [min]

$I_{d_{TR}}$ = Intensidad máxima diaria (obtenida de gráfico de curvas para un periodo de retorno T_r , tomado del estudio de Intensidades antes indicado)

En base a las curvas de isolíneas de intensidades de precipitación publicadas en la referencia descrita anteriormente, se establece el siguiente cuadro:

Período de retorno T	La Tola
años	$I_{d_{TR}}$
5	2.30
10	2.60
25	3.00
50	3.20
100	3.50

Para poder tener un dato más exacto de la intensidad de lluvia, lo mejor que se puede hacer es comparar con otra ecuación de intensidad de lluvia, para este caso se puede obtener esta ecuación en los libros de la EMAAP-Q.

ECUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA SEGÚN NORMA EMAAP-Q

Estación	Latitud Sud	Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m (m)	Ecuación I-D-F
LA TOLA	0°13'46"	78°22'00"	2.480	$I = 39,9 * T^{0,09} * \ln(t+3)^{5,38} * (\ln T)^{0,11} / t^{1,93}$

La ecuación de la estación **La Tola** puede ser utilizada en sectores ubicados en las parroquias nor-orientales de Quito. En todo caso el diseñador justificará el uso de la ecuación I-D-F. que considere más conveniente.

Para el ejercicio que se está realizando, a continuación se muestra el cuadro de comparación de las intensidades de lluvia obtenidas con las respectivas ecuaciones de cada institución.

COMPARACIÓN DE INTENSIDADES DE LLUVIA

t (min)	PERIODO DE RETORNO (t_{TR})					
	LA TOLA (INAMHI)			LA TOLA (EMAAP-Q)		
	5.00	10.00	25.00	5.00	10.00	25.00
	2.30	2.60	3.00			
5.00	110.8	125.3	144.6	111.7	123.7	139.4
8.00	95.6	108.1	124.7	97.1	107.5	121.1
10.00	89.1	100.8	116.3	90.7	100.4	113.1
12.00	84.2	95.2	109.8	85.4	94.6	106.5
15.00	78.5	88.7	102.4	78.8	87.3	98.3

Una vez realizado la comparación las dos ecuaciones presentan resultados similares por lo tanto se puede adoptar cualquiera de ellas. Utilizaremos la ecuación de La Tola INAMHI

La capacidad de transporte de estos conductos responde a la fórmula de Manning que manifiesta:

$$V = \frac{1}{N} Rh^{2/3} J^{1/2}; \quad Q = 1000 * V * Ah$$
$$Rh = \frac{Ah}{Pm}$$

En donde:

V = Velocidad del fluido en m/s

Q = Caudal en l/s

Rh = Radio hidráulico en m

n = Coeficiente de rugosidad de Manning; para el PVC = 0,009

J = Pendiente de la tubería

Ah = Área hidráulica en m²

Pm = Perímetro mojado en m

La sección eficiente, es decir aquella con la máxima capacidad de transporte, es la que corresponde al tirante crítico, no necesariamente relacionada con la velocidad máxima.

Con estos parámetros, las áreas máximas que pueden ser drenadas con los diferentes diámetros con pendientes del 1% son:

DIÁMETRO mm.	50	75	110
ÁREA (m ²)	25	77	223

SUMIDEROS

Los sumideros son puntos localizados en áreas descubiertas, que permiten el escurrimiento de aguas lluvias hacia el sistema pluvial; se construirán por una rejilla de hierro, un depósito o tanque interior que forma un sifón y tubería de conexión con la red. Todos los puntos de recolección de aguas lluvias deberá disponer de un sello hidráulico, para evitar la aparición de malos olores en dichos sumideros; esta práctica se la deberá realizar con mayor razón cuando el tipo de alcantarillado sea combinado.

3.2 MATERIALES USADOS PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS.

En el mercado ecuatoriano, existen diferentes tipos de materiales para la conducción de aguas servidas o residuales, sin embargo se ha generalizado mucho este tema debido a que un solo material cumple con los requerimientos tanto técnicos como económicos y se lo ha tomado como óptimo para casi todas las construcciones en el Ecuador. Este tipo de material es resistente a todos los agentes externos que puedan producir daño alguno a la tubería, es económico y muy versátil; y se lo puede encontrar en varias marcas que el mercado ecuatoriano ofrece.

A continuación se presentarán los dos tipos de materiales más usados que existen en el mercado de la ciudad de Quito.

TUBERÍA DE CEMENTO

La tubería de cemento (foto 11), fue muy utilizada antes de la década de los 80 ya que en el mercado ecuatoriano todavía no existía la tecnología para la elaboración de tubería de PVC. Hoy en día este tipo de tubería para la construcción de edificaciones ha quedado en desuso debido a que la producción de gases sulfurados de las aguas servidas desgasta las paredes internas de esta tubería, ya que la tubería de cemento es muy rígida. Sin embargo este tipo de tubería todavía es muy usada en proyectos de alcantarillado urbano debido a que esta tubería es muy resistente a la compresión, es por esto que se puede observar tubería de gran diámetro en proyectos como urbanizaciones.

La fabricación de este tipo de tuberías en el Ecuador se lo realiza de manera artesanal, sin ningún proceso tecnológico que marque estándares de calidad, únicamente tratando que cumpla con los requerimientos de pruebas de compresión y flexión.

PROS Y CONTRAS DEL USO DE TUBERÍA DE CEMENTO

PROS

- Bajo costo.
- Alta resistencia a la compresión.

CONTRAS

- Se desgasta con facilidad.
- Difícil unión con otros accesorios (codos, tees, yees).
- Material muy rígido.
- Es pesado.
- Los materiales pegantes son muy frágiles cuando se secan y pueden producir fisuras y posibles fugas.
- Es un material muy frágil, si se lo lanza al suelo este se puede romper.
- No sirve para realizar instalaciones descolgadas en la losa.

TUBERÍA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

La tubería de PVC desagüe (foto 12) lleva algunos años en el mercado ecuatoriano, demostrando una aceptación bastante buena por parte de sus clientes. Este tipo de tubería se forma a partir de la polimerización de cloruro de vinilo; dando como resultado un plástico que puede ser rígido o flexible dependiendo de la forma que se le quiera dar; en el caso de las tuberías depende de la chapa que se le dé a ésta para que pueda resistir mayor o menor presión, tal es el caso de las tuberías de desagüe en las que las chapas son bastante delgadas y no resisten grandes presiones, debido a que para este tipo de tuberías los líquidos y sólidos que se transportan dentro tienen que conducirse únicamente por la acción de la gravedad, es por esto que se debe dar pendientes suficientes para que tanto los líquidos como los sólidos se transporten de una manera adecuada.

En el mercado ecuatoriano y para las instalaciones sanitarias de edificaciones que los diámetros de tubería no superan los 250mm, las tuberías de PVC más usadas es la lisa, ya que también existe la tubería corrugada que generalmente se utiliza para sistemas de alcantarillado.

Este tipo de tubería es la más utilizada en la construcción de edificaciones ya que es un material muy flexible y que genera mucha facilidad para el trabajo; además que se lo encuentra en varios diámetros y con gran variedad de accesorios para que el ensamblaje sea mucho más fácil. Además en el mercado ecuatoriano se encuentran diferentes marcas de este tipo de material, que deben cumplir con las normas INEN e ISO que se solicitan para poder distribuirlos.

