

DISEÑO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA EXPLICAR EL PROCESO PARA
LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN LOS
HOGARES Y/O CONSTRUCCIONES RURALES.

JOSE ALEJANDRO PINEROS RAMIREZ
OSCAR ANDRES CRUZ OJEDA

Director del Proyecto:

Dr. Juan Carlos Castro Medina

UNIVERSIDAD AGRARIA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVÍL
HIDRAÚLICA
2017

DISEÑO DE UNA GUÍA E DISEÑO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA
EXPLICAR EL PROCESO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES
HIDROSANITARIAS EN LOS HOGARES Y/O CONSTRUCCIONES
RURALES.

JOSE ALEJANDRO PINEROS RAMIREZ
OSCAR ANDRES CRUZ OJEDA

TRABAJO DE GRADO

INGENIERO CIVIL. JUAN CARLOS CASTRO MEDINA

UNIVERSIDAD AGRARÍA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVÍL
HIDRAÚLICA
2017

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

BOGOTA 09-OCTUBRE DE 2017

Dedico este trabajo a mis padres que con su apoyo económico y moral durante esta fase de mi vida, han logrado que culmine una etapa de constante esfuerzo y dedicación. A los profesores de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Agraria de Colombia que con su esfuerzo y apoyo contribuyeron a mi proceso de formación profesional.

José Alejandro Piñeros Ramírez

Dedico este trabajo de grado a mis padres, que por su apoyo incondicional, durante esta fase de mi vida que culmina luego del constante esfuerzo dedicado a diario. A su vez, les agradezco a todos los profesores de la Universidad Agraria de Colombia que contribuyeron en mi formación como profesional durante estos años.

Oscar Andrés Ojeda Cruz

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a Dios por permitirme tener esta oportunidad de vida, en la cual me bendijo con salud, alegría y perseverancia para culminar esta meta. A mi madre Adelina Ramírez Martín y a mi padre José Piñeros Piñeros que han estado siempre en apoyando incondicionalmente las diferentes etapas de mi vida, que me han guiado, formado y enseñado sabiamente con su apoyo constante en este camino. Asimismo, a mi director de proyecto D. Juan Carlos Castro Medina por su constante guía y orientación en el desarrollo de este proyecto de grado y a mi compañero de trabajo de grado Oscar Andrés Ojeda Cruz.

José Alejandro Piñeros Ramírez

Quiero agradecerle a Dios por permitirme tener esta oportunidad de estudiar esta linda carrera. A mi familia a mis padres, José Gabriel Ojeda y a mi madre Adela Cruz Mendivelso, a mis hermanos Fabián Ojeda Cruz, Daniel Ojeda Cruz, Johana Ojeda Cruz. A mi director de proyecto D. Juan Carlos Castro Medina por su constante guía y orientación en el desarrollo de este proyecto de grado. A los profesores y personal administrativo de la facultad de Ingeniería Civil de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia. A mi compañero de trabajo de grado José Alejandro Piñeros Ramírez.

Oscar Andrés Ojeda Cruz

CONTENIDO

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	19
JUSTIFICACIÓN.....	19
1. OBJETIVOS	20
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
2. DELIMITACIONES.....	21
3. MARCO TEÓRICO.....	22
3.1. Red hidráulica	22
3.1.1. Materiales utilizados en las redes hidráulicas.....	22
3.1.2. Generalidades en las instalaciones hidráulicas.....	22
3.2. Material PVC	25
3.2.1. Tubería PVCP:.....	25
3.2.2. Codo PVCP:.....	26
3.2.3. Adaptador macho	26
3.2.4. Unión PVCP.....	27
3.2.5. Tee PVCP.....	27
3.2.6. Bujes PVCP	28
3.2.7. Tapón PVCP	28
3.2.8. Adaptador hembra PVCP	29
3.2.9. Universal PVCP.....	29
3.2.10. Unión rápida.....	30
3.2.11. Conexión a salida y entrada tanques	30
3.3. Material CPVC	31
3.3.1. Tubería CPVC.....	31
3.3.2. Codo CPVC.....	32
3.3.3. Tee CPVC	32
3.3.4. Adaptador macho CPVC.....	33
3.3.5. Buje CPVC.....	33
3.3.6. Tapon soldado CPVC.....	34
3.3.7. Adaptador hembra CPVC	34
3.3.8. Unión CPVC.....	35
3.3.9. Tubería PVCS	36
3.3.10. Codo PVCS.....	37
3.3.11. Yee PVCS.....	38

3.3.12. Tee PVCS.....	38
3.3.13. Unión PVCS.....	39
3.3.14. Buje PVCS	39
3.3.15. Sifón PVCS	40
3.3.16. Tapón PVCS	40
3.3.17. Juntas expansivas	41
3.3.18. Adaptador limpieza.....	41
3.3.19. Válvula anti retorno	42
3.3.20. Soldadura PVC.....	42
3.3.21. Limpiador	43
3.3.22. Soldadura CPVC	43
3.4. Material galvanizado.....	44
3.4.1. Tubería galvanizada.....	44
3.4.2. Codo galvanizado SCH 40.....	44
3.4.3. Unión galvanizada SCH 40	45
3.4.4. Tee galvanizada SCH 40	45
3.4.5. Codo calle galvanizado SCH 40	46
3.4.6. Universal galvanizada SCH 40	46
3.4.7. Tapón hembra galvanizado.....	47
3.4.8. Tapón macho galvanizado	47
3.4.9. Tuberías a redes exteriores	48
3.4.10. Lubricante	48
3.4.11. Montajes de instalaciones hidráulicas tipo:	49
3.5. RED SANITARIA AGUAS LLUVIAS.....	49
3.5.1. Materiales utilizados en las redes de aguas lluvias.	49
3.5.2. Generalidades en instalaciones de redes de aguas lluvias.....	49
3.6. RED SANITARIA AGUAS RESIDUALES	50
3.6.1. Materiales utilizados en la redes aguas residuales.....	50
3.6.2. Generalidades en instalaciones aguas residuales	50
3.6.3. Instalaciones de drenaje	50
3.6.4. Montajes de instalaciones redes de aguas residuales tipo	50
4. MARCO REFERENCIAL.....	51
4.1. TUBERIA DE AGUA FRIA, CALIENTE Y DRENAJES	51
4.1.1. Material PVCP.	51
4.1.2. Tubería plástica PVC rígido (cloruro de polivinilo).....	51
4.1.3. Cpvc (cloruro de polivinilo clorado).....	52

4.1.4. Tubería metálica.....	52
4.1.5. Tuberías de cobre.....	52
4.1.6. Tuberías corrugadas.....	52
4.1.7. Tubería de polipropileno (pp).....	53
4.2. APARATOS SANITARIOS DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	54
4.2.1. Inodoro.....	54
4.2.2. Sifón.....	55
4.2.3. Orinal.....	55
4.2.4. Grifería sencilla.....	56
4.3. APARATOS SANITARIOS ASEO PERSONAL	57
4.3.1. Lavamanos.....	57
4.3.2. Duchas.....	58
4.3.3. Tinas.....	60
4.4. Aparatos para lavado	60
4.4.1. Lavaplatos.....	60
4.4.2. Lavaderos.....	61
4.5. Aparatos sanitarios de paso de agua	62
4.5.1. Calentador:.....	62
4.5.2. Controles de temperatura:	62
4.5.3. Cajas de inspección:	63
5. METODOLOGÍA.....	64
5.1. Conceptos básicos de hidráulica	64
5.2. Diseño hidráulico para abastecimiento de agua	64
5.2.1. Suministro de agua a las viviendas.....	64
5.2.2. Presión.....	67
5.2.3. Presión estática.....	67
5.2.4. Presión recomendada.....	68
5.2.5. Estimación de caudales y presiones.....	68
5.2.6. Coeficiente de simultaneidad según el número de salidas k1.....	68
5.2.7. Consumo de agua.....	69
5.2.8. Asignación de caudales para aparatos.....	70
5.2.9. Consideraciones.....	70
5.3. Instalación.....	74
5.3.1. Corte.....	74
5.3.2. Limpieza.....	74

5.3.3. Ensamble de la unión.....	74
5.3.4. Acoplamiento inspeccionado.....	75
5.4. Recomendaciones básicas.....	75
5.5. PRUEBAS A REALIZAR.....	75
5.5.1. Prueba hidrostática.....	75
5.5.2. Llenado de tubería.....	76
5.5.3. Prueba de hermeticidad.....	76
5.5.4. Soportes.....	76
5.6. DISEÑO SANITARIO.....	76
5.6.1. Domiciliaria.....	78
5.6.2. Flujo en tuberías.....	78
5.6.3. Sifonamiento.....	79
5.7. Instalación de un aparato sanitario.....	79
5.7.1. Colocar mortero y cemento blanco.....	81
5.7.2. Colocar sanitario y trazar base.....	81
5.7.3. Instalación de acometida de agua al aparato y graduar cantidad de agua en el tanque.....	82
5.8. Instalación de lavamanos.....	82
5.9. Recomendaciones para el diseño de redes sanitarias.....	84
5.10. Diseño pluvial.....	85
5.10.1. Medios de captación.....	85
5.11. Sistema de conducción.....	87
5.11.1. Tipos y características de canales.....	87
5.12. Almacenamiento.....	91
5.12.1. Tipos y características de sistema de almacenamiento.....	91
5.13. Filtración.....	95
5.13.1. Tipos y características de filtros.....	95
5.14. Ventajas y desventajas.....	97
5.14.1. Ventajas de un sistema de captación de agua pluvial.....	97
5.14.2. Desventajas de un sistema de captación de agua pluvial.....	97
6. RECOMENDACIONES.....	101
7. CONCLUSIONES.....	102
8. BIBLIOGRAFÍA.....	103

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Productos y materiales que requieren ensayos y certificaciones.....	21
Tabla 2. Instalación de soportes en tuberías colgantes.....	34
Tabla 3. Unidades de consumo por aparatos sanitarios.....	65
Tabla 4. Unidad de consumo en función del diámetro de tubería de alimentación.....	65
Tabla 5. Curva de demanda.....	67
Tabla 6. Coeficiente de simultaneidad.....	68
Tabla 7. Consumos diarios.....	69
Tabla 8. Asignación de caudales para aparatos 7 unidades.....	69
Tabla 9. Asignación de caudales para aparatos 6 unidades.....	70
Tabla 10. Asignación de caudales para aparatos 4 unidades.....	70
Tabla 11. Asignación de caudales para aparatos 5 unidades.....	71
Tabla 12. Asignación de caudales para aparatos 7 unidades.....	71
Tabla 13. Asignación de caudales para aparatos totales.....	72
Tabla 14. Asignación de caudales para aparatos por diámetro de tubería.....	72
Tabla 15. Porcentaje de escurrimiento.....	85
Tabla 16. Características de los tipos de tanques.....	91
Tabla 17. Dimensión de tanques cilíndricos prefabricados.....	93
Tabla 18. Filtros purificadores de agua.....	97

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Curva de demanda.....	66
Gráfica 2. Inversión en tanques de agua según volumen y tecnología aplicada	92
Gráfica 3. Ahorros generados por la aplicación del ferrocemento en la construcción de depósitos de agua.....	93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Red hidráulica.....	23
Figura 2. Tubería PVCP.....	24
Figura 3. Codo PVCP.....	25
Figura 4. Adaptador macho.....	25
Figura 5. Unión PVCP.....	26
Figura 6. Tee PVCP.....	26
Figura 7. Buje PVCP.....	27
Figura 8. Tapón PVCP.....	27
Figura 9. Adaptador hembra PVCP.....	28
Figura 10. Universal PVCP.....	28
Figura 11. Unión rápida.....	29
Figura 12. Conexión a salida y entrada tanques.....	29
Figura 13. Tubería CPVC.....	30
Figura 14. Codo CPVC.....	31
Figura 15. Tee CPVC.....	31
Figura 16. Adaptador macho CPVC.....	32
Figura 17. Buje CPVC.....	32
Figura 18. Tapón soldado CPVC.....	33
Figura 19. Adaptador hembra CPVC.....	33
Figura 20. Unión CPVC.....	34
Figura 21. Tubería PVCS.....	35
Figura 22. Codo PVCS.....	36
Figura 23. Yee PVCS.....	37
Figura 24. Tee PVCS.....	37
Figura 25. Unión PVCS.....	38
Figura 26. Buje PVCS.....	38
Figura 27. Sifón PVCS.....	39
Figura 28. Tapón PVCS.....	39
Figura 29. Juntas expansivas.....	40
Figura 30. Adaptador limpieza.....	40
Figura 31. Válvula ante retorno.....	41
Figura 32. Soldadura PVC.....	41
Figura 33. Limpiador.....	42
Figura 34. Soldadura CPVC.....	42
Figura 35. Tubería galvanizada.....	43
Figura 36. Codo galvanizado SCH 40.....	43
Figura 37. Unión galvanizado SCH 40.....	44
Figura 38. Tee galvanizado SCH 40.....	44

Figura 39. Codo calle galvanizado SCH 40.....	45
Figura 40. Universal galvanizado SCH 40.....	45
Figura 41. Tapón hembra galvanizado.....	46
Figura 42. Tapón macho galvanizado.....	46
Figura 43. Tubería a redes exteriores.....	47
Figura 44. Lubricante.....	47
Figura 45. Inodoro.....	54
Figura 46. Orinal.....	55
Figura 47. Lavamanos.....	56
Figura 48. Ducha.....	57
Figura 49. Ducha de forma sentado.....	58
Figura 50. Ducha de forma recostado.....	58
Figura 51. Tina.....	58
Figura 52. Lavaplatos.....	60
Figura 53. Lavadero.....	61
Figura 54. Cajas de inspección.....	62
Figura 55. Cajas de inspección.....	62
Figura 56. Acometida domiciliaria.....	64
Figura 57. Esquema de una instalación domiciliaria.....	64
Figura 58. Esquema de una instalación sanitaria.....	76
Figura 59. Esquema de una instalación sanitaria baño.....	76
Figura 60. Esquema de una instalación domiciliaria baño.....	77
Figura 61. Detalles de un sifón acabado.....	78
Figura 62. Aparato sanitario.....	79
Figura 63. Esquema desagüe.....	79
Figura 64. Aplicación de cemento blanco y mortero.....	80
Figura 65. Colocación de sanitario.....	80
Figura 66. Acometida sanitaria.....	81
Figura 67. Aparato sanitario lavamanos.....	82
Figura 68. Esquema de una instalación lavamanos.....	83
Figura 69. Techo.....	85
Figura 70. Techo cuenca.....	86
Figura 71. Canales de madera.....	87
Figura 72. Canales de aluminio.....	87
Figura 73. Canales de cobre.....	88
Figura74. Canales de acero.....	88
Figura 75. Canales de vinilo.....	89
Figura 76. Canales de malla.....	89
Figura 77. Filtro de bajante (izquierda) funcionamiento (derecha).....	94
Figura 78. Filtro casero para agua.....	95

DISEÑO DE UNA GUÍA EDUCATIVA PARA EXPLICAR EL PROCESO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN LOS HOGARES Y/O CONSTRUCCIONES RURALES.

GLOSARIO.

AGUAS RESIDUALES: Son aguas que se utilizaron en el interior de la vivienda y deben ser evacuadas.

CAJAS DE INSPECCION: Generalmente hoy en día son construidas en hormigón armado, para un mejor trabajo de limpieza e inspección de aguas residuales, lluvias y servidas.

CANALES: Sistema de diferentes tipos de materiales que recolecta aguas para que no se presentes filtraciones en las viviendas.

CONSTRUCCION RURAL: Tienen como finalidad principal el diseño y construcción de estructuras agroindustriales que tengan una objetivo útil en el ámbito rural. Ya sea con intención de uso para humanos o animales, como viviendas, galpones, invernaderos, instalaciones para alojamiento animal o almacenamientos de productos agrícolas.

COLECTOR: Es la parte por donde se recoge aguas residuales o lluvias para su conducción a vertederos.

CENTRO DE MEDICION: Efectúa la medición del consumo de agua en una vivienda.

CHEQUE: Permite el paso del fluido en una sola dirección.

CPVC: (Cloruro de polivinilo clorado) se utiliza en altas temperaturas para poder solucionar las necesidades requeridas.

BAJANTE: Tubería vertical que recoge el agua de cubierta y la lleva a su destino.

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS: Deben tener en cuenta que van en conjunto dos partes fundamentales, que son las redes hidráulicas y las redes sanitarias, así este conjunto hace una red de entrada de agua potable y una de salida de aguas servidas.

NTC 1500: Norma técnica colombiana que incluye el código nacional de fontanería, esta garantiza los requisitos mínimos para el manejo de acueducto y alcantarillado.

PRESION: Fuerza ejercida por el agua sobre una superficie.

PVC: Denominado poli-cloruro de vinilo es un derivado del petróleo

RED HIDRAHULICA: Es una instalación de suministro de agua potable a las viviendas que consta de elementos tales como registros, tuberías, válvulas y uniones.

RED SANITARIA: Es la encargada del retiro de aguas servidas, pluviales y residuales de las viviendas.

VALVULA Y/O REGISTRO: Sirve para el control del fluido de las diferentes redes de acueducto.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Es de gran utilidad para el suministro constante de agua potable cuando hay un nivel bajo de suministro en las viviendas rurales.

TPO: Temporal provisional de obra.

TRAMPAS DE GRASAS: Protege las instalaciones hidrosanitarias de taponamientos de grasas altamente saturadas.

RESUMEN

El trabajo de grado “Diseño de una guía educativa para explicar el proceso para la construcción de instalaciones hidrosanitarias en los hogares y/o construcciones rurales”, tiene como objeto fundamental realizar una guía práctica, con la cual auxiliar a los lectores a cómo realizar una instalación hidrosanitaria, esto con la finalidad de indicar a las personas sin conocimiento del tema, los diferentes procesos constructivos en los sistemas hidráulicos y sistemas sanitarios, haciendo una explicación corta y sencilla, determinando el material exacto y su forma de instalación por medio de fórmulas, figuras y gráficas.

INTRODUCCIÓN

Como objetivo se tiene el diseño de una guía educativa para explicar el proceso constructivo de instalaciones hidrosanitarias en los hogares y/o construcciones rurales. Con lo cual se requiere una guía didáctica que incluya la distinta normativa del sector hidrosanitario en Colombia que explique el funcionamiento básico de las instalaciones hidrosanitarias. Capítulo 1.

Las delimitaciones que se tienen en el desarrollo del proyecto fueron el tiempo de recolección de información que tardo más de 1 mes para su análisis. Como otra delimitación son el uso de los diferentes tipos de materiales que dificultan la estandarización de las instalaciones. Capítulo 2.

Las construcciones rurales en Colombia en la mayoría de los casos no tienen redes hidrosanitarias de calidad, teniendo en cuenta que la norma nos indica de qué forma realizarlo, este trabajo de investigación intenta auxiliar a las comunidades más necesitadas, se quiere indicar el método constructivo de una red hidrosanitaria y de aguan pluviales de calidad, de una manera fácil y práctica. Capítulo 3.

