

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**



**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN
DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN
EDIFICACIONES**

**ANÁLISIS DE OPCIONES CON IMPLMETACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN
MEDIANTE UN RAMAL ADICIONAL AL SISTEMA CONVENCIONAL DE AGUA
CALIENTE PARA EDIFICACIONES**

POSTULANTE: Alvaro Carlos Laime Molina

Abril 2024

ANÁLISIS DE OPCIONES CON IMPLEMENTACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN MEDIANTE UN RAMAL ADICIONAL AL SISTEMA CONVENCIONAL DE AGUA CALIENTE PARA EDIFICACIONES

RESUMEN

En Bolivia se viene diseñando las instalaciones hidrosanitarias de manera convencional mediante una alimentación de agua fría y caliente en edificaciones, en otros países se implementaron sistemas patentados de mejora adicionando un ramal (tubería) para el retorno de agua caliente el cual permite la recirculación del agua caliente permitiendo menor desperdicio del mismo, con una bomba recirculadora la cual succiona y devuelve agua fría debido a la pérdida de temperatura con respecto al último punto de agua caliente más alejado a los termotanques, calderos, etc.

El problema que conlleva del diseño convencional es cuando supera los 15 metros de distancia desde el calefón, termotanque o caldero hasta el punto más alejado a utilizarse, se pierde considerablemente agua debido al trayecto, el tipo de material, hasta llegar a la temperatura requerida.

La investigación analiza tres alternativas de ramal adicional al sistema convencional para tener confort para los usuarios con la ayuda de una bomba recirculadora, técnicamente revisa el caudal de la red continua con respecto a la pérdida de temperatura según sus ramales de alimentación y su altura dinámica para definir la potencia de la bomba recirculadora.

De las alternativas de ramal adicional, se resalta la incidencia al calcular la potencia de la bomba la cual tiene una variación mínima.

Palabras Claves: ramal, agua caliente, recirculación.

Dedicación.

A Dios por guiar cada uno de mis pasos

*A mi amada esposa Liseth por impulsarme a
seguir adelante cada momento*

*A mi hija Naomi por ser la motivación de mi día a
día.*

Agradecimiento a:

*Dios por iluminarme con sabiduría en cada
decisión.*

*A mis padres Maximiliano y Julia por
apoyarme en mis estudios y poder concluir.*

*A mis hermanos soledad y Cristian, con su
apoyo incondicional.*

¡¡Muchas Gracias!!

INDICE GENERAL

| | |
|--|----------|
| 1. GENERALIDADES | |
| 1.1.ANTECEDENTES | 1 |
| 1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| <u>1.2.1.SITUACIÓN PROBLÉMICA.....</u> | <u>1</u> |
| 1.3 OBJETIVOS | 3 |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 1.4 HIPOTESIS..... | 3 |
| 1.5 JUSTIFICACION..... | 3 |
| 2. MARCO TEORICO..... | 4 |
| 2.1 GENERALIDADES | 4 |
| 2.2 CAÑERIAS | 4 |
| 2.3 EQUIPOS | 5 |
| 2.4 SISTEMA CON RAMAL ADICIONAL PARA RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE..... | 6 |
| 2.4.1 RAMALES HORIZONTALES..... | 7 |
| 2.4.2 RAMALES VERTICALES..... | 8 |
| 2.4.3 RAMALES INDIVIDUALES PISO A PISO | 9 |
| 2.5 PARAMETROS DE DISEÑO..... | 100 |
| 2.6 DISEÑO HIDRAULICO..... | 10 |
| 2.6.1 Gradiente hidráulico..... | 111 |
| 2.6.2 Velocidad de diseño | 11 |
| 3. MARCO PRACTICO | 13 |
| 3.1. ANALISIS DEL DISEÑO EN AGUA CALIENTE PARA UNA EDIFICACION | 13 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.2. | ALTERNATIVAS DE RED ADICIONAL PARA RETORNO DE AGUA CALIENTE | |
| | 14 | |
| 3.2.1. | LONGITUD ACUMULADA DESFAVORABLE..... | 166 |
| 3.2.2. | PERDIDA POR TEMPERATURA..... | 18 |
| 3.2.3. | CAUDAL TOTAL CONTINUO PARA EL SISTEMA DE RETORNO..... | 21 |
| 3.2.4. | DIAMETRO DE RETORNO PARA RAMAL ADICIONAL..... | 22 |
| 3.2.5. | PERDIDA DE CARGA..... | 25 |
| 3.2.6. | BOMBA DE RECIRCULACION..... | 26 |
| 3.3. | ANALISIS Y COMPARACION DE RESULTADOS | 27 |
| 4. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 28 |
| 4.1. | CONCLUSIONES. | 28 |
| 4.2. | RECOMENDACIONES | 28 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Sistemas de recirculación de agua caliente..... | 2 |
| Figura 2 Bomba centrífuga..... | 5 |
| Figura 3 Bomba presurizadora | 6 |
| Figura 4 Esquema con ramal horizontal..... | 7 |
| Figura 5 Esquemas con ramal vertical con tanque nivel inferior..... | 8 |
| Figura 6 Esquemas con ramal vertical con tanque elevado | 9 |
| Figura 7 Esquemas con ramal individual..... | 9 |
| Figura 8 Plano hidráulico de hotel | 14 |
| Figura 9 Primera alternativa de ramal adicional | 15 |
| Figura 10 Segunda alternativa de ramal adicional | 15 |
| Figura 11 Tercera alternativa de ramal adicional..... | 16 |
| Figura 12 Esquema de ramal principal..... | 17 |
| Figura 13 Esquema de ramal adicional (primera alternativa)..... | 22 |
| Figura 14 Esquema de ramal adicional (tercera alternativa)..... | 23 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Características del esquema agua caliente | 17 |
| Tabla 2 Longitud acumulada al punto mas desfavorable | 18 |
| Tabla 3 Valores de perdida por temperatura en ruta critica | 19 |
| Tabla 4 Perdidas por temperatura para tramos del ramal | 19 |
| Tabla 5 Agrupación de tuberías con longitud acumulado | 20 |
| Tabla 6 Temperaturas promedias según agrupación de diámetros..... | 20 |
| Tabla 7 Temperaturas diferenciales según agrupación considerando temperatura ambiente. ... | 20 |
| Tabla 8 Valores de variables $k * l * dt$ acumulativo | 21 |
| Tabla 9 Volúmenes y porcentajes según alimentadores..... | 23 |
| Tabla 10 Caudal proporcional por cada alimentador | 24 |
| Tabla 11 Diámetros de ramal adicional más perdida de carga por tramos (primera alternativa) | 24 |
| Tabla 12 Diámetros de ramal adicional más perdida de carga por tramos (tercera alternativa) | 25 |
| Tabla 13 Perdida de carga acumulado al punto más crítico (primera alternativa) | 25 |
| Tabla 14 Perdida de carga acumulado al punto más crítico (tercera alternativa)..... | 25 |
| Tabla 15 Tabla comparativa de resultados según alternativas..... | 27 |

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

El suministro de agua en diferentes ciudades es muy limitado, para su uso eficiente se llegó a realizar estudios en diferentes países de Europa, eso conllevó a realizar investigación para resguardar los mismos así tanto en agua fría y caliente.

Tomando en cuenta las diferentes edificaciones ya en funcionamiento, se realizaron estudios como (Dueñas Ladrón de Guevara, Eduardo; Ladrón de Guevara Muñoz, María del Carmen; Díaz Santiago, Juan Manuel; Tirado Granados, Samuel; Ortega Rodríguez, Marcos, 2016) donde realiza una comparación entre el ramal adicional y sistema Ness, este último ocupa la cañería de agua fría como retorno mediante una bomba automatizada el cual no libera el agua hasta llegar a la temperatura requerida.

Según la investigación de (Daniel Fernández, Ángel Gómez, Carlos Morón, Jorge Pablo Díaz, 2020) realiza comparaciones con un ramal adicional para diferentes tipos de cañerías, el cual toma en cuenta diferentes grupos de usuarios en edificaciones para ver eficiencia.

En Colombia se tiene una investigación la cual propone caldero y tanques de acumulación para distribución de agua caliente mediante ramal adicional, la cual utiliza válvulas balanceadoras. (Luque Moreno, 2017)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA

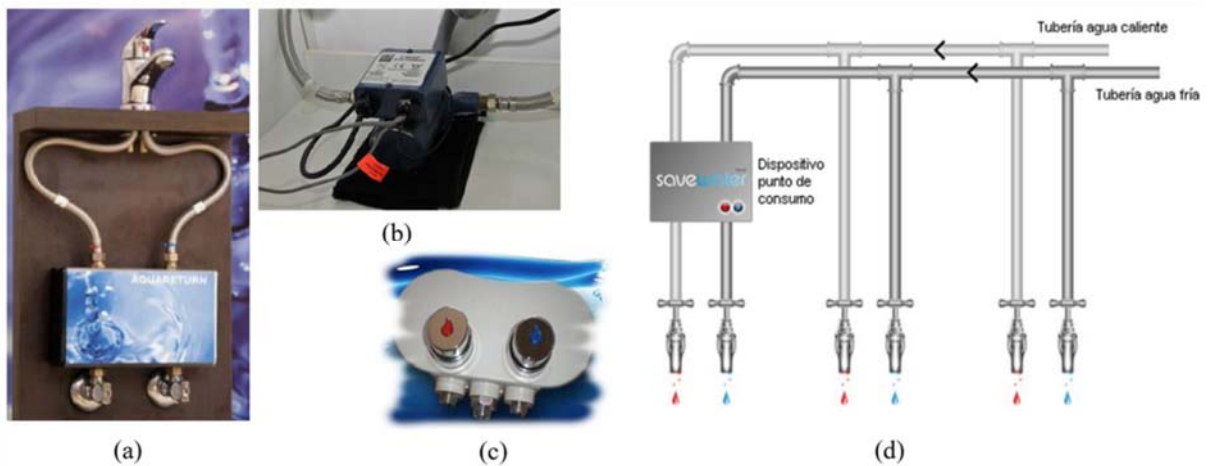
Desperdicio de agua caliente, debido al sistema convencional de distribución de agua, al punto más alejado del termotanque, tomando en cuenta el limitado suministro en distintas ciudades de Bolivia.

