

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**INSTALACIONES SANITARIAS UTILIZANDO SISTEMAS DE
RECIRCULACIÓN DEL AGUA POTABLE**

**Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Bachiller en
Ciencias con mención en ingeniería civil**

AUTORES:

Joseluis Alberto Contreras Talledo

Blas Paolo Contreras Quesquen

Ivan Joel Peredo Rodriguez

Jerry Quintana Vera

Victor Jean Pierre Quinto Muñoz

Axcel Roland Quispe Romero

ASESOR:

Diego Alfredo Fuentes Hurtado

Lima, diciembre, 2021

RESUMEN

La norma de instalaciones sanitarias I.S. 010 (2006) no impide la instalación de elementos que puedan ahorrar energía y agua para el caso de agua caliente, solo presenta indicaciones con respecto al uso de los sistemas de agua, desagüe y de las conexiones a utilizar dentro de una edificación, así como las dimensiones y las herramientas adecuadas según el consumo para el cual se diseñará el edificio.

Con base en estos datos mencionados, la investigación presentada tiene como núcleo la aplicación de elementos que permitan la recirculación del agua potable en una vivienda, de tal manera que se evite el desperdicio de agua, puesto que, en la actualidad, el mundo pasa por un grave problema con respecto a los recursos hidrológicos. Asimismo, según estudios realizados por la ONU y presentados por la BBC News: “el aumento de la población anual es cada vez mayor en el mundo y asimismo es un indicativo del aumento del consumo de agua y se prevé que para el año 2050 la mitad del mundo estaría pasando por una gran escasez de agua”.

En la actualidad, el sistema de agua caliente en las edificaciones genera pérdidas de agua potable debido a que cuando se abre el grifo de agua, debe pasar un tiempo pronunciado para que el agua alcance el nivel de temperatura requerido por el consumidor. En consecuencia, se genera un desperdicio de agua fría, es así que se tiene planeado implementar este sistema, el cual permitirá ahorrar en agua potable y evitar futuras pérdidas, que medidos anualmente conforman una cantidad en metros cúbicos que no es despreciable. Para la aplicación de estos elementos se plantea presentar los beneficios que implicaría su instalación en edificaciones peruanas.

Finalmente, se presenta la instalación de este sistema de recirculación de agua potable aplicable en agua caliente para una edificación denominada PROYECTO CUSCO, ubicada en la ciudad de Cusco, distrito de Wánchaq. En la que se presenta la distribución de este nuevo sistema en el proyecto y se cumple con los requisitos impuestos por la norma I.S. 010 (2006) correspondiente a instalaciones sanitarias del reglamento nacional de edificaciones. Como conclusión, se demuestra que es aplicable la utilización de sistemas de recirculación y que benefician no solo al consumidor sino también al planeta, teniendo más opciones de proteger nuestro entorno para las generaciones futuras.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
Capítulo 1: Generalidades	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Metodología	4
Capítulo 2: Marco Teórico o Revisión de la Literatura	7
2.1 Importancia del agua potable y su impacto.....	7
2.2 Recirculación del agua	8
2.3 Sistemas óptimos de eficiencia energética.....	9
2.4 Fórmulas físicas para definir la transmisión de calor en tuberías de agua caliente en viviendas	10
Capítulo 3: Desarrollo de la Investigación	15
3.1 Proceso de elección de datos a evaluar	15
3.2 Análisis de encuestas realizadas al público consumidor de agua caliente	16
3.3 Sistema de recirculación de agua caliente elegido y comparación de resultados	21
3.3.1 Definición para el cálculo de datos de consumo por persona en un día.....	21
3.3.2 Descripción y ubicación del Proyecto en el que se aplicara el sistema de recirculación	22
3.3.3 Cálculo para el consumo de agua caliente por departamento	23
3.3.4 Cálculo total del consumo diario de agua caliente en el Proyecto	24
3.3.5 Cálculo mensual y anual del consumo de agua caliente en el Proyecto	26
3.3.6 Cálculo de los gastos económicos por el consumo de agua caliente sin aplicar el sistema de recirculación.....	26
3.3.7 Definición del sistema recirculación de agua caliente a utilizar y costo.....	29
3.3.8 Cálculo del consumo de agua caliente aplicando el sistema de recirculación	33
3.3.9 Análisis de la comparación de los resultados obtenidos para el consumo de agua caliente	38
Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones	39
4.1 Conclusiones	39
4.2 Recomendaciones	40

