

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
E INVESTIGACIÓN**

**DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN
EDIFICACIONES V.1**



**EVALUACION ECONOMICA E INSTALACION DEL SISTEMA
TRADICIONAL (TUBERIAS PVC) Y EL SISTEMA DE
TERMOFUSION (TUBERIAS PPR) EN INSTALACIONES DE AGUA
POTABLE EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD DE
SANTA CRUZ DE LA SIERRA**

POSTULANTE: MIGUEL LORENZO GUTIERREZ RAMOS

Marzo 2024

Dedicación

*Dedico esta investigación a mi familia
por la comprensión, apoyo moral y
por estar siempre ya sea en momentos
difíciles y en momentos buenos*

Agradecimiento a:

*Arq. Josue Arroyo quien me colaboro
con los planos arquitectónicos para
realizar la investigación*

*Ing Gabriel Arandia que me colaboro
Con su experiencia en campo para
Aporte de la investigación*

**EVALUACION ECONOMICA E INSTALACION DEL SISTEMA
TRADICIONAL (TUBERIAS PVC) Y EL SISTEMA DE TERMOFUSION
(TUBERIAS PPR) EN INSTALACIONES DE AGUA POTABLE EN VIVIENDAS
UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA**

Resumen

Debido al mayor crecimiento del sector de la construcción y la desinformación sobre los sistemas de instalaciones hidrosanitarias, merece una evaluación económica donde se determinará los costos entre los sistemas tradicional con tuberías PVC y el sistema de termofusión con tuberías PPR en una vivienda tipo donde se determinará los tiempos de instalación e mantenimiento, costos de materiales de los dos tipos de sistemas mencionados para poder determinar el sistema más factible en cuestión tiempo y costo

Los sistemas mencionados de instalaciones hidrosanitarias son diferentes tipos de materiales que tienen diferente método de instalación, mantenimiento, costos de los materiales, ventajas y desventajas. El tiempo que con lleva realizar la instalación y mantenimiento de los sistemas mencionados es un factor importante a tener en cuenta dado que afecta directamente a los costos de cada sistema por lo cual se va considerar en la evaluación económica para tener una idea clara a diseño final y post construcción a la elección de los dos tipos de sistemas mencionados.

La razón por la cual se realizará esta evaluación es para tener un mejor conocimiento de los sistemas mencionados especificando cada uno ellos donde se va permitir al constructor tener una idea más clara en la elección del tipo de sistema considerando todas las diferencias mencionadas facilitando un cuadro comparativo entre los dos tipos de sistema en una vivienda unifamiliar donde se va tener los resultados de los dos tipos de sistema considerando los tiempos de instalación y mantenimiento entre los sistemas mencionados mostrando de igual forma sus ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Palabras Claves: PVC, PPR, Evaluación Económica

INDICE

CAPITULO I IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	6
1.1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.2.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA.....	7
1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3. OBJETIVOS.....	8
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.4. HIPOTESIS.....	8
1.5. JUSTIFICACION.....	8
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	9
2.1. VIVIENDAS UNIFAMILIARES.....	9
2.2. SISTEMA TRADICIONAL DEL POLICRORURO DE VINILO (PVC).....	9
2.2.1. INSTALACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL PVC.....	9
2.2.2. COSTOS.....	10
2.3. SISTEMA TERMOFUSION CON POLIPROPILENO RAMDON (PPR).....	10
2.3.1. PROCESO DE INSTALACION DEL SISTEMA TERMOFUSION.....	11
2.3.2. COSTOS.....	12
2.4. SISTEMAS HIDROSANITARIOS.....	12
2.4.1. DISEÑO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO.....	13
2.5. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS ENTRE EL SISTEMA PVC Y PPR.....	18
2.6. FACTIBILIDAD ENTRE LOS DOS TIPOS DE SISTEMA.....	18
CAPITULO III MARCO PRACTICO.....	19
3.1. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA.....	19
3.1.1. PLANOS ARQUITECTONICOS DE LA VIVIENDA DETERMINADA.....	19
3.2. DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR.....	21
3.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS.....	23
3.2.2. COMPUTOS METRICOS DEL DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR.....	28
3.2.3. MATERIALES A COTIZAR SISTEMA TRADICIONAL (PVC).....	29
3.2.4. MATERIALES A COTIZAR SISTEMA DE TERMOFUSION (PPR).....	30
3.3. COSTOS DEL SISTEMA TRADICIONAL (PVC).....	30
3.4. COSTOS DEL SISTEMA DE TERMOFUSION (PPR).....	31

3.5. CUADROS COMPARATIVOS DE LOS FACTORES ECONOMICOS A EVALUAR.....	32
3.6. ANALISIS DE LOS DOS TIPOS DE SISTEMA DE FORMA GENERAL.....	35
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
4.1. CONCLUSIONES	39
4.2. RECOMENDACIONES	40
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 HERRAMIENTAS INSTALACION PVC.....	10
FIGURA 2 HERRAMIENTAS DEL SISTEMA DE TERMOFUSION.....	11
FIGURA 3 VIVIENDA UNIFAMILIAR TIPO	19
FIGURA 4 PLANTA BAJA VIVIENDA UNIFAMILIAR	20
FIGURA 5 NIVEL 1 VIVIENDA UNIFAMILIAR.....	21
FIGURA 6 MODELADO PLANTA BAJA	22
FIGURA 7 MODELADO NIVEL 1	22
FIGURA 8 IDENTIFICACION DE TRAMOS.....	23
FIGURA 9 DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL.....	27

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	PARAMETROS DE CONTROL TERMOFUSION	12
TABLA 2	TABLA DEL REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DE BOLIVIA (BOLIVIA) RENISDA	13
TABLA 3	DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS CON RELACION A UH.....	14
TABLA 4	TABLA COEFICIENTE “C”	14
TABLA 5	CAUDALES MAXIMOS PROBABLES METODO HUNTER.....	15
TABLA 6	DIMENSIONAMIENTO DE RAMALES SANITARIOS.....	16
TABLA 7	UNIDADES DE DESCARGA HIDRAULICA.....	17
TABLA 8	INTENSIDADES DE LLUVIAS EN PRINCIPALES CIUDADES.....	17
TABLA 9	CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUAS DE LLUVIA	18
TABLA 10	DIMENSIONAMIENTO UH	24
TABLA 11	PERDIDA DE CARGA POR TUBERIAS.....	25
TABLA 12	DIMENSIONAMIENTO DE DESAGUE SANITARIO	27
TABLA 13	DIMENSIONAMIENTO PLUVIAL.....	28
TABLA 14	MATERIALES NIVEL 1 Y PLANTA BAJA.....	29
TABLA 15	MATERIALES Y HERRAMIENTAS PVC	30
TABLA 16	MATERIALES Y HERRAMIENTAS PPR	30
TABLA 17	PRECIOS UNITARIOS PVC	31
TABLA 18	COSTO MATERIAL PVC	31
TABLA 19	PRECIOS UNITARIOS PPR.....	32
TABLA 20	COSTO MATERIAL PPR.....	32
TABLA 21	COMPARACION DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS DOS TIPOS DE MATERIALES	33
TABLA 22	COMPARACION MAYOR METRAJE	34
TABLA 23	COSTO MANO DE OBRA	35
TABLA 24	COMPARACION GENERAL PVC Y PPR.....	35

**EVALUACION ECONOMICA E INSTALACION DEL SISTEMA
TRADICIONAL (TUBERIAS PVC) Y EL SISTEMA DE TERMOFUSION
(TUBERIAS PPR) EN INSTALACIONES DE AGUA POTABLE EN VIVIENDAS
UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA**

CAPITULO I IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

1.1. INTRODUCCIÓN.

Los materiales PPR y el PVC son dos materiales que son derivados del plástico los cuales poseen grandes diferencias físicas químicas y mecánicas. (Urbina, 2022)

Atreves del tipo o a lo largo en el rubro de la construcción no solo con estos materiales si no como en todo se busco mejorar los materiales de construcción en este caso que sean más eficaces, duraderos, económicos y mejorar todas las características posibles para mejorar la calidad de vida de la sociedad y la económica social. (Urbina,2022)

El sistema tradicional con tuberías (PVC) polivinilo tiene relación directa con las instalaciones de agua potable, agua caliente y fría esto varia dependiendo su uso esta diseñado a resistir las presiones y temperaturas de los fluidos que se transportan por estas tuberías los cuales se utilizan uniones tanto como metálicas o plásticas presentan un costo accesible estos materiales pueden ser embebidos por concreto o estar al exterior ya que cuenta con protección a los rayos UV (Dosen, 2021)

El sistema de termofusión con tuberías (PPR) polipropileno random son tuberías que se destaca por su flexibilidad con relación al PVC ya que este tiende a ser más rígido como también durabilidad, ligeramente más económico y su instalación es diferente a la otra este material necesita de una maquina termofusora el cual consiste en aplicar calor entre la tubería y la unión o artefacto que se quiera unir (Urbina, 2022)

Como por ejemplo en el sistema tradicional con tuberías de PVC se necesita de aislantes, cinta teflón, tarrajas para hacer su unión en el sistema con termofusión es someterlo al calor con el equipo termo fusor los cuales los fabricantes tienen unas tablas donde indica el tiempo al cual debe ser sometido para poder hacer una unión y simular una sola misma pieza en este sistema (Urbina, 2022)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA.

CARENCIA DE INFORMACIÓN DE INSTALACION, BENEFICIOS, MANTENIMIENTO Y COSTO ECONOMICO; DEL SISTEMA TRADICIONAL (TUBERIA PVC) Y EL SISTEMA DE TERMOFUSION (TUBERIA PPR) QUE INTERVIENEN EN LA ELECCION DEL SISTEMA MAS FACTIBLE.

En la actualidad en las construcciones existentes en su mayoría están construidas con el sistema tradicional con (tuberías PVC). Un sistema que durante muchos años ha sido un sistema funcional pero debido a nuevos métodos de construcción se buscan nuevas alternativas de materiales que reduzcan costos y facilidad de instalación. Tal es el caso del sistema de termofusión con (tuberías PPR). El cual ya está siendo utilizado en construcciones actuales debido a que es un sistema ya aplicado en el mercado.

Algunos de los problemas que se genera en las Instalaciones sanitarias termina generando un malestar en los usuarios por las consecuencias que trae. El cierre temporal de los servicios sanitarios, la concentración de humedad en los ambientes, filtraciones en tuberías entre otras.

En consecuencia, a estas problemáticas mencionadas anteriormente es que se busca realizar una evaluación económica y de instalación de estos dos materiales mencionados para evaluar cual es el más factible.