Actualmente hay ciudades con limitado suministro de agua, el cual se propone buscar una manera eficiente de ahorrar el agua. Muchos de los lagos que son parte del suministro a través del tiempo fueron secando o en otros casos fueron contaminados.

Cuando la distancia, entre el punto más alejado de la edificación hasta el caldero, calefón, o termotanque superan los 15m. se tiene una pérdida de agua fría considerable ya que se desperdicia toda el agua fría en el trayecto de (en) la cañería existente hasta evacuar el agua caliente.

Existen diferentes sistemas que no se aplican en nuestro medio por falta equipos especiales, para diferentes edificaciones desde casas particulares hasta edificios comerciales, los cuales utilizan la misma cañería de agua fría como retorno de agua, hasta llegar a la temperatura requerida, unos más que otros son más sofisticados con la finalidad de no desperdiciar el agua.

Figura 1
Sistemas de recirculación de agua caliente



Nota: algunos de los sistemas de recirculación de agua potable (a) Sistema Aquareturn; (b) Sistema D'MAND modelo S-71; (c) Sistema DROPS; (d) Sistema KALDA. Anales Edificación, Vol 6, N 1, 77-86 (2020). ISSN: 2444-1309

Por lo tanto, el sistema convencional es ineficiente causa desperdicio de agua debido a las longitudes mayores a 15m, el sistema con ramal adicional presenta mejor eficiencia para edificaciones, por tener un costo relativo con relación a los demás sistemas mencionados.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis de las opciones para mejorar el sistema convencional de agua caliente mediante la implementación de un ramal adicional.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descripción de parámetros para el diseño con ramal adicional.
- Delimitación a que tipos de edificaciones aplica.
- Determinar el diámetro óptimo para ramal adicional.
- Analizar los diferentes resultados de las opciones planteadas por un ramal adicional.

1.4 HIPOTESIS

Con la implementación de un ramal adicional, se optimizará el consumo de agua en comparación a un sistema convencional de agua caliente para edificaciones.

1.5 JUSTIFICACION

En la presente investigación se obtendrá los siguientes resultados:

- Parámetros para el diseño del ramal adicional.
- Se podrá determinar al tipo de edificaciones que se aplique.
- Se dará un criterio sólido en base a la investigación realizada e interpretación de resultados para los ramales de retorno de agua caliente.

2. MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES

Es relevante la recirculación de agua caliente en las diferentes estructuras y etapas de uso debido al desperdicio de agua a través de las cañerías, el consumo promedio en Bolivia es de 80 a 100 litros agua por persona de los cuales 20 al 30% (Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias y domiciliarias, 2011) es con agua caliente, por el cual se describirá los materiales utilizados y equipos.

Luego se describe los diferentes sistemas para el ramal adicional el cual permite la recirculación de agua caliente. Llegando a una clasificación de las estructuras para las cuales se pueda implementar.

2.2 CAÑERIAS

En Bolivia existe diferentes materiales importados, los cuales se van trabajando a través del tiempo en diferentes proyectos, entre los cuales se conectan mediante Termofusión que consiste en una soldadura con la ayuda de calor directo entre diferentes accesorios, soldables que se adhieren mediante un pegamento adhesivo.

El CPVC (cloruro de polivinilo clorado) es una cañería de uso frecuente en la industria de la construcción, por ser flexible, resistente y de alta duración. Es resistente a altas temperaturas de 82°C. La conexión con los accesorios se realiza mediante un pegamento adhesivo previo a una limpieza. Es muy práctico en su uso y refacción ya que no necesita mucho espacio para realizar arreglos.

Polipropileno – Fusión PP-R es un material de alta resistencia, y altas temperaturas de hasta 100°C la conexión entre las cañerías y accesorios son mediante calor directo por una termofusora, es muy utilizado en diferentes tipos de edificaciones, para realizar una refacción se requiere bastante espacio debido a la termofusora.

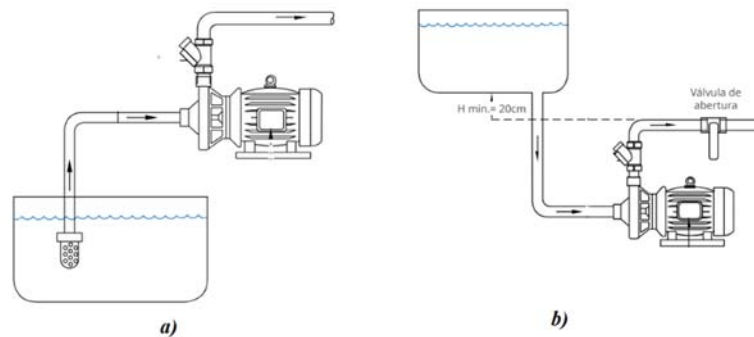
Se recomienda no instalar las redes de agua dentro de la losa debido a su complicado arreglo o mantenimiento, debido a asentamientos, instalaciones de muebles entre otros. Por lo cual se trabaja debajo de la losa.

2.3 EQUIPOS

Los equipos a utilizar pueden variar dependiendo de la edificación, para la alimentación hay bombas centrífugas, presurizadoras(recirculación), etc. Para la obtención de agua caliente se tienen calderos, termotanques y calefones. Los diferentes equipos pueden ser automatizados de diferentes maneras.

Bomba centrífuga, es una bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética, nos permite llevar de un tanque subterráneo a un tanque elevado el agua del mismo (figura 1a), la potencia es variable dependiendo de la altura y caudal requerido. La toma del agua no debe superar los 6m según los diferentes fabricantes para una toma debajo del nivel de la bomba, esto debido que tiene que estar llena la cañería. También se utiliza para aumentar la presión del agua cuando la distancia y altura del tanque de alimentación para los termotanques, calefones o calderos es menor al requerido por dichos equipos (figura 1b).

*Figura 2.
bomba centrífuga*

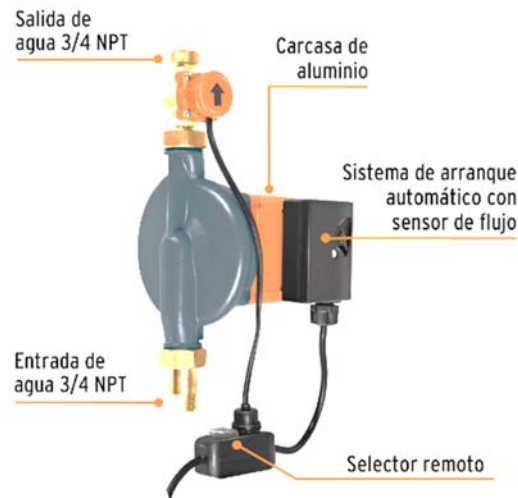


Nota. <https://www.eicos.com/hojas-de-datos/proteccion-bomba-centrifuga/>

Bomba presurizadora, tiene como función aumentar la presión en una red de una edificación es necesario contar con un tanque de alimentación, así también se utiliza para sistema de retorno de agua caliente cuenta con aspas interiores de material resistente a altas temperaturas figura 2, emiten menor sonido al funcionar en comparación de otros. Su funcionamiento es automático solo cuando se libera un punto de salida se activa debido a sus sensores

incorporados. Es conocido como bomba recirculadora el cual se implementó de ramal adicional para la monografía.

Figura 3.
Bomba presurizadora



Nota. <https://tinacosmonterrey.com.mx/producto/bomba-presurizadora-1-3-hp-truper/>

Calderos, son equipos diseñados para generar agua caliente mediante la acción del calor tienen almacenamientos variables dependiendo al requerimiento, son de mayor demanda en proyectos de hospitales, hoteles, residenciales, etc.

Los Termotanques tiene la función de obtener la temperatura requerida y mantenerla dentro su almacenamiento, son de uso domiciliario y alto consumo como hospitales, hoteles su aplicación se la realiza en paralelo.

El calefón es un equipo domiciliario que calienta el agua mediante una serpentina de cobre que trabaja como un radiador, el cual no ocupa mucho espacio como los demás equipos.