Capítulo 5: Bibliografía	41
Capítulo 6: ANEXOS	43
6.1 Anexo de las encuestas realizadas	43
6.1.1 Resultados obtenidos en formulario de Google	43
6.1.2 Encuestas realizadas de manera presencial	46
6.1.3 Encuestas realizadas vía el aplicativo Zoom.....	52
6.2 Anexo de los planos finales de instalaciones sanitarias con los sistemas de recirculación aplicados al Proyecto Cusco.	53
6.3 Precios para la venta de energía eléctrica LUZ DEL SUR S.A.A.	58
6.4 Estructura Tarifaria publicada en El Peruano 30-09-2021 SEDAPAL.....	59
6.5 Pliego tarifario del servicio de distribución de Gas Natural de la empresa Cálida	60
6.6 Ficha técnica del Calentador a Gas: DC-140-040-AT AQUA TÉRMICA.....	61



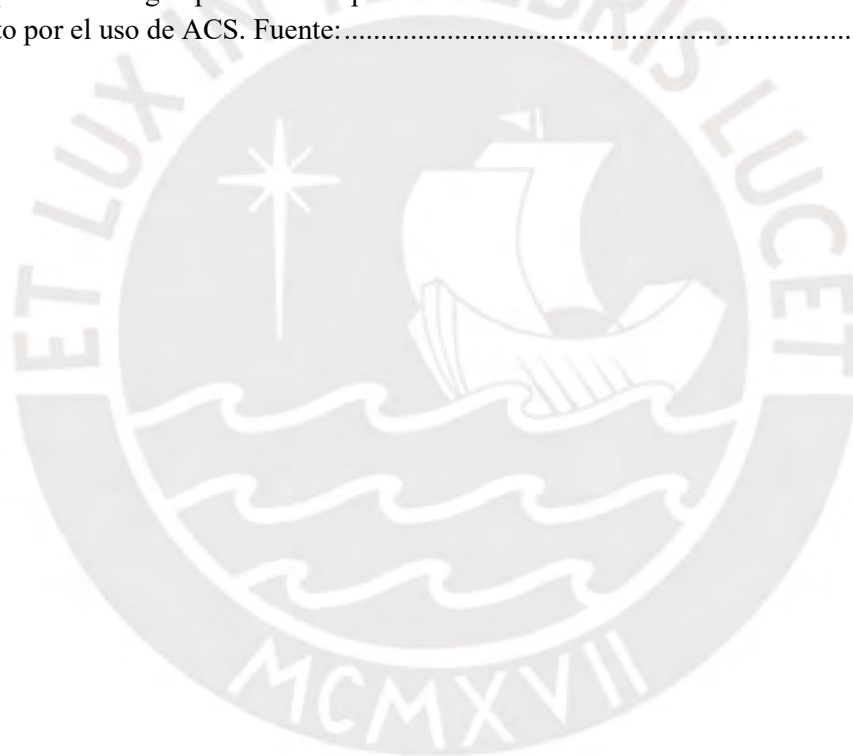
ÍNDICE DE FIGURAS

figura: 1 Adaptación del modelo de transmisión de calor para la tubería en estudio recubierta con material aislante.	10
figura: 2 Formato de Encuestas.....	16
figura: 3 Cuestionario a la señora Ana.....	17
figura: 4 Cuestionario a la señora Celeste Gonzales.....	18
figura: 5 Ubicación del Proyecto Cusco.	23
figura: 6 Consumo de energía por artefactos.	27
figura: 7 Calentador DC – 140.....	30
figura: 8 Detalle del Calentador DC – 140.	30
figura: 9 Visualización real de las 2 termas ubicadas en el cuarto de máquinas.....	31
figura: 10 Visualización real del banco de medidores para departamentos.	32