Las redes sanitarias, hidráulicas y pluviales, contiene distintos elementos, los cuales en este trabajo de grado están debidamente señalados para una mejor comprensión a la hora de la compra y posterior instalación, dichos materiales son diversos tales como PVC, CPVC, material galvanizado etc. Capítulo 4

Este trabajo de grado busca hacer accesible a las personas en el sector rural con una explicación corta y clara de que consta y de qué forma se debe realizar las instalaciones hidrosanitarias, esto para tener un buen nivel de vida, de la misma forma poder reutilizar las aguas pluviales las cuales pueden aprovecharse en caso de no disponer de una red de acueducto eficiente, y poder obtener esta agua para su reutilización. Capítulo 5.

ANTECEDENTES

1

Título: Instalaciones hidráulicas y sanitarias para edificios.

Autores: Guillermo Benjamín Pérez Morales

Resumen: El documento habla sobre la recopilación de varios archivos los cuales hablan sobre diferentes tipos de edificación, identificando los diferentes sistemas de abastecimiento y evacuación en ellos, su clasificación y cálculo de los gastos y diámetros de los conductos, de esta forma se intenta enseñar a los alumnos al diseño de redes hidráulicas y sanitarias.

2

Título: Planeación y análisis de costos de instalaciones hidrosanitarias.

Autores: Enrique Aldo Arellano Martínez

Año: 2006

Resumen: en este trabajo se habla sobre la planeación y el análisis de costos en las instalaciones hidrosanitarias, de la programación y posterior construcción de la red hidráulica y sanitaria.

3

Título: Instalaciones hidráulicas.

Autores: Sena

Año: 2007

Resumen: este trabajo presenta una pequeña introducción en la construcción de las instalaciones hidrosanitarias, hace pequeños hincapiés en el proceso constructivo forma de instalación y procesos importantes a tener en cuenta a la hora de la realización del diseño y de la construcción de la red hidrosanitaria.

4

Título: Guía para las instalaciones sanitarias en edificios.

Autores: Luis Carlos Rodríguez Soza

Año: 2007

Resumen: este trabajo habla sobre la instalación de redes hidrosanitarias en un edificio de 4 niveles, este documento tiene en cuenta todos lo que tienes que ver con la red de distribución y evacuación tales como lo son: tuberías y accesorios, equipos de bombeo, cisterna y depósitos de agua.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia actualmente se realizan instalaciones hidrosanitarias en zonas tanto urbanas y rurales, muchos son los casos en los cuales no cumplen las normativas debido a que no se tiene acceso a la información de las normas como: NTC 1500, RAS-2000, entre otras existentes.

En este caso las viviendas rurales se hace evidente la forma en cómo se utilizan los recursos mal, y sus instalaciones son muy empíricas e inapropiadas, es decir se realizan construcciones que no cumplen con la calidad y garantía necesaria, durante su proceso constructivo con lo cual genera sobre costos en el desarrollo del proyecto.

Todo esto debido en muchos casos, a la falta de conocimiento de las normas y/o reglamentos para un correcto funcionamiento de las instalaciones. Esto con lleva a desperdicio de materiales, fallas constantes, taponamientos, filtraciones, entre otras; para lo cual se quiere desarrollar una guía que identifique estas fallas en el proceso constructivo de las redes hidrosanitarias.

JUSTIFICACIÓN

Se propone elaborar una guía que contenga de manera clara con símbolos y gráficos, junto con una investigación y posterior explicación apropiada a la educación de los usuarios respecto a las instalaciones hidrosanitarias, en los hogares más específicamente el sector rural para facilitarles el correcto manejo y uso de las redes; poner a su mano un manual práctico que contenga concepciones teóricas, tipos de tuberías, tipos de accesorios y otros elementos, con el cual realizar un proceso constructivo de alta calidad, adicional se quiere darle manejo a la recolección de aguas lluvias mediante un sistema básico para alimentación de aparatos sanitarios.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseño de una guía educativa para explicar el proceso para la construcción de instalaciones hidrosanitarias en los hogares y/o construcciones rurales.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las normas colombianas para el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias (red de agua potable y red de agua residual), de igual forma las guías, manuales y demás documentos para la reutilización de aguas lluvias.
- Elaborar una guía para la instalación hidrosanitaria de viviendas rurales.
- Diseñar una cartilla didáctica para las comunidades rurales en las cuales se explique de forma concreta y de fácil entendimiento.

2. DELIMITACIONES

El presente proyecto se realizó en un periodo de 5 meses, comenzando en junio del 2017 y finalizando a principios de octubre de 2017. En este ciclo se elaboró el anteproyecto, las diversas búsquedas de normas y libros relacionados con el tema, el programa experimental y la síntesis plasmada en el libro físico.

Las principales limitaciones geográficas para la elaboración del trabajo de grado, conforme la ubicación en dónde se realizó, fueron principalmente las siguientes:

- Las condiciones climáticas y topográficas en las cuales se vaya a desarrollar el proyecto.
- La disponibilidad de todos los elementos esenciales para la construcción de la red hidrosanitaria y pluvial.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Red hidráulica

3.1.1. Materiales utilizados en las redes hidráulicas.

Los materiales generalmente utilizados en las instalaciones hidrosanitarias son aquellos materiales convencionales utilizados en las instalaciones domiciliarias los cuales son hierro galvanizado, cobre y PVC, según la (NTC. 1500, 2004) cada tramo de tubería y cada uno de los accesorios, deben llevar la identificación del fabricante. De la misma forma se puede realizar ensayos de tercera parte lo cual quiere decir que si fuese requerido se podrían hacer ensayos de laboratorio para verificar las propiedades del fabricante.

Tabla 1. Productos y materiales que requieren ensayos y certificaciones de tercera parte.

Producto o material	Certificación de tercera parte	Ensayo de tercera parte
Componentes de sistema de suministro de agua potable y accesorios para los aparatos de agua potable	Requerido	-
Componentes de desagüe de aguas residuales y de sistemas de ventilación	Tubería plástica, accesorios y componentes relacionados con tuberías	Todas los demás
Accesorios de desagüe para los aparatos	Tubería plástica, accesorios y componentes relacionados con tuberías	Todas los demás
Componentes del sistema de desagüe de aguas lluvias	Tubería plástica, accesorios y componentes relacionados con tuberías	Todas los demás
Aparatos hidrosanitarios	-	Requerido
Artefactos hidrosanitarios	Requerido	-
Dispositivos de prevención de contra flujo	Requerido	-
Dispositivos de seguridad de sistema de distribución de agua	Requerido	-
Componentes de sistema especial de desagüe	-	Requerido
Componentes del sistema de desagüe del subsuelo	-	Requerido

Fuente: NTC 1500. 2004. Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

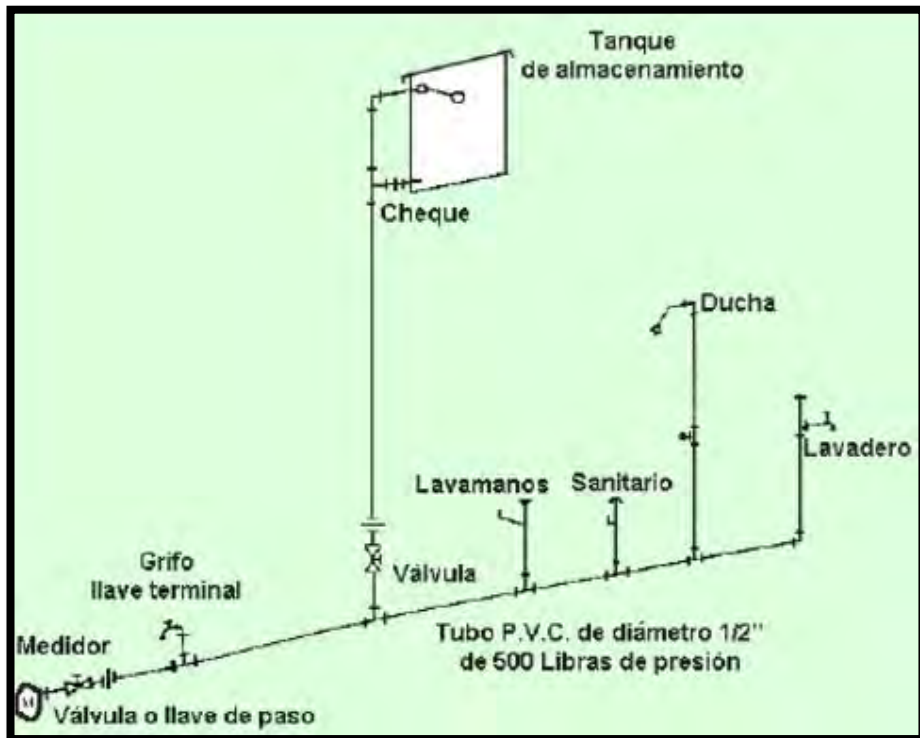
3.1.2. Generalidades en las instalaciones hidráulicas.

En Colombia se encuentra las herramientas técnicas, prácticas y teóricas para llevar a cabo proyectos hidráulicos con el fin de mejorar la calidad de vida de todos los colombianos.

En la mayoría de los casos hoy en Colombia se restringe cualquier tipo de instalación si no tiene un control de calidad, un estudio previsto con cálculos que garanticen los requerimientos técnicos y además que tipos de accesorios se utilizan, que la vida útil pueden brindar los accesorios que aproximadamente es de 50 años cabe resaltar que hay propiedades físicas y químicas que alteran el proceso de vida útil y además se debe estar inspeccionando todo tipo de trabajo realizado bajo la normatividad colombiana.

- **Las instalaciones hidráulicas.** Son las que suministran el agua potable y es un servicio prestado por entidades públicas o privadas este sistema funciona por grandes tuberías las cuales son generalmente de concreto PVCP, COBRE; las cuales van por los andenes o por las vías principales, este sistema al instalarlo directamente desde las calles a los conjuntos habitacionales, casas, etc. Su instalación dentro de la construcción es colocada en línea recta y paralela siguiendo los muros o los techos según sea el diseño, o puede ir enterrada o recubierta por el revoque o fija a las paredes por medio de ganchos o abrazaderas.
- **Redes interiores.** Es el conjunto de tuberías que van desde la salida de la caja de inspección de la red principal de agua potable hasta la salida a la red de aguas ya sea aguas jabonosas, aguas negras y aguas grises a la red de alcantarillado
- **Red de agua caliente.** Por agua caliente se entiende, agua que se ha calentado a una temperatura bastante por encima de lo normal o ambiente sin que llegue a la temperatura de ebullición. La instalación de agua caliente es un paso más en la comodidad del edificio. En algunos lugares y en algunas épocas del año el empleo del agua fría, a la temperatura a la que llega al edificio, puede ser. Realmente incómodo para determinados usos. Por otra parte, siempre será cómodo disponer de agua caliente cuando se necesite o simplemente cuando se desee. Esta instalación está formada también por una serie de tuberías que conducen el agua caliente a los lugares o puntos de uso, con sus llaves y grifos correspondientes. El agua caliente puede recibirse en el edificio por una tubería procedente de una instalación de calentamiento y distribución exterior; pero lo más corriente es que en el mismo edificio se disponga de un aparato, denominado calentador, que calienta el agua procedente de la instalación de agua fría.
- **Red de agua fría.** Es la instalación principal que recibe el agua del exterior para usarla en el edificio a la temperatura que llega. Se le denomina “agua fría” únicamente para diferenciarla de la de agua caliente. Conforme con (Carlos, 2007) el agua se hace llegar a varios lugares del edificio distintamente condicionados para sus diferentes usos. La tubería de llegada se ramifica en varias derivaciones para llevar el agua a los distintos aparatos o artefactos en que se usa: el fregadero, para su uso en la cocina; el lavadero, para el lavado de la ropa; el lavado y la ducha, para el aseo personal y la caja de descarga del inodoro, para la limpieza de éste. En la instalación, además de las tuberías y aparatos de uso hay una serie de llaves y grifos de diversos tipos que permiten cerrar el paso del agua o dejarla fluir a voluntad, por toda la instalación, por una parte de ella o en un aparato determinado.

Figura 1. Red hidráulica



Fuente: González Andrés. 2012. Instalaciones hidráulicas. es.slideshare.net.
Junio de 2012

- **Accesorios.** los accesorios a utilizar en la instalación de redes hidráulicas son: uniones universales, tees, codos, adaptadores, bujes y tapones, aparte de los accesorios ya dichos se utilizan como accesorios auxiliares las llaves de paso, válvulas, mezcladores de agua caliente y griferías.

3.2. Material PVC

Figura 2. Tubería PVCP



Fuente: autores

3.2.1. Tubería PVCP:

Es utilizada en instalaciones de diámetros de diámetro $\frac{1}{2}$ " a 6", cada una cuenta con un RDE que es determinada por la relación de diámetro de la tubería y el espesor de la pared; su resistencia a la corrosión es muy alta tanto interna como extraña, no tiene olor, sabor; como una característica es su alta resistencia a la presión.

Su uso con la normativa actual (NTC 1500), ha sido masificado reduciendo en tiempo y costo y aumentando la calidad de los proyectos hidráulicos, con lo cual se quiere masificar su uso para beneficio de zonas rurales donde se utilizan tuberías no acordes a la normativa actual.

Figura 3. Codo PVCP



Fuente: autores

3.2.2. Codo PVCP:

Es utilizado en diámetros de ½" a 4" 90 grados y 45 grados en material PVCP presión de media presión cada uno de estos accesorios deben ser bien manipulados durante su instalación y ser sometido a métodos de pruebas de presión.

Figura 4. Adaptador macho



Fuente: autores

3.2.3. Adaptador macho

Es utilizado en diámetros de ½" a 4", su uso principal se da en conexión de aparatos como acoples, mezcladores, válvulas, entre otras conexiones se debe tener en cuenta para su instalación verificar el estado de la rosca evitar fugas en su conexión a los aparatos.

Figura 5. Unión PVCP



Fuente: autores

3.2.4. Unión PVCP

Es utilizado en conexiones $\frac{1}{2}$ " a 4", su uso principal es para conexión de tuberías en PVCP es necesario en construcción añadir la soldadura indicada, y dar un tiempo indicado para evitar posibles fugas en dichas uniones.

Figura 6. Tee PVCP



Fuente: autores

3.2.5. Tee PVCP

Es utilizada en conexiones de $\frac{1}{2}$ " a 4", su uso es para realizar varias conexiones a una misma red o realizar derivaciones se encuentran como referencia tee reducidas en diámetros o se conservan diámetros en sus diferentes derivaciones en una instalación hidráulica es necesario verificar la correcta conexión con sus demás derivaciones con un prueba hidráulica durante su instalación.

Figura 7. Bujes PVCP



Fuente: autores

3.2.6. Bujes PVCP

Es utilizado en diferentes conexiones de $\frac{1}{2}$ " a 4", su instalación consiste en realizar las reducciones correspondientes en puntos indicados según las unidades a suministrar en el mercado es posible encontrar diferentes tipos de reducciones.

Figura 8. Tapón PVCP



Fuente: autores

3.2.7. Tapón PVCP

Roscado y soldado: es utilizado en diferentes conexiones de $\frac{1}{2}$ " a 4", el uso de tapón soldado PVCP presión es sujeto a pruebas hidráulicas y en re-cámaras PVCP para evitar temas como golpe de ariete y pruebas durante su instalación; tapón PVCP roscado es utilizado previo a realizar conexiones de aparatos para realizar presurización de las redes hidráulicas evitando pérdidas de presión en la red.

Figura 9. Adaptador hembra PVCP



Fuente: autores

3.2.8. Adaptador hembra PVCP

Es utilizado en diferentes conexiones de ½" a 4", su uso es para realizar conexiones de materiales roscados como, ej.: material galvanizado; es necesario la verificación de los elementos a conectar para evitar posibles fallas en conexiones.

Figura 10. Universal PVCP



Fuentes: Pavco

3.2.9. Universal PVCP

Es utilizado en diferentes conexiones de ½" a 4", su uso es para facilitar unión en tuberías para reparaciones en diferentes diámetros es necesario verificar espacio para realizar de la mejor forma la instalación.

Figura 11. Unión rápida

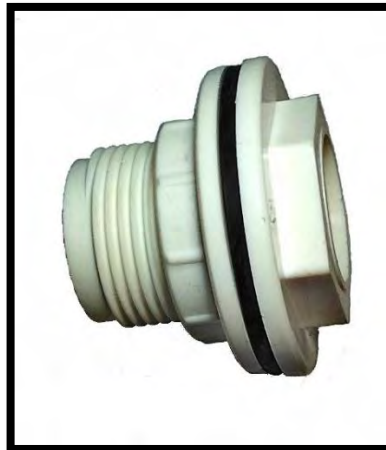


Fuentes: Pavco

3.2.10. Unión rápida

Se utiliza para conexiones de $\frac{1}{2}$ " a 4", su utilidad principal es realizar uniones de reparación su costo es un poco más elevado pero es útil en cuanto a evitar grandes roturas para realizar reparaciones, su uso no ha sido masificado por su alto costo.

Figura 12. Conexión a salida y entrada tanques



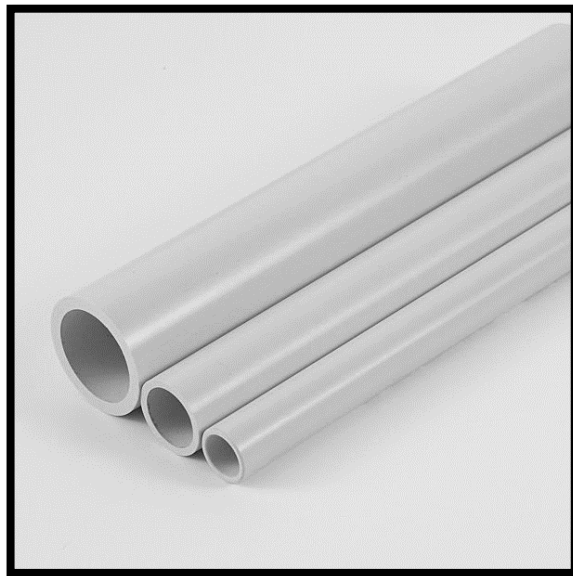
Fuentes: Pavco

3.2.11. Conexión a salida y entrada tanques

Se utiliza para conexiones a tanques en diferentes diámetros de 1" a 4", su uso en la actualidad no es masivo provocando pérdidas de agua en diferentes sectores como rural y urbano.

3.3. Material CPVC

Figura 13. Tubería CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.1. Tubería CPVC

Es utilizada en instalaciones de diámetros de diámetro $\frac{1}{2}$ " a 2", "los diámetros nominales se refieren a tamaños "cobre" siendo las roscas npt "(manual construcción pavco); su resistencia a la corrosión es muy alta tanto interna como extraña, no tiene olor, sabor; como una característica es su alta resistencia a la presión.

Su uso con la normativa actual (NTC 1500), ha sido masificado reduciendo en tiempo y costo y aumentando la calidad de los proyectos hidráulicos, con lo cual se quiere masificar su uso para beneficio de zonas rurales donde se utilizan tuberías no acordes a la normativa actual.

Figura 14. Codo CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.2. Codo CPVC

Es utilizado en diámetros de ½" a 1" 90 grados y 45 grados en material PVCP presión de media presión cada uno de estos accesorios deben ser bien manipulados durante su instalación y ser sometido a métodos de pruebas de presión. Se debe utilizar una soldadura especial teniendo en cuanto que la temperatura es mayor.