2.4 SISTEMA CON RAMAL ADICIONAL PARA RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE

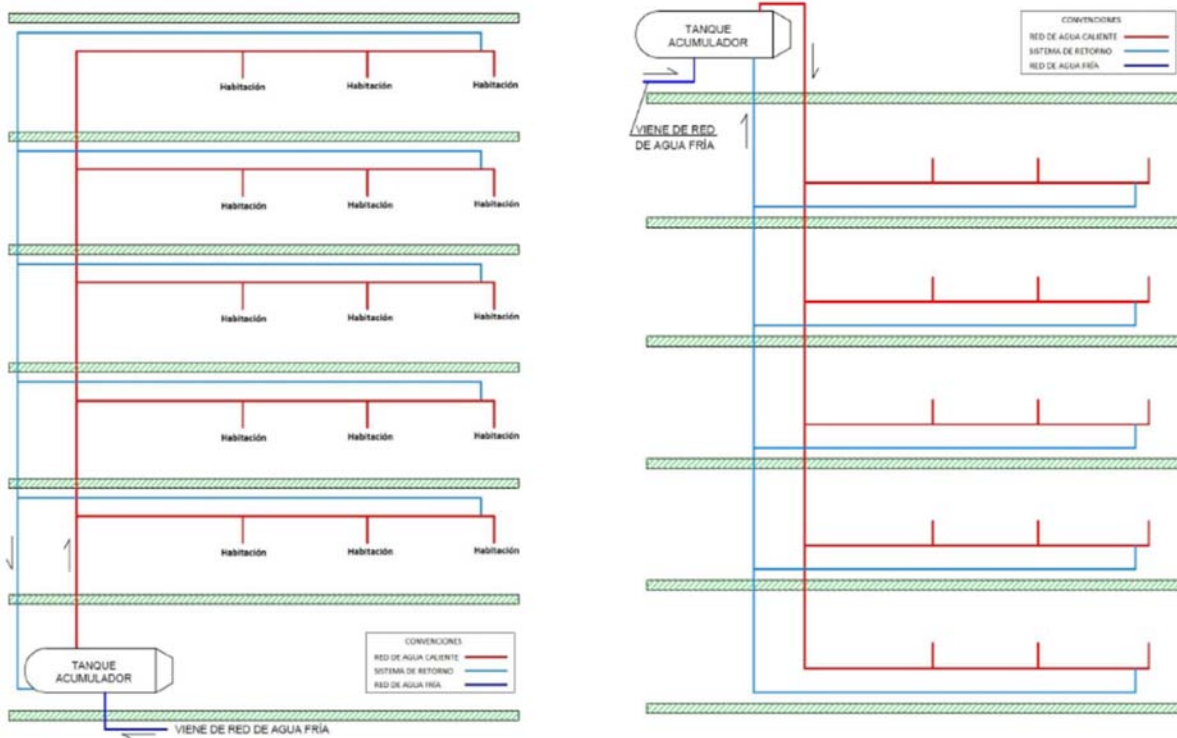
Existe diferentes tipos de estructuras según al funcionamiento, esto nos permite tener varias alternativas de solución para el ramal adicional, el cual analizaremos. Cuando supera los 15m. desde el calefón o caldero es necesario implementar un ramal adicional.

2.4.1 RAMALES HORIZONTALES

Para una edificación tipo residencial donde existe varios departamentos como ser monos ambientes se clasifica ramales horizontales teniendo como ingreso un solo bajante de alimentación de agua fría y caliente, así también se aplica en hoteles, dependiendo del proyecto hay situaciones con el tanque de alimentación elevado o en casos subterráneo.

La conexión del ramal adicional tiene que tomarse del punto más alejado del ramal en cada nivel y salir de manera independiente, esto porque la red de agua caliente tiene una presión y tomando del último punto se succionará con el ayuda de bomba recirculadora permitiendo tener agua caliente en corto tiempo.

Figura 4.
Esquema con ramal horizontal



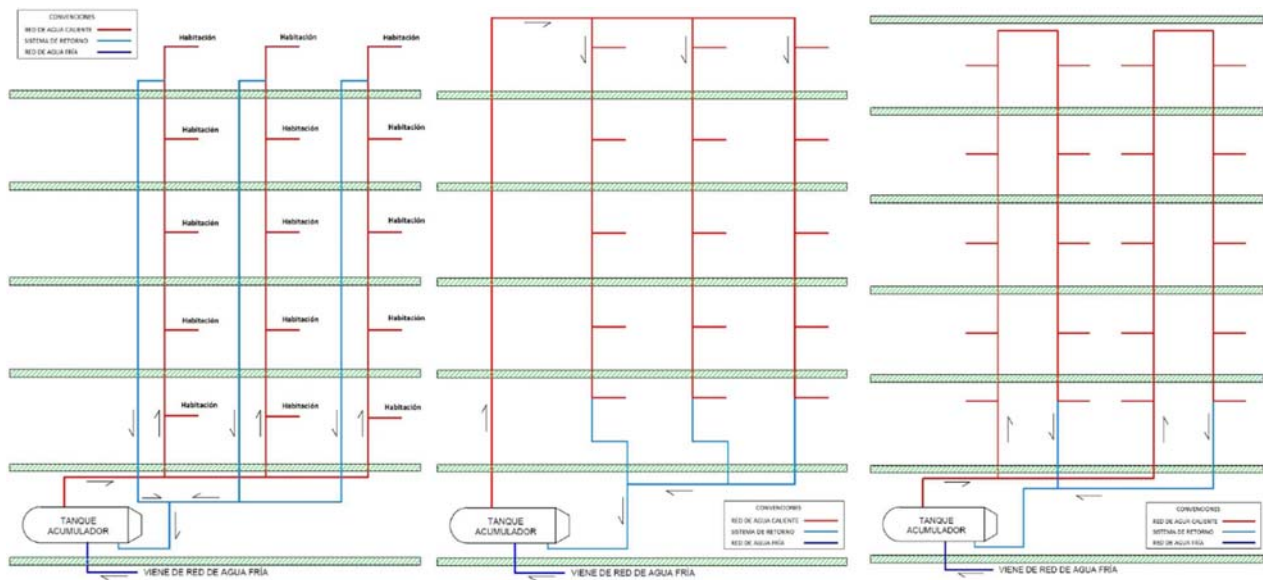
Nota: esquema de distribución de agua caliente con retorno con tanque elevado y subterráneo (Moreno, 2016)

2.4.2 RAMALES VERTICALES

La característica principal de los ramales verticales es cuando es limitado el espacio para termotanques o calefones de manera individual, derivando a una sala de maquinas de la cual se distribuye por diferentes bajantes por bloques, la cual implica mayor demanda de cañerías para su distribución.

Al contar con un solo abastecimiento de agua caliente, se tiene mayor demanda de medidores para el control. En las siguientes figuras se aprecia los esquemas aplicados.

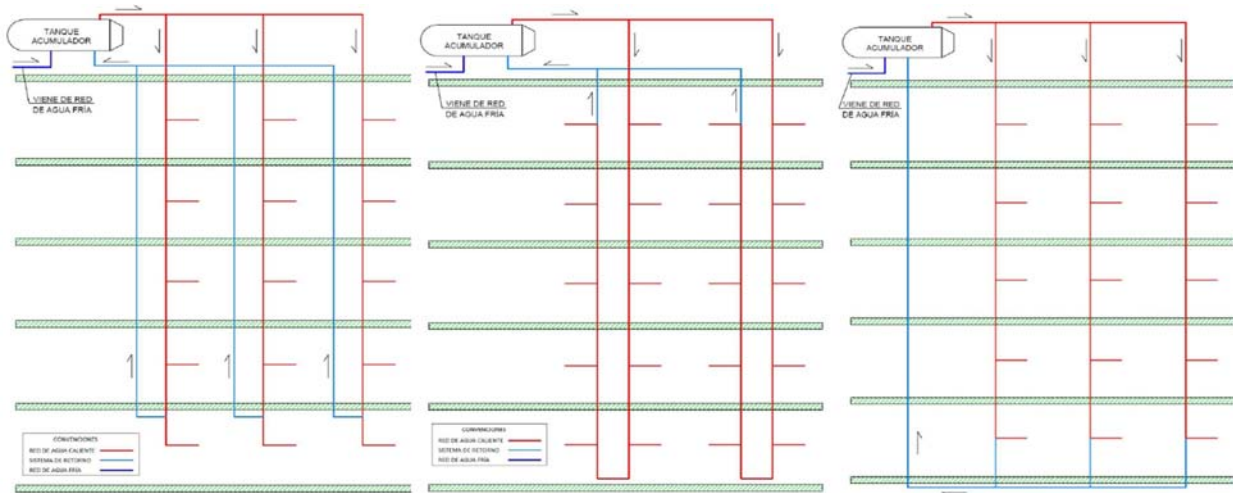
Figura 5.
Esquemas con ramal vertical con tanque nivel inferior



Nota: esquema de distribución de agua caliente con retorno con tanque subterráneo (Moreno, 2016)

Figura 6.

Esquemas con ramal vertical con tanque elevado



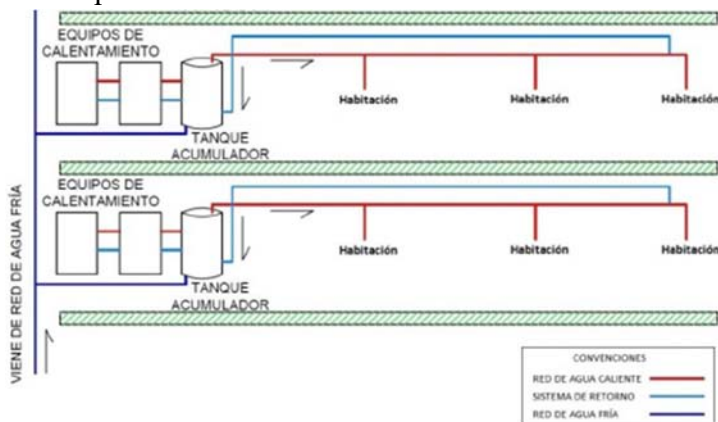
Nota: esquema de distribución de agua caliente con retorno con tanque elevado (Moreno, 2016).

2.4.3 RAMALES INDIVIDUALES PISO A PISO

Los ramales individuales son convencionalmente utilizados ya que tiene un espacio determinado para el calefón, termotanque o caldero y de ahí se realiza la distribución a cada ambiente solicitado. Si la distancia desde el caldero o termotanque hasta el punto mas alejado es menor a 15 no se recomienda utilizar el ramal adicional.

Figura 7.

Esquemas con ramal individual



Nota: esquema de distribución de agua caliente con retorno con circuitos individuales (Moreno, 2016).

2.5 PARAMETROS DE DISEÑO

En esta investigación, los parámetros de diseño se basan en las limitaciones y restricciones de los esquemas planteados, que tiene por objetivo aplicar en las diferentes edificaciones como ser edificios residenciales, hoteles entre otros para tener un sistema eficiente.