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad de personas que viven en la casa del entrevistado.....	18
Tabla 2: Tipo de Sistema de Calentamiento de agua en las instalaciones sanitarias del encuestado....	19
Tabla 3: Tiempo de espera en el que se calienta el agua del sistema de calentamiento de agua de las instalaciones sanitarias de los encuestados.	20
Tabla.4: Nivel de acuerdo de los encuestados con la implementación de un sistema de calentamiento de agua en instalaciones sanitarias en el que no se desperdicie agua.	21
Tabla 5: Consumo en litros por día de agua caliente por persona.	22
Tabla 6: Consumo de agua caliente para 1 persona en un departamento.....	24
Tabla 7: Consumo de agua caliente en departamentos.	25
Tabla 8: Costo por el uso de ACS.....	29
Tabla 9: Cotización de instalación del sistema de recirculación ACS.....	32
Tabla 10: Gasto de agua caliente para 1 persona en un departamento.....	34
Tabla 11: Desperdicio de agua potable en departamentos.	35
Tabla 12: Costo por el uso de ACS. Fuente:.....	38



Capítulo 1: Generalidades

1.1 Introducción

Actualmente, el mundo está sufriendo cambios desfavorables debido a la contaminación ambiental que existe y que producen los cambios climáticos. Estos cambios afectan el medio ambiente en el cual se vive, tales efectos se pueden observar en la presencia de sequías debido a altas temperaturas, el aumento del agua de mar ocasionadas por el derretimiento de glaciares, las lluvias torrenciales, entre otras (ONU, 2018). A su vez, a diario se presenta un aumento en la población, según investigaciones realizadas por la National Geographic: “Para el año 2050 se espera una sobrepoblación del 55% de la que existe actualmente”, lo que conlleva a un mayor consumo de elementos primordiales como, por ejemplo: el agua, los alimentos, entre otros. Asimismo, no solo el cambio climático afecta el entorno en el que vivimos sino también la falta de conciencia en el cuidado de los recursos que se poseen.

Un elemento primordial que es necesario para la vida es el consumo de agua potable. Bartholomew (2013) señala que el 71% de nuestro planeta es agua, de la cual únicamente el 3% es agua apta para el consumo humano. De este porcentaje el 69% se encuentra en forma de hielo en los glaciares, el 30% en aguas subterráneas y solo el 1% es agua dulce de fácil acceso, de las cuales el 0.25% es agua potable. Así también, acorde a los estudios de la ONU (2018): con el aumento de la población también se observa un aumento en el consumo de agua, lo cual generaría a futuro una disminución considerable del agua potable para el año 2050.

El consumo de agua caliente en las viviendas es muy común tanto para duchas, lavabos, fregaderos, entre otros. Sin embargo, mientras se espera que el agua alcance una temperatura ideal para el uso de estos, se genera un derroche innecesario de agua, lo cual es agua perdida y

eliminada a través del desagüe. Esto podría controlarse mediante algún sistema adecuado dirigido a este caso en especial.

La presente investigación trata de evitar estos futuros problemas que se encuentran en la vida cotidiana de nuestra sociedad, aplicando los conocimientos de recirculación de agua potable para los casos de agua caliente en instalaciones sanitarias. Para lo cual se consideran estudios anteriormente realizados y que puedan ser aplicables en el campo laboral actual para el ahorro de agua en viviendas multifamiliares. Finalmente, se presenta la aplicación de dicho proceso y su distribución, verificando el cumplimiento de la norma I.S. 010 (2006) de instalaciones sanitarias del reglamento nacional de edificaciones.

1.2 Justificación

Para poder realizar la aplicación de estos datos en las edificaciones actuales, es necesario hacer una indagación sobre los elementos que actualmente existen y que permiten la recirculación del agua caliente; así como también presentar las fórmulas que se utilizan para llegar a tales objetivos y examinar los diversos estudios en base a resultados obtenidos sobre el ahorro de agua anual en metros cúbicos aplicando el método de recirculación de agua.