1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Embase a un criterio económico cual es la elección más factible del tipo de sistema entre sistema tradicional con tubería PVC y sistema termofusión con tubería PPR?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar económicamente el sistema tradicional con tubería PVC y el sistema de termofusión con tubería PPR en una vivienda tipo determinando el costo de cada una de ellas a diseño final y post construcción que permita elegir el sistema más factible.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la vivienda unifamiliar tipo
- Identificar los costos de los materiales del sistema tradicional con tuberías PVC
- Identificar los costos de los materiales del sistema de termofusión con tuberías PPR
- Realizar el cálculo hidrosanitario en la vivienda tipo definida
- Realizar un análisis comparativo entre el sistema tradicional con tubería de PVC y el sistema de termofusión con tuberías PPR
- Determinar cuál es el sistema más factible de acuerdo a la vivienda tipo definida considerando los factores económicos, instalación y mantenimiento

1.4. HIPOTESIS

El sistema termofusión con tuberías PPR es ligeramente más económico, pero permite reducir tiempos de instalación con respecto al sistema tradicional con tuberías PVC

1.5. JUSTIFICACION

El desarrollo de la presente investigación nos permitirá analizar cualitativa y cuantitativamente los diferentes aspectos como ser método de instalación, económico y mantenimiento entre; el sistema tradicional con tubería PVC y el sistema de termofusión con tubería PPR. El sistema de termofusión con tuberías PPR no se ha realizado una evaluación detallada, es por ello que los aportes obtenidos en el desarrollo de la presente investigación nos permitirán conocer las ventajas y desventajas entre uno u otro sistema de esta manera ampliar nuestra visión para la elección más factible entre estos dos tipos de sistema.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Las viviendas unifamiliares son las estructuras que se ocupan para cumplir con las necesidades básicas de una sola familia la procedente investigación se va definir un tipo de vivienda donde se evaluar buscando la utilización de los materiales más óptimos a menor costo comparando los materiales mencionados como ser el PVC y PPR.

Para la presente investigación se elegirá una vivienda unifamiliar tipo minimalista ya que es un diseño o estilo que actualmente en la ciudad de santa cruz de la sierra es la que tiene un gran porcentaje de elección por la sociedad.

2.2. SISTEMA TRADICIONAL DEL POLICLORURO DE VINILO (PVC)

Uno de los materiales más utilizados y aceptados en el rubro de la construcción es el policloruro de vinilo o también llamado como “PVC”. El sistema tradicional mediante policloruro de vinilo (PVC) ha sido un factor muy importante para la ejecución de sistemas hidrosanitarios siendo incluso actualmente un material confiable y utilizable, pero actualmente como en cualquier medio se buscan nuevas alternativas de materiales que tengan las mismas o mejores propiedades a menor costo, en la presente investigación se evaluara económicamente el sistema tradicional con tubería PVC y el sistema de termofusión con tuberías PPR.

2.2.1. INSTALACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL PVC

El proceso de instalación del sistema tradicional PVC es uno de los factores más importantes a tener encuentra en una evaluación económica dado que para instalación del sistema tradicional PVC se ocupan herramientas que tienen una vida útil a mediano plazo ya que se ocupan tarrajas y aislantes para las uniones ya que en la realización de varios puntos hidráulicos debido a su mediano plazo de vida útil se tengan que renovar varias veces estas herramientas en su instalación haciendo que sea un factor a tomar encuentra en la evaluación económica.

FIGURA 1 HERRAMIENTAS INSTALACION PVC



Fuente: Fotografía Propia

2.2.2. COSTOS

Al considerar este tipo de sistema tradicional PVC en instalaciones hidrosanitarias en viviendas unifamiliares se debe tomar en cuenta distintos factores a observar cómo ser el costo del material, herramientas para su instalación, el tiempo de instalación, el costo de mantenimiento sin descuidar la seguridad y calidad de estos ya que afecta de manera directa en la economía del proyecto.

2.3. SISTEMA TERMOFUSION CON POLIPROPILENO RAMDON (PPR)

El sistema de termofusión es ocupado en materiales de polipropileno ramdon debido a su composición química este material es una nueva alternativa para la conducción de agua y otros fluidos; es un material de alta resistencia capaz de soportar altas temperaturas, presiones, sin filtraciones o escapes y su instalación es diferente al convencional conocida.

2.3.1. PROCESO DE INSTALACION DEL SISTEMA TERMOFUSION

La tubería de polipropileno ramdon se instala mediante el sistema de termofusión que significa que el material se ha fusionado molecularmente pasando a conformar una cañería continua, de esta manera se elimina la principal causa de perdida en las tuberías comunes de agua fría y caliente dado que en las uniones de esas cañerías están expuestas a errores humanos el proceso de instalación es el siguiente.

FIGURA 2 HERRAMIENTAS DEL SISTEMA DE TERMOFUSION



Fuente: Fotografía Propia

El proceso de instalación del sistema de termofusión con tuberías de polipropileno ramdon (PPR) se realiza mediante una maquina termofusora que se encarga de hacer la unión molecular de las tuberías con las uniones atreves de un calentamiento de los materiales en el punto de la unión. Debido a las herramientas a ocupar en la instalación es un factor a tomar en cuenta en la evaluación económica.

El cual para la presente investigación se va considerar los costos de instalación del sistema termofusión con tuberías (PPR) y el sistema tradicional con tuberías (PVC) de cada una de

ellas y de igual forma los materiales de instalación que se ocupan en los dos tipos de instalación ya que como podemos ver tienen diferente técnica de instalación y es un factor importante a tener en cuenta en la presente investigación.

TABLA 1 PARAMETROS DE CONTROL TERMOFUSION

TUBO (MM)	Tiempo de calentamiento (Segundos)	Tiempo para fusionado (Segundos)	Tiempo de enfriamiento (Segundos)
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla fue redactada o elaborada de los parámetros que vienen con la máquina termofusora de tigre como se ve en la FIGURA 2. Los cuales dependen mucho de estos datos de los fabricantes que tienen una relación del diámetro de la tubería con el tiempo para los diferentes diámetros.

2.3.2. COSTOS

Los materiales de polipropileno debido a su sistema de instalación del sistema de termofusión, eliminan la principal causa de pérdidas debido a las uniones, este factor es importante en la economía del proyecto dado que no se tendrían que realizar costos en las uniones, pero de igual forma estamos sujetos a posible mala técnica por errores humanos o un mal diseño de la red de agua que pueda que el sistema falle y nos lleve a una reparación.

2.4. SISTEMAS HIDROSANITARIOS

Los sistemas hidrosanitarios es la red o sistema que comprenden las tuberías de agua fría, caliente, desagües, ventilaciones, cajas de registro y todos los artefactos para el abastecimiento de agua y desagüe de las mismas (Martínez, 2024)

Para la presente investigación se va realizar el diseño hidrosanitario en una vivienda las cuales posteriormente se van evaluar el sistema de tuberías para agua potable

2.4.1. DISEÑO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO

Para la presente investigación del diseño hidrosanitario se realizará el dimensionamiento manual de diámetros de las tuberías para una verificación ya que es el punto a evaluar a detalle se realizará mediante el método de unidades de hunter donde utilizaremos las siguientes tablas para el cálculo o dimensionamiento de las tuberías.

TABLA 2 TABLA DEL REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DE BOLIVIA (BOLIVIA) RENISDA

Artefacto Sanitario	Viviendas Unifamiliares o de dos Deptos.			Edificios Multifamiliares, con 3 o más Deptos.			Edificios públicos, comerciales.			Edificios de alta ocupación: Teatros, Stadiums, escuelas y similares		
	Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)			Unidades de Gasto (UG)		
	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente	Total	Fria	Caliente
Tina de baño o tina con ducha	4,0	3,0	3,0	3,5	2,6	2,6	4,0	3,0	3,0			
Bidet	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4						
Lavadora automática (doméstica)	4,0	3,0	3,0	2,5	1,9	1,9	4,0	3,0	3,0			
Máquina automática de lavar platos (doméstico)	1,5		1,5	1,0		1,0	1,5		1,5			
Bebedero							0,5	0,5		0,8	0,8	
Grifo de riego	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5				
Grifo de riego adicional, por c/ Unid. añadida	1,0	1,0		1,0	1,0		1,0	1,0				
Lavaplatos o pileta de cocina	1,5	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	1,5	1,1	1,1			
Laplatos o pileta de cocina exclusivo**	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	3,0	3,0			
Lavandería o pileta de lavado	2,0	1,5	1,5	1,0	0,8	0,8	2,0	1,5	1,5			
Lavamanos o Lavatorio	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8
Pileta de servicio							3,0	2,3	2,3			
Ducha individual	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5	1,5			
Ducha de uso continuo							5,0	3,8	3,8	5,0	3,8	3,8
Urinario c/válvula de descarga de 3.75 L							4,0	4,0		5,0	5,0	
Urinario, c/válvula de descarga > a 3.75 L							5,0	5,0		6,0	6,0	
Inodoro c/tanque de descarga de 6 L	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5		4,0	4,0	
Inodoro c/ tanque de hidropresión de 6 L	2,5	2,5		2,5	2,5		2,5	2,5		3,5	3,5	
Inodoro, c/válvula de descarga de 6 L	5,0	5,0		5,0	5,0		5,0	5,0		8,0	8,0	
Inodoro, c/ tanque de descarga de 13 L.	3,0	3,0		3,0	3,0		5,5	5,5		7,0	7,0	
Inodoro, c/válvula de descarga de 13 L	7,0	7,0		7,0	7,0		8,0	8,0		10,0	10,0	
Tina de hidromasaje	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0						

Fuente: Renisda (2011)

El método de las unidades de hunter consiste de identificar los artefactos o denominarlos sea con números o para proceder a hacer las sumatoria de las unidades de hunter desde el último punto de agua a llegar hasta la salida a acometida e ir acumulando la sumatoria de las unidades de hunter y así con la siguiente tabla obtener los diámetros de las tuberías mediante el método de unidades de hunter

TABLA 3 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS CON RELACION A UH

D (pulg.)	Veloc. (m/s)	Unidad de Gasto	VALORES MAX. DE UNIDADES DE GASTO PARA DIMENSIONAR TUBERIAS CON EL CRITERIO DE VMAX
1/2"	1,64	5,5	1/2" hasta el acumulado de 5,5 UG Unidades de gasto
3/4"	1,07	10	3/4" hasta el acumulado de 10 UG Unidades de gasto
1"	1,3	28	1" hasta el acumulado de 28 UG Unidades de gasto
1 1/4"	1,28	50	1 1/4" hasta el acumulado de 50 UG Unidades de gasto
1 1/2"	1,28	90	1 1/2" hasta el acumulado de 90 UG Unidades de gasto
2"	1,26	240	2" hasta el acumulado de 240 UG Unidades de gasto
2 1/2"	1,16	400	2 1/2" hasta el acumulado de 400 UG Unidades de gasto
3"	1,19	680	3" hasta el acumulado de 680 UG Unidades de gasto
4"	0,89	1000	4" hasta el acumulado de 1000 UG Unidades de gasto

Fuente: Renisda 2011

Para determinar el coeficiente "C"

TABLA 4 TABLA COEFICIENTE "C"

Valor del coeficiente C	
TUBOS DE	"C"
Acero Corrugado	60
Acero con uniones	130
Acero galvanizado	125
Acero remachado, nuevos	110
Fierro fundido, tubos revestidos	130
Barro vitrificado	110
Latón	130
Madera	120
Baldosas	100
Vidrio	140
Plástico	140

Fuente: (Netto, 2004)

El coeficiente "C" se determina mediante el tipo de material a diseñar.