Como parámetro de diseño se toma en cuenta la temperatura de salida de agua caliente del calefón, caldero a

2.6. DISEÑO HIDRAULICO

Para el diseño hidráulico se determina la longitud acumulada más desfavorable es decir al punto más alejado, tomando en cuenta la perdida por temperatura entre dichos puntos la temoeratura saliente del termotanque es de 70°C y como parámetro en el punto mas alejado tiene que tener una temperatura de 60°, así obtener la pérdida de temperatura por metro lineal.

luego determinar la pérdida para la ruta más crítica y a continuación el resto del sistema, realizando la verificación como parámetro la temperatura de salida del termotanque de 70°C. y en el punto mas alejado cuadrando con el mismo valor.

Luego se agrupa las cañerías por su diámetro para realizar la perdida según temperatura ambiente. Con los valores obtenidos se determina el caudal de circulación continua.

Tomando como referencia la siguiente formula según (Blasco, 1995, pág. 203)

$$Q = \frac{k * l * dt}{504 (t_1 - t_2)}$$

Q = Caudal de circulación continua en GPM

k = coeficiente de transmisión en BTU/hora/°F/ pie que depende del diámetro y aislamiento térmico, para la investigación se considera con aislamiento térmico debido a la magnitud del proyecto.

l = longitud de la tubería de agua caliente en pies

$dt = (t_1 + t_2)/2 - t_0 = T_{\text{prom}} - T_0$ en °F

t_1 = temperatura de producción de agua caliente en °F

t_2 = temperatura de agua en el tramo considerado y calculado en base a la pérdida de temperatura en °F.

Se determina los volúmenes de agua según alimentadores y se clasifica por porcentajes de aporte, para así el caudal por alimentador.

2.6.1. Gradiente hidráulico

$$S_f = 10.643 Q^{1.85} C^{-1.85} D^{-4.87}$$

Donde:

S_f = gradiente hidráulico

Q = Caudal m^3/s

C = coeficiente de Hazen Williams para cada material

D = diámetro cañería

2.6.2. Velocidad de diseño

$$V = 35.5 C D^{0.63} S_f^{0.54}$$

Donde:

C = coeficiente de Hazen Williams para cada material

D = diámetro cañería

S_f = gradiente hidráulico

Teniendo la longitud equivalente por pérdidas de accesorios el caudal requerido por tramos con el valor C asumido según el material a utilizar se puede determinar los diámetros en función a cumplimiento mínimo de velocidad de diseño que no super 1.5 m/s para cada tramo se asigna un diámetro en caso de superar la velocidad máxima se aumenta la sección de la cañería.

Teniendo el gradiente hidráulico se obtiene la altura dinámica de la ruta crítica y así determinar la potencia de la bomba recirculadora:

$$potencia = \frac{Q hf}{e 76}$$

Donde:

Q = Caudal m^3/s

hf = altura dinámica m.c.a.

e = eficiencia de la bomba

3. MARCO PRACTICO

La presente investigación analiza el diseño hidráulico de un edificio (hotel) compuesto por 9 niveles en cada uno cuenta con 13 habitaciones con sus respectivos baños los cuales cuentan con agua caliente, y se enfocara en una planta (cuarto nivel) debido a que es planta tipo.

Para la implementación de ramal adicional se realizó con tres diferentes alternativas, de las cuales se diseñará dos opciones, se determina la longitud desde el calefón o caldero, etc al punto más alejado y así definir la perdida por temperatura, luego se realizó la verificación del mismo en toda la red.

Agrupando las distancias de cañerías por diámetro y tener una temperatura promedio, al salir del caldero o termotanque, etc. tenga una temperatura de 160 °F y al punto mas alejado de 140 °F, obteniendo el caudal continuo del sistema de retorno de agua caliente.

Debido a parámetros recomendados la bomba recirculadora no trabajara continuamente sino en periodos de 5min cada 2 horas (Blasco, 1995, pág. 204).

Se determino el volumen de agua acumulada en porcentaje de cada ramal del sistema, con la longitud equivalente, variando el diámetro y manteniendo la velocidad de diseño de 1.5l/s se obtiene la perdida de carga para el tramo más desfavorable y así determinar la potencia de la bomba recirculadora.

3.1. ANALISIS DEL DISEÑO EN AGUA CALIENTE PARA UNA EDIFICACION

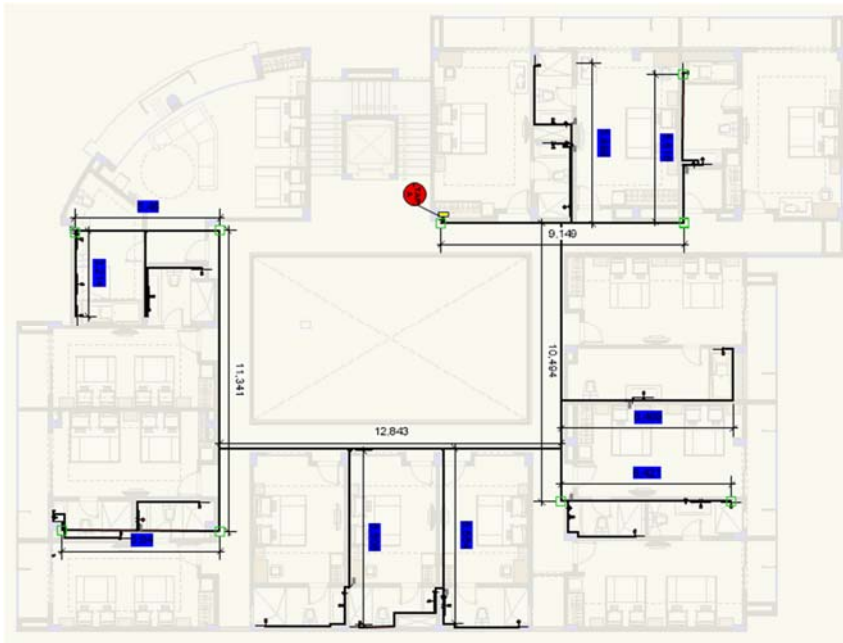
El diseño hidráulico cuenta como material principal Polipropileno – Fusión PP-R tanto en cañerías como accesorios, la red está instalado por debajo de losa para mantenimientos preventivos o correctivos.

El edificio está en ejecución cuenta con 9 niveles, planta baja tiendas e ingreso, cuenta con un mezanine que forma parte de las tiendas, gimnasio, 5 niveles tipo con 13 habitaciones cada uno con su respectivo baño y una terraza con restaurante, se analizo el cuarto nivel por tener una configuración planta tipo.

Al verificar el diseño se encontró que los tramos HG, GE, ED y DA no cumplen el diámetro mínimo en función a las velocidades máximas para aparatos sanitarios de tanque, el cual se modificó para nuestra investigación para tener un rendimiento apropiado

Figura 8.

Plano hidráulico de hotel



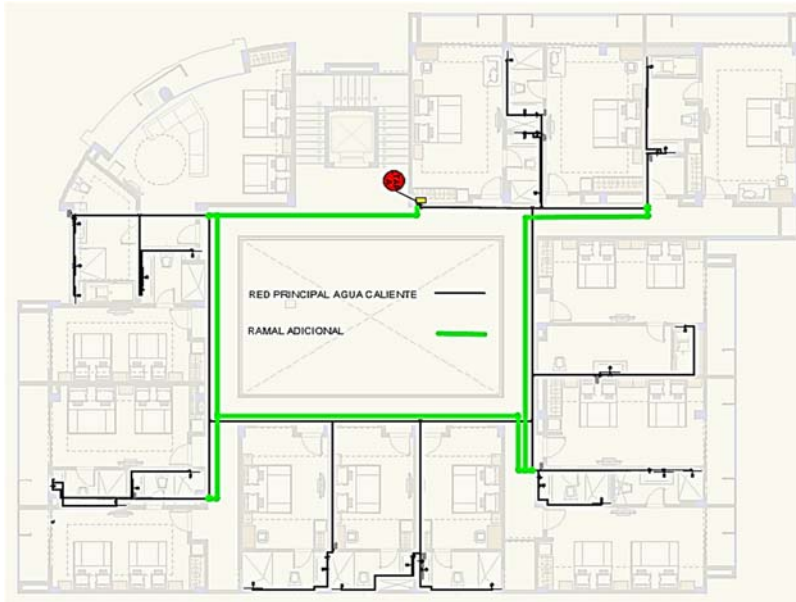
Nota: la red principal cuenta con 43.8m. y la secundaria con más 50m. Fuente elaboración propia

3.2. ALTERNATIVAS DE RED ADICIONAL PARA RETORNO DE AGUA CALIENTE

Se tiene 3 alternativas para el ramal adicional tomando en cuenta según la norma cuando supera los 15m. así también la reformulación del sistema convencional inicial para tener un mejor desempeño como un circuito cerrado.

Figura 9.

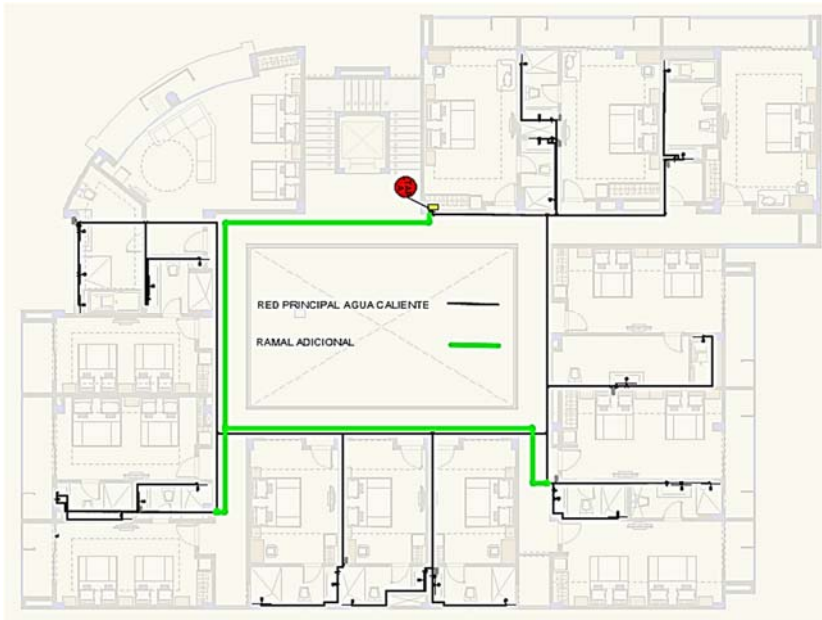
Primera alternativa de ramal adicional



Nota: Ramal adicional toma los puntos mas alejados del ramal principal de agua caliente. Fuente elaboración propia.