Figura 15. Tee CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.3. Tee CPVC

Es utilizada en conexiones de ½" a 1", su uso es para realizar varias conexiones a una misma red o realizar derivaciones se encuentran como referencia tee reducidas en diámetros o se conservan diámetros en sus diferentes derivaciones en una instalación hidráulica es necesario verificar la correcta conexión con sus demás derivaciones con un prueba hidráulica durante su instalación. Se debe utilizar soldadura especial.

Figura 16. Adaptador macho CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.4. Adaptador macho CPVC

Es utilizado en diámetros de $\frac{1}{2}$ " a 1", su uso principal se da en conexión de aparatos como acoples, mezcladores, válvulas, entre otras conexiones se debe tener en cuenta para su instalación verificar el estado de la rosca evitar fugas en su conexión a los aparatos. Se utiliza soldadura especial.

Figura 17. Buje CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.5. Buje CPVC

Es utilizado en diferentes conexiones de $\frac{1}{2}$ " a 1", su instalación consiste en realizar las reducciones correspondientes en puntos indicados según las unidades a suministrar en el mercado es posible encontrar diferentes tipos de reducciones. se utiliza soldadura especial.

Figura 18. Tapon soldado CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.6. Tapon soldado CPVC

Es utilizado en diferentes conexiones de $\frac{1}{2}$ " a 1", el uso de tapón soldado PVCP presión es sujeto a pruebas hidráulicas y en re-cámaras cpvc para evitar temas como golpe de ariete y pruebas durante su instalación. Se debe utilizar soldadura especial.

Figura 19. Adaptador hembra CPVC

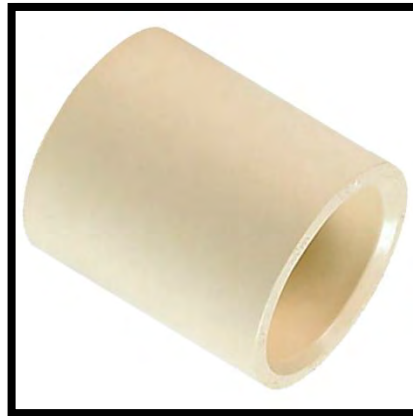


Fuentes: Pavco

3.3.7. Adaptador hembra CPVC

Es utilizado en diferentes conexiones de $\frac{1}{2}$ " a 1", su uso es para realizar conexiones de materiales roscados como, ej.: material galvanizado; es necesario la verificación de los elementos a conectar para evitar posibles fallas en conexiones.

Figura 20. Unión CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.8. Unión CPVC

Es utilizado en conexiones 1/2" a 1", su uso principal es para conexión de tuberías en PVCP es necesario en construcción añadir la soldadura indicada, y dar un tiempo indicado para evitar posibles fugas en dichas uniones.

Tabla 2. Instalación de soportes en tuberías colgantes

Diámetro Nominal		PVC - RDE 21				PVC - RDE 26			
		15°C	27°C	38°C	50°C	15°C	27°C	38°C	50°C
21	1/2								
26	3/4	1.20	1.05	0.90	0.60				
33	1	1.20	1.20	1.05	0.60				
42	1.1/4	1.35	1.35	1.20	0.75				
48	1.1/2	1.65	1.50	1.35	0.90				
60	2	1.65	1.50	1.35	0.90	1.35	1.20	1.20	0.90
73	2.1/2	2.05	1.90	1.75	1.05	1.50	1.50	1.35	0.90
88	3	2.05	1.90	1.75	1.05	1.65	1.65	1.35	0.90
114	4	2.25	2.10	1.95	1.35	1.80	1.65	1.50	1.05
168	6	2.50			2.30				

Estos espacios se refieren a tubería sin aislamiento,

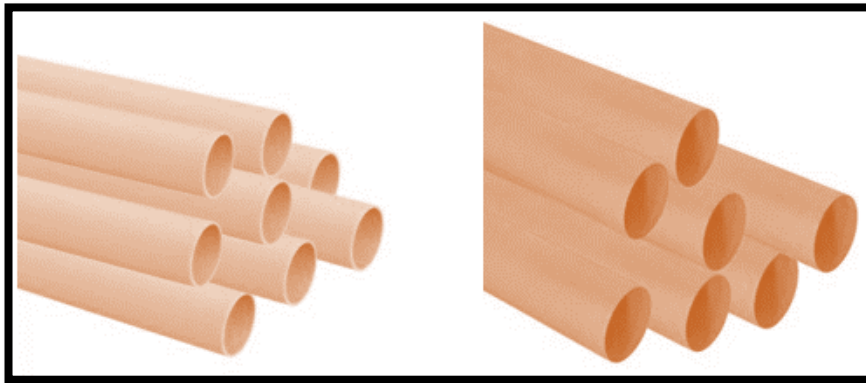
Fuente: manual de construcción pavco y/o mexichem

En el anterior cuadro se encuentra las distancias máximas permitidas por diámetros para las diferentes tuberías PVCP en sus diferentes diámetros recomendadas.

Es necesario el soporte de cada una de las tuberías en la distancia determinada ya que las tuberías sometidas a presión constante aumentan el peso realizando posibles quiebres en las tuberías las cuales pueden ocasionar fisuras y fugas posteriores.

En caso de ser fundidas incrustadas en placa es necesario que en ningún tramo del trayecto quede sin recubrimiento de concreto, puede generar que se realicen fisuras y posibles fugas; en este caso es muy importante la prueba de presión a 200 psi, con manómetro certificado, para realizar una prueba correcta es necesario taponar cada uno de los puntos, pero dejando un punto para liberar el oxígeno presente en las conexiones hidráulicas.

Figura 21. Tubería PVCS



Fuentes: Pavco

3.3.9. Tubería PVCS

Es utilizada en instalaciones de diámetros de diámetro 1-1/2" a 6", su uso generalmente es para aguas residuales, servidas, lluvias y re ventilación; el diámetro en instalación es definido por las unidades a evacuar en el proyecto; el uso de poli cloruro de vinilo deben cumplir la normativa (NTC 1087 Y NTC 1500), en cuanto a su instalación se debe hacer limpieza de los elementos a conectar a los tramos de tubería.

Cuenta con accesorios para cada uno de los diferentes tipos de conexiones se debe tener en cuenta pasas en los elementos estructurales en diámetros mayores para evitar posibles fisuras

Se deben realizar la verificación por medio de prueba de estanqueidad y prueba de fluidez.

Se deben verificar los niveles de batea en las conexiones a redes exteriores.

En aguas residuales el nivel de pendiente a trabajar es ,5%, es necesario reducir la velocidad de los residuos sólidos para evitar fisuras en las instalaciones y reducir golpes de ariete.

En aguas lluvias el nivel de pendiente a trabajar es 1%, se debe verificar el volumen de agua en la zona a realizar la instalación para determinar el diámetro a utilizar, de acuerdo a normativa vigente (NTC 1500), es necesario no realizar conexiones mixtas de aguas residuales y aguas lluvias.

Figura 22. Codo PVCS



Fuentes: Pavco

3.3.10. Codo PVCS

Se utiliza en conexiones de diámetro de 1-1/2" a 6", se encuentra en 90, 45, 22 y 11 grados (derecha inferior); es posible que sean necesarios algunas conexiones que nos dificulten por esta razón es posible encontrar variedad en los ángulos de este elemento. Cuenta con dos referencias campana x campana (derecha superior) y campana x espigo (izquierda superior).

Figura 23. Yee PVCS



Fuente: autores

3.3.11. Yee PVCS

Se utiliza en conexiones de diámetro de 1-1/2" a 6"(derecha), cuenta con conexiones reducidas en diferentes tipos de diámetros (izquierda) para realizar conexiones con menores elementos reduciendo costos, se debe darle uso principalmente en conexiones bajantes por su nivel de pendiente y evitar pérdidas y posibles taponamientos en la instalaciones.

Figura 24. Tee PVCS

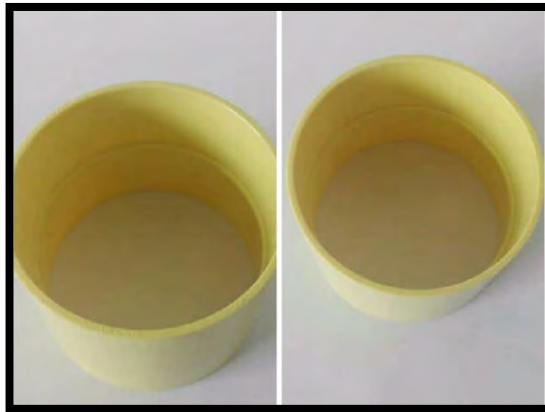


Fuente: autores

3.3.12. Tee PVCS

Se utiliza en conexiones de diámetros de 1-1/2" a 6"; cuenta con conexiones reducidas en diferentes diámetros; su uso principalmente es en zonas internas donde es más complejo realizar una conexión con Yee PVCS y codo 45 grados; se debe tener en cuenta un desnivel acorde al tipo de instalación.

Figura 25. Unión pvcs



Fuente: autores

3.3.13. Unión PVCS

Se utiliza en conexiones de diámetros de 1-1/2" a 6"; se debe tener en cuenta en la instalación en bajantes y colectores la verificación de dichas conexiones es decir verificar los cortes , la limpieza adecuada con limpiador y la utilización de la soldadura ya especificada en el producto según diámetro y especificaciones de proveedores.

Figura 26. Buje pvcs



Fuentes: Pavco

3.3.14. Buje PVCS

Se utiliza en conexiones de diámetros de 1-1/2" a 6"; en el mercado es posible encontrar diferentes tipos de reducciones que van de grandes diámetros (6" y 4") a pequeños diámetros (2" y 1-1/2"), es necesario verificar el aparato a instalar y las unidades indicadas en normativa (NTC 1500), No se debe por ningún motivo cambiar los diámetros en cada una de las conexiones debido a que es posible tener un sistemas ineficiente para la evacuación de aguas residuales o lluvias.

Figura 27. Sifón PVCS



Fuente: autores

3.3.15. Sifón PVCS

Se utiliza en conexiones de diámetros de 1-1/2" a 6"; en su proceso de instalación se debe incluir un semicodo PVCS 45 grados en diámetros de 4" y 3" y un codo de 90 grados en 2" y 1-1/2", para evitar dificultades en la instalación, en la red de aguas residuales es necesario tener en cuenta el punto sanitario a recoger para evitar saturación en las redes sanitarias; de igual manera en aguas lluvias es necesario el patrón de lluvias para la instalación de esta red.

Figura 28. Tapón PVCS



Fuentes: Pavco

3.3.16. Tapón PVCS

Se utiliza en conexiones de diámetros de 1-1/2" a 6", Es necesario taponar todos los puntos sanitarios en la instalación para evitar taponamientos en el proceso constructivo, se deben taponar con soldadura para realizar pruebas de estanqueidad.

Figura 29. Juntas expansivas



Fuente: autores

3.3.17. Juntas expansivas

Se utiliza en conexiones de diámetros de 3" a 6", es necesario instalar en una estructura de tres pisos por los menos 1 por cada dos pisos para darle flexibilidad a las instalaciones sanitarias, solo se debe colocar en bajantes por ningún motivo en colectores.

Figura 30. Adaptador limpieza



Fuentes: Pavco

3.3.18. Adaptador limpieza

Se utiliza en conexiones de diámetros de 2" a 6", su uso es beneficioso para la limpieza de las instalaciones, es necesario realizar su instalación en la punta contraria a la salida a conexión a redes exteriores; se debe realizar una caja en mampostería con tapa de medidas 40 x40 y con una profundidad definida en terreno para ejecutar inspección del buen funcionamiento de las instalaciones.

Figura 31. Válvula anti retorno



Fuentes: Pavco

3.3.19. Válvula anti retorno

Es utilizada en conexiones de 4", su uso es adicional en las instalaciones en ocasiones su uso es necesario en donde las conexiones a redes exteriores suelen tener saturaciones y esto ocasiona que se puedan tener inundaciones esta válvula garantiza que las aguas residuales no ingresen al interior de las viviendas.

Figura 32. Soldadura PVC



Fuentes: Pavco

3.3.20. Soldadura PVC

Es necesario su uso según indicaciones de proveedor, siempre es necesario el uso de soldadura para conexión de todos los accesorios ya sean PVCS o PVCP, por esto son recomendadas pruebas de presión y estanqueidad.

Figura 33. Limpiador



Fuentes: Pavco

3.3.21. Limpiador

Es necesario su uso según indicaciones de proveedor, siempre es necesario el uso de limpiador en cada uno de los accesorios antes de aplicar soldadura en todas las superficies a soldar, es obligatorio su uso para evitar contaminación en los elementos a soldar.

Figura 34. Soldadura CPVC



Fuentes: Pavco

3.3.22. Soldadura CPVC

Es necesario su uso según indicaciones de proveedor, siempre es necesario el uso de soldadura para conexión de todos los accesorios CPVC, por esto son recomendadas pruebas de presión y estanqueidad.

3.4. Material galvanizado

Figura 35. Tubería galvanizada

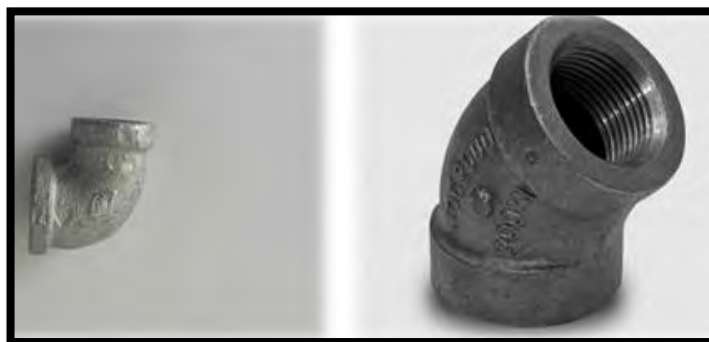


Fuentes: Pavco

3.4.1. Tubería galvanizada

Las instalaciones en tubería galvanizada ya están desactualizadas por su alto nivel de corrosión, actualmente se utiliza en recamaras específicas como conexiones a calentadores donde se necesitan materiales más resistentes, por el efecto realizado en la conexión de los diferentes accesorios la tubería PVCP puede fisurarse en la instalación.

Figura 36. Codo galvanizado SCH 40



Fuentes: Pavco

3.4.2. Codo galvanizado SCH 40

Se utilizan diámetros de $\frac{1}{2}$ " a 2", su uso está actualmente modernizando dando paso al PVCP pero aún es utilizado en conexiones puntuales como calentadores cajillas, entre otras; se encuentra en 45 y 90 grados para facilitar su conexión se debe hacer uso de teflón y eterna para asegurar las pérdidas de agua.

Figura 37. Unión galvanizada SCH 40



Fuentes: Pavco

3.4.3. Unión galvanizada SCH 40

Se utilizan diámetros de $\frac{1}{2}$ " a 1", su conexión es muy puntual en conexiones internas para realizar uniones en puntos y algunos aparatos como llave jardín.

Figura 38. Tee galvanizada SCH 40



Fuentes: Pavco

3.4.4. Tee galvanizada SCH 40

Se utilizan en diámetro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", su uso es exclusivo en recamaras donde se deben realizar conexiones no empotradas para evitar fisuras en las instalaciones si se realizaran en PVCP. Es mucho más resistente en pero en el tiempo su durabilidad es disminuida por la corrosión.

Figura 39. Codo calle galvanizado SCH 40



Fuentes: Pavco

3.4.5. Codo calle galvanizado SCH 40

Se utilizan en diámetro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", su uso es exclusivo en conexiones de aparatos tales como calentadores y otros equipos; debido su diseño es más flexible en cuanto al ahorro de accesorios y reducción costos.

Figura 40. Universal galvanizada sch 40



Fuentes: Pavco

3.4.6. Universal galvanizada SCH 40

Se utilizan en diámetro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", se efectúa en reparaciones en tuberías no empotradas para evitar el uso de más accesorios ya que con su diseño nos evita el desmonte de toda una sección de tramo ya instalado.

Figura 41. Tapón hembra galvanizado



Fuentes: Pavco

3.4.7. Tapón hembra galvanizado

Es utilizado en diámetros de $\frac{1}{2}$ ", su uso es necesario en donde las conexiones son metálicas para evitar fisuras si se utiliza material PVCP.

Figura 42. Tapón macho galvanizado



Fuentes: Pavco

3.4.8. Tapón macho galvanizado

Es utilizado en diámetros de $\frac{1}{2}$ ", su uso es necesario en donde las conexiones son metálicas para evitar fisuras si se utiliza material PVCP.

Figura 43. Tuberías a redes exteriores



Fuentes: Pavco

3.4.9. Tuberías a redes exteriores

El uso de este material por lo general es realizado en tubería corrugada de alto tráfico en lugares donde se sabe el peso por m² es considerable, se utilizan diámetros de 4" a 6" en conexiones locales y/o rurales, para su conexión es necesario el uso de lubricante y tener en cuenta que no son necesarias uniones ya que esta tubería está adaptada para conexión campana x espigo con lo cual facilita la instalación.

Figura 44. Lubricante



Fuentes: Pavco

3.4.10. Lubricante

Es necesario su uso para permitir la correcta conexión de las redes sanitarias.

3.4.11. Montajes de instalaciones hidráulicas tipo:

- a) Interpretación de plano hidráulico
- b) Materiales
- c) herramientas
- d) Marcar puntos terminales a trazar
- e) Realizar regatas o canales
- f) Colocación de válvulas llaves y grifos
- g) Ensayo de tuberías

3.5. RED SANITARIA AGUAS LLUVIAS

3.5.1. Materiales utilizados en las redes de aguas lluvias.

Para el manejo de aguas lluvias o pluviales se maneja las tuberías de PVC tal como lo dice la (NTC. 1341, 2006), y en algunos casos el hierro galvanizado.

3.5.2. Generalidades en instalaciones de redes de aguas lluvias

- Según la (NTC1500) toda la escorrentía superficial de las aguas lluvias que caen en un predio construido deben ser encausadas por un sistema de evacuación de aguas lluvias, a la cuneta de la vía o al desagüe natural.
- Según (Carlos, 2007) la función del sistema de drenaje pluvial del edificio, es la evacuación de agua de los techos y balcones del edificio lo más pronto posible para evitar estancamientos que puedan producir filtraciones y humedad.
- Al igual que el drenaje sanitario, este sistema recolecta las cargas pluviales de los techos y balcones de cada nivel, en forma horizontal, conforme (Carlos, 2007) luego son conducidas en forma vertical hasta el nivel preestablecido para iniciar nuevamente un recorrido horizontal hasta poder conectarse a la red municipal
- Se deberá tener en cuenta el tipo de techo de nuestra vivienda.
- Si se respetan la pendiente de la caída en el techo de nuestra vivienda y que sea aceptable.
- Altura caída y dimensión de los mismos nos dan una idea del caudal aceptable para que la tubería puede resistir, para que de esa forma no solo sea un movimiento lento por las tuberías sino también por las canales, sabiendo esto podremos hacer un cálculo de: tipo de material, elementos, esquema de tendido.

3.6. RED SANITARIA AGUAS RESIDUALES

3.6.1. Materiales utilizados en la redes aguas residuales

- Conforme a la (NTC. 1500, 2004), Se utilizan diferentes clases de tuberías para cada uno de los elemento que se vaya a construir, para las instalaciones sanitarias se maneja el hierro fundido, hierro galvanizado o tuberías de PVC, para el desalojo de aguas residuales se maneja tubería de concreto, de PVC o de hierro fundido.