Para la determinación de la gradiente y velocidad se utilizarán las siguientes formulas:

Gradiente Hidráulica:

$$S = 10.643 * \frac{Q^{1.85}}{C} * D^{-4.87}$$

S = Gradiente Hidráulica

Q = Caudal

C = Coeficiente

D = Diámetro

Formula de Hazen y Williams

$$V = 0,355 * C * D^{0.63} * S^{0.54}$$

V = Velocidad

C = Coeficiente

D = Diámetro

S = Pendiente

Mediante estas fórmulas determinaremos la gradiente y la velocidad en todos los tramos que se identificaran en el diseño hidrosanitario.

A continuación, se utilizará la tabla para determinar los caudales con relación a la unidad de gasto

TABLA 5 CAUDALES MAXIMOS PROBABLES METODO HUNTER

U. G	Tanque	Vál	U. G	Tanque	Válvula	U. Gasto	Tanque	Vál.
1,00			51,00	1,02	1,79	110,00	1,61	2,43
2,00			52,00	1,03	1,81	120,00	1,68	2,50
3,00	0,15		53,00	1,04	1,82	130,00	1,75	2,58
4,00	0,17		54,00	1,06	1,84	140,00	1,82	2,66
5,00	0,19	0,85	55,00	1,07	1,85	150,00	1,89	2,73
6,00	0,22	0,87	56,00	1,08	1,87	160,00	1,96	2,80
7,00	0,24	0,90	57,00	1,10	1,88	170,00	2,03	2,88
8,00	0,26	0,92	58,00	1,11	1,90	180,00	2,10	2,95
9,00	0,28	0,95	59,00	1,12	1,91	190,00	2,17	3,02
10,00	0,30	0,97	60,00	1,14	1,93	200,00	2,24	3,09

U. G	Tanque	Vál	U. G	Tanque	Válvula	U. Gasto	Tanque	Vál.
11,00	0,32	1,00	61,00	1,15	1,94	210,00	2,31	3,16
12,00	0,34	1,02	62,00	1,16	1,95	220,00	2,39	3,23
13,00	0,36	1,04	63,00	1,17	1,97	230,00	2,46	3,30
14,00	0,38	1,07	64,00	1,18	1,98	240,00	2,53	3,37
15,00	0,40	1,09	65,00	1,20	1,99	250,00	2,60	3,43
16,00	0,42	1,11	66,00	1,21	2,01	260,00	2,67	3,50
17,00	0,44	1,14	67,00	1,22	2,02	270,00	2,73	3,56
18,00	0,46	1,16	68,00	1,23	2,03	280,00	2,80	3,63
19,00	0,48	1,18	69,00	1,24	2,04	290,00	2,87	3,69
20,00	0,50	1,20	70,00	1,25	2,06	300,00	2,94	3,75

Fuente: Renisda (2011)

Mediante las fórmulas y tablas presentadas con el método de hunter se determinará la pérdida de carga en cada tramo por tuberías.

La tabla por longitud equivalente se las puede ver en el ANEXO A, que proporciona el Renisda (2011) con el cual se determinará las longitudes equivalentes en los accesorios y válvulas.

Mediante las longitudes e identificando los artefactos se determinará la pérdida de carga total por accesorios los cuales se van a detallar todos los parámetros que se van a adoptar para el diseño hidrosanitario.

Para el dimensionamiento de ramales de desagüe sanitario proporcionadas por el renisda (2011)

TABLA 6 DIMENSIONAMIENTO DE RAMALES SANITARIOS

Diámetro nominal (mm)DN	Numero máximo de UD
40	3
50	6
75	20
100	160

Fuente: Renisda (2011)

TABLA 7 UNIDADES DE DESCARGA HIDRAULICA

Artefacto Sanitario	Hidráulica UD	Ramal de descarga. (mm)DN
Inodoro corriente	6	100
Tina de residencial	2	40
Bebedero	0,5	40
Bidet	1	40
Ducha de residencia	2	40
Ducha publica-colectiva	4	40
Lavamanos residencial	1	40
Lavamanos de uso general	2	40
Urinario c/válvula de descarga	6	75
Urinario c/tanque de descarga	5	50
Urinario c/descarga a automática	2	40
Urinario tipo canal corrido p/m	2	50
Lavaplatos de residencia	3	50
Pileta de servicio	5	75
Pila de cocina industrial-preparación	3	50
Pila de cocina industrial-lavado	4	50
Lavandería	3	40

Fuente: Renisda (2011)

Mediante las tablas presentadas con relación a la identificación de los artefactos sanitarios y la sumatoria acumulativa de las mismas se determinará el dimensionamiento de los ramales de descarga

Para el dimensionamiento del drenaje pluvial se utilizarán las siguientes tablas dividiendo las áreas de aporte de la cubierta y relacionando con los aspectos de cada tabla del proyecto que se quiera diseñar

TABLA 8 INTENSIDADES DE LLUVIAS EN PRINCIPALES CIUDADES

Ciudad	Periodo de Retorno en Años					
	T = 2		T = 5		T = 10	
	i(mm/h)	i(L/s/m ²)	i(mm/h)	i(L/s/m ²)	i(mm/h)	i(L/s/m ²)
La Paz	30	0,008	41	0,011	52	0,014
El Alto	29	0,008	35	0,01	41	0,011
Santa Cruz	86	0,024	111	0,031	135	0,037
Cochabamba	37	0,010	46	0,013	54	0,015
Trinidad	116	0,032	144	0,04	170	0,047

Fuente: SENAMHI (2012)

Para el dimensionamiento se determina un periodo de retorno y la ciudad de ubicación del proyecto posterior a eso con la siguiente tabla se determina el diámetro de la tubería de descarga pluvial con la siguiente tabla

TABLA 9 CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUAS DE LLUVIA

D	Intensidad de lluvias (mm/hora)									
	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
	Pendiente 1%					Pendiente 2%				
	Metros Cuadrados de área servida (Proyecto. Horizontal)									
3"	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4"	345	230	170	135	115	490	325	245	195	160
5"	620	410	310	245	205	875	580	485	350	290
6"	900	660	405	395	330	1400	935	700	560	885
8"	2100	1425	1065	855	705	3025	2015	1510	1210	1008

Fuente: SENAMHI (2012)

Mediante las tablas que se pueden observar los parámetros, condicionantes y formulas, las cuales se con esta información se puede determinar para cualquier tipo de proyecto considerando todas sus características peculiares de cada proyecto para el diseño hidrosanitario.

2.5. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS ENTRE EL SISTEMA PVC Y PPR

En la presente investigación se realizará una comparación en la vivienda tipo definida con los materiales mencionados determinando los volúmenes y cotizando en los proveedores locales de santa cruz de la sierra donde se dará un criterio a detalle de los dos materiales mencionados a evaluar considerando todos los factores a tomar en cuenta en la evaluación económica que afecten directamente a la economía del proyecto

2.6. FACTIBILIDAD ENTRE LOS DOS TIPOS DE SISTEMA

Mediante la evaluación obtenida considerando todos los factores que afecten directamente en la economía del proyecto se determinará o se dará un criterio económico de la mejor opción tano económica o técnica de los dos materiales evaluados en la vivienda unifamiliar analizada para esta presente investigación.

CAPITULO III MARCO PRACTICO

3.1. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA

En el tipo de vivienda unifamiliar determinada para la evaluación económica se determinó evaluar en una vivienda tipo minimalista ya que actualmente es un tipo de vivienda más construidos en la ciudad de santa cruz de la sierra.

A continuación, se puede observar el render de la vivienda determinada el cual comprende de una casa tipo minimalista ya que en la actualidad es la de mayor aceptación en la sociedad.

La cual podemos observar el render de dicha vivienda en la FIGURA 3

FIGURA 3 VIVIENDA UNIFAMILIAR TIPO



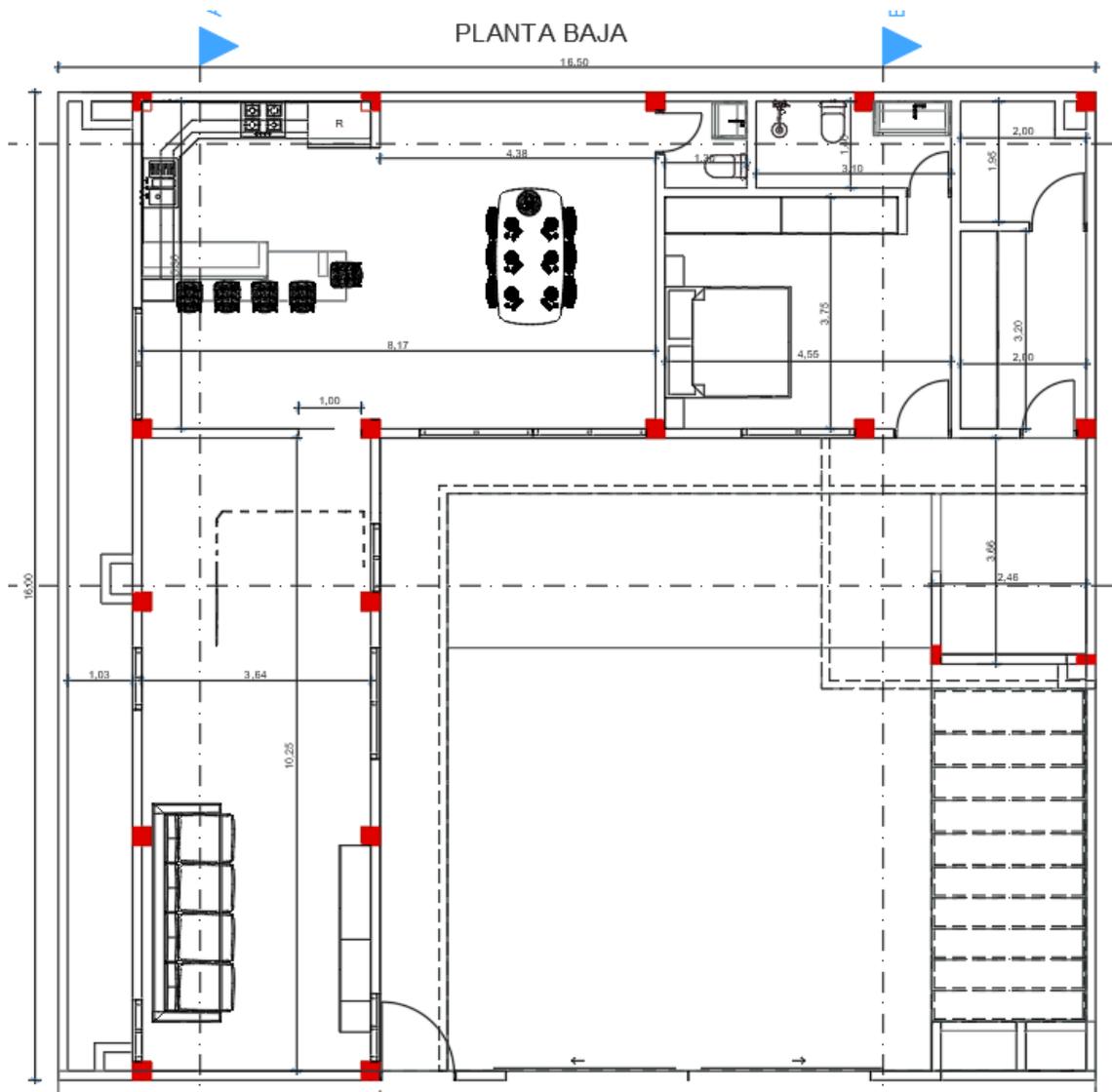
Fuente: Render Arq. Josue Arroyo. 2023

3.1.1. PLANOS ARQUITECTONICOS DE LA VIVIENDA DETERMINADA

Para la presente investigación se realizará el diseño hidrosanitario en la vivienda unifamiliar definida que se muestra en la figura 3 que comprende de una vivienda unifamiliar tipo minimalista que es la que actualmente se ejecuta en la ciudad.