Figura 10.

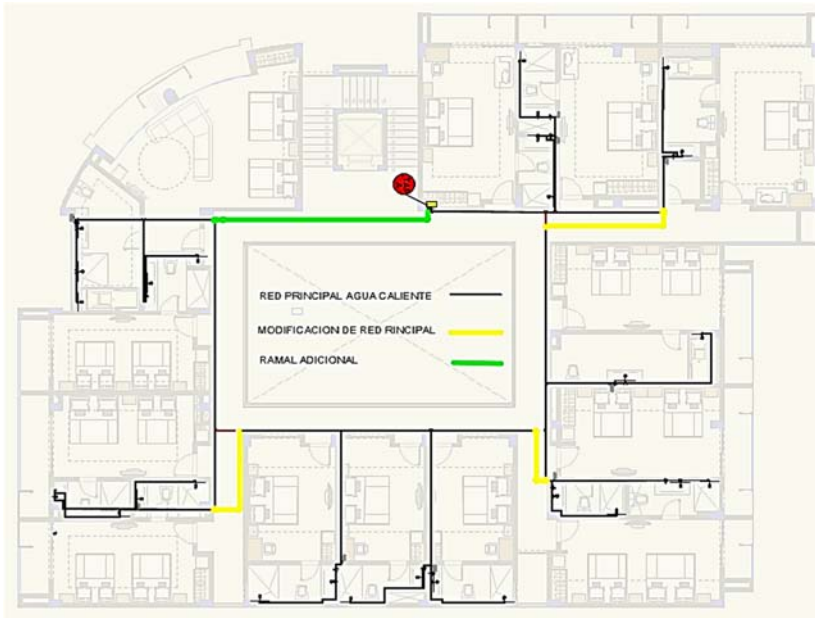
Segunda alternativa de ramal adicional



Nota: Ramal adicional toma los puntos a cada 15m. aproximadamente de la red principal de agua caliente. Fuente elaboración propia.

Figura 11.

Tercera alternativa de ramal adicional

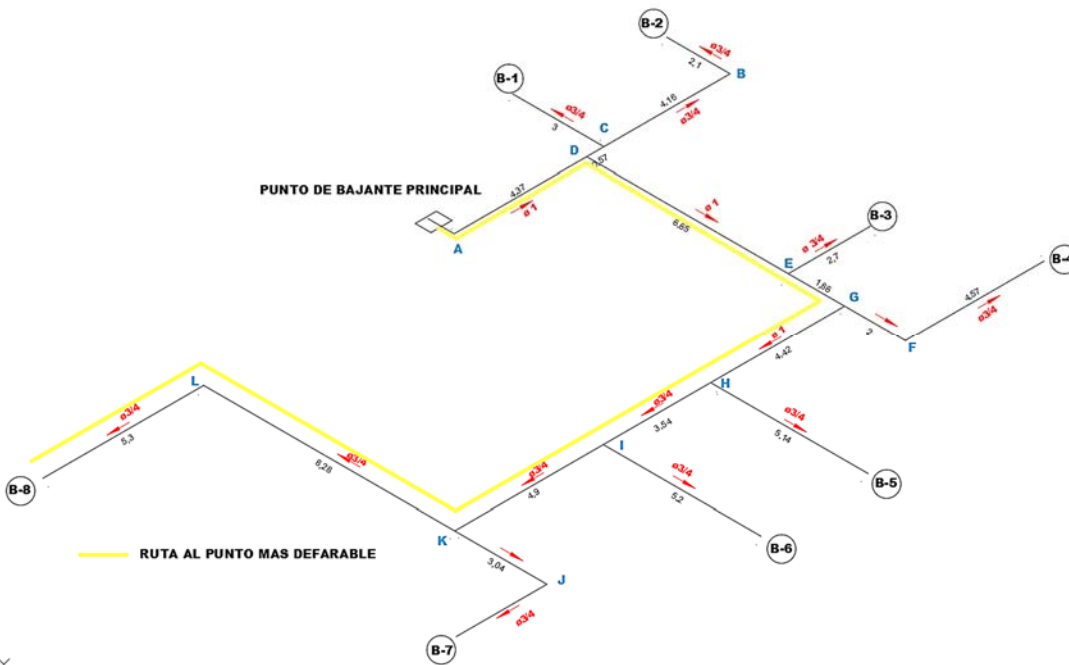


Nota: Ramal adicional con toma el punto final de la red principal de agua caliente. Fuente elaboración propia.

3.2.1. LONGITUD ACUMULADA DESFAVORABLE

Se tabulo los alimentadores del ramal principal con sus respectivos nudos, diámetros y longitudes y así del cual se resumió trazando la ruta mas critica siendo esta el punto más alejado.

Figura 12.
Esquema de ramal principal



Nota: esquema con los nudos, diámetros y longitudes, ruta crítica al punto más alejado. Fuente elaboración propia.

Tabla 1.
Características del esquema agua caliente

| ALIMENTADOR | De | A | Diametro | Longitud (m) |
|-------------|----|---|----------|--------------|
| B1 | 1 | C | 3/4" | 3 |
| B2 | 1 | B | 3/4" | 2,1 |
| B8 | 1 | L | 3/4" | 5,3 |
| B7 | 1 | J | 3/4" | 3 |
| B6 | 1 | I | 3/4" | 5,2 |
| B5 | 1 | H | 3/4" | 5,14 |
| B4 | 1 | F | 3/4" | 4,57 |
| B3 | 1 | E | 3/4" | 2,7 |
| B8 | L | K | 3/4" | 8,26 |
| B7 | J | K | 3/4" | 3,04 |
| | K | I | 3/4" | 4,9 |
| B6 | I | H | 3/4" | 3,54 |
| B5 | H | G | 1" | 4,42 |
| B4 | F | G | 3/4" | 2 |
| | G | E | 1" | 1,86 |
| B3 | E | D | 1" | 6,65 |
| B2 | B | C | 3/4" | 4,16 |
| B1 | C | D | 3/4" | 0,57 |
| | D | A | 1" | 4,37 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.

Longitud acumulada al punto más desfavorable

| TRAMO | | LONGITUD (m) |
|-------|---|--------------|
| A | D | 4,37 |
| D | E | 6,65 |
| E | G | 1,86 |
| G | H | 4,42 |
| H | I | 3,54 |
| I | K | 4,9 |
| K | L | 8,26 |
| L | 1 | 5,3 |
| TOTAL | | 39,3 |

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. PERDIDA POR TEMPERATURA

Desde el termotanque el agua caliente sale con una temperatura 160 °F y se tiene como parámetro de diseño el punto mas alejado debe tener 140 °F, es decir durante todo el trayecto tiene que haber una perdida por temperatura de 20 °F, el cual se distribuye a lo largo del tramo al punto más desfavorable.

perdida por temperatura al punto mas desfavorable

$$= \frac{\textit{perdida de temperatura en el tramo mas desfavorable}}{\textit{longitud acumulada al punto mas desfavorable}}$$

$$\textit{perdida por temperatura al punto mas desfavorable} = \frac{20^{\circ}F}{39.3m} = 0.51^{\circ}F/m$$

Con el valor obtenido se determina las pérdidas para la ruta más crítica y luego para cada tramo seguidamente, al determinar la perdida de temperatura por tramo se pudo verificar que coincide con los valores de la ruta crítica.

Tabla 3.

Valores de pérdida por temperatura en ruta crítica

| ALIMENTADOR | De (1) | A (2) | Diámetro | Longitud (m) | Pérdida de | | |
|-------------------|--------|-------|----------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------|
| | | | | | Temperatura por Tramo A=0,51 °F/m | Temperatura en Pto.(1) de Tramo | |
| | | | | L | L X (A) | | |
| B1 | 1 | C | 3/4" | 3 | 1,53 | | |
| B2 | 1 | B | 3/4" | 2,1 | 1,07 | | |
| B8 | 1 | L | 3/4" | 5,3 | 2,70 | 140,00 | |
| B7 | 1 | J | 3/4" | 3 | 1,53 | | |
| B6 | 1 | I | 3/4" | 5,2 | 2,65 | | |
| B5 | 1 | H | 3/4" | 5,14 | 2,62 | | |
| B4 | 1 | F | 3/4" | 4,57 | 2,33 | | |
| B3 | 1 | E | 3/4" | 2,7 | 1,37 | | |
| B8 | L | K | 3/4" | 8,26 | 4,20 | 142,70 | |
| B7 | J | K | 3/4" | 3,04 | 1,55 | | |
| | | K | I | 3/4" | 4,9 | 2,49 | 146,90 |
| B6 | I | H | 3/4" | 3,54 | 1,80 | 149,39 | |
| B5 | H | G | 1" | 4,42 | 2,25 | 151,20 | |
| B4 | F | G | 3/4" | 2 | 1,02 | | |
| | | G | E | 1" | 1,86 | 153,45 | |
| B3 | E | D | 1" | 6,65 | 3,38 | 154,39 | |
| B2 | B | C | 3/4" | 4,16 | 2,12 | | |
| B1 | C | D | 3/4" | 0,57 | 0,29 | | |
| | D | A | 1" | 4,37 | 2,22 | 157,78 | |
| EMPERATURA EN "A" | | | | | | 160 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.