3.6.2. Generalidades en instalaciones aguas residuales

- Según la (NTC. 1500, 2004), todas la escorrentía superficial de las aguas lluvias que caen en un predio construido deben ser encausadas por un sistema de evacuación de aguas lluvias, a las cuneta de la vía o al desagüe natural.

3.6.3. Instalaciones de drenaje

- Las instalaciones de agua en las viviendas se completan con la instalación de desagüe o evacuación, que tiene por objeto recoger el agua utilizada, y ya sucia, de cada aparato de consumo y conducirla a la red de alcantarillado, si existe, o al pozo negro, cuando no hay alcantarillado. Según (Carlos, 2007) la instalación de drenajes está constituida por una serie de tubos que parten de los orificios de desagüe de los aparatos de consumo y van a parar finalmente a un conducto general de desagüe del edificio o albañal. La disposición de la instalación de desagüe tiene distintas formas según los sistemas constructivos empleados, e incluso, según los usos y costumbres del lugar en que se construyen, o los reglamentos que deben seguirse en la construcción. En todos los casos, sin embargo, se construyen de tal modo que por ellas no pueden llegar al interior del edificio los gases y malos olores procedentes del albañal o alcantarillado.

3.6.4. Montajes de instalaciones redes de aguas residuales tipo

- a) Delineación de redes
- b) Instalación de aparatos sanitarios
- c) Colocar mortero y cemento blanco
- d) Colocar sanitario y trazar base
- e) Instalación de acometida de agua al aparato y graduar cantidad de agua en el tanque
- f) Instalación de lavamanos

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. TUBERIA DE AGUA FRIA, CALIENTE Y DRENAJES

4.1.1. Material PVCP.

El poli-cloruro de vinilo es un derivado del petróleo bastante versátil, además una de sus características más importantes es que es dúctil y tenaz, actualmente su uso se ha masificado reemplazando otros materiales como hierro galvanizado, cobre, entre otros; algunos por los efectos de corrosión y otros por los altos costos.

- Facilidad de instalación: debido a su bajo peso con respecto a otros materiales el desplazamiento en obra es mucho más fácil, gracias al método de unión por soldadura líquida es una instalación muy rápida además que para la realización de cortes en el material no es necesario ningún equipo especial tan solo es necesario una sierra.
- Pérdidas de energía: debido a su poca rugosidad y a que es un material liso las pérdidas de energía son mínimas.
- Tipos de accesorios: cuenta con gran variedad de accesorios que facilitan su instalación haciendo que las reparaciones sean bastante sencillas.
- Corrosión: El material PVC es inmune a la corrosión por presencia de humedad o en algunos por sus contactos con agua salada y/o otros factores que alteran otros materiales, debido a sus componentes hace que sea un material inodoro, incoloro; características que hacen que sea un material no tóxico haciendo ideal su utilización en manejo de aguas potable.
- Terreno a instalar: gracias a su versatilidad es útil para realizar las instalaciones excavadas, en placas de concreto, sumergidas en agua; gracias a sus componentes evita que agentes externos contaminen el líquido transportado por la red.

4.1.2. Tubería plástica PVC rígido (cloruro de polivinilo).

Es muy importante hacer énfasis en las tuberías, identificar los diferentes accesorios que existen y la utilidad de cada uno de ellos, también la interpretación en los planos los cuales son los que nos guía a los diseñadores hidráulicos ingenieros civiles junto con las personas involucradas en esta parte de diseños es indispensable lograr una interpretación muy conjunta para tener buena calidad de trabajo.

4.1.3. CpvC (cloruro de polivinilo clorado).

La diferencia del cpvc y el pvc es un proceso llamado post-cloronación que es un proceso más avanzado para trabajar a altas temperaturas y poder solucionar las necesidades requeridas en sitio o una alternativa más mejor a la cotidiana.

Esta línea de tubería hidráulica es fabricada con cloruro de polivinilo post clorado (CPVC) en Colombia su uso es cotidiano dependiendo de la temperatura ambiente donde se pueda utilizar, además es una alternativa muy bien acogida en diferentes partes del país y en el sector de las industrias y la construcción más específicamente.

4.1.4. Tubería metálica.

En Colombia se lleva a cabo muchas conexiones en las cuales se encuentran las tuberías metálicas desde $\frac{1}{2}$ "hasta 4" por la cual se encuentran en la mayor parte de proyectos de redes de presión y proyectos hidráulicos, para verificar el tema de calidad se lleva a cabo un control con normas que nos cumple la mayor parte además se caracteriza también por su longitud que viene entre 5 o 6m de longitud.

4.1.5. Tuberías de cobre.

Es denominada esta tubería tubo de cobre estirado de precisión sin soldadura su proceso de fabricación y elaboración laminado es muy utilizada para la conducción de fluidos viene en tiras de 5 m para todos sus diámetros también se encuentran de 50 m en rollos hasta un diámetro aproximado de 22 mm mediante procesos técnicos, esta tubería

Sus características más puntuales y dada la circunstancia (0,75 / 1 / 1,2 / 1,5 / 2 / 2,5 mm), realmente se lleva a cabo varios tipos de procesos a la tubería de cobre y dependiendo de manera se lleva a cabo su respectivo uso

Los diámetros vienen de 1mm a 1,2 mm en fabricación cuenta en el mercado con mucha variedad de accesorios los cuales están diseñados según su uso.

4.1.6. Tuberías corrugadas.

Esta tubería es una tubería que viene diseñada en la gran mayoría de los casos en grandes dimensiones de diámetro y viene aproximadamente por tramos de 6 m a diferencia de otras tuberías esta tubería se caracteriza por manejar conducciones de aguas a diferentes presiones y también tiene una diferencia y es el manejo de altos porcentajes de sólidos como los lodos; un cuidado muy minucioso de esta tubería es el éxito de las instalaciones de calidad y por lo cual también depende de facilidades de manejo y adecuación para la unión de la misma tubería y el almacenamiento de la misma y el cuidado con el cual se maneja tienen una gran importancia a la hora de verificar el buen estado de uso.

4.1.7. Tubería de polipropileno (pp).

Esta tubería se caracteriza por ser de plástico rígido y a diferencia de las más tuberías esta tiene la propiedad de dejarse doblar o tener curvas sus diámetros están dados desde 16mm hasta 125 mm y actualmente se encuentran en barras

Algunas de sus ventajas más evidentes son las siguientes:

- Gracias a su buena elaboración de calidad evita que se pueda tapar por incrustaciones
- Es resistente a posibles golpes que se puedan ocasionar
- Su instalación es rápida y fácil para trabajar
- No deja crear bacterias
- Evita fugas de agua que hoy en día es muy persistente en las tuberías que se encuentran
- Nunca se oxida ni se corroe
- Funcionamiento básico de sistemas hidrosanitarios.

El funcionamiento de los sistemas hidrosanitarios es definido como diferentes tipos de instrumentos que son mecánicos y algunos automáticos; están compuestos de diferentes dispositivos que unidos tienen como función la evacuación controlada de aguas residuales y/o aguas lluvias.

Estos aparatos hidrosanitarios se ubicaran en lugares con buena ventilación y con un espacio adecuado para su instalación, de la misma manera las instalaciones hidrosanitarias deben estar acorde a las especificaciones de cada uno de los aparatos.

La principal función de los aparatos hidrosanitarios: en primera etapa es el suministro de agua potable y en segunda etapa evacuar el agua residual, cada tipo de aparatos deben tener ciertas especificaciones que garanticen su buen funcionamiento, esto con el fin de hacer mejorar las condiciones higiénicas.

Los aparatos hidrosanitarios se clasifican según su función, se clasifican de la siguiente manera:

A. Aparatos sanitarios de evacuación de aguas residuales

- (1) Inodoros
- (2) Sifón
- (3) Orinal
- (4) Vertederos

B. Aparatos sanitarios aseo personal

- (5) Lavamanos
- (6) Duchas
- (7) tina

C. Aparatos para lavado

- (8) Lavaplatos
- (9) Lavaderos

D. Aparatos sanitarios de paso de agua

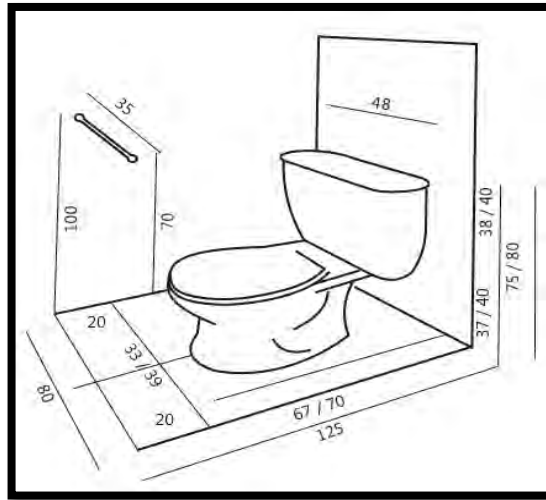
- (10) Calentador
- (11) Cajas de inspección
- (12) Controles de temperatura
- (13) Llave jardín

4.2. APARATOS SANITARIOS DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

4.2.1. Inodoro.

Estos dispositivos que tiene como función principal evacuar aguas residuales, están divididos en dos partes principales son: la taza, ubicado en la parte inferior en su interior tiene incorporado un sifón el cual funciona por gravedad y acumulación de agua con lo cual evita el paso de olores fuertes, según (Carmona, 2010) su parte superior incluye un tanque acumulador de agua que aproximadamente tiene una capacidad de 8 a 12 litros respectivamente y con un tiempo de llenado aproximado de 2.5 minutos, el cual en su interior tiene un dispositivo el cual controla el nivel de agua, y otro dispositivo el cual esta interconectado al dispositivo de nivel de agua se acciona por una cuerda que se encuentra conectada a un sello, luego de accionar la manija exterior este sello levantado, realizando una descarga de agua por gravedad que llega hasta el sifón interno del inodoro, produciendo el paso de agua hasta que los sólidos evacuan por estas tuberías.

Figura 45. Inodoro



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 13.

4.2.2. Sifón.

Este dispositivo recibe toda la descarga de aguas de las bajantes de duchas, inodoros, lavamanos, entre otros aparatos, este recibe la descarga y conduce hacia la red principal de los desagües como principal función tiene aislar el medio ambiente de la red de aguas residuales.

Cada aparato sanitario debe tener este dispositivo sin ninguna excepción, se deben instalar en lugares accesibles en caso de daños.

Por ningún motivo se debe arrojar elementos pesados como ropa, objetos de diferentes tipos; que ocasionan obstrucción en este dispositivo

Durante los procesos constructivos durante su instalación se debe tener tapado, y durante la puesta en servicio se deben realizar pruebas de fluidez y estanqueidad, para verificar su buen funcionamiento.

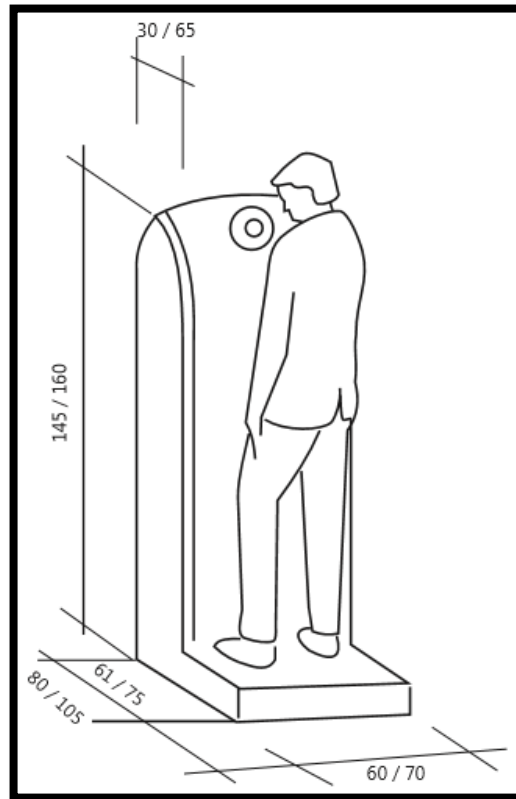
4.2.3. Orinal.

Conforme con (Carmona, 2010) Los orinales tienen como funcionamiento evacuar la orina para hombres, existen tres tipos de orinales: el de grifería sencilla, el de válvula fluxómetro, y de sensor de movimiento; para este último mencionado es necesario un lavado intermitente de descarga de aproximadamente unos 50 l/h por aparato y para el drenaje continuo es necesario una descarga de 0.04l/h. El espacio mínimo para una batería de este tipo es de 60 cm.

4.2.4. Grifería sencilla.

Estos dispositivos son los más comunes en estos el suministro de agua se controla por medio de una llave reguladora.

Figura 46. Orinal



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 14.

4.3. APARATOS SANITARIOS ASEO PERSONAL

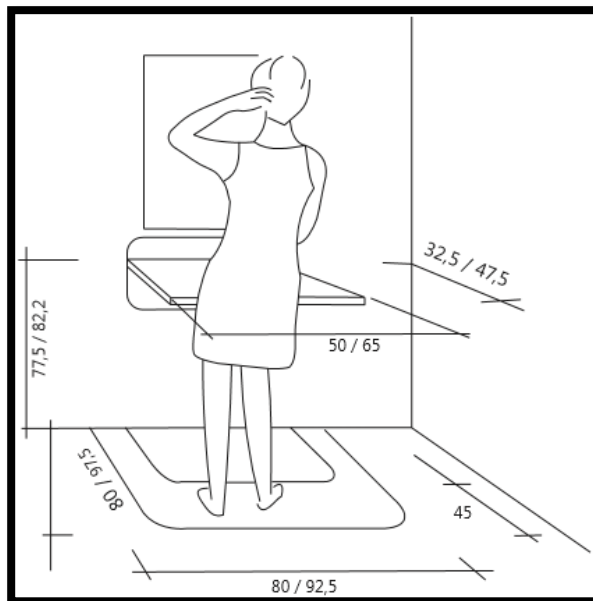
4.3.1. Lavamanos.

Existen diferentes tipos de lavamanos todos deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas, tales como cumplir con las medidas acorde a cada aparato de lavamanos; según (Carmona, 2010) cada lavamanos es posible tener uno o dos grifos dependiendo si incluye punto a de agua caliente, el desagüe debe estar en capacidad de drenar aproximadamente 0.4 l/h durante 15 s.

Son fabricados en diferentes tipos de materiales como: porcelana vitrificada, loza, hierro esmaltado, entre otros; el material depende de factores económico.

Algunos aparatos incluyen sensores de movimiento por medio del cual se acciona automáticamente y posterior al terminado del uso el suministro de agua es interrumpido.

Figura 47. Lavamanos



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 15.

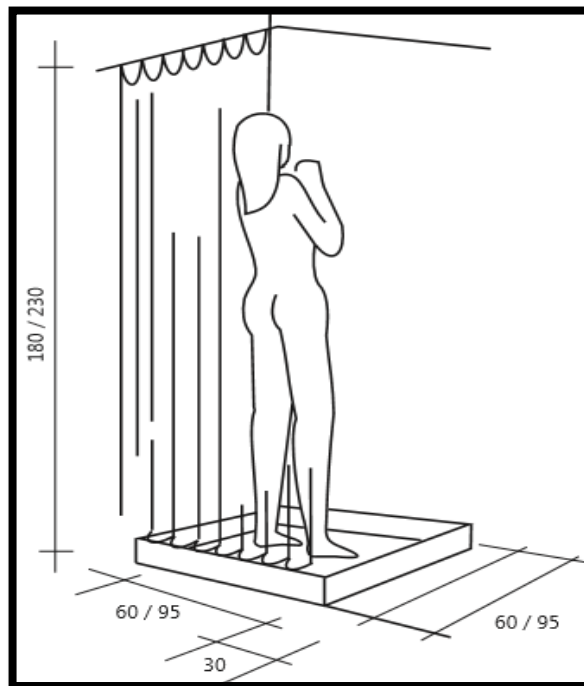
4.3.2. Duchas.

Es un aparato de uso masivo relativamente nuevo, está destinado al lavado de todo el cuerpo está compuesta por dos registros o en algunos casos solo uno, cuya función es permitir el paso de agua fría y caliente generalmente va introducida en muros de diferentes materiales.

Según (Carmona, 2010) Esta se puede realizar de pie, sentado o recostado, El suministro se diseña entre 2 y 3 unidades, dependiendo de la posición. El desagüe debe estar en capacidad de descarga aproximadamente 1.0 l/s durante 3 minutos.

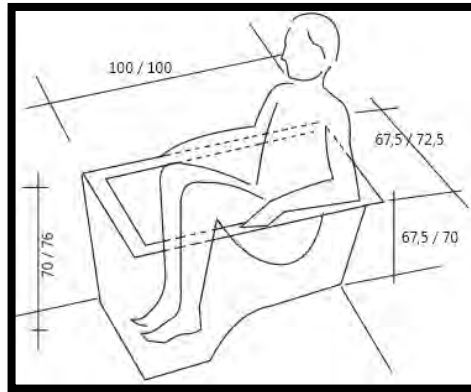
Se debe incluir la parte final una recamara en material galvanizado para que las altas presiones no fisuren las instalaciones, se deben realizar pruebas de presión antes y después de instalación para verificar que no hayan contenidos que causen taponamientos y generen daños en los mezcladores.

Figura 48. Ducha



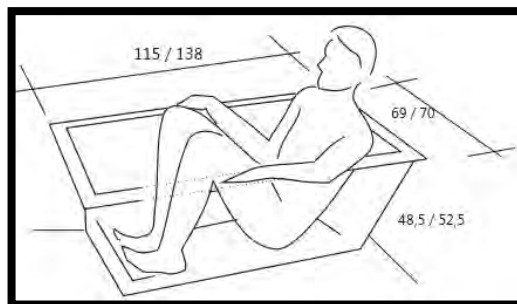
Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 15.

Figura 49. Ducha de forma sentado



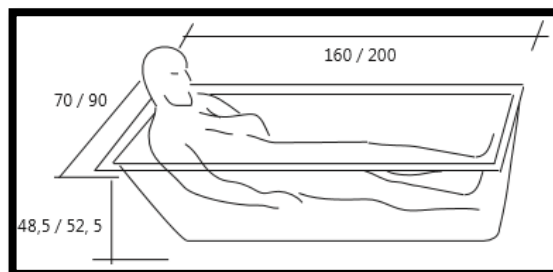
Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 15.

Figura 50. Ducha de forma recostado



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 15.

Figura 51. Tina



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Eco ediciones 2010. P. 15.

4.3.3. Tinas.

Según (Carmona, 2010) se define como un aparato de gran tamaño que permite la inmersión del cuerpo en postura alargada. Se dividen en dos grandes grupos: las empotradas y las no empotradas.

Se fabrican en diferentes materiales. En espacios reducidos se deben instalar bañeras cortas o escalonadas, así como mini-baños con aplicaciones diversas.

Las bañeras deben colocarse lo más cerca posible al desagüe de la bajante, para evitar sobreelevación con respecto al nivel del fondo

Este aparato no es de uso masivo, está destinado al lavado de todo el cuerpo con lo cual el suministro de agua potable es bastante, para su instalación puede ser empotrada en muros o algunas referencias cuentan con apoyos, debe incluir dos puntos uno de agua fría y agua caliente, debe contar con un punto de desagüe para evacuación de aguas residuales.

En algunos casos cuenta con un hidro-mezclador que mezcla agua fría y caliente para lograr la temperatura deseada.