A continuación, se muestra los planos arquitectónicos de la vivienda determinada

FIGURA 4 PLANTA BAJA VIVIENDA UNIFAMILIAR

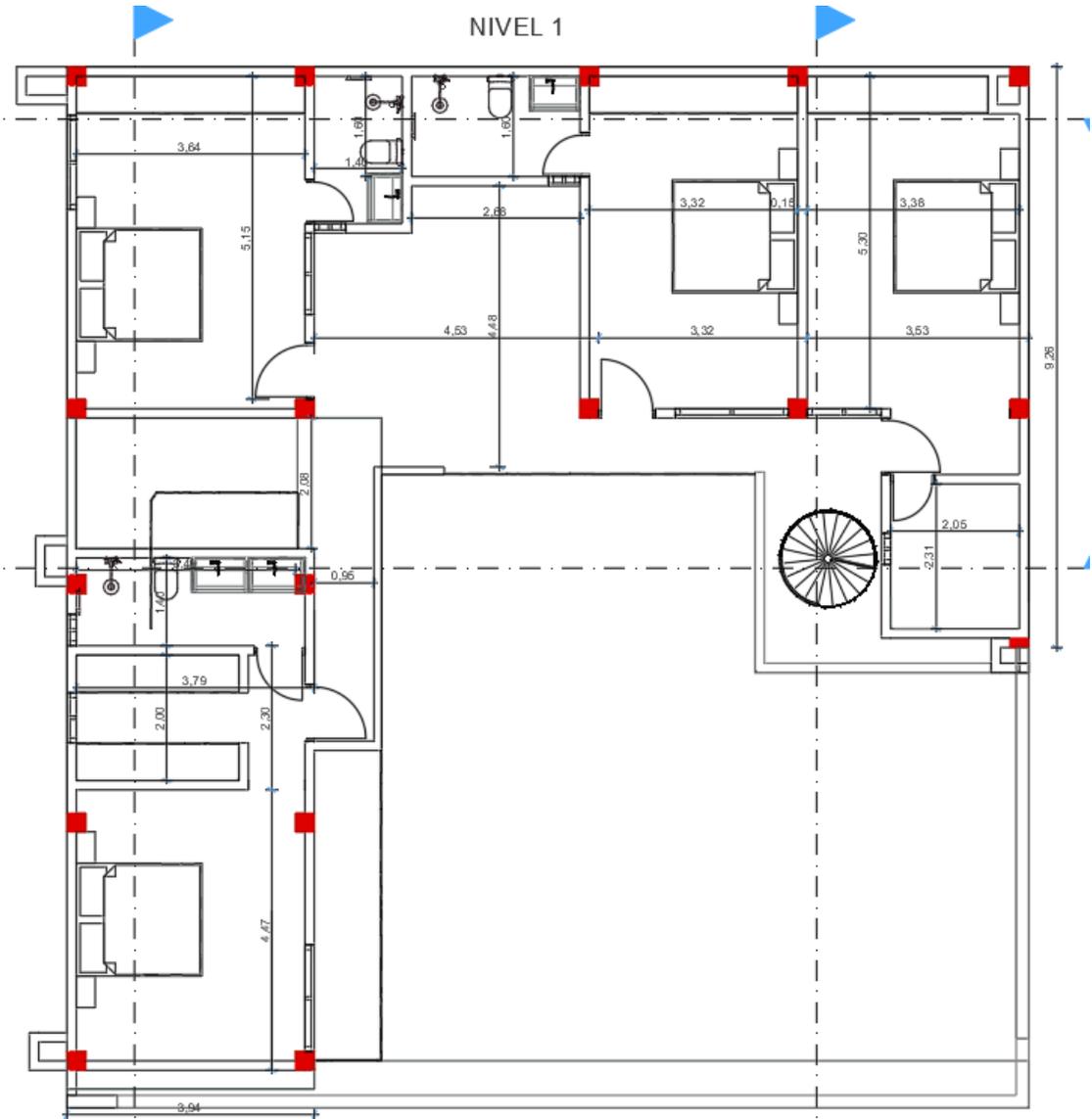


Fuente: Arq. Josue Arroyo 2023

En la FIGURA 4 podemos observar la distribución de ambientes que y artefactos que conlleva la vivienda determinada

A continuación, se muestra el plano arquitectónico del nivel superior y la distribución de la misma en la FIGURA 5. Ya con estos planos arquitectónicos se va realizar el diseño hidrosanitario de la misma y posteriormente su verificación con calculo manual del diseño.

FIGURA 5 NIVEL 1 VIVIENDA UNIFAMILIAR



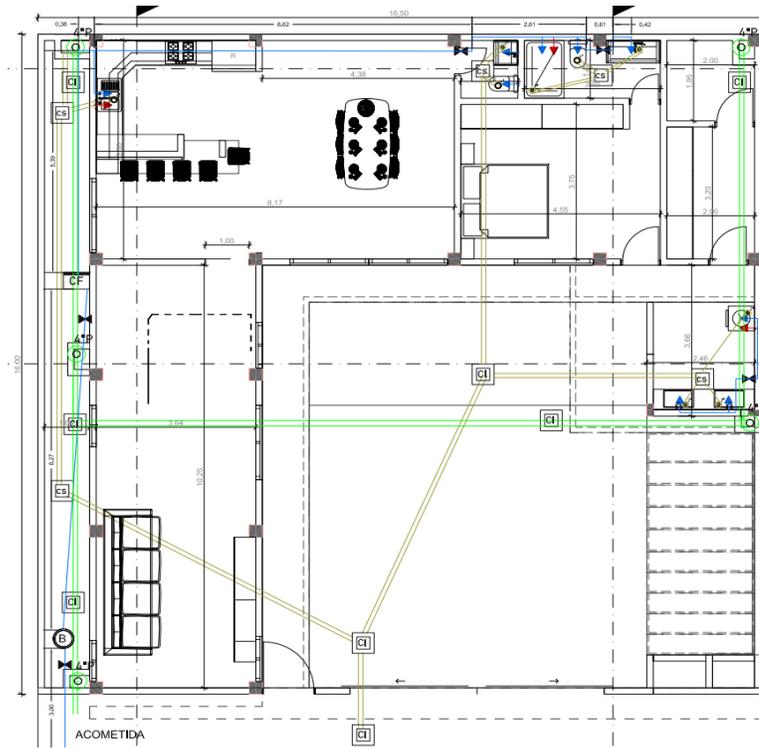
Fuente: Arq. Josué Arroyo 2023

Como se puede observar la vivienda comprende una vivienda unifamiliar tipo de 2 niveles una planta baja y un nivel 1 superior donde se realizará el diseño hidrosanitario y se procederá hacer la evaluación económica de las tuberías PVC y PPR considerando todos los factores que afecten directamente en la economía del proyecto

3.2. DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

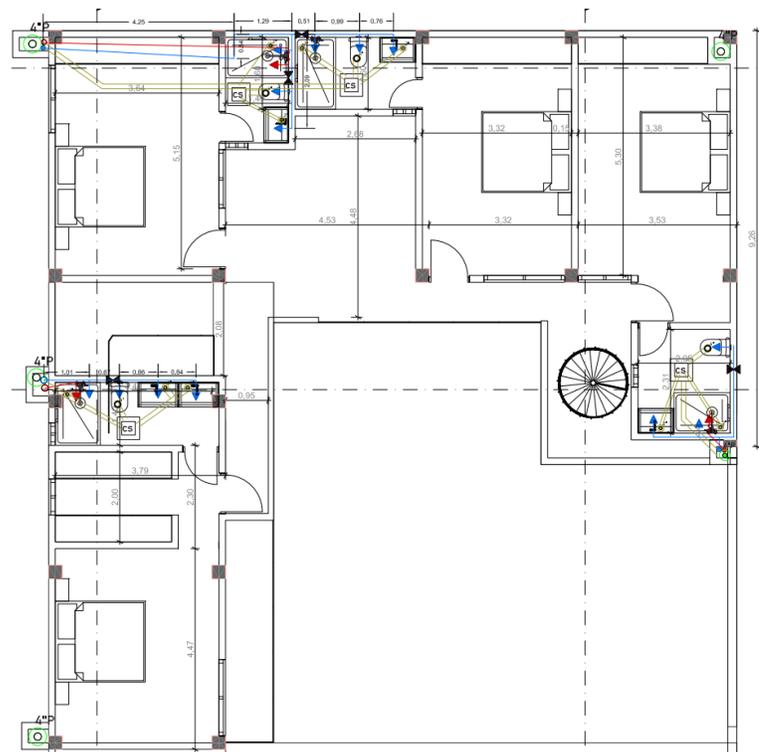
Para la presente investigación se realizó el diseño hidrosanitario en la vivienda unifamiliar tipo definida partiendo de los planos arquitectónicos obtenidos. Que se muestran en las FIGURA 6 y 7

FIGURA 6 MODELADO PLANTA BAJA



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7 MODELADO NIVEL 1



Fuente: Elaboración Propia

Para ver todos los valores ver el ANEXO B, en la siguiente tabla se muestra una representación de la tabla de identificación de artefactos UH los cuales fueron determinados con los parámetros de la TABLA 2 y 3

TABLA 10 DIMENSIONAMIENTO UH

Tramo	Aporte Tramo	UH	UH	Diámetros	UH Máximo
	UH	Parcial	Acumulado		Tabla nº3
1-2	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
2-4			1	1/2	5,5
3-4	Inodoro	2,5	2,5	1/2	5,5
4-6			3,5	1/2	5,5
5-6	Ducha	2	2	1/2	5,5
6-13			5,5	1/2	10
7-8	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
8-10			1	1/2	5,5
9-10	Inodoro	2,5	2,5	1/2	5,5
10-12			3,5	1/2	5,5
11-12	Ducha	2	2	1/2	5,5
12-13			5,5	1/2	5,5
38-36			1,5	1/2	5,5
.....					
36-15			8,5	3/4	10

Fuente: Elaboración Propia

Para la vivienda tipo definida el coeficiente “C” a adoptar para materiales plásticos los cuales los tipos de materiales y coeficientes se determinó mediante la TABLA 4

$$C = 140 \text{ VALOR DE "C" PLASTICO}$$

Con los datos obtenidos se determina la pérdida de carga por tuberías en los tramos identificados Calculando con las siguientes formulas y el caudal con los parámetros de la TABLA 5.