Con la aplicación del método se espera que exista una disminución en el gasto de agua, lo cual beneficiaría a largo plazo el abastecimiento de agua y evitar un futuro en el cual haya una escasez para obtener el mismo. Asimismo, se debe verificar que no tenga inconvenientes con los requerimientos que la norma I.S. 010 (2006) exige para instalaciones sanitarias en edificaciones y que los sistemas presenten un beneficio económico recuperable en el tiempo. Puesto que la instalación de este sistema también representa un costo adicional que debe ser

agregado al proyecto. Lo cual involucra un incremento en los gastos de edificación y, por ende, afecta en el costo de la vivienda.

Finalmente, se presentarán resultados en base a un estudio virtual sobre el ahorro en el consumo de agua los cuales mostrarán las ganancias a largo plazo, lo cual servirá como un incentivo para la aplicación de este sistema en futuras edificaciones y será atractivo para el comprador de dicha construcción.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Implementar los sistemas de recirculación de agua en las edificaciones peruanas y presentar los beneficios que conlleva a fin de evitar un futuro perjudicial para las generaciones venideras.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir los beneficios de utilizar los sistemas de recirculación de agua, demostrando su uso en la construcción actual.
- Presentar esquemas de comparación en cuanto al uso de sistemas de recirculación de agua y demostrar sus beneficios.
- Aplicar el sistema a un modelo actual de edificación manteniendo los requerimientos especificados en la norma I.S. 010 (2006) de instalaciones sanitarias del reglamento nacional de edificaciones.

1.4 Metodología

Existen dos diseños de investigación, los cuales son experimental y no experimental. En el diseño no experimental, no se manipulan las variables; se observa cómo acontecen los fenómenos para poder analizarlos. En el diseño experimental, sucede lo contrario, se crea el contexto, se manipula de manera intencional la variable independiente para apreciar el resultado generado sobre la variable dependiente (Hernández-Sampieri, 2014). Por lo mencionado, el diseño metodológico del presente trabajo de investigación será no experimental.

De acuerdo con Sampieri (2014) el enfoque cuantitativo es el más empleado en las ciencias exactas o naturales. Este se basa en la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández-Sampieri, 2014). Por otro lado, el enfoque cualitativo se basa más en la recolección de datos no estandarizados ni predeterminados, se busca conocer las perspectivas de los participantes; es decir emociones, experiencias, aspectos subjetivos (Sherman y Webb, 1988). En adición, el enfoque mixto, que ha surgido últimamente, consiste en el empleo conjunto de los enfoques cuantitativo y cualitativo (Hernández-Sampieri, 2014; Tashakkori y Teddlie, 2008).

Dentro de los tipos de alcance se encuentran el alcance exploratorio, alcance descriptivo, alcance correlacional y alcance explicativo. En lo que respecta al Alcance exploratorio, se puede emplear ya sea para un enfoque cuantitativo o cualitativo. En este tipo de alcance resulta inviable realizar el planteamiento de una hipótesis, pues no se tiene la suficiente información como para realizar proyecciones sobre el fenómeno de interés. Además, que no se tienen tantas

investigaciones previas en el rubro de la misma (Hernández-Sampieri, 2008 y Ramos Galarza, 2020).