4.4. Aparatos para lavado

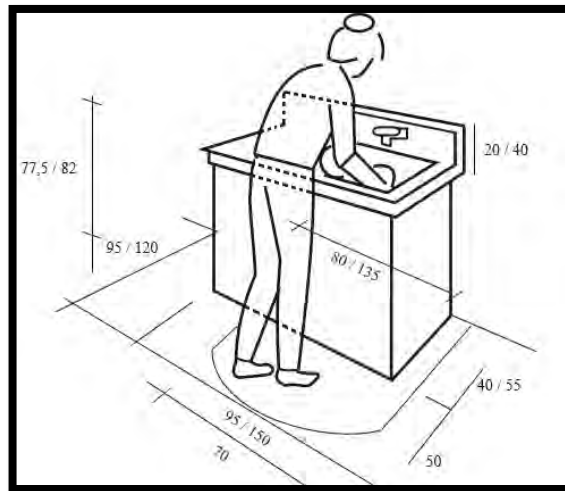
4.4.1. Lavaplatos.

Conforme (Carmona, 2010) Existen diferentes tipos de lavaplatos por lo general empotrados en mesones de cocinas, se requiere de buen espacio para su instalación ya que puede ser de una o dos pesetas.

Debe contener un desagüe y el dispositivo debe ser diseñado de tal forma que el tanque tenga en el fondo un desnivel hacia el desagüe; debe incluir una rejilla que impida el paso de residuos sólidos que ocasionen taponamientos en las redes, la rejilla debe ser limpiada con regularidad y de la misma forma por lo menos un punto de aguas residuales.

Estos aparatos deben incluir dos puntos de suministro de agua fría y agua caliente, generalmente se utilizan 15 litros para el fregado y 5 para el enjuague con agua caliente, Los componentes de fabricación son muy diversos van desde: granito, gres, porcelana, en aleación de aluminio con otros elementos, entre otros.

Figura 52. Lavaplatos



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 16.

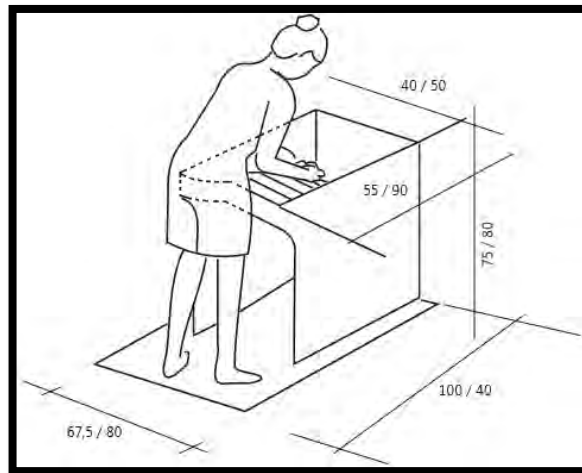
4.4.2. Lavaderos.

Conforme con (Carmona, 2010) el lavado de ropa manual con espacio funcional para el lavado y restregado. Su volumen generalmente de 150 litros y drenaje para 0.90 l/s durante un tiempo de 2.3 minutos.

Existen diferentes tipos de materiales para su fabricación desde plásticos, en concreto, entre otros; debe contener dos compartimentos uno de acumulación de agua potable y otro compartimento de fregadero, existen otros tipos de lavaderos que tan solo contienen el compartimento del fregadero.

Deben incluir un sifón para evitar malos olores y un punto de suministro hidráulico, para su adecuado funcionamiento.

Figura 53. Lavadero



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 14.

4.5. Aparatos sanitarios de paso de agua

4.5.1. Calentador:

Conforme a la (NTC. 1500, 2004) un sistema combinado de calentamiento de agua potable y de calefacción de espacios y temperatura mayores a 60 °C (140 °F), se debe instalar una llave mezcladora termostática maestra que cumpla con la ASSE 1017 para limitar el suministro de agua al sistema de distribución de agua caliente a 60 °C (140 °F), se debe garantizar la potabilidad del agua en el sistema.

Los calentadores de agua y tanques de almacenamiento deben ser ubicados y conectados de modo que se tenga accesos para revisión, mantenimiento, servicio y remplazo.

4.5.2. Controles de temperatura:

Todos los sistemas de suministro de agua caliente deben estar equipados con un control de temperatura automático de capaz de ser ajustado debe la más baja a la más alta temperatura aceptable dentro del rango de temperatura para su uso.

4.5.3. Cajas de inspección:

Conforme a (Sena, 2017) cámara destinada para la inspección y limpieza de la tubería de recolección, ubicada en el interior del inmueble. Sirve para recoger las aguas residuales, pluviales o combinadas provenientes de los domicilios.

Figura 54. Cajas de inspección



Fuente

https://www.google.com.co/search?rlz=1C1LENP_enCO735CO735&biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=8H7_WeDEEsvimAGXnKygCA&q=cajas+de+inspeccion+en+concreto&oq=cajas+de+inspeccion+en+concreto&gs_l=psy-ab..3.8.1484...0i24k1.0.GKDZxdaj0y0#imgsrc=bmlv-az6bFCAMM:

Figura 55. Cajas de inspección



Fuente: [http](http://)

https://www.google.com.co/search?rlz=1C1LENP_enCO735CO735&biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=8H7_WeDEEsvimAGXnKygCA&q=cajas+de+inspeccion+en+concreto&oq=cajas+de+inspeccion+en+concreto&gs_l=psy-ab..3.8.1484...0i24k1.0.GKDZxdaj0y0#imgsrc=bmlv-az6bFCAMM:

5. METODOLOGÍA

5.1. Conceptos básicos de hidráulica

En Colombia se encuentra las herramientas técnicas, prácticas y teóricas para llevar a cabo proyectos hidráulicos con el fin de mejorar la calidad de vida de todos los colombianos, en la mayoría de los casos hoy en Colombia se restringe cualquier tipo de instalación si no tiene un control de calidad, un estudio previsto con cálculos que garanticen los requerimientos técnicos y además que tipos de accesorios se utilizan, que la vida útil pueden brindar los accesorios que aproximadamente es de 50 años cabe resaltar que hay propiedades físicas y químicas que alteran el proceso de vida útil y además se debe estar inspeccionando todo tipo de trabajo realizado bajo la normatividad colombiana.

Las especificaciones dan a conocer las normas técnicas que deben cumplir los materiales, mano de obra, equipos de instalación, dirección y operación técnica necesaria para llevar a cabo las instalaciones correspondientes a redes sanitarias, hidráulicas; que con los planos se integran al desarrollo previo del proyecto a realizar

5.2. Diseño hidráulico para abastecimiento de agua

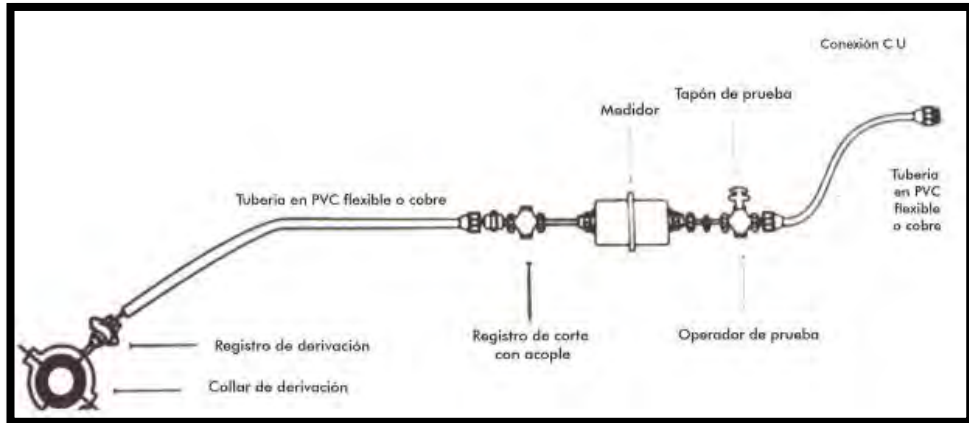
Son un conjunto de tuberías de conducción y distribución que reparte el agua a los diferentes artefactos tal como sanitario, lavamanos, lavaplatos etc.

Estas instalaciones son responsabilidad del propietario y debes cumplir las reglas de la (NTC. 1500, 2004) y el (RAS. , 2000) las cuales son las que rigen todo lo que tienes que ver con la hidráulica en Colombia.

5.2.1. Suministro de agua a las viviendas.

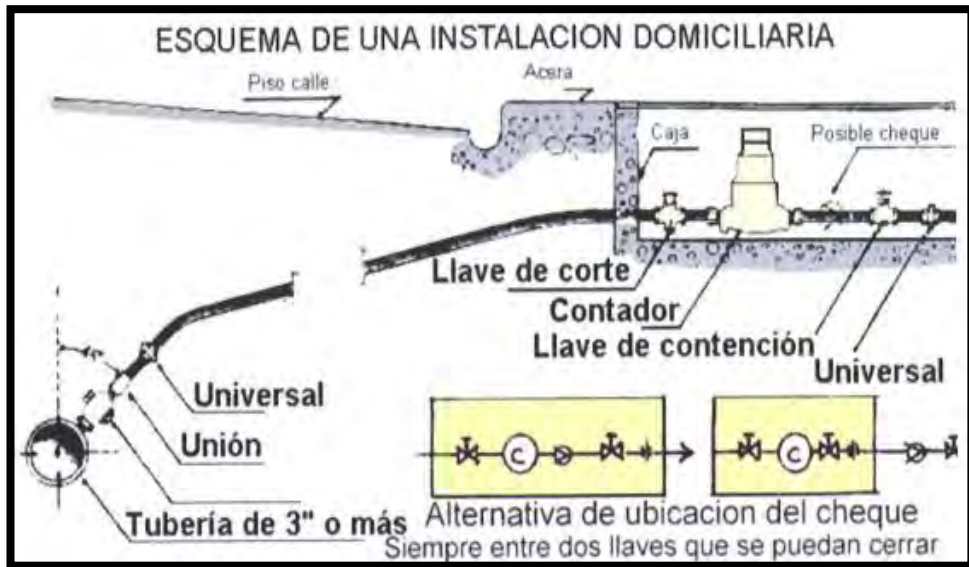
- Según la (NTC. 1500, 2004) para determinar el número de ocupantes de cada sexo, el número total de ocupantes debe ser dividido por 2. Para determinar el número requerido de aparatos, la relación o relaciones de aparato con la tabla (1). Los números fraccionarios que resulten de la aplicación de las relaciones de aparatos de la tabla (1) se deben redondear hacia arriba hasta el siguiente número entero.
- Es la tubería que va desde la red exterior principal hasta el medidor o contador; generalmente la instalación de esta parte la realiza las empresas que suministran el servicio de agua.
- Según la (NTC. 1500, 2004) la velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para tubería de diámetro inferior a 76.2 mm; para diámetro de 76.2 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser 2.50 m.

Figura 56. Acometida domiciliaria



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 5

Figura 57. Esquema de una instalación domiciliaria



Fuente: instalaciones técnicas. Guía de estudio. Sena Antioquia 2007

Tabla 3. Unidades de consumo por aparatos sanitarios

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Flujómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Flujómetro de $\Phi = 2,5$ cm	10
Orinal	Público	Flujómetro de $\Phi = 2,0$ cm	5
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina	Público	Válvula mezcladora	4
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
Fregadero de servicio	Público	Llave	2
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Flujómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidé	Privado	Válvula mezcladora	2
Tina	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
	Pública	Llave	4
Lavaplatos eléctricos	Privado	Llave	3
	Público	Llave	6

1) Los valores de unidades relacionados representan la carga total para el sistema de abastecimiento de agua. Los valores individuales tanto para agua fría como para agua caliente en aparatos que incluyan las dos conexiones se debe tomar como $\frac{3}{4}$ del valor total relacionado para el aparato.

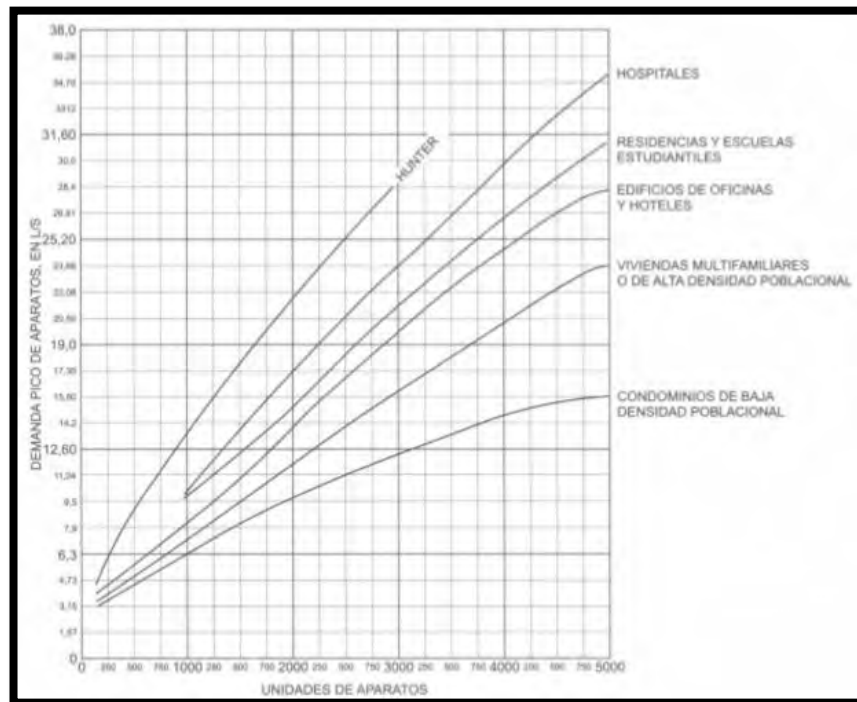
Fuente: NTC 1500. 2004. Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Icontec. [En línea]. P.52

Tabla 4. unidad de consumo en funcion del diametro de tuberia de alimentacion

Díámetro de la tubería de alimentación del aparato	Unidad de consumo
Menor que 1,91 cm (3/4 de pulgada)	2
1,91 cm (3/4 de pulgada)	3
2,54 cm (1 pulgada)	6
3,18 cm (1¼ pulgadas)	9
3,81 cm (1½ pulgadas)	14
5,08 cm (2 pulgadas)	22
6,35 cm (2½ pulgadas)	35
7,62 cm (3 pulgadas)	50

Fuente: NTC 1500. 2004. Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Icontec. [En línea]. P.52

Grafico 1. Curva de demanda



Fuente: NTC 1500. 2004. Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Icontec. [En línea]. P.53

5.2.2. Presión.

- Conforme a (Carmona, 2010) es el efecto que se produce cuando se aplica una fuerza a una superficie. Se acostumbra a expresarse en varios sistemas de unidades: Kilogramo por Centímetro cuadrado (Kg/ cm²), libras por pie cuadrado (psf), libras por pulgada cuadrada (psi), El sistema internacional utiliza el pascal (Pa).
- Una columna de agua de un metro de altura, ejerce una presión de 0.1 kilogramos por centímetro cuadrado, cualquiera que sea el diámetro o sección de la columna

5.2.3. Presión estática.

- Según (Carmona, 2010) es la ejercida en la base de un tubo vertical de descarga cuando el agua se encuentra en reposo.
- Todo líquido que tiene movimiento origina fuerza de fricción en las paredes del tubo si el líquido anteriormente dicho tiene movimiento. La pérdida por velocidad del flujo se conoce a menudo como pérdida de carga por fricción o rozamiento

$$\left(\frac{V^2}{2g}\right)$$

V = Velocidad media

g = Constante gravitacional

5.2.4. Presión recomendada.

- Respecto a lo dicho por (Carmona, 2010) Relacionamos en el presente cuadro, las presiones máximas y mínimas con los diámetros de conexión.

Tabla 5. Presiones recomendadas

Aparato sanitario	Recomendada			Mínima			Diámetro
	m.c.a.	Kg./cm ²	lb/pulg ²	m.c.a.	Kg./cm ²	lb/pulg ²	Conexión
Inodoro fluxómetro	10.33	1.03	14.70	7.70	0.77	10.96	1"
Inodoro de tanque	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Orinal de fluxómetro	10.33	1.03	14.70	7.70	0.77	10.96	3/4 - 1"
Orinal con llave	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Vertederos	3.50	0.35	4.98	2.00	0.20	2.85	1/2"
Duchas	10.33	1.03	14.70	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavamanos	5.00	0.50	7.12	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavadoras	7.00	0.70	9.96	2.80	0.28	3.98	1/2"
Bidé	5.00	0.50	7.12	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavadero	4.00	0.40	5.69	2.00	0.20	2.85	1/2"
Lavaplatos	2.00	0.20	2.85	2.00	0.20	2.85	1/2"

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 5

5.2.5. Estimación de caudales y presiones.

- El caudal de suministro de un aparato depende de su modelo y de la presión disponible antes del mismo.
- Caudal Máximo Probable: según (Carmona, 2010) es el que se presenta cuando funcionan en simultaneidad todos los aparatos, también se puede presentar en la tubería de suministro y con el cual se debe diseñar. Empíricamente se ha tratado de determinar, pero los resultados siempre han sido deficientes, sin embargo, con algunos ajustes utilizaremos el método de probabilidades de Roy B. Hunter, presentado en E.U.A. en 1932.

5.2.6. Coeficiente de simultaneidad según el número de salidas k1.

- Este considera que algunos de los aparatos podrían funcionar simultáneamente.
- Por ello dependiendo del número de salidas en funcionamiento, y del uso de la edificación, aparecerá un coeficiente, cuyo valor máximo será de uno (1), y mínimo de 0,20.
- Según (Carmona, 2010) Cuando se tiene el caudal probable previamente establecido se tendrá en cuenta el coeficiente de simultaneidad, para esto tendremos que tener en cuenta el funcionamiento y el uso de la edificación, es importante saber qué tipo de edificación es ya que si fuese un edificio, cuartel, internado etc. Podrían funcionar varios aparatos al mismo tiempo

- pero en un edificio residencial o en una residencia familiar no es probable que ocurra.
- Por esto existen innumerables curvas de coeficientes de simultaneidad para los distintos casos, la norma francesa indica el coeficiente así.

$$K_1 = \frac{1}{(S - 1)^{1/2}}$$

Donde:

K1= es el coeficiente

S= el número de salida

Nota: esta expresión es relativa ya que no todas las salidas suministra el mismo caudal.

Tabla 6. Coeficiente de simultaneidad

S	K ₁	S	K ₁	S	K ₁
1	1,00	9	0,35	17	0,25
2	1,00	10	0,33	18	0,24
3	0,71	11	0,32	19	0,24
4	0,58	12	0,30	20	0,23
5	0,50	13	0,29	21	0,22
6	0,45	14	0,28	22	0,22
7	0,40	15	0,27	23	0,21
8	0,38	16	0,26	24	0,21

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

5.2.7. Consumo de agua.

- Según (Carmona, 2010) el consumo depende del buen servicio que preste la empresa o entidad correspondiente, del grado social y nivel de vida de las personas de determinado lugar. Sin embargo cuando se diseñan redes de acueducto se asumen para dichos cálculos consumos que van de 200 a 250 litros por día y por habitante.