Gradiente hidráulica

$$S = 10,643 * \frac{Q^{1,85}}{C} * D^{-4,87}$$

Formula de Hazens Willians

$$V = 0,355 * C * D^{0,63} * S^{0,54}$$

TABLA 11 PERDIDA DE CARGA POR TUBERIAS

TRAMO	D [plg]	UH ACUM	Q [lt/s]	S [m/m]	v [m/s]	L [m]	Hf [m]
1-2	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
2-4	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,76	0,06
3-4	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
4-6	1/2	4	0,17	0,208	1,36	0,99	0,21
5-6	1/2	2	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
6-13	1/2	6	0,22	0,335	1,76	0,51	0,17
7-8	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
8-10	1/2	1	0,10	0,078	0,80	1,20	0,09
9-10	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
10-12	1/2	4	0,17	0,208	1,36	1,00	0,21
11-12	1/2	2	0,10	0,078	1,34	0,20	0,02
12-13	1/2	6	0,22	0,335	1,36	0,50	0,17
.....
36-15	3/4	9	0,28	0,073	0,99	0,20	0,01
						TOTAL	3,05

Fuente: Elaboración Propia

Para ver todos los valores ver el ANEXO C, en la siguiente tabla se muestra una representación de la tabla de la perdida de carga por tuberías Hf tuberías de 3.05 a continuación se va reemplazar los datos del tramo 1-2 en la ecuación de la gradiente hidráulica y la velocidad, la velocidad debe estar en un parámetro de 0,6 m/s a 2,20 m/s

Gradiente hidráulica

$$S = 10,643 * \frac{0,10^{1,85}}{140} * 1/2^{-4,87}$$

$$S = 0,78$$

Formula de Hazens Willians

$$V = 0,355 * 140 * 1/2^{0,63} * 0,78^{0,54}$$

$$V = 0,80 \text{ m/s}$$

La longitud equivalente se determina con la TABLA 6, los valores ver el ANEXO C

La pérdida de carga por accesorios se determinó un total de 1,87 m identificándose todos los artefactos relacionando con la longitud equivalente ver ANEXO D

Perdidas de cargas totales:

$$Hf_{MEDIDOR} = 0,5 \text{ m (por fabricante de medidor)}$$

$$Hf = Hf_{TUBERIA} + Hf_{ACCESORIOS} + Hf_{MEDIDOR}$$

$$Hf = 3,05 \text{ m} + 1,87 \text{ m} + 0,5 \text{ m}$$

$$Hf = 5,43 \text{ m}$$

Presión requerida en “H”:

Punto más desfavorable tramo 1-2 = 4,5 m

Presión red pública = 15 mca

Perdida de carga total:

$$Hf_{TOTAL} = 5,43 + 4,5$$

$$Hf_{TOTAL} = 9,93 \text{ m}$$

Presión de salida:

$$P_{SALIDA} = 15 \text{ m} - 9,93 \text{ m}$$

$$P_{SALIDA} = 5,07 \text{ m}$$

Según Renisda (2011), la presión debe ser mayor a 2 mca el cual estamos dentro del parámetro el dimensionamiento es correcto

Para diseño sanitario no con lleva fórmulas más que sumatorias de la identificación de artefactos con las TABLAS 7 y 8 con el cual se tiene que tener un criterio técnico para adoptar los diámetros de los ramales de desagüe sanitario los cuales se identifican

Para ver la tabla completa ver el ANEXO E

TABLA 12 DIMENSIONAMIENTO DE DESAGUE SANITARIO

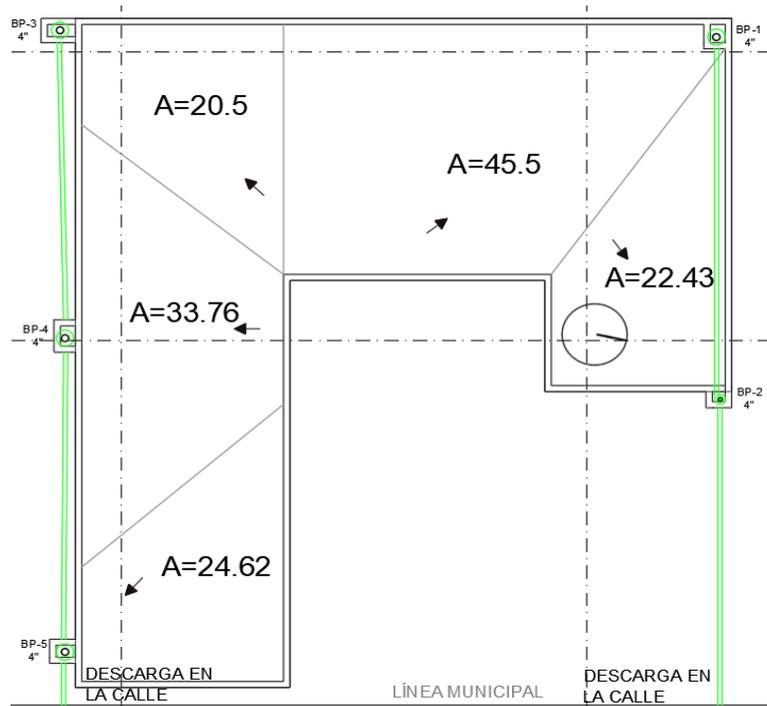
PLANTAS	ARTEFACTOS SANITARIOS	UD hidráulica por artefactos	UD acum	"D" descarga	DIAMETRO ADOCTADO (mm)
NIVEL 1 A BS-3	Lavamanos residencial	1	1	40	
	Rejilla de Piso	2	3	40	
	Caja Interceptora (Cal)		3		
	Inodoro corriente	6	9	100	100
	BAJANTE SANITARIO-1		9		100

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar ya que es una vivienda pequeña mediante un criterio técnico podemos determinar que todas las salidas de cada nivel o cada área sanitaria tendrá un diámetro de 4"

Diseño de drenaje pluvial: utilizando los parámetros de la TABLA 9 y 10 se hace la distribución de áreas y identificación de bajantes pluviales de la cubierta.

FIGURA 9 DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se puede observar el plano elaborado con la distribución de las tuberías los bajantes pluviales y su posterior indicación de descarga en la siguiente tabla se muestra el dimensionamiento de diámetro de los bajantes pluviales.

TABLA 13 DIMENSIONAMIENTO PLUVIAL

TRAMO	A	Area en m2	Area Acum	"D"(plg)	PEND	CAPACI.	OBSER.	
				PULG	%	(m ²) A		
CAMARAS				TABLA	TABLA	TABLA		
				150mm/h	150mm/h	150mm/h		
1	2	1	45,50	45,50	4	2	160	CUMPLE
2	CANAL	2	22,43	67,93	4	2	160	CUMPLE
3	4	3	20,50	88,43	4	2	160	CUMPLE
4	5	4	33,76	122,19	4	2	160	CUMPLE
5	CANAL	5	24,62	122,19	4	2	160	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Mediante un criterio técnico podemos determinar que las tuberías no serán mayores a 4" ya que se trata de una vivienda unifamiliar siempre y cuando tenga una distribución óptima para su descarga.

3.2.2. COMPUTOS METRICOS DEL DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Ya teniendo los datos determinados de diámetros de tuberías y longitudes correspondientes tanto de la planta baja como del nivel 1 se procede a realizar el computo métrico de la tubería y las uniones ya que son los materiales que van afectar directamente en la evaluación económica o que pueden tener una ligera diferencia en los costos entre estos dos tipos de materiales

Se va hacer énfasis o puntualizar en las tuberías de sistema de agua potable ya que actualmente es el de mayor uso en las viviendas de los dos tipos de materiales tanto como en del sistema tradicional con tuberías PVC y el sistema termofusión con tuberías PPR

TABLA 14 MATERIALES NIVEL 1 Y PLANTA BAJA

NIVEL 1		
Tuberías 1/2"	ml	9,71
Tuberías 3/4"	ml	16,98
Codo 90 1/2"	pza.	10
T 1/2"	pza.	8
Reducción 3/4" a 1/2"	pza.	3
Cuplas 3/4"	pza.	2
PLANTA BAJA		
Tuberías 1/2"	ml	7,09
Tuberías 3/4"	ml	27,46
Codo 90 1/2"	pza.	6
T 1/2"	pza.	4
Reducción 3/4" a 1/2"	pza.	2
Cuplas 3/4"	pza.	4

Fuente: Elaboración Propia

Resultados a evaluar de la vivienda unifamiliar tipo en la TABLA 15. Como bien se sabe los dos tipos de sistema tienen diferente técnica de instalación y las herramientas para su instalación son distintas véase las herramientas de los dos tipos en la FIGURA 1 y 2 tal es el caso de instalación de tuberías PVC se instala con cinta teflón y tarraja la que se agregara en el costo de la cotización ya estos son materiales desechables en el caso de la técnica de termofusión se necesita la termofusora la cual no se necesita de teflón y tarraja son factores a evaluar económicamente y que se tomara en cuenta en la presente investigación

3.2.3. MATERIALES A COTIZAR SISTEMA TRADICIONAL (PVC)

Los materiales y herramientas a considerar en la instalación con tuberías PVC, en el caso de las tuberías PVC los fabricantes tienen a disposición la venta por barras las cuales tienen una longitud de 6 metros, la cinta teflón por experiencia propia generalmente una pieza de cinta teflón rinde para 2 o 3 uniones los cuales estos son variables por aplicación o errores humanos, la tarraja manual es de igual forma un material desechable que no se pueden reutilizar o para tener una rosca perfecta en la instalación se recomienda desechar y cambiar por una nueva todos estos factores mencionados se tomara en cuenta en la evaluación económica ya que estos son afectan directamente a los costos, materiales y herramientas a utilizar en la instalación de la vivienda tipo definida se detallan en la siguiente tabla.