perdidas por temperatura para tramos del ramal

| ALIMENTADOR | De (1) | A (2) | Diámetro | Longitud (m) | Pérdida de | | |
|-------------------|--------|-------|----------|--------------|-----------------------|---------------------------------|--------|
| | | | | | Temperatura por Tramo | Temperatura en Pto.(1) de Tramo | |
| | | | | L | L X (A) | | |
| B1 | 1 | C | 3/4" | 3 | 1,53 | 141,17 | |
| B2 | 1 | B | 3/4" | 2,1 | 1,07 | 154,30 | |
| B8 | 1 | L | 3/4" | 5,3 | 2,70 | 140,00 | |
| B7 | 1 | J | 3/4" | 3 | 1,53 | 143,83 | |
| B6 | 1 | I | 3/4" | 5,2 | 2,65 | 146,75 | |
| B5 | 1 | H | 3/4" | 5,14 | 2,62 | 148,58 | |
| B4 | 1 | F | 3/4" | 4,57 | 2,33 | 150,10 | |
| B3 | 1 | E | 3/4" | 2,7 | 1,37 | 153,02 | |
| B8 | L | K | 3/4" | 8,26 | 4,20 | 142,70 | |
| B7 | J | K | 3/4" | 3,04 | 1,55 | 145,35 | |
| | | K | I | 3/4" | 4,9 | 2,49 | 146,90 |
| B6 | I | H | 3/4" | 3,54 | 1,80 | 149,39 | |
| B5 | H | G | 1" | 4,42 | 2,25 | 151,20 | |
| B4 | F | G | 3/4" | 2 | 1,02 | 152,43 | |
| | | G | E | 1" | 1,86 | 153,45 | |
| B3 | E | D | 1" | 6,65 | 3,38 | 154,39 | |
| B2 | B | C | 3/4" | 4,16 | 2,12 | 155,37 | |
| B1 | C | D | 3/4" | 0,57 | 0,29 | 157,49 | |
| | D | A | 1" | 4,37 | 2,22 | 157,78 | |
| EMPERATURA EN "A" | | | | | | 160 | |

Fuente: Elaboración Propia

Se agrupa las tuberías por tramos para calcular longitudes totales, así también la temperatura promedio de las mismas para definir el diferencial de temperatura en función al grado de calor ambiental, para la provincia de Carrasco del departamento de Cochabamba se asume como temperatura promedio 20°C equivalente a 68°F

Tabla 5.

Agrupación de tuberías con longitud acumulado

| LONGITUD TOTAL DE TUBERIAS | | | |
|-----------------------------------|------|--------------------|-------------------------|
| Descripcion | | Longitud ml | Longitud en pies |
| Tubos de : | 3/4" | 57,48 | 188,53 |
| Tubos de : | 1" | 17,3 | 56,74 |
| TOTAL | | 74,78 | 245,28 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6.

Temperaturas promedias según agrupación de diámetros.

| TEMPERATURA PROMEDIO ° F (Tprom) | | |
|---|------|--------|
| Descripcion | | |
| Promedio de temperaturas de : | 3/4" | 148,49 |
| Promedio de temperaturas de : | 1" | 154,20 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7.

Temperaturas diferenciales según agrupación considerando temperatura ambiente.

| Descripcion | | TEMPERATURA PROMEDIO ° F (Tprom) | TEMPERATURA AMBIENTE °F | dt (!F) |
|-------------------------------|------|---|--------------------------------|-------------------|
| | | T prom | To | Tprom - To |
| Promedio de temperaturas de : | 3/4" | 148,49 | 68,00 | 80,49 |
| Promedio de temperaturas de : | 1" | 154,20 | 68,00 | 86,20 |

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3. CAUDAL TOTAL CONTINUO PARA EL SISTEMA DE RETORNO

El desarrollo hasta ahora empleado permite agrupar y ver el comportamiento de pérdida de temperatura para todo el sistema convencional y así se determinó el caudal total para un funcionamiento continuo, el desempeño real de la bomba de recirculación según (Blasco, 1995) se considera de 5 a 10 min cada 2 horas. Es así que se tendrá un caudal real del volumen que pasa por todo el sistema para tener agua caliente en el punto más alejado.

Tomando como referencia la siguiente formula según (Blasco, 1995, pág. 203)

$$Q = \frac{k * l * dt}{504 (t_1 - t_2)}$$

Q = Caudal de circulación continua en GPM

k = coeficiente de transmisión en BTU/hora/°F/ pie que depende del diámetro y aislamiento térmico, para la investigación se considera con aislamiento térmico debido a la magnitud del proyecto.

l = longitud de la tubería de agua caliente en pies

$dt = (t_1 + t_2)/2 - t_0 = T_{\text{prom}} - T_0$ en °F

t_1 = temperatura de producción de agua caliente en °F

t_2 = temperatura de agua en el tramo considerado y calculado en base a la pérdida de temperatura en °F.

Tabla 8.

Valores de variables $k * l * dt$ acumulativo

| Tuberia Diámetro | Long. pies | k | dt | k * l * dt |
|---------------------|---------------|-------|-------|------------|
| 3/4" | 188,53 | 0,132 | 80,49 | 2003,16 |
| 1" | 56,74 | 0,152 | 86,20 | 743,50 |
| | | | | 2746,66 |

Fuente: Elaboración Propia.

$$Q = \frac{k * l * dt}{504 (t_1 - t_2)} = \frac{2746.66}{504 * (160 - 140)} = 0.27 \text{ GPM} \text{ caudal de circulacion continua}$$

Como la bomba recirculadora no funciona constantemente según la experiencia y parámetros de diseños relacionados, recomiendan el calcular el caudal de 5 a 10min cada 2 horas, para el cual se delimita el caudal para 5 min para ser conservador.

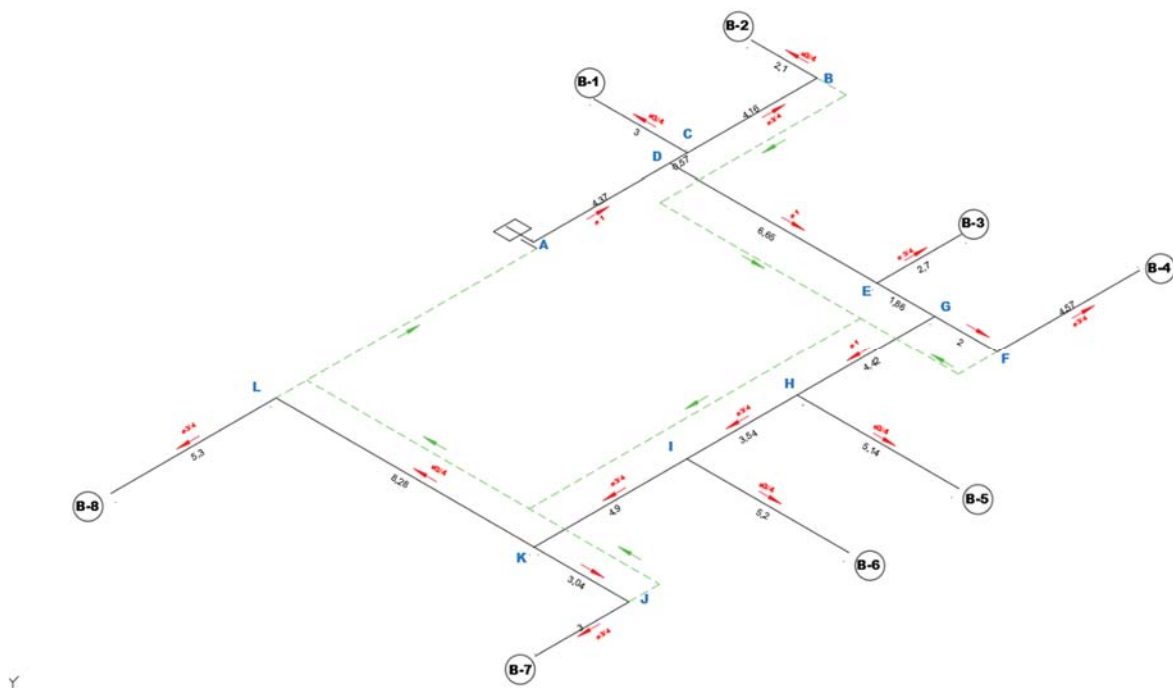
$$Q = \frac{0.27 * 60}{5} = 3.27 \text{ GPM} \cong 0.21 \text{ litros/seg}$$

3.2.4. DIAMETRO DE RETORNO PARA RAMAL ADICIONAL

Para determinar los diámetros de retorno se calcula los volúmenes de agua en la red según alimentadores de cada tramo y determinar porcentajes según los volúmenes de esta manera distribuir el caudal determinado de 0.21 *litros/seg* para el en todo el ramal adicional.