Tabla 7. Consumos diarios

Viviendas tipo medio	120 litros / persona / día
Escuelas	50 litros / estudiante / día
Cuarteles	300 litros / persona / día
Prisiones	50 litros / persona / día
Hospitales (sin riego ni lavandería)	600 litros / persona / día
Oficinas	50 litros / persona / día
Jardines	2 litros / m ² / día
Hoteles	
• Primera categoría	300 litros / persona / día
• Segunda categoría	200 litros / persona / día
• Tercera categoría	150 litros / persona / día

Fuente: Rodríguez Soza Luis Carlos. Guía para instalaciones sanitarias en edificios. Guatemala octubre 2007. En línea. P. 44

5.2.8. Asignación de caudales para aparatos.

- Según (Carmona, 2010) en nuestro medio es poco lo que se ha investigado, sin embargo, quienes laboramos en el sector, coincidimos en el sobre diseño de los caudales.
- En efecto, se considera que el aparato líder del baño en caudal y presión es la ducha y que tres (3) unidades para el inodoro son excesivas, se propone que sea una (1) la unidad para el inodoro y que de dieciséis (16) litros de depósito en la cisterna se baje a ocho (8) aumentando la cabeza de la misma y rediseñando el sifón del inodoro.

5.2.9. Consideraciones

En un baño se tiene:

Tabla 8. Asignación de caudales para aparatos 7 unidades

Aparato	Unidades	Salidas
Sanitario	3	1
Ducha	2	2
Lavamanos	1	2
Bidé	1	2
<i>Total</i>	<i>7</i>	<i>7</i>

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

En la tabla 7:
 Para 7 salidas; $K1=0.40$.
 Luego $Q= 7 \times 0.4 = 2.8$ Unidades.

Tabla 9. Asignación de caudales para aparatos 6 unidades

Aparato	Unidades	Salidas
Sanitario	3	1
Ducha	2	2
Lavamanos	1	2
<i>Total</i>	6	5

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

En la tabla 8:
 Para 5 salidas; $K1=0.5$.
 Luego $Q= 6 \times 0.5 = 3$ Unidades.

Tabla 10. Asignación de caudales para aparatos 4 unidades

Aparato	Unidades	Salidas
Sanitario	1	1
Ducha	2	2
Lavamanos	1	2
<i>Total</i>	4	5

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

En la tabla 9:
 Para 5 salidas; $K1=0.5$.
 Luego $Q= 4 \times 0.5 = 2$ Unidades.

Tabla 11. Asignación de caudales para aparatos 5 unidades

Aparato	Unidades	Salidas
Sanitario	1	1
Ducha	2	2
Lavamanos	1	2
Bidé	1	2
<i>Total</i>	<i>5</i>	<i>7</i>

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

En la tabla 10:
Para 7 salidas; $K1=0.4$.
Luego $Q= 5 \times 0.4 = 2$ Unidades.

Tabla 12. Asignación de caudales para aparatos 7 unidades

Aparato	Unidades	Salidas
Lavadora	3	2
Lavadero	2	1
Lavaplatos	2	2
<i>Total</i>	<i>7</i>	<i>5</i>

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

En la tabla 11:
Para 7 salidas; $K1=0.5$.
Luego $Q= 7 \times 0.5 = 3.5$ Unidades.

Tabla 13. Asignación de caudales para aparatos totales

Aparato	Unidades	Salidas
4 baños	24	20
Lavadora	3	2
Lavadero	2	1
Lavaplatos	2	2
Llave de riego	1	1
<i>Total</i>	32	26

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

En la tabla 12, el K1 mínimo es de 0.21
Luego $Q = 32 \times 0.21 = 6.72$ Unidades.

Tabla 14. Asignación de caudales para aparatos por diámetro de tubería

Localización	Unidades	Diámetro
Baño	3	3/4"
Patio de ropas	3	3/4"
Cocina	3	3/4"
Medidor	8	1/2"

Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 7

5.3. Instalación

5.3.1. Corte.

El corte en la mayoría de los casos siempre se debe realizar perpendicular a la eje del tubo puesto que se puede obtener una mayor parte de área de pegamento y de esta manera se obtiene un excelente trabajo de calidad la herramienta con la cual se corte debe encontrarse en buen estado de uso para hacer este trabajo, además se recomienda que el corte sea un corte de 90 ° ya que de esta manera es mucho mejor la conexión junto a la unión y por si alguna razón no se cumple estas especificaciones o persiste un daño o hay evidencia alguna de debe cortar unos 5 cm de la porción dañada y volver a proceder de una manera eficiente.

5.3.2. Limpieza.

Hoy en día la pérdida de agua en la mayoría de los hogares colombianos se debe en muchos de los casos a una mala instalación o el no conocimiento práctico, teórico y/o técnico del operario y la limpieza del accesorio es muy importante en esta parte se debe aclarar las siguientes recomendaciones.

Se debe tener una limpieza detallada del tubo en su circunferencia y quitar la rebaba existente cuando se realiza el corte para eliminar posibles partículas las cuales impiden un buen contacto entre las áreas a pegar, hay que ser muy cuidadoso con los accesorios (unión y tubo) que no tengan en su interior residuos como polvo agua o grasa y entre otras impurezas, y además siempre inspeccionar muy oportunamente que los accesorios se encuentre en un muy buen estado de uso, y de lo contrario cambiar en su totalidad si se evidencian daños de fabricación como porosidad y mala formación de la tubería.

5.3.3. Ensamble de la unión.

Una vez se adhiere la soldadura en la unión rápidamente insertar el tubo dentro de la conexión y girar $\frac{1}{4}$ de vuelta para mejorar una buena distribución de la soldadura después sujetar el tubo y la conexión por un tiempo de aproximado de 15 segundos.

Es muy importante tener en cuenta que la unión y el tubo en el tiempo de hacer la conexión la soldadura debe ser aplicada uniformemente por el exterior del tubo cpvc y el interior de la unión debe ser en el menor tiempo posible para evitar que la soldadura se adhiera.

5.3.4. Acoplamiento inspeccionado.

Es muy importante tener en cuenta que el tubo sin conexión y/o sin usar la soldadura que debe tener un acople de 1/3 y de 2/3 y salir nuevamente el tubo de la unión sin forzar su uso para la debida conexión junto con la soldadura

5.4. Recomendaciones básicas.

- Según (Carmona, 2010) para apartamentos y viviendas unifamiliares de hasta cuatro (4) baños, cocina y patio de ropas se consideran doce (12) unidades de suministro, que equivalen a 0,57 litros por segundo.
- Debe diseñarse y cerrarse la red de distribución principal en una pulgada (1”).
- La distribución en los baños debe cerrarse y diseñarse en 3/4 de pulgada.
- Las conexiones de los aparatos deben diseñarse en media pulgada (1/2”).
- En la entrada de la residencia o apartamento, debe instalarse una válvula de rueda o registro de paso directo.
- A la entrada de cada baño, cocina y patio de ropa, debe instalarse una válvula de paso directo.
- El sanitario debe estar provisto de una válvula.
- Se debe tener precisión a la hora de su colocación de forma que todas ellas, según (Sena, 2007) esta tubería debe ir ubicada en línea recta y paralela a los muros y techos y puede ir enterrada o recubierta o fijas por medios de ganchos o abrazaderas,
- Debe hacerse el trazado considerando la distribución adecuada para el tipo de suministro existente.
- Procurar que el ramal pase por el centro de gravedad del grupo de aparatos a servir esto para que se produzcan velocidades permisibles a fin de reducir las pérdidas de carga hidráulica.
- Sectorizar la red utilizando llaves de paso para cada zona de consumo de agua potable.

La tubería de PVC para agua potable es de blanco y es color se consigue de 6 metros de longitud

5.5. PRUEBAS A REALIZAR

5.5.1. Prueba hidrostática.

La principal razón por la cual se lleva a cabo la prueba hidrostática es verificar la mano de obra y los materiales utilizados en diferentes tipos de instalaciones y se debe realizar por tramos diferentes antes de completar todo el sistema para verificar el sistema.

5.5.2. Llenado de tubería.

Se debe tener en cuenta el llenado debe ir de manera adecuada para la expulsión total de aire también es bueno tener válvulas de aire para un mejor funcionamiento de estas pruebas

5.5.3. Prueba de hermeticidad.

También es muy importante realizar periódicamente o no descuidar los tipos de instalación una vez se instale las tuberías y realizar el respectivo mantenimiento para brindar un servicio de agua con los más altos estándares de calidad.

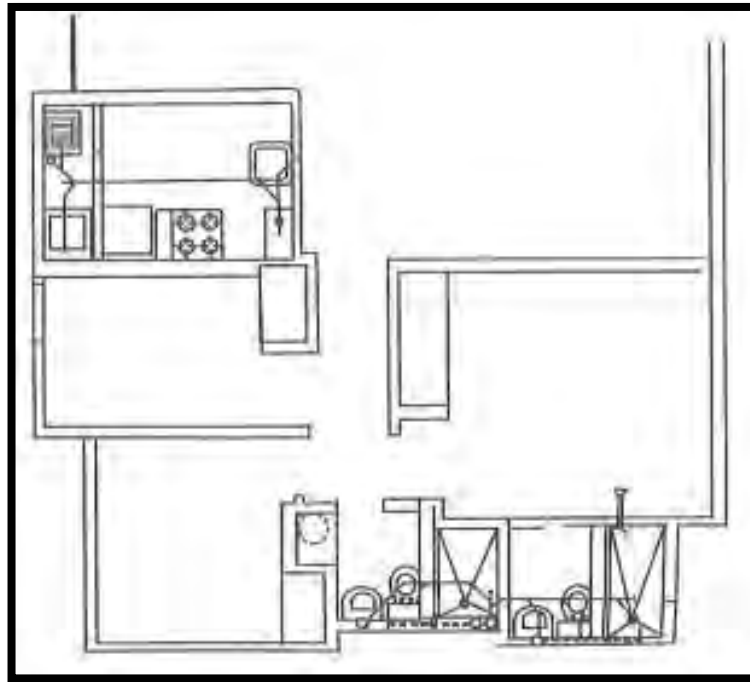
5.5.4. Soportes.

En esta parte de los soportes para las tuberías se debe tener en cuenta muchos factores tanto específicos exigidos por la norma, y dadas las circunstancias del caso de la mejor manera posible se recomienda que los soportes deben ser de (platinas de 1"x 3/16") de pulgada y para garantizar su durabilidad los diferentes tipos de soporte deben ser anticorrosivos, también se debe tener en cuenta que en tuberías verticales deben estar ancladas cada 2 metros con los accesorios necesarios para el buen funcionamiento. A continuación se especifica los tipos más usados de anclajes.

5.6. DISEÑO SANITARIO

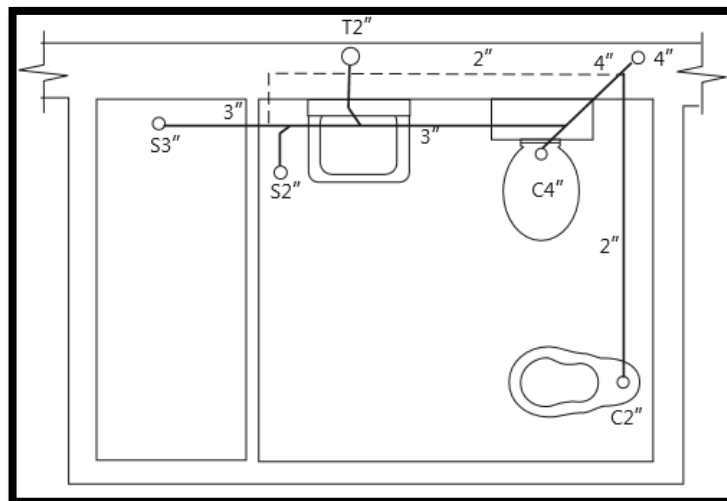
- Según (Carmona, 2010) este tipo de desagüe recibe la descarga producto de las actividades fisiológicas humanas, desperdicios domésticos y en general las aguas negras o grises.
- Estas instalaciones se encargan de la evacuación de las aguas servidas, existen una amplia gama de aparatos que se usan para la generación de dichas aguas, tales como lo son lavamanos, lavaplatos y los sanitarios.
- Según (Sena, 2007) Para realizar las instalaciones y su posterior construcción se debe tener una serie de planos los cuales nos ayudaran a realizar la labor de forma más segura y correcta, estos planos en algunas ocasiones son proporcionados por las compañías con las cuales se compran los sanitarios y/o los lavamanos, en estos planos encontramos medidas propias de las marcas las cuales tienen medidas tales como: medida a la cual debemos dejar el desagüe del sanitario, altura que se debe dejar en la acometida de agua para el sanitario, altura del sifón y de la acometida para el lavamanos.

Figura 58. Esquema de una instalación sanitaria



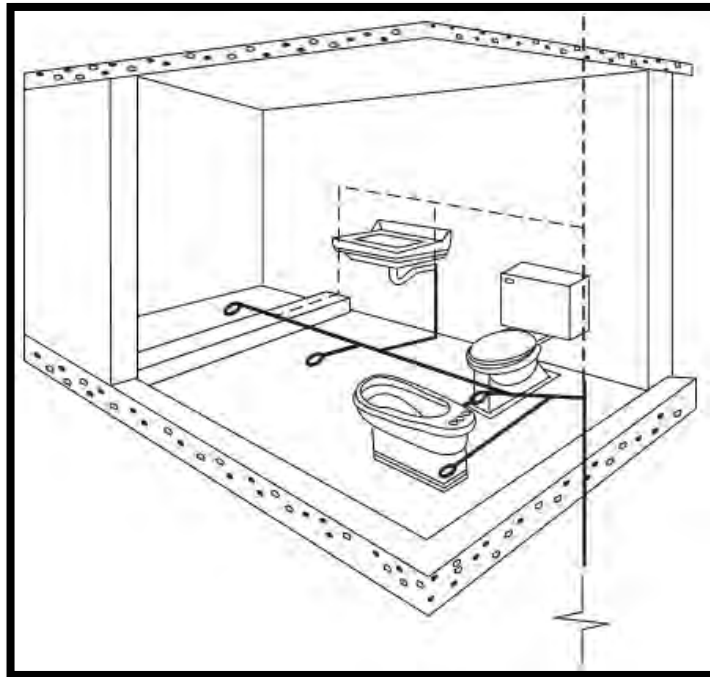
Fuente: instalaciones técnicas. Guía de estudio. Sena Antioquia 2007

Figura 59. Esquema de una instalación sanitaria baño



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 132

Figura 60. Esquema de una instalación domiciliaria baño



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 132

5.6.1. Domiciliaria

Es el tramo de tubería comprendido entre la caja final de inspección de una edificación o vivienda y el alcantarillado.

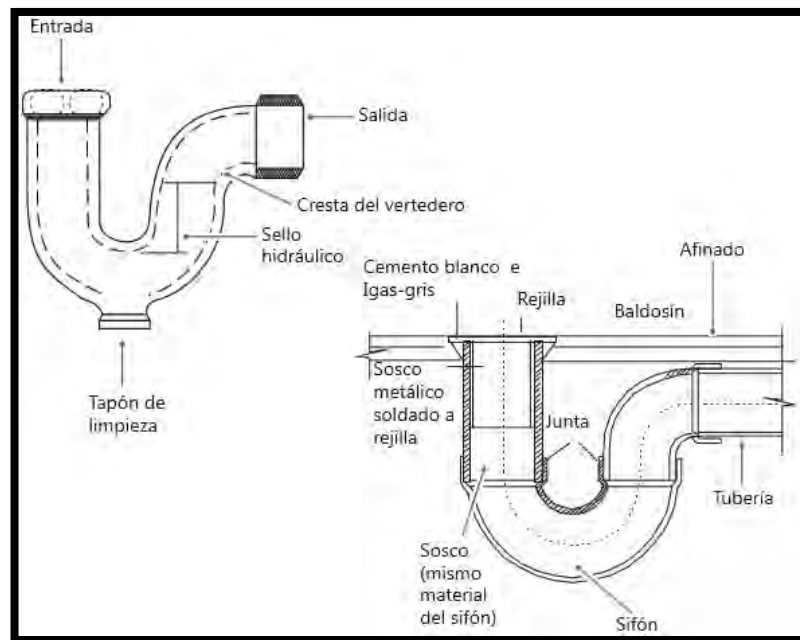
5.6.2. Flujo en tuberías

Conforme a (Carmona, 2010) el sifón es un accesorio que prevé un sello hidráulico para evitar que los malos olores de las tuberías de desagüe penetren al interior de las edificaciones, permitiendo el flujo sin obstrucciones.

El sello hidráulico se muestra en la figura () y la dimensión mínima recomendada es de 5 cm. (2").

Los sistemas de drenaje y ventilación son diseñados para variaciones máximas de 2,5 cm (1") en columna de agua para presiones positivas o negativas.

Figura 61. Detalles de un sifón acabado



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Ecoe ediciones 2010. P. 128

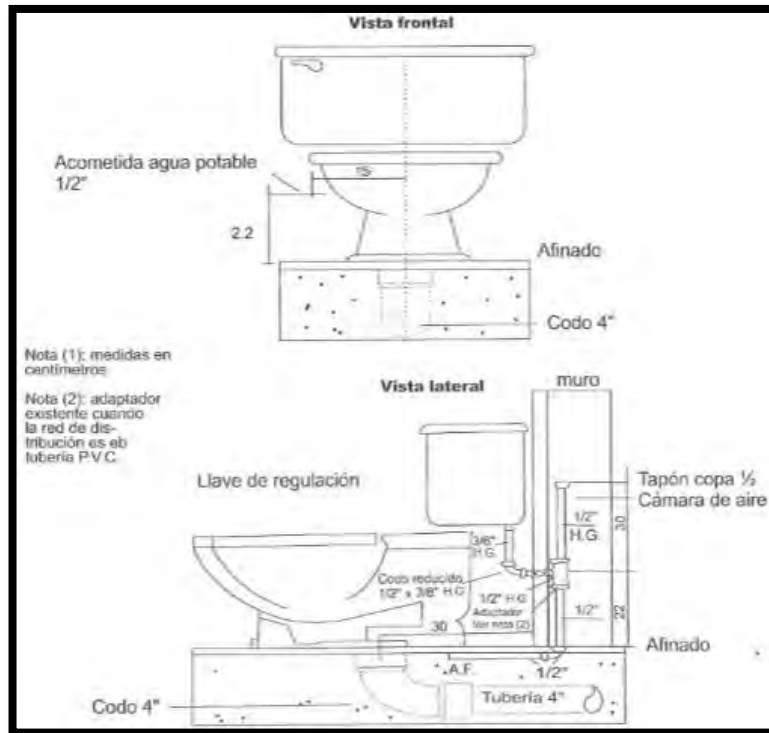
5.6.3. Sifonamiento

- Conforme a (Carmona, 2010) se denomina así a la pérdida momentánea o definitiva del sello hidráulico.