TABLA 15 MATERIALES Y HERRAMIENTAS PVC

Descripción	Unidades	Cantidad
Tubería 1/2"	Barras	3
Tuberías 3/4"	Barras	8
Codo 90 1/2"	Pza.	16
T 1/2"	Pza.	12
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	5
Cuplas 3/4"	Pza.	6
Teflones	Pza.	35
Tarraja 1/2"	Pza.	2
Tarraja 3/4"	Pza.	2

Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. MATERIALES A COTIZAR SISTEMA DE TERMOFUSION (PPR)

Los materiales y herramientas a considerar en la instalación con tuberías PPR. Para esta instalación los fabricantes tienen a disposición tuberías por barras de 4 metros de longitud y en este caso no se necesita de teflón y tarraja si no de una maquina termofusora que esta herramienta viene con todos los componentes para su instalación con la técnica de termofusión el cual se lo tomara encuesta en la evaluación económica, los materiales y herramientas a utilizar se detallan en la siguiente tabla.

TABLA 16 MATERIALES Y HERRAMIENTAS PPR

Descripción	Unidades	Cantidad
Tubería 1/2"	Barras	5
Tuberías 3/4"	Barras	12
Codo 90 1/2"	Pza.	16
T 1/2"	Pza.	12
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	5
Cuplas 3/4"	Pza.	6
Termofusora fusión 800W	Pza.	1

Fuente: Elaboración Propia

3.3. COSTOS DEL SISTEMA TRADICIONAL (PVC)

Se procedió a la cotización de precios unitarios en distribuidora autorizada de tigre en la ciudad local de santa cruz de la sierra zona norte ver la proforma proporcionada por la distribuidora tigre en el ANEXO E

TABLA 17 PRECIOS UNITARIOS PVC

Descripción	Unidades	PU
Tubería 1/2"	Barra	55,02
Tuberías 3/4"	Barra	75,29
Codo 90 1/2"	Pza.	2,64
T 1/2"	Pza.	2,52
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	1,15
Cuplas 3/4"	Pza.	2,01
Teflones	Pza.	2,2
Tarraja 1/2"	Pza.	34,6
Tarraja 3/4"	Pza.	43,85

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se determina el costo total del sistema tradicional PVC

TABLA 18 COSTO MATERIAL PVC

Descripción	Unidades	Cantidad	PU	total
Tubería 1/2"	Barras	3	55,02	165,06
Tuberías 3/4"	Barras	8	75,29	602,32
Codo 90 1/2"	Pza.	16	2,64	42,24
T 1/2"	Pza.	12	2,52	30,24
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	5	1,15	5,75
Cuplas 3/4"	Pza.	6	2,01	12,06
Teflones	Pza.	35	2,2	77
Tarraja 1/2"	Pza.	2	34,6	69,2
Tarraja 3/4"	Pza.	2	43,85	87,7
			totales	1091,57

Fuente: Elaboración Propia

Se determino los costos de los materiales y herramientas para PVC, los cuales se detallan en la TABLA 19. obteniéndose así un total de 1091,57 Bs

3.4. COSTOS DEL SISTEMA DE TERMOFUSION (PPR)

Se procedió a la cotización de precios unitarios en distribuidora autorizada de tigre en la ciudad local de santa cruz de la sierra zona norte ver la proforma proporcionada por la distribuidora tigre en el ANEXO F

TABLA 19 PRECIOS UNITARIOS PPR

Descripción	Unidades	PU
Tubería 1/2"	Barras	31,72
Tuberías 3/4"	Barras	48,45
Codo 90 1/2"	Pza.	2,98
T 1/2"	Pza.	3,82
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	1,26
Cuplas 3/4"	Pza.	3,42
Termofusora fusión 800W	Pza.	1224,55

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se determina el costo total del sistema termofusión PPR

TABLA 20 COSTO MATERIAL PPR

Descripción	Unidades	Cantidad	PU	Total
Tubería 1/2"	Barras	5	31,72	158,6
Tuberías 3/4"	Barras	12	48,45	581,4
Codo 90 1/2"	Pza.	16	2,98	47,68
T 1/2"	Pza.	12	3,82	45,84
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	5	1,26	6,3
Cuplas 3/4"	Pza.	6	3,42	20,52
Termofusora fusión 800W	Pza.	1	1224,55	1224,55
			totales	2084,89

Fuente: Elaboración Propia

Se determino los costos de los materiales y herramientas para PPR, los cuales se detallan en la TABLA 21. obteniéndose así un total de 2084,89 Bs

3.5. CUADROS COMPARATIVOS DE LOS FACTORES ECONOMICOS A EVALUAR

Para la presente investigación en la evaluación económica se va considerar todos factores mencionados anteriormente con los resultados obtenidos de la vivienda unifamiliar tipo y cotización en el mercado local analizando así los costos que afecten directamente en la economía del proyecto

TABLA 21 COMPARACION DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS DOS TIPOS DE MATERIALES

Precios Unitarios PVC		
Descripción	Unidades	PU
Tubería 1/2"	ml	9,17
Tuberías 3/4"	ml	12,54
Codo 90 1/2"	Pza.	2,64
T 1/2"	Pza.	2,52
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	1,15
Cuplas 3/4"	Pza.	2,01
Precios Unitarios PPR		
Descripción	Unidades	PU
Tubería 1/2"	ml	7,93
Tuberías 3/4"	ml	12,11
Codo 90 1/2"	Pza.	2,98
T 1/2"	Pza.	3,82
Reducción 3/4" a 1/2"	Pza.	1,26
Cuplas 3/4"	Pza.	3,42

Fuente: Elaboración Propia

Se puede determinar que el material con tuberías PPR es ligeramente más económico en metraje lineal de tuberías, pero no así en los artefactos se puede determinar que el PVC es de igual forma ligeramente más económico en los artefactos para las uniones según los precios unitarios proporcionados por la distribuidora Tigre.

TABLA 13 HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN LA INSTALACION DE LA VIVIENDA TIPO

HERRAMIENTAS PARA INSTALACION PVC				
Descripción	Unidades	Cantidad	P.U.	Totales (Bs)
Cinta Teflón	ml	35	2,2	77
Tarrajá Metálica 1/2"	Pza.	2	34,6	69,2
Tarrajá Metálica 3/4"	Pza.	2	43,85	87,7
			Totales (Bs)	233,9
HERAMIENTAS PARA INSTALACION PPR				
Descripción	Unidades	Cantidad	P.U.	Totales
Termofusora Fusión 800 W	Pza.	1	1224,55	1224,55

Fuente: Elaboración Propia

Con estos resultados obtenidos de las herramientas para la instalación las cuales afectan directamente en la económica del proyecto se puede determinar que para la instalación con tuberías PVC es más económico. Pero estos resultados también reflejan o hacen notar como bien se sabe que para la instalación de tuberías PVC los materiales son desechables como ser la cinta teflón y las tarrajas que tienen que ser desechadas y utilizar una nueva tarraja en cambio en el caso de la instalación de termofusión es un equipo electrónico que tiene una vida útil de varios años el cual no solo se puede utilizar para esta única instalación si no para otras instalaciones futuras por lo cual de la misma forma se determina que a mayor metraje o mayor volumen es más factible o más económico la instalación con tuberías PPR.

Como ejemplo o representación en una instalación con mayor metraje en el mismo recuadro asumiendo que instalaremos 6 veces la misma vivienda se multiplicaremos las cantidades por 6 veces que se muestran en la siguiente tabla

TABLA 22 COMPARACION MAYOR METRAJE

HERRAMIENTAS PARA INSTALACION PVC				
Descripción	Unidades	Cantidad	P.U.	Totales (Bs)
Cinta Teflón	ml	210	2,2	462
Tarraja Metálica 1/2"	Pza.	12	34,6	415,2
Tarraja Metálica 3/4"	Pza.	12	43,85	526,2
			Totales (Bs)	1403,4
HERAMIENTAS PARA INSTALACION PPR				
Descripción	Unidades	Cantidad	P.U.	Totales
Termofusora Fusión 800 W	Pza.	1	1224,55	1224,55
			Totales (Bs)	1224,55

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar el resultado de a mayor metraje podemos determinar que es más económico la instalación con el sistema de termofusión el cual la herramienta se puede seguir utilizando o en el caso de una edificación podemos determinar que obtendremos resultados más económicos con el sistema de termofusión.

Para el caso de la vivienda determinada podemos definir que es más económico el sistema con tuberías PVC

TABLA 23 COSTO MANO DE OBRA

Mano de obra	PU
punto hidráulico	70 Bs
ml tendido	18 Bs

Fuente: Elaboración Propia

Costo de instalación de mano de obra se realizó la cotización con los plomeros locales de la ciudad de santa cruz de la sierra los cuales los dos tipos de instalación tienen el mismo costo de mano de obra tanto como para sistema tradicional PVC y sistema termofusión PPR por el cual podemos determinar que no es significativo, pero la instalación con tuberías PPR reduce los tiempos de instalación y es un factor importante que de alguna u otra forma es de beneficio económico el reducir los tiempos de instalación.

Como comentario otro factor económico considerable ya en el funcionamiento del uso de instalación, las tuberías con PPR tienen un diámetro interior más pequeño el cual en el momento de utilizar el agua hace que se desperdicie menos agua y las tuberías con PVC tienen un mayor diámetro interior y tiende a que tenga un mayor desperdicio.

3.6. ANALISIS DE LOS DOS TIPOS DE SISTEMA DE FORMA GENERAL

En La siguiente tabla se mostrarán los aspectos evaluados de los dos tipos de sistema entre el sistema tradicional con tuberías PVC y el sistema de termofusión con tuberías PPR. Los cuales se detallan en la siguiente tabla.

TABLA 24 COMPARACION GENERAL PVC Y PPR

DESCRIPCION	PVC	PPR
1.- Aplicación	Agua Fría y Caliente (PVC clase 10) para agua caliente	Agua Fría y Caliente
2.- Propiedades químicas	Policloruro de vinilo o PVC contiene cloro en su composición.	Polipropileno ramdon contiene carbono e hidrogeno, no contiene cloro
3.- Diámetro exterior e Interior	diámetro ½” el diámetro exterior nominal 20mm e interior 16,2mm	Diámetro ½” el diámetro exterior real 21 mm y diámetro interior 17,4 mm

DESCRIPCION	PVC	PPR
4.- Insumos para instalación	Cinta Teflón, Tarrajas y cierra metálica	Maquina termofusora
5.- Tipo de Unión	A rosca	Fusión o unión Molecular
6.- Instalación	Influye tiempo de realizar la rosca y aplicación de cinta teflón en las uniones	Tiempo de enfriamiento de la unión molecular
7.- Costo materiales de vivienda determinada	Mediante el análisis para la vivienda se determinó un costo de los materiales de 1091,57 Bs	Mediante el análisis para la vivienda se determinó un costo de los materiales de 2084,89 Bs
8.- Costo de insumos para instalación para la vivienda determinada	Insumos a necesitar para la vivienda se determinó un costo de 233,9 Bs	Insumos a necesitar para la vivienda se determinó un costo de 1224,55 Bs
9.- Costo de insumos si se instala 6 veces la misma vivienda	Insumos a necesitar para instalar 6 veces la vivienda se determinó un costo de 1403,4 Bs	Insumos a necesitar para instalar 6 veces la vivienda se determinó un costo de 1224,55 Bs
10.- Mano de obra	Cotización determinada por punto hidráulico es de 70 bs y 18 bs ml de tendido	Cotización determinada por punto hidráulico es de 70 bs y 18 bs ml de tendido
11.- Mantenimiento	Insumos cinta teflón y tarraja	termofusora

Fuente: Elaboración Propia

Criterios de análisis del recuadro representativo de la comparación general entre los dos tipos de sistemas evaluados

1.- Los dos tipos de materiales se pueden utilizar para agua fría y agua caliente en el caso del PVC se necesita PVC clase 10.