PROS Y CONTRAS DEL USO DE TUBERÍA PVC

PROS

- Tubería de bajo costo al igual que sus accesorios.
- Por su composición química no le afectan los gases sulfurados que expulsan las aguas servidas.
- Por su composición química no produce incrustaciones internas.
- Facilidad de trabajo para la instalación.
- No es pesado.
- Variedad de accesorios y de diámetros.
- Se puede adquirir el producto con facilidad.
- Facilidad de transporte.

- Por su bajo peso es apto para realizar instalaciones descolgadas en losas.

CONTRAS

- No es una tubería que trabaja a presión.
- Se debe tener mucho cuidado con la instalación ya que si no se pegó bien un tubo con el accesorio pueden existir fugas.

3.3 TIPOS DE MATERIALES

Una vez analizados los materiales utilizados en las tuberías de evacuación de aguas residuales, ahora se realizará un análisis técnico y económico para poder seleccionar un tipo de material idóneo para las instalaciones hidráulicas, tomando en cuenta cuatro factores que son:

VIDA ÚTIL DEL MATERIAL

La vida útil del material está dada por el tiempo de duración de éste, que generalmente es un factor decisivo ya que algunas tuberías tienen una vida útil muy corta teniendo que cambiarse en un corto plazo, en cambio otros materiales tienen una vida útil larga.

RESISTENCIA GASES SULFURADOS

La resistencia a los gases sulfurados es otro factor importante ya que si una tubería no soporta este tipo de gases, empiezan a desgastarse las paredes internas de la tubería, lo que genera que su resistencia se vea afectada y se degenera la tubería.

TIEMPO DE INSTALACIÓN

El tiempo de instalación entre el tubo y los accesorios es un factor que puede influir en el tiempo de ejecución de la obra, así como también en la resistencia de la tubería.

COSTOS

Los costos de las diferentes tuberías es el factor más decisivo, ya que dependiendo del presupuesto que se maneje para este tipo de instalaciones, el material que se use será de mejor o menor calidad.

3.3.1 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS MATERIALES

Tomando en cuenta los factores antes nombrados, se dará paso al análisis de cada uno de los tipos de tuberías mencionadas con anterioridad que son las de mayor uso en el Ecuador.

TUBERÍA DE CEMENTO

Este tipo de material en el Ecuador, presenta una vida útil moderada siempre y cuando la instalación sea óptima, es decir que tanto los accesorios como los tubos estén bien unidos sin fugas y como este tipo de material tiene que estar dentro de la losa, se debe tener cuidado con la fundición de esta ya que al momento del vibrado de esta, la tubería puede romperse o agrietarse

La resistencia a los gases sulfurados en este tipo de material no es buena ya que con la presencia de estos gases, la tubería se desgasta paulatinamente generando que la

resistencia se vea afectada pudiendo generar roturas o agrietamientos. El tiempo de instalación de esta tubería es relativamente corto pero hay que tomar en cuenta que para unir la tubería con los accesorios se debe preparar un mortero de cemento para sellar las juntas, lo que puede ser tomado como un tiempo de ensamblaje considerable por el transporte de este pegante.

Los costos de este tipo de materiales es relativamente bajo, sin embargo el problema se genera en los costos del transporte ya que al ser un material muy frágil no se pueden apilar o colocar un tubo sobre el otro para el transporte lo que genera costos en transporte cuando se necesita un volumen considerable de tubería.

PVC

Las especificaciones técnicas de la tubería de policloruro de vinilo (PVC) de desagüe, indican que la vida útil de este material es de 25 a 30 años, que al ser un material únicamente de transporte que no trabaja a presión y a tubo parcialmente lleno, se puede determinar que esta vida útil es la óptima de este material en condiciones normales de uso y temperatura.

Como se habló anteriormente, este tipo de material no presenta daños por la emanación de gases sulfurados ya que el policloruro de vinilo es un material sintético que soporta estos gases, sin que se produzcan daños a la tubería.

El tiempo de instalación de esta tubería es relativamente corto ya que solamente se necesita limpiar y pegar los tubos con los accesorios. Hay que tomar en cuenta que para las instalaciones sanitarias y sobre todo para recorridos horizontales, no se debe colocar codos de 90° ya que esto produce un cambio brusco de dirección lo cual puede afectar a la tubería.

Los costos de esta tubería son bajos y accesibles ya que en el mercado se encuentran algunas marcas de tuberías, lo que hace de este material el más usado en las construcciones para las instalaciones sanitarias y de evacuación de aguas.

3.3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS MATERIALES

Para el análisis económico de los materiales estudiados, se tomará en cuenta los costos directamente en los puntos de venta, no se tomará en cuenta el valor del transporte hacia la obra ya que este puede variar por la distancia a la que se encuentre; además muchos distribuidores de materiales hacen el despacho de estos directo en las obras sin cargo alguno.

TUBERÍA DE CEMENTO

El valor tanto de la tubería como de los accesorios de cemento, varía mucho dependiendo del lugar de fabricación, como se mencionó anteriormente este producto es de producción artesanal por lo que dependerá mucho del lugar donde se lo fabricó, por ejemplo si la fábrica está cercana a una mina, los costos de fabricación serán

menores; además muchas veces por facilidad este tipo de tubería se la compra en las distribuidoras donde el costo real se ve afectado por un porcentaje de utilidad de dicha distribuidora.

Sin embargo el costo de esta tubería es bajo por el desuso que se está dando en el país, ya que es difícil para el trabajo y con la aparición del PVC, esta tubería se la utiliza más para obras de alcantarillado público.

PVC

La tubería de PVC tiene en el mercado nacional algunos años; al ser ésta junto a la tubería de cemento casi los únicos dos tipos de tubería que se utiliza para las instalaciones sanitarias, el posicionamiento de la tubería de PVC es bastante aceptable. Existen varias empresas que fabrican estos productos, cada una con su propia marca, se puede decir que el 100% de este tipo de material es de producción nacional ya que algunas veces para diámetros mayores, el producto se lo importa desde Colombia o México. Lo que causa una gran reducción en los costos directos e indirectos. Todas las tuberías de desagüe fabricadas en el Ecuador tienen que cumplir estándares de calidad tanto nacionales como internacionales, lo que hace que la competencia entre marcas de la tubería sea muy buena y sobre todo buena para el consumidor ya que los precios se mantienen en un nivel aceptable y accesible.

3.3.3 SELECCIÓN DEL MATERIAL A USARSE

Después de haber realizado un análisis de cada uno de los materiales antes expuestos, se ha llegado a la conclusión que el material óptimo para las instalaciones sanitarias es el PVC desagüe debido a que este tipo de tubería y sus accesorios son totalmente aptos para este tipo de trabajos y al no existir mayor variedad en el mercado, este tipo de tuberías son las óptimas tanto técnica como económicamente, y además luego de haber estudiado cada uno de los factores, este material ofrece mejores prestaciones que la tubería de cemento.