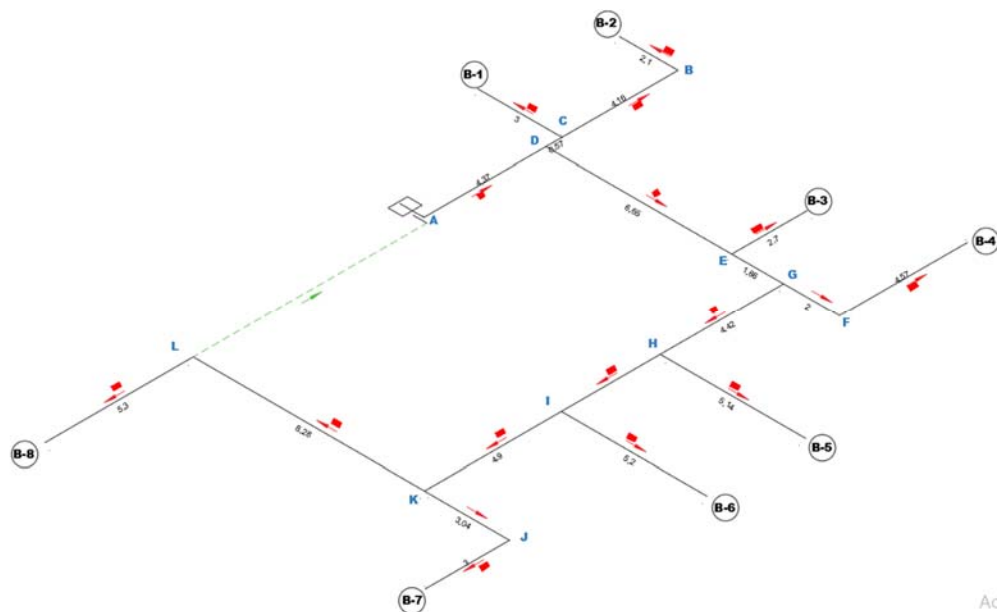
Figura 13.

Esquema de ramal adicional (primera alternativa)



Nota: El esquema presenta la primera alternativa para sistema de retorno de agua caliente. Fuente elaboración propia.

Figura 14.
Esquema de ramal adicional (tercera alternativa)



Nota: El esquema presenta la tercera alternativa para sistema de retorno de agua caliente. Fuente elaboración propia.

Tabla 9.
Volúmenes y porcentajes según alimentadores

| ALIMENTADOR | De | A | Diametro | Longitud (m) | volumen de agua x tramo m3 | volumen de agua x alimentador m3 | % de reparto por alimentador |
|-------------|----|---|----------|--------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| B1 | 1 | C | 3/4" | 3 | 0,000132536 | | |
| B2 | 1 | B | 3/4" | 2,1 | 9,27754E-05 | | |
| B8 | 1 | L | 3/4" | 5,3 | 0,000234147 | 0,000234147 | 13,00 |
| B7 | 1 | J | 3/4" | 3 | 0,000132536 | | |
| B6 | 1 | I | 3/4" | 5,2 | 0,00022973 | 0,00022973 | 12,75 |
| B5 | 1 | H | 3/4" | 5,14 | 0,000227079 | 0,000227079 | 12,6 |
| B4 | 1 | F | 3/4" | 4,57 | 0,000201897 | | |
| B3 | 1 | E | 3/4" | 2,7 | 0,000119283 | 0,000119283 | 6,62 |
| B8 | L | K | 3/4" | 8,26 | 0,000364916 | 0,00026684 | 14,81 |
| B7 | J | K | 3/4" | 3,04 | 0,000134303 | | |
| | K | I | 3/4" | 4,9 | 0,000216476 | | |
| B6 | I | H | 3/4" | 3,54 | 0,000156393 | | |
| B5 | H | G | 1" | 4,42 | 0,002239652 | 0,000290254 | 16,11 |
| B4 | F | G | 3/4" | 2 | 8,83575E-05 | | |
| | G | E | 1" | 1,86 | 0,000942478 | | |
| B3 | E | D | 1" | 6,65 | 0,003369613 | 0,000434277 | 24,1 |
| B2 | B | C | 3/4" | 4,16 | 0,000183784 | | |
| B1 | C | D | 3/4" | 0,57 | 2,51819E-05 | | |
| | D | A | 1" | 4,37 | 0,002214317 | | |
| | | | | | | 0,001801609 | 100,0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10.

Caudal proporcional por cada alimentador

| ALIMENTADOR | Qb l/s | % de reparto por alimentador | Caudal por alimentador l/s |
|-------------|--------|------------------------------|----------------------------|
| D | 0,21 | 24,1 | 0,05 |
| E | 0,21 | 6,62 | 0,014 |
| G | 0,21 | 16,11 | 0,033 |
| H | 0,21 | 12,60 | 0,026 |
| I | 0,21 | 12,75 | 0,026 |
| K | 0,21 | 14,81 | 0,031 |
| L | 0,21 | 13,00 | 0,027 |
| | | | 0,207 |

Fuente: Elaboración Propia.

Para determinar los diámetros del ramal adicional se determinó la longitud equivalente de los accesorios tomando un 30% de la longitud por tramos, con los valores de caudales de cada alimentador se determinó los caudales acumulativos, determinando el diámetro respecto a la velocidad en el diseño que no supere 1.5 m/s y así determinar las pérdidas en cada tramo.

Tabla 11.

Diámetros de ramal adicional más pérdida de carga por tramos (primera alternativa)

| ALIMENTADOR | TRAMO | LONG. | LONG. EQUIV TOT | Q l/s (Parcial en tramo) | Caudal acumulado lts/seg. | C.F. C | Diam. (Plg) | Veloc. (m/s) | S (m/m) | Hf m |
|-------------|-------|-------|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------|-------------|--------------|---------|----------|
| | | a | b= a x 1.3 | | | | | | c | d= b x c |
| B8 | 1-L | 5,3 | 6,89 | 0,027 | 0,027 | 150 | 0,50 | 0,22 | 0,006 | 0,04 |
| | L-K | 8,28 | 10,764 | | 0,027 | 150 | 0,50 | 0,22 | 0,006 | 0,07 |
| B7 | 1-J-K | 6,04 | 7,852 | 0,031 | 0,031 | 150 | 0,50 | 0,25 | 0,008 | 0,06 |
| | K-I | 4,9 | 6,37 | | 0,058 | 150 | 0,50 | 0,46 | 0,025 | 0,16 |
| B6 | 1-I | 5,2 | 6,76 | 0,026 | 0,026 | 150 | 0,50 | 0,21 | 0,006 | 0,04 |
| | I-H | 3,54 | 4,602 | | 0,084 | 150 | 0,50 | 0,67 | 0,050 | 0,23 |
| B5 | 1-H | 5,14 | 6,682 | 0,026 | 0,026 | 150 | 0,50 | 0,21 | 0,006 | 0,04 |
| | H-G | 4,42 | 5,746 | | 0,110 | 150 | 0,50 | 0,88 | 0,082 | 0,47 |
| B4 | 1-F-G | 6,57 | 8,541 | 0,033 | 0,033 | 150 | 0,50 | 0,26 | 0,009 | 0,08 |
| | G-E | 1,86 | 2,418 | | 0,143 | 150 | 0,50 | 1,14 | 0,133 | 0,32 |
| B3 | 1-E | 2,7 | 3,51 | 0,014 | 0,014 | 150 | 0,50 | 0,11 | 0,002 | 0,01 |
| | E-D | 6,65 | 8,645 | | 0,157 | 150 | 0,50 | 1,26 | 0,158 | 1,36 |
| | 1-B-C | 6,26 | 8,138 | | 0,157 | 150 | 0,50 | 1,26 | 0,158 | 1,28 |
| | 1-C | 3 | 3,9 | | 0,157 | 150 | 0,50 | 1,26 | 0,158 | 0,62 |
| B2 | C-D | 0,57 | 0,741 | 0,05 | 0,050 | 150 | 0,50 | 0,40 | 0,019 | 0,01 |
| | D-A | 4,37 | 5,681 | | 0,207 | 150 | 0,75 | 0,74 | 0,037 | 0,21 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12.

Diámetros de ramal adicional más pérdida de carga por tramos (tercera alternativa)

| ALIMENTADOR | TRAMO | LONG. | LONG. EQUIV | Q l/s (Parcial en tramo) | Caudal acumulado | C.F. C | Diam. (Plg) | Veloc. (m/s) | S (m/m) | Hf m |
|-------------|-------|-------|-------------|--------------------------|------------------|--------|-------------|--------------|---------|----------|
| | | a | b= a x 1.3 | | | | | | c | d= b x c |
| B8 | L-A | 7,5 | 9,75 | 0,207 | 0,207 | 150 | 0,50 | 1,65 | 0,263 | 2,57 |
| | | | | 0,207 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.5. PERDIDA DE CARGA

Para la pérdida de carga se extrae de la tabla 20 clasificando la ruta crítica al punto más alejado.

Tabla 13.

Pérdida de carga acumulado al punto más crítico (primera alternativa)

| TRAMO | Hf m |
|-------|------|
| L-K | 0,07 |
| K-I | 0,16 |
| I-H | 0,23 |
| H-G | 0,47 |
| G-E | 0,32 |
| E-D | 1,36 |
| D-A | 0,21 |
| | 2,82 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14.

Pérdida de carga acumulado al punto más crítico (tercera alternativa)

| TRAMO | Hf m |
|-------|------|
| L-A | 2,57 |
| | 2,57 |

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.6. BOMBA DE RECIRCULACION

Para determinar la bomba de recirculación se calculo el caudal de diseño y la altura dinámica de esta manera se determina la potencia de la bomba con la eficiencia del proveedor para la investigación se tomó una eficiencia de 60%.

$$potencia = \frac{Q * hf}{e * 76} = \frac{0.206 * 2.82}{0.6 * 76} = 0.013 \text{ HP}$$

La potencia de la bomba de recirculación es bajo y se asume una con potencia comercial que es de ¼ HP.