2.- Las propiedades químicas de los dos son provenientes del plástico pero no tiene la misma composición el PVC contiene cloro el cual este material tiende hacer más rígido y el PPR contiene carbón e hidrogeno no tiene composición toxica el cual es un material ideal para el transporte de agua potable para el consumo humano, este material tiende hacer mas elástico y con referencia al PVC es mas resistente a altas temperaturas y presiones de igual forma el PVC es también un material plástico de buena calidad sin embargo su resistencia a la presión es mas baja que la del PPR lo cual con estos factores se puede determinar que la tubería PPR su vida útil tiende hacer mayor a la del PVC

3.- Como se muestra en la tabla comparativa en la presente investigación el diámetro mas utilizado en la salida de agua a los artefactos es de ½” los cuales en el caso de la tubería PPR tiene un diámetro interior de 16,2 mm y la tubería PVC tiene un diámetro interior de 17,4 mm con lo que podemos determinar que la tubería PVC tendrá mayor desperdicio de agua en el uso de artefactos sanitarios ya que tiene un diámetro ligeramente más amplio.

4.- En el caso del sistema PVC los insumos son materiales desechables que no pueden ser reutilizados sin embargo insumo para instalación con la termofusora en un equipo que para la compra viene con datos para rangos de diferentes diámetros y puede ser utilizado en futuras instalaciones.

5.- La unión de PVC consiste en hacer una rosca en las uniones de los artefactos posterior a eso se aplica cinta teflón y realizar las uniones y en el PPR fusionar molecularmente con la maquina termofusora.

6.- Se determina que la instalación con tuberías PPR reduce los tiempos de instalación en PVC que se tiene que realizar la rosca y la aplicación de la cinta teflón.

7.-Para presente investigación de la vivienda tipo podemos determinar que es más económico la instalación con tuberías PVC

8.- Los costos de instalación para la vivienda determinada para la instalación de PVC ed de 233,9 Bs y para la instalación PPR es de 1224,55 Bs el cual se determina que para dicha vivienda es más económico la instalación con tuberías PVC

9.- Como se pudo observar que a mayor metraje la instalación con tuberías PPR resulta mas económico podría ser en el caso de una edificación o como en el ejemplo que se da si se instalaría 6 veces mas el mismo tipo de vivienda se determina que la instalación con tuberías PPR es más económica debido a la técnica de instalación los insumos de PVC son desechables y la termofusora tiene una vida útil de varios años dependiendo la calidad de esta.

10.- En el caso de la mano de obra de los dos tipos tiene un costo igual el cual no es relevante lo económico sin embargo como mencionamos la instalación con tuberías PPR reduce los tiempos es de beneficio para la economía del proyecto.

11.- Los dos tipos de sistema están sujetos a errores humanos y de igual forma el costo de reparo es el mismo considerando que como mencionamos en caso del PVC tendremos que utilizar los insumos de cinta teflón que es el insumo mas desechable, pero en caso de una fuga no viene hacer relevante y en el caso del PPR con la misma termofusora pero el reparo de sistema PVC consiste en cambiar el artefacto y de facilidad al quitar las uniones en caso de sistema PPR se tiene la dificultad de retirar las uniones el cual se tiene que cortar debido a que esta unión esta fusionado y se agregarían mas componentes sanitarios para su reparo.

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Con el trabajo realizado se ha podido obtener los siguientes resultados, se concluyen lo siguiente

- Los materiales evaluados de la evaluación económica son de buena calidad un factor importante a destacar del material PPR es que su composición no es tóxica el cual lo hace seguro para el consumo humano
- Con la presente investigación realizada podemos determinar que las tuberías PPR son mas resistentes a temperaturas altas y presiones a las cual van a estar sometidas de esta forma hace que su vida útil sea mayor que la de la tubería PVC
- Mediante la investigación realizada se pudo evidenciar que las tuberías con PPR tienen un menor diámetro interior con referencia a la tubería PVC debido a esto la tubería PVC reduce el desperdicio del agua en el momento su uso del artefacto sanitario
- Los insumos a utilizar en los dos tipos de sistema son distintos la instalación con PVC se necesitan tarrajas y teflones los cuales insumos desechables no reutilizables y los insumos para el sistema de termofusión se necesita la maquina termofusora la cual esta inversión queda para más obras.
- El sistema de termofusión con tuberías PPR reduce los tiempos de instalación con relación al sistema tradicional con tuberías PVC
- En la vivienda tipo definida se determino que para el caso de esa instalación es más económico la instalación con el sistema tradicional con tuberías PVC
- Si realizamos la misma instalación en 6 viviendas iguales es más económico la instalación con el sistema termofusión con tuberías PPR.
- Para los dos tipos de sistema el costo de la mano de obra tanto como para instalación o mantenimiento es el mismo.

4.2. RECOMENDACIONES

Bajo los aspectos y consideraciones de la presente investigación, se puede obtener las siguientes recomendaciones.

- Mediante las consideraciones obtenidas en la investigación, se puede recomendar la elección del sistema con termofusión por ser mas segura y de mayor resistencia y evitar posteriores gastos a futuro ya que igual esta tubería al tener un diámetro menor será de beneficio para reducir el desperdicio del agua.
- Para edificaciones o viviendas que requieran mayor metraje o uniones hidráulicas se recomienda el sistema con termofusión ya que es de una sola inversión y afecta directamente en la economía del proyecto
- En la medida posible se recomienda cerciorarse contar con una mano de obra calificada ya que los dos tipos de sistema están sujetos a errores humanos y a futuro evitarse las molestias y gastos que conllevan los reparos.
- En la instalación con sistema de termofusión se recomienda ser cuidadoso con el manejo de la maquina termofusora ya que es un aparato que trabaja a altas temperaturas utilizar siempre los equipos de protección personal para su uso.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dosen, T. (2021). PPR VS PVC: ¿SABES CUAL ES LA DIFERENCIA? *LA CUARTA CONSTRUCTOR*.

martinez, M. (2024). INSTALACIONES HIDROSANITARIAS. *ALHERSEM*.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. (2011). REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS.

Netto, J. M. (2004). MANUAL DE HIDRAULICA.

SERVICIO NACIONAL DE METERELOGIA E HIDROLOGIA. (2010). SENAMHI.

Urbina, I. (2022). ¿PVC o PPR? CONOZCA LOS TIPOS DE TUBERIAS DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS. *LA CUARTA EL CONSTRUCTOR*.

Urbina, I. (2022). PVC, PPR O COBRE:¿QUE DIFERENCIAS TIENE CADA TUBERIA EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS? *LA CUARTA CONSTRUCTOR*.

ANEXO A

Tabla de longitud equivalente por accesorios

Diámetro		CODO 90°			CODO 45°	CURVA 90°	
mm	pulg.	R. Largo	R. Medio	R. Corto		R/D= 1/2	R/D= 1
13	1/2	0,42	0,60	0,77	0,29	0,27	0,43
19	3/4	0,60	0,83	1,04	0,43	0,37	0,56
25	1	0,78	1,06	1,30	0,56	0,48	0,70
31	1 1/4	0,97	1,30	1,57	0,69	0,58	0,84
38	1 1/2	1,15	1,53	1,84	0,83	0,69	0,97
50	2	1,51	2,00	2,37	1,09	0,90	1,25
63	2 1/2	1,88	2,47	2,90	1,36	1,11	1,52
75	3	2,24	2,94	3,43	1,63	1,32	1,79
100	4	2,97	3,88	4,50	2,16	1,74	2,34
125	5	3,70	4,82	5,56	2,69	2,16	2,89
150	6	4,43	5,76	6,63	3,22	2,58	3,43
200	8	5,88	7,64	8,76	4,29	3,42	4,53
250	10	7,34	9,51	10,89	5,35	4,26	5,62
300	12	8,80	11,39	13,02	6,42	5,10	6,71
350	14	10,26	13,27	15,15	7,48	5,94	7,80
400	16	11,71	15,15	17,28	8,55	6,78	8,90
450	18	13,17	17,02	19,41	9,61	7,62	9,99
500	20	14,63	18,90	21,54	10,68	8,46	11,08

Diámetro		CURVA 45°	ENTRADA		VALVULA (Abierta)			TEE		TEE RED.
mm	pulg.		Normal	Borda	Compuerta	Globo	Angulo	Directo	Bilateral (a)	Directo
13	1/2	0,21	0,21	0,48	0,16	6,61	3,34	0,43	1,61	0,85
19	3/4	0,27	0,37	0,75	0,22	9,57	4,84	0,61	2,16	1,05
25	1	0,34	0,53	1,02	0,28	12,53	6,33	0,80	2,70	1,25
31	1 1/4	0,40	0,69	1,29	0,34	15,48	7,83	0,98	3,25	1,44
38	1 1/2	0,46	0,85	1,56	0,40	18,44	9,32	1,17	3,80	1,64
50	2	0,59	1,18	2,10	0,52	24,35	12,32	1,54	4,89	2,03
63	2 1/2	0,71	1,50	2,64	0,64	30,26	15,31	1,91	5,98	2,42
75	3	0,84	1,82	3,18	0,76	36,18	18,30	2,28	7,08	2,82
100	4	1,09	2,47	4,26	0,99	48,00	24,28	3,03	9,26	3,60
125	5	1,35	3,11	5,34	1,23	59,83	30,26	3,77	11,45	4,39
150	6	1,60	3,76	6,42	1,47	71,65	36,25	4,51	13,63	5,17
200	8	2,10	5,04	8,58	1,95	95,31	48,21	6,00	18,00	6,74
250	10	2,61	6,33	10,73	2,42	118,96	60,18	7,48	22,38	8,31
300	12	3,11	7,62	12,89	2,90	142,61	72,15	8,97	26,75	9,88
350	14	3,61	8,91	15,05	3,38	166,26	84,11	10,45	31,12	11,45
400	16	4,12	10,20	17,21	3,85	189,91	96,08	11,94	35,49	13,02