La parte negativa de este material es que, al existir algunas marcas en el mercado, la gente tiene posicionada en su mente una sola marca como la mejor, sin ser esto lo correcto, ya que como se indicó anteriormente, toda la tubería que se fabrica en el Ecuador tiene que cumplir con normas y estándares nacionales e internacionales, lo que hace que las características del material sean las mismas y solamente la competencia se produzca por el posicionamiento de la marca en la mente del consumidor, haciendo que una marca sea menos costosa que otra.

Este tipo de material es utilizado en todo tipo de construcciones ya sea de clase popular o de clase de élite, sin embargo se debe tener muy en cuenta el diseño y el cálculo que se realiza para las instalaciones ya que, si éste no es realizado con el debido profesionalismo, las instalaciones tampoco serán las mejores. Además, se debe tomar en cuenta el montaje de las instalaciones de ventilación que también deben ser de PVC pero otra calidad ya que sirven para ventilar los aparatos sanitarios y no hacer que se pierda su sello hidráulico y cause sonidos o succión en estos.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

4.1 METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA INSTALACIONES HIDRÁULICAS

La metodología constructiva de instalaciones hidráulicas no es otra cosa que la descripción paso a paso de cómo se une e instala una tubería con un accesorio y se la monta en el lugar indicado para ésta funcione, dependiendo del tipo de material, esta metodología variará ya que las partes o accesorios funcionan de distinta manera.

Para la presente disertación, se ha seleccionado el material de cobre para realizar el estudio de la metodología constructiva, ya que hoy en día la mayoría de construcciones están usando este tipo de tuberías para la instalación de agua potable, tanto para el agua fría como para el agua caliente en las edificaciones, además que, como ya se estudió, es el material óptimo para este tipo de instalaciones ya que cumple con todos los requerimientos básicos para que una red de agua potable funcione sin problemas.

Dentro de las instalaciones con tubería de cobre, existen un sin número de accesorios que son utilizados para que una red de agua potable abastezca de este líquido a los diferentes equipos sanitarios o salidas necesarias, como son codos de 90°, codos de 45°, codos so-hi (soldables en un extremo e hilos internos en el otro), codos so-he (soldables en un extremo e hilos externos en el otro), uniones, reducciones de distintos diámetros, universales, terminales so-hi, terminales so-he, tees, tees reducidas, tapones machos, tapones hembras, puentes, tees so-so-hi, tees so-so-he, válvulas de compuerta, válvulas check, llaves de paso, llaves de jardín, válvulas angulares, entre otras (foto 13).

Todos estos accesorios deben ser soldados a la tubería para su correcto funcionamiento; los materiales soldantes que se utilizan son suelda de estaño y antimonio al 95% o al 50%, suelda de plata, pasta fundente tanto para suelda de estaño como para suelda de plata, cada una es distinta a la otra, decapante y lijas. Muchas veces el decapante hace las veces de una lija ya que este material es un líquido que contiene algunos químicos que limpian la superficie de los accesorios y de la tubería para que la suelda se adhiera a ambas superficies y de esta forma se genere un material homogéneo sin filtraciones donde pueda escapar el agua. Para las salidas donde se van a instalar los aparatos sanitarios o las llaves siempre se debe colocar un tapón macho con teflón para poder realizar las pruebas respectivas.

Para poder empezar con el proceso constructivo de la instalación de una red de agua potable, se debe hacer un replanteo del área en la que se va a realizar la instalación, por ejemplo si es un baño se debe ubicar con bastante precisión la posición de cada uno de los aparatos sanitarios como son el inodoro, lavamanos, duchas, duchas de teléfono y bidet. Posteriormente a este replanteo, se procede a tomar medidas de las tuberías. Se recorta las tuberías (foto 14) y se hace un montaje provisional con los accesorios de cómo sería el recorrido de esta.

Una vez que el montaje provisional haya sido aprobado por el ingeniero residente, se procede a limpiar los extremos de la tubería de cobre y de los accesorios con lija de agua (foto 15), esto es para que la suelda se adhiera con bastante precisión y forme un elemento homogéneo entre la tubería y el accesorio.

Luego del lijado de la tubería y los accesorios, se coloca pasta fundente tanto en la tubería como en los accesorios; dependiendo del tipo de suelda que se utilice esta será diferente, si es suelda de estaño se utiliza una pasta diferente a si se usa suelda de plata; se coloca en la posición correcta en la que va a quedar el accesorio o los accesorios y se procede a calentar tanto la tubería como los accesorios con un soplete hasta llegar al punto de fusión de la suelda y formar un solo cuerpo entre el tubo y los accesorios (foto 16).

Una vez soldados los materiales se procede sellar estos colocando la tubería caliente en agua fría, el cambio brusco de temperatura hace que la suelda se solidifique y se endure sellando todas las posibles grietas que puedan existir. Una vez enfriada la tubería con los accesorios soldados se procede a colocar en lugar donde debe estar y se procede a anclar, si la tubería va dentro de paredes, se la ancla con alambres y si la tubería va descolgada en losas se la ancla con cinta perforada de acero o con anclajes roscables, no sin antes haber aislado la tubería del acero con plástico o manguera negra para evitar la transmisión de electrones.

Para la instalación de tuberías cuando se llega al punto de desfogue del agua, se debe tener en cuenta que tipo de aparato se va a colocar, por ejemplo, si es una ducha se debe tener claro las altura tanto de la mezcladora como de la salida de la cabeza de la ducha, o si es un lavamanos de igual manera la altura de las salidas y la ubicación correcta de éstos, o si es un inodoro, la salida del agua debe ir siempre al lado izquierdo del lugar donde se vaya a instalar el inodoro (foto 17). En todos estos casos se debe tomar en cuenta la realización de los arietes que son disipadores de energía cuando existe un cambio brusco de velocidades internas de las tuberías y para evitar que éstas produzcan sonidos cuando se está transportando el agua. Los arietes son una

extensión de la tubería en una longitud prudente (entre los 40 y 50 cm) hacia arriba de la salida del agua, esta tubería es del diámetro inmediato superior al de la salida del agua, por ejemplo, si la tubería es de $\frac{1}{2}$ " el ariete será de $\frac{3}{4}$ "(foto 18). La manera de soldar estos arietes, es de la misma forma que para soldar la tubería que se explicó anteriormente.

Se debe tomar en cuenta que para todas las salidas se debe colocar un terminal macho (hilos externos) o un terminal hembra (hilos internos) para la colocación de las llaves o las piezas al finalizar la obra. Una vez finalizada la colocación de las tuberías en las paredes con sus respectivas salidas, se debe colocar un tapón roscable para poder realizar las pruebas de presión respectivas al finalizar la instalación de todo el ambiente en el que se trabaje, ya sea este un baño o una cocina, etc.