5.7. Instalación de un aparato sanitario

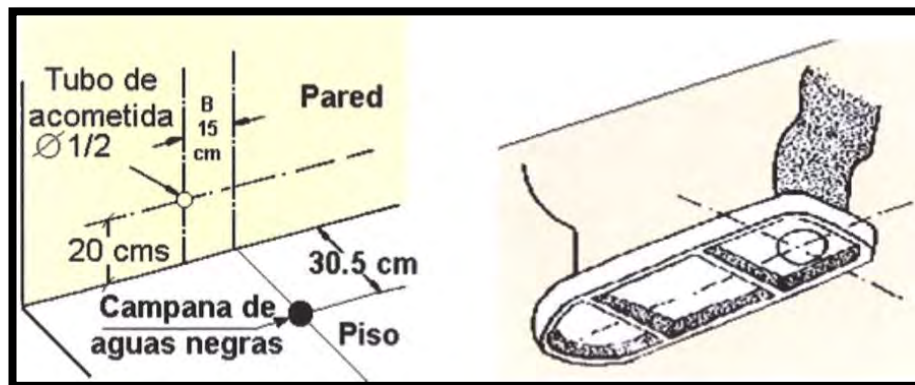
- El aparato sanitario se instala después de tener colocados acabados en la unidad sanitaria.
- Luego de instalas y armas el aparato sanitario se verídica que el desagüe no esté obstruido y se protege la boca superior con papel para evitar que el mortero o mezcla del utilizado para asentar el sanitario, lo obstruya.

Figura 62. Aparato sanitario



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Eco ediciones 2010

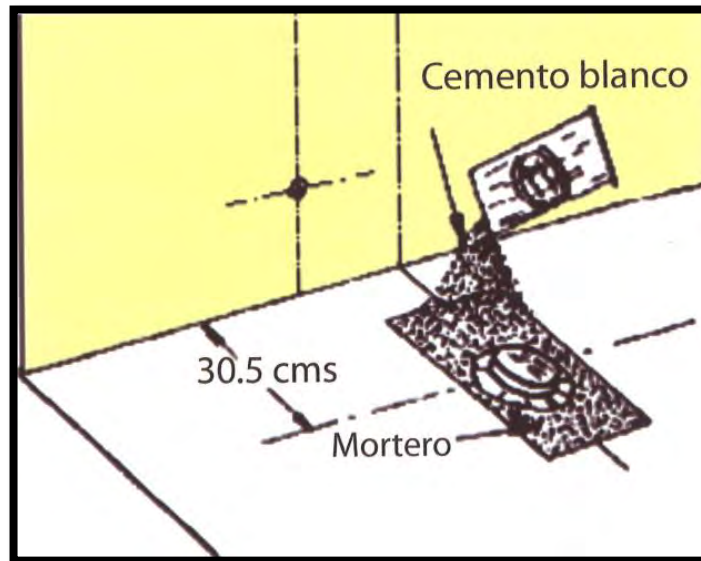
Figura 63. Esquema desagüe



Fuente: Pérez Carmona. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones Tomo 1. Capítulo 1, Suministro de agua. Sexta edición. Bogotá D.C. Eco ediciones 2010.

5.7.1. Colocar mortero y cemento blanco.

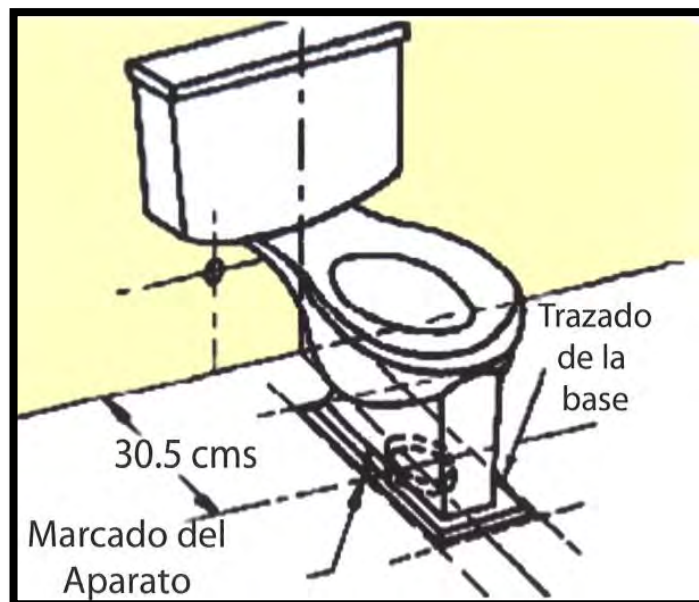
Figura 64. Aplicación de cemento blanco y mortero



Fuente: instalaciones técnicas. Guía de estudio. Sena Antioquia 2007

5.7.2. Colocar sanitario y trazar base.

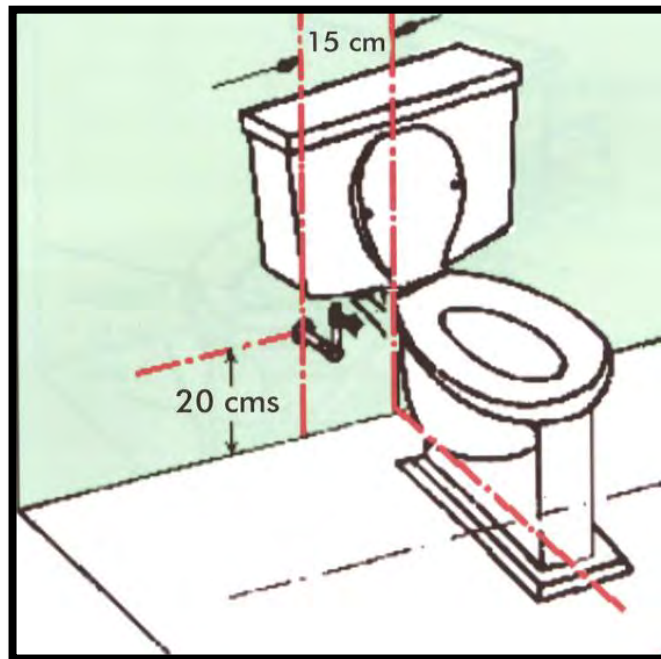
Figura 65. Colocación de sanitario



Fuente: instalaciones técnicas. Guía de estudio. Sena Antioquia 2007

5.7.3. Instalación de acometida de agua al aparato y graduar cantidad de agua en el tanque

Figura 66. Acometida sanitaria

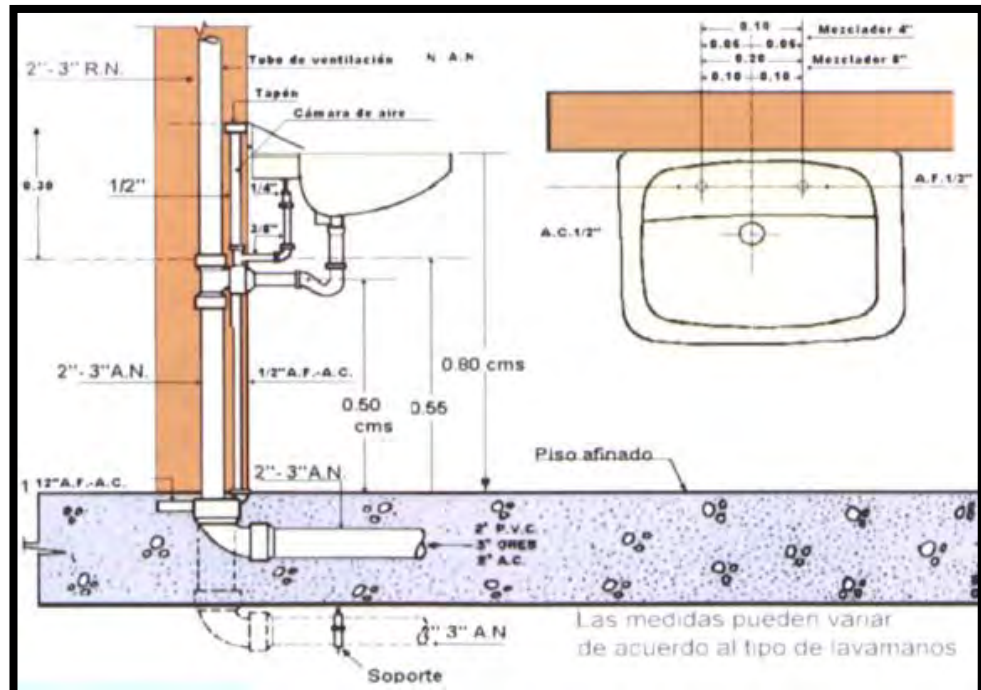


Fuente: instalaciones técnicas. Guía de estudio. Sena Antioquia 2007

5.8. Instalación de lavamanos

- Lo primero que se debe verificar a la hora de la instalación de un sistema de lavamanos son las medidas de altura y separaciones para la instalación y a las cuales tenemos que dejar el desagüe, también tenemos que tener en cuenta el abasto del agua y los chazos, estas medidas son dependiendo el tipo de lavamanos y la marca.

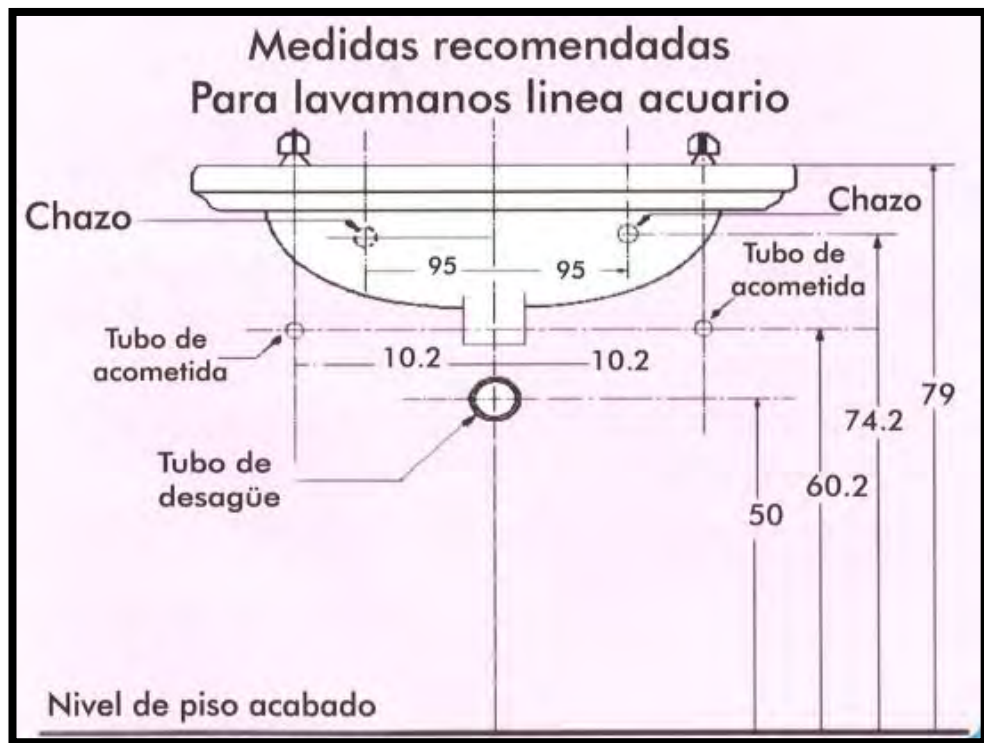
Figura 67. Aparato sanitario lavamanos



Fuente: instalaciones técnicas. Guía de estudio. Sena Antioquia 2007

- Según (Sena, 2007) para cada lavamanos tiene diferentes medidas de acuerdo a la marca y la línea, en la figura () muestra las diferentes alturas que se especifican; por ejemplo, la altura del lavamanos es de 80 cm, altura de la acometida de agua es 55 cm a centro, la altura de salida del desagüe es de 50 cm a centro, una cámara de aire de 30 cm, la distancia a centro de las acometidas de agua fría y agua caliente es de 20 cm.

Figura 68. Esquema de una instalación lavamanos



Fuente: instalaciones técnicas. Guía de estudio. Sena Antioquia 2007

5.9. Recomendaciones para el diseño de redes sanitarias

Conforme al (Sena, 2007) se debe delinear un recorrido de las tuberías desde la conexión domiciliaria hasta cada uno de los ambientes que contiene servicios sanitarios. Para ellos se debe considerar:

- Los tramos horizontales pueden ir por los muros o contra pisos de acuerdo a que los aparatos sanitarios descarguen por el muro o por el piso respectivamente.
- Al ir por lo muros se tiene más economía en el recorrido de tuberías u accesorios.
- La desventaja es que se tiene que romper muros para poder instalar la tubería.
- Al ir por el piso tiene la ventaja de ir por el piso es que la reparación es más fácil.
- Según (Sena, 2007) los tramos verticales deben ir preferentemente en ductos, con una separación mínima de 0.15m de las tuberías de agua caliente y de 0.20m de las montantes de agua negra y de lluvia (distancia medida entre sus generatrices más próximas).
- Debe evitarse el cruce de dichas tuberías en lo posible por elementos estructurales.

- Al ingreso de la tubería al predio es esencial la colocación de una válvula de interrupción después del medidor.
- Para las tuberías de aducción e impulsión es necesario la colocación de una válvula de retención.
- Es importante crear circuitos entre los ramales para una mejor distribución de presión y una mejor colocación de las válvulas de interrupción para luego si se requiere realizar reparaciones no se tenga que detener todos los servicios.
- Las tuberías de agua fría deben instalarse siempre debajo de las tuberías de agua caliente y encima de las de desagüe, a una distancia no menos de 0.10m entre sus superficies externas.
- En lo posible en cada uno de los ambientes se debe instalar una válvula de interrupción.

5.10. Diseño pluvial

Un componente importante en el área de las Instalaciones Sanitarias, es el sistema de desagües pluviales en las edificaciones, aquel encargado de captar las aguas de lluvia, estas se caracterizan en dos tipos tales como techos, azoteas y patios y estacionamientos.

Sus componentes básicos son:

- Área de captación
- Sistema de conducción
- Almacenamiento
- Filtro y tratamiento

Según (Guzman Ruiz, 2014) el agua captada está en relación directa con el sistema de captación, existe un porcentaje de pérdida dependiendo el material con el cual se encuentra construida el área de captación y al conducción y tienes un coeficiente de pérdida que varía entre 50% y el 90%, con relación a ello otro aspecto a tener en cuenta es el ángulo de inclinación aunque en este caso es solo para los elementos del conjunto que este en posición vertical ya que para los horizontales no se podría ya que la lluvia varía en intensidad y ángulo respectivamente.

5.10.1. Medios de captación

El agua pluvial se recolecta de los techos, suelos, caminos y patios o áreas de captación especialmente preparadas.

- **Techos**

Conforme con (Guzman Ruiz, 2014) los materiales más comunes con los cuales se construyen techos son laminas galvanizada, concreto, teja en algunos casos de lámina de asbesto, aunque el asbesto como ya es comprobado podría generar diversas enfermedades por lo cual no es recomendado en ningún caso su utilización pero si se llegase a utilizar se deberá hacer un tratamiento de impermeabilización.

Lo más importante en este caso es que las superficies de escurrimiento sean impermeables y que permitan escurrimiento, ya que esta es parte fundamental para la calidad y captación de agua, eso debe tener varias cosas claves como lo son: superficie limpia, libre de fugas y roturas, y preferible te lisa y uniforme para el mejor movimiento del flujo de agua.

Los porcentajes de escurrimiento dependen del material utilizado para la construcción del techo y con la tabla () se determinan los porcentajes según los materiales.

Tabla 15. Porcentaje de escurrimiento

MATERIAL	PORCENTAJE
Lámina metálica	90%
Teja	80% a 90%
Madera	80% a 90%
Concreto	80% a 90%

Fuente: Guzmán Ruiz. Saraí Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 31.

Figura 69. Techo



Fuente. <http://cubiertasrinaldi.com/techos-de-madera/techos-de-madera-18-2/>

- **Techos cuenca**

Son estructuras diseñadas para la recolección de agua de lluvia de forma directa, es un área especialmente preparada que reparta el proceso de evaporación y así disminuir la pérdida de agua por evaporación. El techo está formado por dos superficies que convergen en un canal central por gravedad.

Este tipo de sistema se emplea para abastecimiento de tipo comunitario debido al área que se requiere para poder obtener el volumen suficiente para abastecer la comunidad.

Figura 70. Techo cuenca



Fuente: Guzmán Ruiz. Saraí Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 31.

5.11. Sistema de conducción

5.11.1. Tipos y características de canales

Las canales colectan el agua y la conducen al tanque de almacenamiento. Existen distintos tipos de canales de acuerdo al material con el que son elaborados.

Según (Guzman Ruiz, 2014) la canaleta debe ser lo suficientemente ancha para que la captación de agua sea correcta. El ancho óptimo está entre los 20 y los 30 cm. Su profundidad depende de la cantidad de escurrimiento, la óptima se encuentra entre los 10 y 20 cm.

En cuanto a la posición y ángulo al cual se coloca debe ser lo más cercano del borde que se pueda para maximizar la captación de agua, el ángulo debe ser suficiente para evitar que el agua deje de correr o que vaya en sentido contrario. No debe ser tan grande ya que el extremo donde se encuentra más alejado del

borde la distancia que recorra el agua para llegar a la canaleta sea muy grande y provoque pérdida.

- **Canales de madera**

Según (Guzman Ruiz, 2014) muy poco utilizadas en la actualidad en algún tiempo se utilizaron mucho en estados unidos pero están son vulnerables a daños por agua y termitas además de que existen canales que tienes mucha mayor duración.

Figura 71. Canales de madera



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 34.

- **Canales de aluminio**

Conforme a (Guzman Ruiz, 2014) son el tipo más comúnmente utilizado en la actualidad ya que son las más económicas y gracias a su ligereza, fácil corte y que se pueden doblar es la elección más recurrente a la hora de instalación de canales.

Figura 72. Canales de aluminio



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 35.

- **Canales de cobre**

Según (Guzman Ruiz, 2014) el cobre es un material muy durable que se oxida con más lentitud que el aluminio aunque sufre descoloramiento con el pasar del tiempo a la final es mucho más durable, la desventaja de este material es que el costo es mucho mayor que el de los demás.

Figura 73. Canales de cobre



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 35.

- **Canales de acero**

Según (Guzman Ruiz, 2014) se oxidan con facilidad o solo que sea tratado como acero inoxidable, un factor que suele dañar con facilidad este tipo de material son los fuertes vientos. El acero inoxidable es caro, otra opción para canales de acero son de lámina galvanizada que dura alrededor de 30 años.

Figura 74. Canales de acero



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 36.

- **Canales de PVC Policloruro de vinilo**

Conforme a (Guzman Ruiz, 2014) también llamadas canales de vinilo, son ligeras, fáciles de corta e instalar y libres de mantenimiento. Las mayores desventajas de estas es que pueden volverse quebradizas al paso del tiempo, y que no resisten gran peso.

Figura 75. Canales de Pvc



Fuente: Guzmán Ruiz. Saraí Francisca. Sistema de captación de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 36. aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de

- **Canales de malla**

Según a (Guzman Ruiz, 2014) este tipo de canales tienen como principal objetivo que el agua recolectada no se contamine con hojas u otros elementos que puedan caer en ellas, el material del cual se encuentran elaboradas pueden ser de cualquier de los antes mencionados pero generalmente son de PVC.

Figura 76. Canales de malla



Fuente: Guzman Ruiz. Saraí Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 37

5.12. Almacenamiento

El almacenamiento de agua puede ser de distintos tamaños, depende del tamaño del tanque en el cual se esté recolectando el agua, y también dependerá del tipo de almacenamiento.

La limpieza del tanque debe realizarse de forma regular y debe contar con un desagüe en la parte interior para facilitar la limpieza.

Debe contar con una tapa para evitar la entrada de luz y el crecimiento de algas, un tubo para excedencia y una malla para que no permita la entrada de insectos.