ANEXO A

Diámetro		VALVULA	SALIDA	VALV. RETENCION		REDUCCION	AMPLIACION
mm	pulg.	DE PIE (b)		Liviana	Pesada		
13	1/2	5,03	0,60	1,68	2,28	0,12	0,23
19	3/4	7,26	0,87	2,38	3,40	0,17	0,34
25	1	9,50	1,13	3,08	4,53	0,22	0,45
31	1 1/4	11,73	1,40	3,78	5,65	0,28	0,56
38	1 1/2	13,97	1,67	4,48	6,77	0,33	0,67
50	2	18,44	2,21	5,88	9,01	0,43	0,88
63	2 1/2	22,91	2,75	7,29	11,25	0,54	1,10
75	3	27,38	3,29	8,69	13,49	0,64	1,32
100	4	36,32	4,37	11,49	17,98	0,85	1,75
125	5	45,26	5,45	14,29	22,46	1,06	2,19
150	6	54,20	6,53	17,09	26,94	1,28	2,62
200	8	72,08	8,69	22,70	35,91	1,70	3,49
250	10	89,95	10,84	28,30	44,88	2,12	4,36
300	12	107,83	13,00	33,91	53,85	2,54	5,23
350	14	125,71	15,16	39,51	62,81	2,96	6,10
400	16	143,59	17,32	45,12	71,78	3,38	6,96
450	18	161,47	19,48	50,72	80,75	3,80	7,83
500	20	179,35	21,63	56,33	89,72	4,22	8,70

ANEXO B

Base de datos de dimensionamiento de tuberías método hunter

Tramo	Aporte Tramo	UH	UH	Diametros	UH Maximo
	UH	Parcial	Acumulado		Tabla n°3
NIVEL 1					
1-2	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
2-4			1	1/2	5,5
3-4	Inodoro	2,5	2,5	1/2	5,5
4-6			3,5	1/2	5,5
5-6	Ducha	2	2	1/2	5,5
6-13			5,5	1/2	10
7-8	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
8-10			1	1/2	5,5
9-10	Inodoro	2,5	2,5	1/2	5,5
10-12			3,5	1/2	5,5
11-12	Ducha	2	2	1/2	5,5
12-13			5,5	1/2	5,5
13-14			9	3/4	10
16-17	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
17-19			1	1/2	5,5
18-19	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
19-21			2	1/2	5,5
20-21	Inodoro	2,5	2,5	1/2	5,5
21-23			4,5	1/2	5,5
22-23	Ducha	2	2	1/2	5,5
23-24			6,5	3/4	10
PLANTA BAJA					
25-26	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
26-28			1	1/2	5,5
27-28	Inodoro	2,5	2,5	1/2	5,5
28-30			3,5	1/2	5,5
29-30	Ducha	2	2	1/2	5,5
30-35			5,5	1/2	5,5
31-32	Inodoro	2,5	2,5	1/2	5,5
32-34			2,5	1/2	5,5
33-34	Lavamanos	1	1	1/2	5,5
34-35			3,5	1/2	5,5
35-36			7	3/4	10
37-38	lavaplatos	1,5	1,5	1/2	5,5
38-36			1,5	1/2	5,5
36-15			8,5	3/4	10

ANEXO C

Base de datos de perdida de carga por tuberías

TRAMO	DIAMETRO D [plg]	UNIDADES DE HUNTER ACUMULADA	CAUDAL Q [lt/s]	GRAD. HIDR. S [m/m]	VELOCIDAD v [m/s]	LONGITUD L [m]	PERD. CARGA Hf [m]
1-2	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
2-4	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,76	0,06
3-4	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
4-6	1/2	4	0,17	0,208	1,36	0,99	0,21
5-6	1/2	2	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
6-13	1/2	6	0,22	0,335	1,76	0,51	0,17
7-8	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
8-10	1/2	1	0,10	0,078	0,80	1,20	0,09
9-10	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
10-12	1/2	4	0,17	0,208	1,36	1,00	0,21
11-12	1/2	2	0,10	0,078	1,34	0,20	0,02
12-13	1/2	6	0,22	0,335	1,36	0,50	0,17
13-14	3/4	9	0,28	0,073	1,40	2,00	0,15
14-15	3/4	9	0,28	0,073	1,50	4,50	0,33
16-17	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
17-19	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,80	0,06
18-19	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
19-21	1/2	2	0,10	0,078	0,80	0,80	0,06
20-21	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
21-23	1/2	5	0,19	0,255	1,52	0,67	0,17
22-23	1/2	2	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
23-24	3/4	7	0,24	0,055	0,85	1,00	0,05
25-26	1/2	1	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
26-28	1/2	1	0,10	0,078	0,80	1,00	0,08
27-28	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
28-30	1/2	4	0,17	0,208	1,36	0,50	0,10
29-30	1/2	2	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
30-35	1/2	6	0,22	0,335	1,76	1,00	0,33
31-32	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
32-34	1/2	3	0,15	0,165	1,20	0,20	0,03
33-34	1/2	1	0,10	0,078	0,80	1,50	0,12

TRAMO	DIAMETRO D [plg]	UNIDADES DE HUNTER ACUMULADA	CAUDAL Q [lt/s]	GRAD. HIDR. S [m/m]	VELOCIDAD v [m/s]	LONGITUD L [m]	PERD. CARGA Hf [m]
34-35	1/2	4	0,17	0,208	1,36	0,20	0,04
35-36	3/4	7	0,24	0,055	0,85	4,50	0,25
37-38	1/2	2	0,10	0,078	0,80	0,20	0,02
38-36	1/2	2	0,10	0,078	0,80	0,50	0,04
36-15	3/4	9	0,28	0,073	0,99	0,20	0,01
						TOTAL	3,05

ANEXO D

Base de datos de perdida de carga por accesorios

CANT.	CODO		TEE PASO DIRECTO			TEE SALIDA LATERAL		
	L. EQUIV.	TOTAL	CANT	L. EQUIV.	TOTA L	CANT	L. EQUIV.	TOTA L
1	0,739	0,74	1	0,364	0,36	.	1,554	0,00
	0,739	0,00				1	1,554	1,55
	0,739	0,00	1	0,364	0,36		1,554	0,00
			1	0,364	0,36			
1	0,739	0,74		0,364	0,00	-	-	
				0,364	0,00			
1	0,739	0,74					1,554	0,00
							1,554	0,00
1	0,739	0,74		0,364	0,00			
			1	0,364	0,36			
	0,739	0,00		0,364	0,00			
	0,000	0,00		0,364	0,00			
	0,739	0,00	1	0,364	0,36		1,554	0,00
1	0,739	0,74				1	1,554	1,55
				0,364	0,00			
	0,739	0,00		0,364	0,00			
				0,364	0,00			
1	0,739	0,74		0,364	0,00			
			1	0,364	0,36			
	0,739	0,00						
1	0,739	0,74		0,364	0,00			
1	0,739	0,74		0,364	0,00			
				0,364	0,00		1,554	0,00
	0,000	0,00						
	0,739	0,00						
	0,739	0,00	1	0,364	0,36	1	1,554	1,55

ANEXO E

Base de datos de perdida de carga por accesorios

VÁLVULA DE CORTINA			REDUCCIÓN			TOTAL		
CANT.	L. EQUIV.	TOTAL	CANT.	L. EQUIV.	TOTAL			
-	-		-	-		1,10	0,09	
-	-		1		0,00	1,55	0,12	
1	0,164	0,16	1	0,164	0,16	0,69	0,11	
						0,36	0,08	
-	-		-	-		0,74	0,06	
						0,00	0,00	
						0,74	0,06	
						0,00	0,00	
						0,74	0,12	
						0,36	0,08	
						0,00	0,00	
						0,36	0,12	
1	0,164	0,16	1	0,164	0,16	0,33	0,02	
						0,00	0,00	
						2,29	0,18	
						0,00	0,00	
						0,00	0,00	
						0,00	0,00	
						0,74	0,12	
						0,00	0,00	
						0,74	0,06	
						0,00	0,00	
1	0,164	0,16				0,16	0,01	
						0,00	0,00	
						0,36	0,06	
						0,00	0,00	
						1,10	0,09	
						0,36	0,12	
1	0,164	0,16				0,16	0,03	
						0,74	0,12	
						0,74	0,06	
						0,00	0,00	
						0,00	0,00	
1	0,164	0,16	1	0,164	0,16	0,33	0,03	
						1,92	0,15	
							0,00	
							1,87	
Total de perdida de carga								1,87

ANEXO F

Base de datos desague sanitario

PLANTAS	ARTEFACTOS SANITARIOS	UD (Tabla 2.1) Unidad de descarga hidráulica por artefactos	UD acumulado	DIAMETRO CALCULADO (mm)	DIAMETRO Ramal descarga (Tabla 2.1) DN (mm)	DIAMETRO ADOCTADO (mm)
NIVEL 1						
	Lavamanos residencial	1	1		40	
	Tabla 2.2 Ramal descarga DN=40	2	3		40	
NIVEL 1 A	Caja Interceptora (Cal)		3	40		40
BS-3	Inodoro corriente	6	9	75	100	100
	BAJANTE SANITARIO-1		9	75		100
	Lavamanos residencial	1	1		40	
	Tabla 2.2 Ramal descarga DN=40	2	3		40	
NIVEL 1 A	Tina de residencial	2	5		40	
BS-1	Inodoro corriente	6	11	75	100	100
	BAJANTE SANITARIO-1		11	75		100
	Lavamanos residencial	1	1		40	
	Lavamanos residencial	1	2		40	
NIVEL 2 A	Tabla 2.2 Ramal descarga DN=40	2	4		40	
BS-2	Caja Interceptora (Cal)		4	50		50
	Inodoro corriente	6	10	75	100	100
	BAJANTE SANITARIO-2		10	75		100
PLANTA BAJA						
	Lavamanos residencial	1	1		40	
	Tabla 2.2 Ramal descarga DN=40	2	3		40	
	Caja Interceptora (Cal)		3	40		40
	Inodoro corriente	6	9	75	100	100
PLANTA BAJA	Lavamanos residencial	1	10		40	
	Tabla 2.2 Ramal descarga DN=40	2	12		40	
	Caja Interceptora (Cal)		12	75		75
	Inodoro corriente	6	18	75	100	100
	Lavaplatos de residencia	3	21	100		100
	PLANTA BAJA		18	75		100

ANEXO G

Base de datos de ventilación

TRAMO	ARTEFACTO	UD (Tabla 2.1) Unidad de descarga hidraulica por artefactos	Cantidad	UD parcial	UD acumulado	DIAMETRO CALCULADO (mm)	DIAMETRO ADOCTADO (mm)	OBSERVACIONES
PLANTA BAJA								
1	Lavamanos residencial	1	1	1				Rejilla de piso
1	Tabla 2.2 Ramal descarga DN=40	2	1	2				
1	Lavamanos residencial	1	1	1				
1	Lavamanos residencial	1	1	1				
1	Lavaplatos de residencia	3	1	3	4			
2	Inodoro corriente	6	1	6				
PLANTA ALTA								
4	Lavamanos residencial	1	1	1				
3	Tabla 2.2 Ramal descarga DN=40	2	1	2				Rejilla de piso
0					2			
3	Inodoro corriente	6	1	6	2			