Algunos constructores para economizar no colocan válvulas de control, únicamente en la entrada de la casa o del departamento, esto causa dificultades el momento en que se produzca algún problema con el funcionamiento de las instalaciones y se tiene que cerrar el paso de toda la casa o todo el departamento impidiendo el uso de los demás aparatos en la vivienda; es por esto que se recomienda la colocación de una válvula de control en cada ambiente que tenga la casa, así de esta manera se secciona y se corta el servicio de agua únicamente en ese lugar, permitiendo que el resto de la vivienda funcione con normalidad (foto 19). Para la instalación de las válvulas se las puede realizar de dos maneras; existen válvulas de compuerta que son soldables y válvulas de compuerta que son roscables; las válvulas soldables, se las debe instalar de igual forma que si se estuviera soldando un tubo con un accesorio, tomando en cuenta que se debe desarmar la válvula antes de ser soldada ya que algunas veces estas vienen con un empaque de caucho que con el calor puede derretirse y ocasionar fugas o posibles

malos cerrados de las válvulas. Para las válvulas roscables, se debe soldar en un extremo del tubo un terminal so-he y al otro extremo del tubo lo mismo para de esta forma poder roscar la válvula con el tubo y poder tener este accesorio colocado en el ambiente requerido.

Cabe recalcar que se debe respetar el diseño hidráulico con la mayor precisión posible, esto servirá para garantizar la simultaneidad de uso de los aparatos sanitarios en toda la vivienda. Para lo que respecta a la red exterior o que abastece de agua a los aparatos sanitarios, se debe continuar con el mismo procedimiento antes mencionado, solo que esta vez la tubería tendrá diámetros mayores y el tiempo de calentamiento de la tubería será mayor, así como también el uso de suelda y pasta fundente.

Cuando el recorrido haya llegado a la cisterna, se debe colocar un by-pass, que servirá para abastecer de agua potable a la vivienda en caso de que no se necesite una presión extra, este by-pass estará compuesto de válvulas check y compuerta colocadas de tal manera que el agua que ingresa de la red pública, abastezca a la cisterna y a la vivienda y no vaya al tanque hidroneumático y el agua que sale del tanque hidroneumático no regrese a la cisterna. Para la instalación de este sistema se debe seguir los pasos antes mencionados para la suelda de las tuberías y para la instalación de válvulas sin antes recordar que esta tubería es la que tendrá el mayor diámetro de la vivienda y los tiempos y gastos de material serán mayores.

Una vez terminada la instalación de todo un sector, llámese a éste baño, cocina, zona de lavandería, etc., se debe realizar las pruebas de presión pertinentes, esto es para garantizar que una vez que el agua ya sea de la red pública o desde la bomba de la cisterna, fluya por la red instalada, no existan fugas ni fisuras en la tubería; por esta

razón se realizan pruebas de presión anticipadamente en cada zona y antes que los maestros de la obra tapen las tuberías con mortero.

Las pruebas de presión en la ciudad de Quito, que la red pública de agua potable trata de tener una presión constante en toda la ciudad y esta se mantiene en el rango entre 60 y 90 lb/plg², se deben realizar de dos maneras. La primera es cuando la instalación de las tuberías están sin mezcladoras, en este caso se realizan pruebas de presión a 150 o 160 lb/plg². El segundo caso es cuando las instalaciones ya tienen las mezcladoras montadas, aquí se realizan las pruebas a 90 o 100 lb/plg², esto es debido a que estas al contener materiales de porcelana o de caucho no soportan mucha presión y se pueden romper con facilidad.

4.2 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCION PARA INSTALACIONES SANITARIAS

La metodología de instalación de las tuberías sanitarias se la debe realizar teniendo muy en cuenta que este tipo de instalaciones funciona a gravedad y no a presión por lo que siempre se debe dejar la pendiente suficiente para que el agua fluya con normalidad hacia la descarga.

Para poder unir dos tubos o un tubo con sus accesorios, se debe limpiar bien el tubo y el accesorio (foto 20) con un trapo humedecido con químicos limpiantes que dejan la superficie limpia y seca para que la pega que se aplica posteriormente se adhiera de una manera óptima para que no existan fugas de agua posteriores.

El proceso de instalación inicia con la visualización de las instalaciones en el plano de diseño respectivo para tener una idea clara de que tipo de aparatos sanitarios o puntos se van a instalar y el lugar preciso donde se los va a instalar, cada uno con su respectivo diámetro y derivaciones correspondientes. Una vez que se tiene la idea de cómo y dónde van los puntos se procede a tomar las medidas necesarias de tuberías con los accesorios a ser usados desde el punto más alejado de la instalación del lugar deseado, ya sea este un baño, una cocina, área de lavado o una terraza. Se toma la medida de los tubos y los accesorios necesarios para realizar la instalación y se procede a limpiarlos con un trapo húmedo con los líquidos antes mencionados, una vez totalmente limpios se coloca el pegamento para tubería de PVC desagüe tanto en la tubería como en el accesorio correspondiente y se procede a unir los dos extremos, una vez que el un extremo de un accesorio o una tubería haya embonado con el otro extremo del otro accesorio o tubería se debe realizar un giro de más o menos un cuarto de vuelta para cerciorarse que la pega se esparció por toda la superficie del tubo (foto 21); una vez realizado este procedimiento se sigue con los siguientes accesorios y pedazos de tubo hasta haber realizado toda la red del sitio seleccionado.

Cada punto tiene su propia instalación a una medida determinada dependiendo de las características del aparato, por ejemplo la salida del inodoro se debe colocar a 30 cm de la pared donde va a ser instalado el aparato, sin embargo hay otros inodoros que van instalados en la pared, es por este motivo que se debe leer bien las especificaciones técnicas del fabricante para ver dónde y cómo van instalados los aparatos para dejar el punto respectivo. Para las salidas de los lavamanos, fregaderos y lavadoras se debe dejar un tubo en la pared con una tee a una altura de 60 cm, para posteriormente

colocar los sifones respectivos que vienen en cada aparato y empatarlos a la red de evacuación de aguas.

Hay que tener muy en cuenta en qué lugares se debe colocar sifones y en cuáles no, ya que el sifón es un aparato sanitario basándose en el principio de los vasos comunicantes, que forma un sello hidráulico que no permite el paso de olores, se debe colocar en lugares que en realidad se requiera y además se debe tomar en cuenta que algunos aparatos sanitarios ya tiene los sifones incluidos o en su instalación incluye el sifón para formar dicho sello. Los aparatos, como los inodoros, ya tienen incluidos los sifones por lo que a la salida del punto sanitario de cada inodoro se coloca un codo reventilado. Otros aparatos que traen los accesorios del sifón para su instalación, son los lavamanos o fregaderos. En estos aparatos se debe hacer la instalación bajo el desagüe del plato de cada uno, ya que esto permite que se pueda desarmar con facilidad y la revisión y mantenimiento rápido de estos aparatos, sin embargo en puntos de duchas o trampas de piso o puntos de aguas lluvias en patios o terrazas se debe colocar necesariamente un sifón para que se forme el sello hidráulico antes mencionado y el no permita la salida de malos olores. Otra práctica que se la realiza con bastante continuidad es la colocación de tapas de registro. Éstas sirven para realizar inspecciones constantes del funcionamiento del sistema, estos registros son unas tapas roscadas que se colocan en los extremos de las ramificaciones y su función es básicamente la inspección de posibles taponamientos u obstrucciones de las tuberías de conducción de aguas residuales.