5.12.1. Tipos y características de sistema de almacenamiento

Existen dos tipos principales:

- Superficiales
- Subterráneos

Según (Guzman Ruiz, 2014) debe ofrecer una estabilidad estructural ya que las presiones que se ejercen dentro del tanque van en relación directa con el tamaño del mismo, los tanques subterráneos requieren una buena impermeabilización para evitar filtraciones, debe evitarse la construcción del tanque cerca de letrinas la tabla (16) describe las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de tanques.

Tabla 16. Características de los tipos de tanques

Descripción	Tanque superficial	Tanque enterrado
Sistema de captación del agua de lluvia.	Capta el agua de los techos se está a un nivel inferior.	Puede captar el agua del techo y de superficies limpias a nivel de terreno.
Características del terreno de cimentación.	El suelo es menos resistente si está suelto o contiene mucha materia orgánica, provocando problemas de estabilidad.	El suelo es más firme para soportar las cargas y las paredes del tanque pueden ser más delgadas.
Presión del terreno lateral.	No lo tiene.	Cuando el tanque está vacío, el suelo poco compacto puede ejercer una presión importante.
Presión del agua.	Las paredes del tanque están sujetas a la presión del agua y se incrementa durante los sismos. La falla puede ser más peligrosa.	La presión que ejerce el agua a las paredes del tanque disminuye por la presión que ejerce del otro lado el terreno y el tanque es más estable durante los sismos.
Efectos de la intemperie.	Las paredes del tanque están sujetas a esfuerzos de expansión o contracción por calentamiento y enfriamiento.	Las paredes están más protegidas a los efectos del intemperismo.
Efectos del nivel freático.	El nivel freático no lo afecta.	Si el nivel freático está superficial, el tanque puede flotar cuando esté vacío.
Temperatura del agua.	La temperatura cambia conforme ésta varíe en el exterior.	La temperatura se mantiene más fresca y uniforme.
Contaminación del agua almacenada.	Es difícil que el agua se contamine si el tanque tiene la tapa bien sellada, salvo por los contaminantes que le llegan del techo.	El agua almacenada puede contaminarse por aguas negras de letrinas cercanas si las paredes del tanque tienen alguna permeabilidad o por introducción del agua en la tapa de registro durante las tormentas si no están sellados.
Toma del agua.	El grifo se encuentra más cercano a la superficie del terreno. Su limpieza es más fácil.	Para disponer del agua se requiere bombearla, salvo si la topografía del terreno permite colocar una llave más abajo para que el agua fluya por gravedad.
Susceptibilidad a daños por agentes externos	Está más expuesto a golpes e impactos.	El tanque puede dañarse por raíces de árboles o por el tránsito de personas y pequeños vehículos en la cubierta.
Costo.	Es menor.	Se incrementa por los trabajos de excavación y uso de bombeo.

Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 39.

- **Tanques ferrocemento**

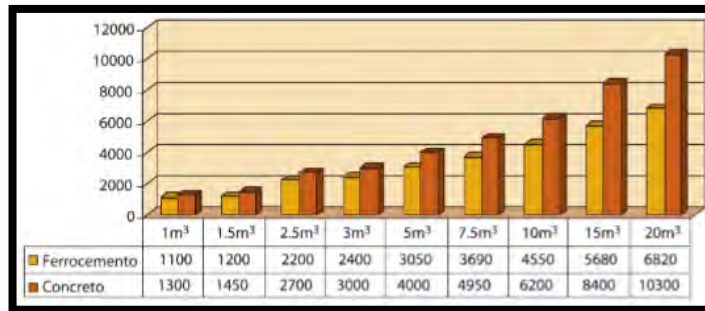
Conforme a (Guzman Ruiz, 2014) una opción que cada vez es más utilizada por la versatilidad de la técnica son los tanques de ferrocemento ya que no necesita cimbra y el grosor de sus paredes es de aproximadamente 5cm.

El ferrocemento tiene una alta resistencia a tracción y un alto módulo de rotura, su resistencia a la tracción puede ser igual a su resistencia a la compresión ya que la malla de refuerzo le proporciona mayor rigidez.

Las propiedades de los tanques de ferrocemento dependen en gran parte del mortero utilizado, la resistencia al agrietamiento es superior y cuando llega a producirse se presentan con aberturas muy pequeñas, esto se debe a las pequeñas separaciones en las aberturas de la malla utilizada como reforzamiento.

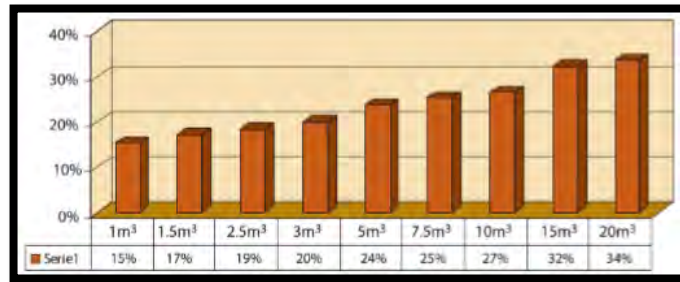
El tiempo de vida aproximado de dicho sistema es de aproximadamente 20 años si se tiene una constante limpieza y mantenimiento, estos tanques tienen ventaja ante el de concreto armado ya que es más económico, y la mano de obra a la hora de su construcción es menor en la gráfica (2) se puede observar el ahorro por la propuesta de uno de estos tanques en comparación con uno convencional va en aumento, si la capacidad es mayor como lo muestra la gráfica (3). Los datos son resultados del proyecto de aplicación por SANBASUR.

Gráfica 2. Inversión en tanques de agua según volumen y tecnología aplicada



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 41.

Gráfica 3. Ahorros generados por la aplicación del ferrocemento en la construcción de depósitos de agua



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 41.

- **Tanques prefabricados**

Según (Guzman Ruiz, 2014) los tanques que se adquieren ahora existen diversos tipos y diversas compañías que ofrecen mejores productos para la conservación de la calidad del agua, implementan sistemas que impiden la reproducción de bacterias, el material con el que está diseñado soporta las condiciones climáticas.

La tabla (17) muestra el espacio necesario, donde se relaciona la altura con el diámetro de un tanque cilíndrico en función de la capacidad de almacenamiento, los diámetros están establecidos por la empresa que fabrica este tipo de tanques.

Tabla 17. Dimensión de tanques cilíndricos prefabricados

Volumen Lts.	Diámetro m.	Altura m.
3000	1.50	1.74
4000	1.50	2.00
5000	1.68	2.30
6000	1.68	2.75
7000	2.00	2.25
8000	2.00	2.55
10000	2.20	2.65

Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 41.

5.13. Filtración

El proceso de filtración ya era conocido por los seres humanos primitivos al recolectar agua en agujero en la arena, ahora ese mismo principio pero a mayor escala es perfeccionado.

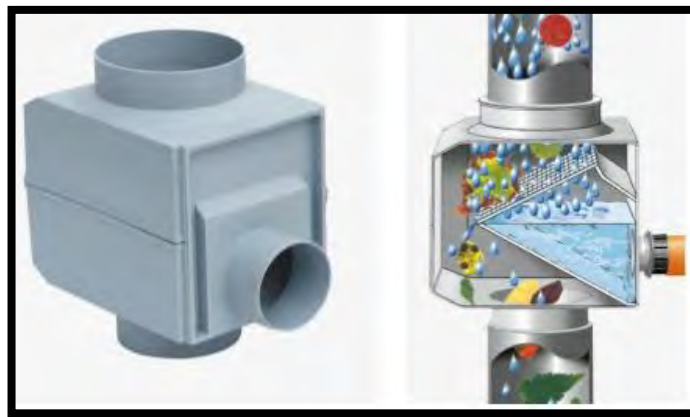
Los filtros son un medio por el cual se separa a través de un medio pero donde se retiene la parte de los componentes sólidos de la mezcla. Las utilidades de la filtración va desde la vida doméstica hasta en los procesos industriales. Clasificar los procesos de filtrado es extenso pero se puede tomar de la siguiente manera:

- El mecanismo de filtración
- La naturaleza de la mezcla
- La meta del proceso
- El ciclo operacional
- La fuerza impulsora

5.13.1. Tipos y características de filtros

Existen algunos filtros especiales para el agua de lluvia los cuales incluyen sistemas de separación de sólidos, los filtros de purificación de agua para consumo humano son más complejos en cuanto a su elaboración ya que deben garantizar agua de calidad para evitar enfermedades. Algunos tipos de filtros que se conocen como filtros de bajante son más sencillos pero solo realizan las funciones de separación del agua de los residuos sólidos.

Figura 77. Filtro de bajante (izquierda), funcionamiento (derecha)



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 44.

Según (Guzman Ruiz, 2014) existen filtros que se elaboran de forma casera, con arena, grava y carbón activado y un recipiente. La capa de arena fina (tamaño de la partícula 0.15-0.35 mm) actúa como una barrera física para atrapar partículas suspendidas, protozoos y helmintos. Estos contaminantes quedan atrapados entre los granos de arena y rellenan los espacios, permitiendo que el filtro atrape con el tiempo partículas más pequeñas, en la medida en que el tamaño de partícula de arena aumenta, la profundidad de la capa también aumenta. Las capas de arena gruesa y grava ayudan a filtrar más el agua y evitar que la arena fina se escape con el agua o que tape la salida

Figura 78. Filtro casero para agua



Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014. P. 45.

Conforme a (Guzman Ruiz, 2014) los filtros para la purificación de agua pluvial se clasifican en 4 tipos:

- **Filtros de purificación de ozono**
Emplean este agente oxidante que además clarifica y desinfecta, elimina los hongos y las bacterias aún mejor que el cloro. Las desventajas son que el mantenimiento es elevado, requiere mantenimiento constante, una instalación especial y además consume energía eléctrica.
- **Filtros purificadores de cerámica**
El costo es bajo y el mantenimiento sencillo, la desventaja es que retiene únicamente materia en suspensión, como sedimentos o basura, dejan pasar los gérmenes y bacterias ya que no cuentan con ningún tipo de esterilizante.

- **Filtro de purificación de luz ultravioleta**
Purifica el agua en varias etapas, el mantenimiento de este filtro es elevado ya que es indispensable cambiar los filtros y la lámpara UV lo cual se traduce en un consumo adicional de electricidad.
- **Filtro purificación de capsula**
Son bacteriológicos, retienen sedimentos y químicos diluidos, así como la materia orgánica, olores y sabores. Son económicos, requieren mínimo mantenimiento, necesitan retro-lavarse cada tres meses, son desechables y deben de ser cambiados cuando su vida útil haya terminado.

La tabla (17) indica la función de los filtros de acuerdo con los elementos y medios filtrantes que los componen para poder identificar si se trata de un purificador de agua bactericida, bacteriostático o simplemente de un filtro para mejorar el sabor del agua después de remover los sedimentos, cloro y otros contaminantes.

5.14. Ventajas y desventajas

5.14.1. Ventajas de un sistema de captación de agua pluvial

- El agua de lluvia es gratis la única inversión es en el sistema de captación y en el almacenamiento.
- La baja o prácticamente nula dureza del agua captada, extendiendo su uso.
- El agua de lluvia está libre de sólidos.
- Los sistemas utilizados no requieren de un mantenimiento.
- Tienen un costo mucho menor, que el de las redes hidráulicas públicas, tanto en la inversión primaria como en el costo de mantenimiento, reparación y ampliación del sistema de redes.
- Puede aplicarse prácticamente de inmediato a todas las comunidades urbanas que no cuenten con redes de agua potable.
- Evita la necesidad de construir nuevas presas.
- Reduce los costos de operaciones y mantenimiento de redes municipales.

5.14.2. Desventajas de un sistema de captación de agua pluvial

- La disponibilidad de agua es limitada, ya que las precipitaciones son variables según las estaciones del año.
- La disponibilidad de espacio de almacenamiento ya que una vez lleno el tanque se perderá todo el restante.
- Fuentes suplementarias de agua pueden ser necesarias en algunas temporadas del año.
- Se requiere un espacio considerablemente grande para la instalación de todo el sistema y para su mayor aprovechamiento, si se quiere ser autosuficiente durante todo el año este espacio será aún mayor.

Tabla 18. Filtros purificadores de agua

Medios filtrantes	Destruye		Inhibe		Retiene					Retiene /inhibe					
	Bacteria coli-formes	Virus	Esarda cysticercos	Ansilias	Salmonela	Sabor olor/color	THM's	Compuestos Voc's/Toc's	Compuestos halogenados	Pesticidas fenoles	Plomo cadmio	Calcio magnesio	Asbestos	Yodo	Cloro
Cerámicas de cuarzo o plata	●	●	●	●	●										●
Mallas submicrónicas	●	●	●	●	●										●
Pastillas cloro	●	●	●	●	●										
Resinas yodadas	●	●	●	●	●										
Generador a base de ozono	●	●	●	●	●										
Lámparas ultravioleta	●	●	●	●	●										
Carbón activado						●	●	●	●	●				●	●
Carbón estruido						●	●	●	●	●			●		●
Carbón activado impregnado con plata	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●
Yodador Resinas suavizadoras												●			
Membrana de osmosis inversa	●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●		
Cerámicas simples	●			●	●										●
KDF-SS							●	●	●	●	●	●			●
Leadout							●				●				

Fuente: Guzman Ruiz. Sarai Francisca. Sistema de captación de aguas pluviales adaptables a casas de habitación. Capítulo 3, sistema de captación de agua pluvial actuales. Oaxaca. 2014

6. RECOMENDACIONES

- Se necesita de una mejor actualización con diseños de accesorios imágenes claras en los cuales el intérprete lleve una mejor expectativa con su consulta.
- se recomienda que a la hora de la instalación del sistema hidrosanitario se realicen las verificaciones necesarias en todas las áreas para garantizar un servicio de calidad.
- Durante el proceso de instalación es necesario realizar revisión de planos arquitectónicos, estructurales, eléctricos, entre otros; para identificar posibles intersecciones o errores en la instalación.
- Realizar una revisión durante la instalación de desniveles de tuberías.
- Realizar todas las pruebas de presión, estanqueidad, fluidez, entre otras; para hacer posterior entrega de las instalaciones a la persona encargada.
- Identificar niveles redes exteriores y la ubicación de las mismas para realizar una conexión correcta.
- Está prohibido la combinación de redes de aguas y lluvias residuales tanto en redes internas como externas.
- Es necesaria el uso de la herramienta correcta para evitar malos usos en los elementos.

7. CONCLUSIONES

- Se diseña una guía educativa para explicar las construcciones hidrosanitarias en los hogares y/o en el sector rural, con el fin de mejorar la calidad de estos procesos constructivos, facilitando los diferentes materiales acorde a la norma colombiana (NTC 1500 código colombiano de fontanería).
- Se identifican las normativas en el sector hidrosanitario en Colombia haciendo énfasis en los procesos de construcción de las instalaciones hidráulicas aguas residuales y aguas lluvias, con el fin de aclarar o métodos de instalación y los diferentes tipo de materiales a utilizar.
- Se elabora una guía hidrosanitaria para los hogares colombianos, con el fin de estandarizar las instalaciones hidrosanitarias, por medio de gráficas, fotografías, entre otros; para establecer un proceso de construcción correcto el cual tenga un funcionamiento adecuado aumentando la calidad de vida en el sector rural.
- Se hace énfasis totalmente en el sector rural tanto para instalaciones hidrosanitarias y sistemas básicos de suministro y riego en el sector rural, facilitando recolección de aguas lluvias beneficiando ampliamente el sector rural porque reduce pérdidas de agua y a su vez aumenta las reservas de agua para su posterior utilización.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arellano Martinez, E. A. (2007). *Planeación y análisis de costos de instalaciones hidrosanitarias*. Retrieved from Planeación y análisis de costos de instalaciones hidrosanitarias:
<http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/3399/1/PLANEACION%20Y%20ANALISIS.pdf>
- Carlos, R. S. (2007). *Guía para las instalaciones sanitarias para edificios*. Retrieved from Guía para las instalaciones sanitarias para edificios:
<file:///C:/Users/techcom/Desktop/tesis%20guatemala.pdf>
- Carmona, R. P. (2010). *INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE GAS PARA EDIFICACIONES*. bogota: Ecoe. Retrieved from
<file:///C:/Users/techcom/Desktop/tesis/tesis%20a%20seguir/253574900-instlac-hidrosanitarais-y-de-gas.pdf>.
- Guzman Ruiz, S. F. (2014). *Sistema de captacion de aguas pluviales adaptables a casas habitacion*. Retrieved from Sistema de captacion de aguas pluviales adaptables a casas habitacion.:
http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/12492.pdf
- NTC. 1087. (2006). *TUBOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC) RÍGIDO PARA USO SANITARIO-AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN*. Retrieved from TUBOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC) RÍGIDO PARA USO SANITARIO-AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN.
- NTC. 1339. (2006). *ACCESORIOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) (PVC) SCHEDULE 40*. Retrieved from ACCESORIOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) (PVC) SCHEDULE 40.
- NTC. 1341. (2006). *ACCESORIOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC) RÍGIDO PARA TUBERÍA SANITARIA- AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN*. Retrieved from ACCESORIOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC) RÍGIDO PARA TUBERÍA SANITARIA- AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN.
- NTC. 1500. (2004). *CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA*. Retrieved from CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA.
- NTC. 382. (2011). *PLÁSTICOS, TUBOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC) CLASIFICADOS SEGÚN LA PRESIÓN (SERIE RDE)*. Retrieved from PLÁSTICOS, TUBOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC) CLASIFICADOS SEGÚN LA PRESIÓN (SERIE RDE).
- NTC. 576. (2008). *CEMENTO SOLVENTE PARA SISTEMAS DE TUBOS PLASTICOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC)*. Retrieved from CEMENTO SOLVENTE PARA SISTEMAS DE TUBOS PLASTICOS DE POLI(CLORURO DE VINILO) (PVC).

- NTC. 888. (1997). *ELECTRODOMÉSTICOS. CALENTADOR DE AGUA TIPO ALMACENAMIENTO. INSTALACIÓN Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD REQUERIDOS*. Retrieved from ELECTRODOMÉSTICOS. CALENTADOR DE AGUA TIPO ALMACENAMIENTO. INSTALACIÓN Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD REQUERIDOS.
- Perez Morales, G. B. (n.d.). *Instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios*. Retrieved from Instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios.: <http://hidraulica.umich.mx/bperez/APUNTES%20INST-HID-SAN.pdf>
- RAS. . (2000, NOVIEMBRE). *DOCUMENTACIÓN TÉCNICO NORMATIVA DEL SECTOR DE AGUA*. Retrieved from DOCUMENTACIÓN TÉCNICO NORMATIVA DEL SECTOR DE AGUA.
- Sena. (2007). *instalaciones hidraulicass*. Retrieved from instalaciones hidraulicass: file:///C:/Users/techcom/Desktop/tesis/tesis%20a%20seguir/Instalaciones_hidraulicas.pdf
- Sena. (2017). *FORMACIÓN COMPLEMENTERIA PREVENCIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARTE PARA VIAS*. Retrieved from FORMACIÓN COMPLEMENTERIA PREVENCIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARTE PARA VIAS: <http://files.construccion-de-edificaciones.webnode.com.co/200000168-4bd604cd11/CAJAS%20DE%20INSPECCION.pdf>