Para la configuración de ramal tipo 3 mas corto, la potencia se obtiene con los siguientes datos, el caudal se mantiene ya que tiene el mismo tramo original la variación esta en la altura dinámica de 2.57m

$$potencia = \frac{Q * hf}{e * 76} = \frac{0.206 * 2.57}{0.6 * 76} = 0.012 \text{ HP}$$

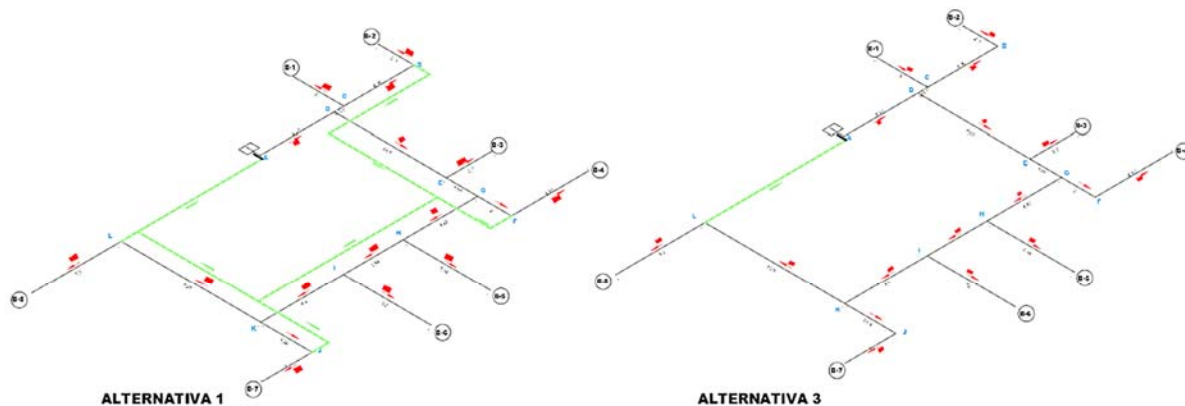
Al definir la potencia para la tercera alternativa, se asume la bomba recirculadora ¼ HP debido a ser un valor muy bajo y es suficiente para el sistema de ramal adicional.

3.3. ANALISIS Y COMPARACION DE RESULTADOS

El edificio (hotel) cumple con los diámetros mínimos de diseño según normativa, el cual asegura un suministro de agua y un funcionamiento óptimo. A continuación, se presenta un cuadro comparativo al respecto de las 2 alternativas.

Tabla 15.

Tabla comparativa de resultados según alternativas



| | ALTERNATIVA 1 | ALTERNATIVA 3 |
|---|---|---------------|
| hf altura dinamica | 2,82 | 2,57 |
| Q caudal | 0,21 | 0,21 |
| P Potencia | 0,013 | 0,0120 |
| La potencia de la bomba recirculadora es de 1/4 HP Según las características de diseño la bomba recirculadora es la mas baja en las importadoras Longitude ramal adicional 74,8ml Al tener una mayor longitud según reparto de caudal por alimentadores se varia lo diámetros cumpliendo la velocidad y caudal definido Tiene un 90% mayor en costo con respecto a la alternativa 2 Ventaja es cuando existe sub ramales alejados, se toma desde los puntos mas alejado y se va armando un circuito cerrado, permitiendo agua caliente en todos los puntos | La potencia de la bomba recirculadora es de 1/4 HP Según las características de diseño la bomba recirculadora es la mas baja en las importadoras Longitude ramal adiconal 7,5ml Ventaja menor tiempo de ejecucion Desventaja si existe muchos sub ramales no permite realizar la recirculacion de agua caliente de manera eficiente | |

Fuente: Elaboración Propia.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.CONCLUSIONES.

Se presenta las siguientes conclusiones en concordancia con los objetivos, dando respuesta y evidenciando el logro de la presente investigación.

Al analizar los resultados obtenidos de cada alternativa de ramal adicional se concluye que el valor de la altura dinámica de la alternativa 1 que tiene un ramal paralelo al diseño inicial, tiene un valor mínimo de incidencia con respectó a la alternativa 3, es decir no incide la configuración al calcular la potencia de la bomba de retorno, ya que no se llega a la mínima potencia de equipos ofertados en las importadoras.

En el análisis de las configuraciones se observa que la alternativa 1 es viable cuando existe mayor ramificación del agua caliente en su red principal, es decir se toma desde el extremo final de cada baño y así formar el ramal adicional conectando entre si con los puntos más alejados y tener recirculación de agua caliente.

Para la alternativa 2 es funcional cuando forme un circuito cerrado, permitiendo menor costo en la ejecución del mismo, es importante que el ramal principal de agua caliente no tenga sub ramales.

Se determino los diámetros necesarios según el caudal continuo debido a la perdida de temperatura para un funcionamiento de 5min cada 2 horas de la bomba recirculadora, tomando en cuenta la velocidad de diseño no mayor 1.5m/s. permitiendo un óptimo desempeño.

4.2.RECOMENDACIONES

Basándonos en las consideraciones y conclusiones expuestas se puede realizar las siguientes recomendaciones.

Para que el sistema convencional de agua caliente funcione con el ramal adicional es recomendable evitar sub dividir la red principal, es decir se recomienda cerrar el sistema en un circuito cerrado permitiendo llegar a todos los puntos más lejanos con agua caliente y permitiendo confort a los usuarios.

Al momento de elegir el material, se recomienda recubrir con un aislante térmico, para evitar la pérdida por temperatura.

La bomba recirculadora tiene que funcionar a una temperatura mínima de 70°C, tomando en cuenta la altura dinámica con el caudal requerido.

Para una edificación que cuente con más de 4 baños, se recomienda un termotanque debido al almacenamiento permitiendo así la implementación de ramal adicional.

5. BIBLIOGRAFÍA

agua, M. d. (mayo de 2011). Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias y domiciliarias. bolivia.

Blasco, I. E. (1995). *Instalaciones sanitarias en edificaciones*.

Daniel Fernández, Ángel Gómez, Carlos Morón, Jorge Pablo Díaz. (2020). Sistema Automático de Recirculación de Agua Potable para su Aplicación en Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria.


Dueñas Ladrón de Guevara, Eduardo; Ladrón de Guevara Muñoz, María del Carmen; Díaz Santiago, Juan Manuel; Tirado Granados, Samuel; Ortega Rodríguez, Marcos. (2016). NESS. Sistema de recirculación de agua caliente sin ramal adicional de retorno. Ahorro de agua y energía.

Gomez Fernandez, A., Alfonso, G. G., & Enrique, M. F. (2014). *madrid Patente n° 2482941*.

Luque Moreno, C. M. (2017). *Redes de agua caliente con recirculación y equipos de calentamiento tipo caldera con tanque acumulador*. Bogota.

ANEXOS

ANEXO 1: Cotización de bomba de recirculación cumpliendo las exigencias mínimas

| AGENCIAS GENERALES S.A. Sucursal No. 1 AVENIDA CAÑOTO NRO 167 Telef(s) 3333467 SANTA CRUZ - BOLIVIA | <h1 style="margin: 0;">PROFORMA</h1> <p style="margin: 0;">Nro. 200-007604 Hoja 1 de 1</p> |  <p style="margin: 0;">AGSA AGENCIAS GENERALES S.A.</p> | | | |
|--|--|---|-----------------|---------------------------------------|------|
| SANTA CRUZ, 11 de Marzo del 2024 Señor (es) : ALVARO LAIME MOLINA Atencion : Email : | | Ref. : PED / 0 (32262) NET/CI : 0 Telf. : Valida Hasta 11/03/2024 | | | |
| CODIGO | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL | Obs. |
| 1 | T031-0203-2560180 BOMBA DE RECIRCULACION HWS-25-60-180 PARA AGUA CALIENTE M220V MARCA : STADRS MODELO : HWS-25-60-180 POTENCIA : 73 W. MONOFÁSICO 220V. BOMBA DE RECIRCULACIÓN PARA AGUA CALIENTE CONSTRUIDA EN ACERO INOX , PARA CALEFACCIÓN SOLAR, AIRE ACONDICIONADO, SISTEMA DE RECUPERACIÓN, SISTEMAS ABERTOS Y CERRADOS. VENTAJAS :SILENCIOSA ,BAJO CONSUMO ELÉCTRICO,ALTO VOLUMEN DE AGUA FÁCIL DE INSTALAR. PROTECCIÓN IP 44 CLASE II TEMPERATURA MÁXIMA DE LIQUIDO A BOMBLEAR 110 °C, AMBIENTE MÁXIMO 55°C CAUDAL : 50 40 30 20 10 L/MIN ALTURA : 0,8 1,8 2,8 3,8 4,8 MTS. SUCCIÓN/SALIDA : ACCPLES 1" | 1.000 PZ | 807.36 | 807.36 | |
| 2 | TC103-100M-ST4 BOMBA CENTRÍFUGA 1HP M220 IC100M ST4 44CP150IA11AG MARCA : CITYRUMP MODELO : IC 100M-ST4 POTENCIA : 1 HP MONOFÁSICO 220 VOLTS. BOMBA CENTRÍFUGA DE 1 HP, ADECUADA PARA SU USO CON AGUA LIMPIA Y CON LÍQUIDOS QUE NO SEAN QUÍMICAMENTE AGRESIVOS CON LOS MATERIALES QUE ESTA FÁBRICADA LA BOMBA. TODOS LOS COMPONENTES QUE ESTAN EN CONTACTO CON EL LÍQUIDO BOMBEADO SON DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 O AISI 316L LO QUE GARANTIZA UNA TOTAL HIGIENE Y LA MÁXIMA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN, TEMPERATURA DE LÍQUIDO A BOMBLEAR HASTA 90°C Y TEMPERATURA AMBIENTE 40°C CAUDAL : 150 140 120 100 90 60 40 L/MIN. PROFUNDIDAD: 14 16 20 23.2 24.6 28 29.8 31 MTS SUCCIÓN : 1.1/4" SALIDA : 1" | 1.000 PZ | 2,289.84 | 2,289.84 | |
| Condiciones/Observaciones | | | | 2.000 Sub Total : Bs. 3,097.20 | |
| | | | | TOTAL : Bs. 3,097.20 | |
| Ventas : Rocha Marcos (020) Telf.(s) : 3322021 Email : marcos.rocha@agsa.com | | | | | |