Una vez listo el sistema de tuberías que van en el lugar seleccionado, se procede al montaje ya sea en paredes o en losa para que posteriormente se las tape en el caso de las paredes o se funda en el caso de la losa. Hay que tener muy en cuenta que el replanteo de los aparatos sanitarios, es decir, saber el lugar exacto donde van a estar colocados estos aparatos debe hacerse con el ingeniero residente, con el maestro mayor de la obra y con el plomero que esté a cargo del sector donde se va a hacer la red sanitaria, ya que una vez que se haya hecho el sistema sanitario y fundida la losa, éste no podrá ser cambiado ni hacer correcciones grandes como el cambio de lugar de los aparatos, ya que tocaría picar toda la losa y hacer un nuevo recorrido de tuberías. Se debe tener muy en cuenta que el momento en que se vaya fundir la losa tiene que estar presente el plomero revisando que el hormigón o los maestros de la obra no vayan a mover ni dañar las instalaciones ya colocadas con anterioridad, ya que podría ser un problema grave en el futuro, teniendo filtraciones u ocasionando que los aparatos no puedan ser instalados.

Una vez que la red de un piso se haya instalado, ésta se la debe conducir hacia pisos inferiores mediante bajantes, que son tubos verticales en los que se evacuará las aguas servidas hasta el nivel más bajo o hasta donde se encuentre la red de cajas de revisión que enviarán el agua hacia la red de alcantarillado. Estas bajantes (foto 22) pueden ir instaladas en paredes o en ductos y la instalación se la realizará de la misma forma que se explicó con anterioridad, en las tuberías verticales se puede aceptar el uso de codos de 90°, sin embargo es mucho más recomendable el uso de codos de 45°. Esta tubería deberá ir anclada en las paredes del ducto o si la bajante va por la mampostería simplemente se la deberá tapar con mortero de cemento. Es también recomendable tratar que esta tubería tenga un solo recorrido desde el piso más alto hasta el nivel más

bajo tratando que esta no tenga quiebres en lo que más se pueda. A estas bajantes irán conectadas las redes sanitarias más cercanas para tratar de ocupar la menor altura posible en la losa de cada piso, por la pendiente que estas deben tener para el transporte de las aguas servidas.

Una vez que toda red de evacuación de aguas se haya conectado y se la haya llevado hasta el nivel más bajo o hasta el nivel donde debe ir otra red para la evacuación al alcantarillado municipal, se debe realizar la red de recogimiento de aguas mediante cajas de revisión de hormigón, esta red contemplará los mismo criterios antes mencionados con la particularidad que esta red ocupa tuberías de diámetros superiores dependiendo del diseño pueden ir desde 110 mm hasta 300 mm o 350 mm, las características que esta red debe tener son que se deberá tratar en su mayoría que las bajantes de la edificación se dirijan a las cajas de revisión o a su vez colocar una caja de revisión en la salida de cada bajante; los recorridos de tubería entre cajas de revisión no serán superiores a los 10 m justamente para poder revisar cualquier taponamiento que pueda existir posteriormente y por último, no se utilizarán accesorios para realizar quiebres o cambios de dirección, cuando exista un cambio de dirección se utilizará una caja de revisión. Muchas veces se acostumbra a tener redes de evacuaciones de aguas residuales separadas, algunas veces las separan en aguas lluvias, aguas grises y aguas negras, es por esto que se debe tener muy en cuenta la red municipal de alcantarillado o de colectores para saber si esta tiene separados sus sistemas. Esta práctica también se la realiza hoy en día en las casas o edificaciones que pretenden ser de tipo ecológico entonces las aguas lluvias las trasladan a un reservorio donde sirve como estanque para peces o para riego de jardines; las aguas grises las desechan en el riego de jardines y áreas verdes y las aguas negras las llevan a una planta de

tratamiento de aguas servidas para mediante procesos aeróbicos y anaeróbicos se descomponga la materia y el agua sea lo menos contaminada posible para conducirla a riego o a su vez al alcantarillado municipal.

Una vez que se haya terminado de hacer la red sanitaria se debe realizar la red de ventilación sanitaria (foto 23); esta red ayuda al sistema a mantenerse siempre a presión atmosférica para que no exista una succión del agua de los aparatos cuando se hace correr el agua de un inodoro o cuando exista un recorrido de agua a velocidad perdiendo así el sello hidráulico y produciendo sonidos en la tubería. La red de ventilación sanitaria se la realiza a partir de los aparatos que ya incluyen los sifones o que vienen para instalarse con el aparato, esto es en inodoros, lavamanos y fregaderos. Para lavamanos y fregaderos, a partir de la tee que se deja en la pared a 60 cm, se debe colocar la tubería de ventilación, esta red, al no conducir agua, puede tener los quiebres de dirección a 90° y debe conducirse hasta el ducto de ventilación o hasta que se pueda colocar una salida del tubo en una de las fachadas de la construcción para luego instalar en ese lugar una rejilla para que la red del sitio este ventilada y con presión atmosférica.

Después de realizada la instalación de la red sanitaria como de la red de ventilación lo que se hace generalmente es llenar de agua las tuberías para verificar que estas no tengan alguna fuga y para que empiecen a funcionar los sellos hidráulicos de los sifones, como esta tubería funciona netamente a gravedad, lo único que se hace es llenar las tuberías hasta que los sifones se encuentren con agua, posteriormente en las

terrazas cuando llueva estas de igual forma mantendrán al sistema en funcionamiento y se podrá evidenciar, en el caso de existir, alguna anomalía que deberá ser corregida.

Generalmente los errores que se cometen es dejar los tubos únicamente unidos sin ningún tipo de pegamento, entonces cuando se realiza este tipo de pruebas, se puede detectar la falla instantáneamente ya que sin el pegamento la tubería no se sella correctamente y las fugas empiezan a aparecer. Otro de los errores comunes es el no girar la tubería el momento que se realiza el proceso de pegado, al no girar esta lo que ocurre es que puede existir posibles grietas y posteriores goteos del agua que se transporta.

Los tiempos de instalación de este tipo de tubería en relación al diámetro que se esté trabajando no varía mucho entre los diferentes diámetros, es decir, que el tiempo de pegado o unión de una tubería de 50 mm es muy similar al tiempo de unión o pegado de una tubería de 75 mm o de 110 mm, hay una diferencia en tiempos de instalación cuando la tubería supera los 160 mm ya que para diámetros grandes influye el peso de la tubería y el tamaño de los accesorios.

4.3 PROPOSICIÓN DE NUEVAS METODOLOGÍAS PARA LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

Hoy en día se están realizando nuevas metodologías de instalación tanto para las instalaciones hidráulicas como sanitarias que facilitan mucho el trabajo, lo hacen más limpio y con mayor facilidad para control y posibles ajustes o cambios.

Antes para las instalaciones hidráulicas y sanitarias, una vez encofrada la losa, entraba el plomero a realizar sus instalaciones sanitarias y a dejar los pasos para las instalaciones hidráulicas, lo que implicaba un trabajo minucioso de replanteo de las paredes y de las piezas sanitarias, lugares exactos donde iban ubicados los inodoros y las duchas entre el maestro de obra, el plomero y los ingenieros residentes de la obra e hidráulico – sanitario; una vez realizado el replanteo el plomero con la inspección del ingeniero residente hidráulico – sanitario debían realizar la instalación cuidadosamente percatándose que las tuberías no tengan mucha injerencia con las varillas de acero que cruzan por las losas y si cruzaban tenían que doblar las varillas para hacer que pasen los tubos por estas. Además el plomero debía tener la capacidad y la habilidad de trabajar con las pendientes suficientes en toda la altura de la losa para que pueda existir un buen arrastre de sólidos, sin que las tuberías queden expuestas en la losa una vez terminada la fundición. A parte cuando se realizaba la fundición el plomero debía estar vigilando que los maestros que realizaban la fundición no muevan, rompan ni dañen los tubos ya instalados, lo que era muy probable que suceda.

Con las instalaciones hidráulicas esto era un poco más fácil ya que cuando estaba encofrada la losa simplemente se dejaban los pasos para después subir la tubería y que la instalación se la realice por paredes. Con este método, ambas instalaciones no podían realizar cambios de lugar de las piezas posteriores a la fundición de la losa, lo cual algunas veces causaba cierto tipo de desconformidad a los propietarios porque después de ver cómo estaban distribuidas las piezas no estaban totalmente satisfechos con esta distribución.

Hoy en día se está cambiando la forma de realizar las instalaciones tanto sanitarias como hidráulicas; lo que se está acostumbrando a hacer, es a esperar que la losa esté

fundida y fraguada para que entre el equipo de plomería con una perforadora de losas y realice las perforaciones respectivas en los lugares exactos donde van ubicados los aparatos sanitarios; estas perforadoras tienen brocas de diferentes diámetros que van desde $\frac{3}{4}$ " hasta 10", sin embargo para casas y edificios de hasta 6 pisos las perforaciones sanitarias que se necesitan son de 2", 3" y 4" que son las medidas utilizadas para las diferentes salidas utilizadas para los aparatos sanitarios.

Una vez fraguada la losa, el ingeniero residente de la obra conjuntamente con el ingeniero residente de la parte hidráulica – sanitaria, replantean los puntos de la ubicación de las salidas para después de eso entrar con la perforadora y realizar los diferentes huecos de distintos diámetros. Una vez que la losa está perforada, se procede a realizar las instalaciones descolgadas bajo la losa y anclándola hacia el techo de esta, de la misma forma que se indicó anteriormente (foto 24). Luego de finalizada la instalación y todas las instalaciones que van descolgadas bajo la losa como son las hidráulicas, eléctricas y mecánicas se procede a cubrir el techo con gypsum o con cielo falso.

Este procedimiento permite tener mejores pendientes y recorridos un poco más largos de las tuberías, además es mucho más fácil para realizar cambios o arreglos de tubos rotos o de recorridos de la tubería y también este método es bastante versátil ya que la posición y ubicación de las piezas sanitarias se decide hasta el final, lo cual permite hacer cambios a los propietarios o dueños de la obra a última hora. Además si una vez realizada la perforación se decide cambiarla de lugar, se puede realizar una nueva perforación y la antigua se la tapa con mortero y un impermeabilizante.

Si la perforación cae en una viga, simplemente se la recorre un poco para luego por paredes arreglar la posición exacta donde debe ir la salida y de esta forma no se debe estar doblando varillas ni haciendo daño a la estructura. La tubería descolgada puede ir bajo las vigas o atravesarlas, si la estructura es de hormigón armado, el ingeniero estructural antes de la fundición de las vigas deberá dejar paso en lugares donde los momentos sean cero para poder atravesarlas y si la estructura es metálica, se deberá hacer las perforaciones respectivas con la suelda o con plasma y reforzar las vigas donde se hayan realizado los huecos.

Otra práctica muy común hoy en día en los edificios, es la conformación de ductos en las zonas cercanas a los baños y cocinas, esto se lo realiza con el afán de acortar los recorridos de la tubería sanitaria y minimizar las alturas de las pendientes de las tuberías para poder alcanzar una mayor altura entre el piso y el techo, los ductos son orificios que atraviesan toda la altura del edificio con el fin de colocar en estos lugares todas las bajantes (aguas lluvias, aguas servidas, ventilación), instalaciones eléctricas, columnas del sistema contra incendios y columnas de agua potable, para una posible inspección y como se dijo anteriormente para acortar distancias por las pendientes que se tiene que dar.

Hay que tener muy en cuenta las dimensiones de los ductos y dependiendo del número de tubos que vayan a pasar, deberán cambiar las dimensiones; si el ducto es exclusivamente de uso sanitario, generalmente irán tres tuberías de 110 mm (una de aguas lluvias, una de ventilación y una de aguas servidas), este número de tuberías puede ser mayor y dependerá de las exigencias de la arquitectura ya que si el proyecto fue concebido con una separación de aguas negras y aguas grises deberá haber unao dos tuberías más.

Para las instalaciones hidráulicas se puede realizar de dos maneras, la una desde la losa superior bajar las instalaciones de cada uno de los puntos, esto es que todo el recorrido se lo realiza en la parte superior de la vivienda y desde ahí se va bajando a cada punto que se necesite y la otra manera es desde la losa inferior subir a cada punto, esto es que desde la losa inferior se realiza el recorrido de la tubería y cuando se llegue a cada punto se realiza una perforación en la losa para subir la instalación, sin embargo esta práctica puede funcionar únicamente en casa o viviendas unifamiliares de dos pisos ya que si ocurre algún daño en la tubería y se tiene que reparar el arreglo se lo hace desde el piso inferior, lo cual sería bastante molesto en el caso de edificios de departamentos.

En las instalaciones hidráulicas, al funcionar estas bajo presión, los recorridos pueden ser largos sin importar ni tener en cuenta las pendientes de las tuberías, sin embargo no hay que olvidarse que si se trabaja con tubería de cobre y estructura metálica, cuando se crucen una tubería con una viga o una columna, la tubería debe ser recubierta con manguera en el espacio del cruce para evitar que exista la transferencia de iones por el intercambio de valencias que se comentó en capítulos anteriores.

4.4 PROPOSICIÓN DE SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA REPARACIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

Ya se ha visto cómo funcionan y cómo se instalan las redes, tanto hidráulicas como sanitarias, pero una parte crítica de estas instalaciones es cuando surge algún tipo de daño o desperfecto posterior a la entrega de la obra.

En el pasado lo que se solía hacer es que si se presenta una fuga de agua sobre todo en las tuberías de agua potable los dueños de las propiedades se daban cuenta de esta por la aparición de humedad en las paredes, sin embargo muchas de la veces la fuga de agua estaba en otros lugares de donde salía la humedad ya que el comportamiento del agua es muy impredecible, porque el agua recorre por donde tiene espacio, entonces si en las paredes o en la losa existía una grieta el agua toma ese camino para dirigirse hasta poder salir. Esto causaba molestias tanto para los propietarios como para el ingeniero hidráulico porque se tenía que picar las paredes hasta encontrar el lugar exacto donde está la fuga.

Con las instalaciones sanitarias, sucedía algo similar pero como esta tubería no trabaja a presión era menos probable que esto suceda, sin embargo se presentaban las fugas con malos olores ya que esta tubería transporta aguas de desecho, lo que también causaba problemas a los propietarios.

Obviamente al momento de realizar las pruebas tanto de presión como de estanqueidad se tiene que ser lo suficientemente prolijo para determinar si la tubería está bien soldada o bien pegada como para que no existan fugas, sin embargo muchas veces esto suele suceder.

Este tipo de errores se está tratando que cada día sean menores y con la posibilidad que el arreglo de estos sea cada vez más fácil y menos destructivo, es por esto que hoy en día se puede ver muchas más construcciones con otros métodos constructivos. Uno

de estos métodos es realizar las instalaciones tanto hidráulicas como sanitarias descolgadas bajo o sobre la losa; las instalaciones sanitarias van descolgadas bajo la losa y las instalaciones hidráulicas van descolgadas sobre la losa y bajo las losas se coloca recubrimiento de gypsum o cielo falso, de esta forma si existe una fuga de agua sin importar la que sea, se puede detectar el lugar exacto donde esta está ocurriendo porque siempre va a haber un espacio considerable entre las tuberías y el recubrimiento que se elija y el agua va a filtrar en el lugar exacto donde está la fuga. De esta manera únicamente se corta el gypsum en el lugar afectado o se retira la plancha de cielo falso afectada, se hace el arreglo de la tubería y se vuelve a tapar con una plancha nueva o con un pedazo de gypsum nuevo. Los costos de este tipo de arreglo son significativamente más bajos que picando losas y paredes.

Para las instalaciones hidráulicas que recorren por paredes, cuando existía una fuga de agua el procedimiento que se realizaba era picar la pared por la parte de atrás del baño o de la cocina y realizar el arreglo incurriendo nuevamente en el caso anterior de picado hasta encontrar la fuga y luego todas las molestias que generan el arreglo de esa pared. Y si no había como realizar el picado de pared por la parte de atrás del baño o de la cocina, lo que se hacía era picar la pared por la parte de adentro del baño y cocina, incurriendo en muchas más molestia porque había que destruir la cerámica del baño con el riesgo que no se encuentre en el mercado la misma cerámica y se tenga que, por una pequeña fuga de agua cambiar toda la cerámica del baño, lo cual sería más costoso que el mismo arreglo.

La proposición que se quiere hacer con esta disertación, es que en los baños y cocinas las paredes sean de fibro – cemento o de gypsum estructurado para que, si existe una fuga por paredes, el procedimiento de arreglo de esta sea mucho más fácil, lo que se

haría es con una amoladora cortar la junta de las baldosas o porcelanatos para poder tener el espacio de acceso a la fuga y sacar las baldosas enteras, para después proceder a realizar la reparación de la tubería y posteriormente, con una nueva plancha de fibro – cemento o una nueva plancha de gypsum, tapar el hueco de la fuga y proceder a colocar la misma baldosa que estaba sin tener el problema del cambio de baldosa ni de estar buscando la misma baldosa que muchas veces será un trabajo casi imposible de lograr. Este mismo procedimiento se lo podría hacer pero por atrás de los baños y cocinas en los lugares que sea posible, de esta manera se evita que se esté picando paredes y luego de hacer la reparación realizar el proceso de tapado de la pared con mortero o bloque, luego el alisado de las paredes, estucado y pintura, lo cual con este procedimiento que se está proponiendo, se lo puede realizar con mucha más velocidad y es mucho más ágil que el proceso tradicional.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el respectivo análisis, haber escogido un material para cada tipo de instalación e indicar la forma de instalaciones y los posibles métodos para que los arreglos y las mismas instalaciones sean mucho más fáciles de realizar, se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1 CONCLUSIONES

- Cuando se realice cualquiera de las instalaciones, al momento de tomar las medidas para cortar las tuberías, se debe empezar por la toma de las medidas más largas; con esto se pueden minimizar los desperdicios o, con la tubería sobrante, se pueden realizar los cortes de las tuberías más pequeñas para los quiebres o uniones de accesorios.
- Una vez analizados los materiales existentes en el mercado ecuatoriano en una construcción, el ingeniero hidráulico-sanitario puede dar una apreciación bastante certera de la calidad de los materiales y de qué tipo de material usar en la obra, o las garantías que da cierto tipo de material en comparación a otro; sin embargo todo dependerá del presupuesto con el que cuente el propietario para la realización de la obra y de la comodidad requerida por este. Si el propietario no quiere tener problema alguno, gastará un poco más de dinero y colocará tubería de cobre para el transporte del agua potable y tubería de PVC desagüe para transportar las aguas residuales, pero si el propietario está ajustado con su presupuesto, dirá al ingeniero hidráulico-sanitario que se coloque tubería de PVC presión o de hierro galvanizado para el agua potable y tubería de PVC desagüe para las aguas residuales. Sin embargo hoy en día lo que se

procura hacer para abaratar los costos de las instalaciones, es colocar tubería de PVC presión para el agua fría y tubería de cobre para el agua caliente, que es una práctica muy aceptada por algunos constructores. Existen otros constructores que no la aceptan mucho, debido a que muchas veces la presión del agua es la que daña las tuberías, entonces lo que suelen hacer es colocar la tubería de PVC presión, realizan las pruebas y posterior a las pruebas, si existe alguna falla, el propietario correrá con el costo del arreglo. Pero si se coloca tubería de cobre, y aún así existiera alguna falla, el ingeniero hidráulico-sanitario da la garantía del funcionamiento y corre con todos los gastos del arreglo.

- La realización de pruebas de presión en el sistema hidráulico y pruebas de estanqueidad y sello hidráulico en el sistema sanitario, son la garantía de que ambos sistemas funcionan con total normalidad, si existiera una fuga de agua en el sistema hidráulico, la presión bajaría notablemente y si existiera alguna unión o tubo sin pegar, se lo vería con facilidad en el goteo que se produce en las uniones. Es por estos motivos que se realizan las pruebas de ambos sistemas, para poder corregir posibles errores que se puedan presentar.
- En una obra siempre debe existir un profesional técnico que sepa guiar a los maestros y les diga lo que se debe y no se debe hacer, ya que muchas veces los obreros hacen las cosas por práctica o con métodos muy empíricos sin ningún criterio técnico; es ahí cuando el profesional, con criterio técnico dará las indicaciones de cómo se debe hacer para que el trabajo sea de calidad.
- Las garantías que se debe dar en el trabajo que uno realiza y la responsabilidad que esto trae como profesional, se la debe llevar siempre, a todas partes y con quien sea, no

sólo el ingeniero hidráulico-sanitario sino todos los profesionales. El trabajo debe ser bien realizado y en caso de fallas, el profesional debe asumir su responsabilidad y solucionarlo a cualquier costo, además la ética profesional debe imperar en todo instante del trabajo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Al realizar las instalaciones hidráulicas, se debe tener cuidado con la colocación de la suelda, ya que si se coloca mucha de esta, se escurre hacia el interior de la tubería y cuando esta se solidifica puede formarse incrustaciones que afectan al recorrido del agua.
- Tomando en cuenta las nuevas tendencias y tratando de llevar todos los tipos de trabajos a un ámbito de cuidado del medio ambiente, se debería tratar de reusar las aguas grises mediante un tratamiento para el riego de jardines o para el uso del agua en inodoros, haciendo un análisis de impacto económico y funcional.
- El ingeniero hidráulico-sanitario deberá dar todas las recomendaciones, tanto de los materiales como de los aparatos sanitarios a instalarse, al propietario de la obra, para que sea éste quien tome la decisión dependiendo de su presupuesto y del tipo de acabados que desee tener para aumentar el valor de la propiedad en un caso posterior de venta de la casa o del departamento.
- El ingeniero hidráulico-sanitario deberá proveer a sus maestros todos los implementos de seguridad necesarios para la obra para que éstos reduzcan la posibilidad de sufrir lesiones graves en caso de un accidente, así mismo deberá afiliarlos al seguro social

para que en caso de existir algún accidente, ellos puedan acudir inmediatamente a cualquier hospital público para ser atendidos.

- Al trabajar con tubería de cobre para instalaciones hidráulicas, se debe tener mucho cuidado ya que las uniones se las realiza mediante el uso de suelda, esto es usando un soplete que funciona con gas, lo cual puede causar quemaduras graves si no se tiene las precauciones adecuadas; además, al calentar y realizar la soldadura, la tubería, al ser buen conductor de calor, queda bastante caliente lo que podría también ocasionar quemaduras graves.

ANEXO FOTOGRÁFICO.

FOTO 1. Fotografía de instalaciones sanitarias, que funciona a gravedad, se puede observar la pendiente que se da a la tubería para que el agua fluya con facilidad.



FOTO 2. Fotografía de válvulas de compuerta, para controlar el paso del agua a los diferentes aparatos sanitarios.



FOTO 3. Fotografía de tuberías de hierro galvanizado.



FOTO 4. Fotografía de tuberías de termofusión.



FOTO 5. Fotografía de proceso de termofusión con la termofusora.



FOTO 6. Fotografía de tuberías de PVC.

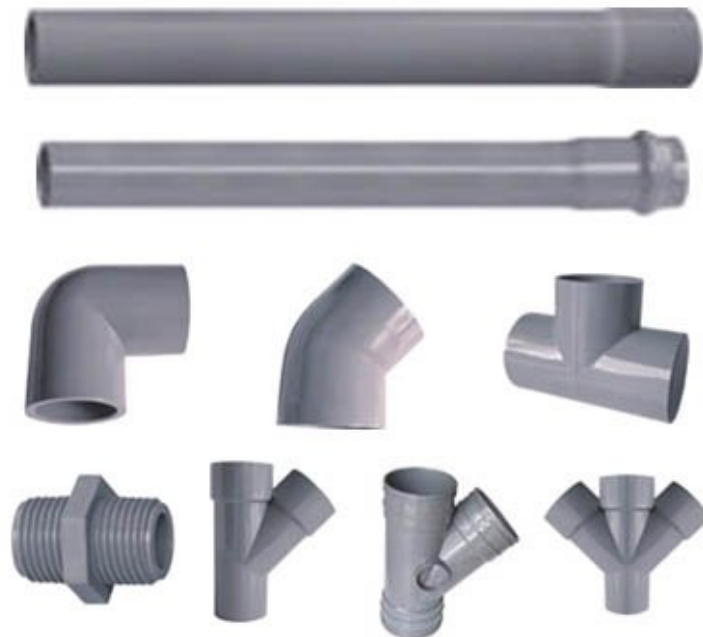


FOTO 7. Fotografías de tuberías de cobre.



FOTO 8. Fotografía de soldadura de estaño.



FOTO 9. Fotografía de instalaciones sanitarias.



FOTO 10. Fotografía de acoples de instalaciones sanitarias a 45°.



FOTO 11. Fotografía de tuberías de cemento.



FOTO 12. Fotografía de tuberías de PVC desagüe.



FOTO 13. Fotografía de accesorios de cobre.

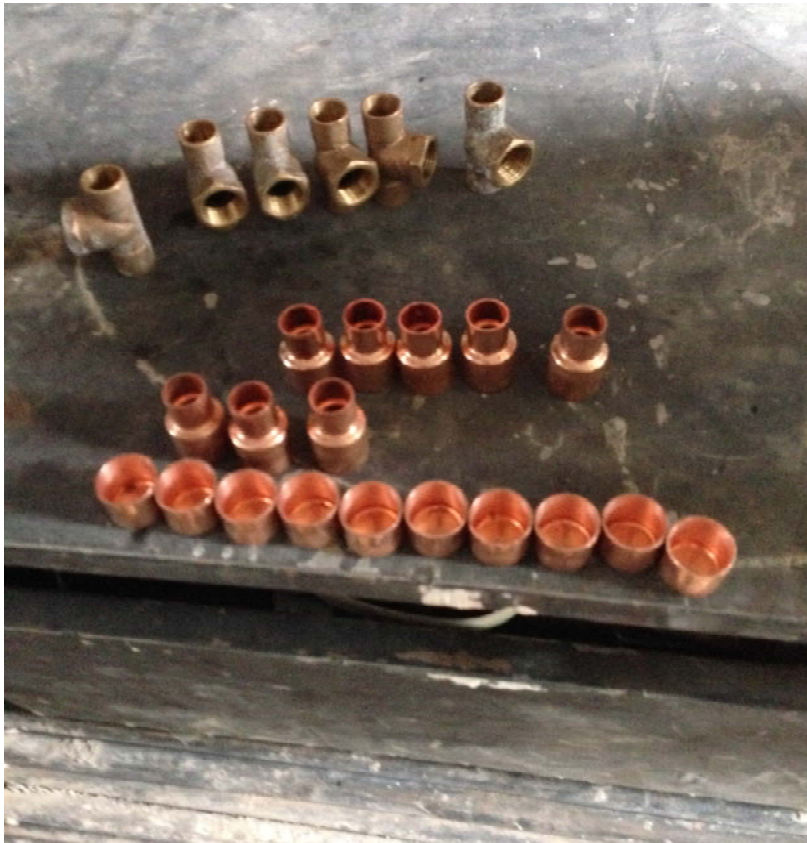


FOTO 14. Fotografía de medición y corte de tuberías de cobre.



FOTO 15. Fotografía de lijado de accesorios y tubería de cobre antes de proceder a soldar.



FOTO 16. Fotografía de proceso de soldado de tubería de cobre.



FOTO 17. Fotografía de instalaciones definitivas de tuberías de cobre con las alturas respectivas y correspondientes a los diferentes aparatos sanitarios.



FOTO 18. Fotografía de tubería de cobre con su respectivo ariete.



FOTO 19. Fotografía de una válvula de compuerta para el funcionamiento de un baño.



FOTO 20. Fotografía de limpieza de tubería de PVC desagüe con trapo húmedo y líquidos con químicos.



FOTO 21. Fotografía de la colocación de pegamento en la tubería para posterior pegado.



FOTO 22. Fotografía de bajantes de aguas servidas y aguas lluvias.



FOTO 23. Fotografía de red de ventilación sanitaria.



FOTO 24. Fotografía de instalaciones descolgadas bajo losa.