Dentro de este alcance, en el método cuantitativo, se realizan procesos de análisis de datos básicos, en la que se puede averiguar la frecuencia en la cual se presenta el fenómeno de interés y sus características generales. Los resultados encontrados no se pueden extrapolar a toda la población, ya que las muestras son no probabilísticas. Sirve de investigación previa para futuras investigaciones del mismo tema. En el método cualitativo, es posible aplicar estudios lingüísticos, en los cuales se reconozca las construcciones subjetivas que emergen en la interacción entre el ser humano y el fenómeno de investigación (Ramos Galarza, 2020)

Por lo expuesto anteriormente, el diseño metodológico del presente trabajo de investigación es no experimental, de enfoque mixto y con un alcance exploratorio que será aplicado en el proyecto analizado PROYECTO CUSCO. En el cual se plasman las ideas de acuerdo a lo averiguado previamente en la parte de Revisión de la literatura y se presenta la distribución de este nuevo sistema en el proyecto cumpliendo con los estándares de la norma I.S. 010 (2006) correspondiente a Instalaciones Sanitarias del Reglamento Nacional de Edificaciones. Además, se le da un alcance exploratorio, pues este servirá de base para futuras investigaciones con respecto al tema analizado.

En el presente trabajo de investigación también se empleó como técnica de recolección de datos las encuestas. Se realizaron cuestionarios del tipo cerrado. Primero se pidieron los datos del encuestado como nombre completo y edad. Seguidamente se realizaron preguntas concernientes al tema de investigación que sirvieron para tener un promedio estadístico que sirvió para el desarrollo de la investigación.

Se tomó como población a las personas que empleen un sistema de calentamiento de agua en las instalaciones sanitarias en el Perú. Se resalta que, al tratarse de una investigación de alcance exploratorio, no se pueden extrapolar los resultados obtenidos de las encuestas ya que se tiene una muestra no probabilística. Es decir, se escogerá la muestra de estudio a mano alzada a un pequeño grupo de alrededor de 32 personas.



Capítulo 2: Marco Teórico o Revisión de la Literatura

El marco teórico del presente trabajo de investigación está orientado a revisar diferentes conceptos que contribuyan con el trabajo de investigación, tales como recirculación de agua, sistemas de mejora de eficiencia energética y la importancia de la misma.

2.1 Importancia del agua potable y su impacto.

De acuerdo con información de la BBC News, aproximadamente dos millones de personas mueren al año por falta de agua potable, y de acuerdo con su análisis es probable que en 15 años la mitad de la población mundial viva en áreas en las que no habrá suficiente agua potable para todos. El empleo del agua sin limitaciones se ha incrementado a un ritmo más del doble del incremento de la población en el siglo XX (FAO, 2013).

El planeta Tierra contiene más de mil millones de billones de litros de H₂O. Es decir, el 71% de la superficie terrestre está cubierta por agua. Sin embargo, más del 97% del agua en la tierra es salada. Es decir, solo el 3% del agua de la superficie es agua dulce posible para el consumo humano (Bartholomew, A., 2013).

En nuestro planeta, una persona de cada diez no tiene acceso a fuentes seguras de agua potable. De acuerdo al Foro Económico Mundial y otras instituciones se calcula que para el año 2030 la demanda del agua será 40% más alta, lo cual el planeta no podrá suministrar (BBC News, 2015).

Adicionalmente, de acuerdo con la Organización de Naciones Unidas, se pronostica que para el año 2050 al menos la cuarta parte de la población mundial viva en un país que se vea afectado

por la escasez crónica y reiterada de agua dulce. Por lo que la misma organización recomienda el uso consciente de este recurso humano (ONU, s/f).

En las instalaciones sanitarias de las edificaciones existe gran cantidad de agua que se desperdicia en el consumo diario. Sobre todo, cuando ocurre una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en duchas, lavaderos, fregaderos u otros, donde el agua fluye y desemboca en el desagüe hasta que el agua alcance la temperatura esperada por el consumidor. Esto no solo genera un desperdicio de agua, sino también un elevado consumo energético.

El 33% de la energía consumida en el mundo y el 39% de las emisiones de carbono se deben al sector edificatorio. Por todo ello, surge la necesidad de un uso consciente y eficiente de los diferentes recursos de una edificación (Gil-López, T., 2020). Chegut, A. indica que es necesario un cambio de mentalidad, ya que existe una idea errónea de que una edificación más eficiente es más costosa, puesto que los “edificios verdes” tienen un valor solo del 6.5% más caro que edificaciones comunes (Chegut, A. et al., 2019).

2.2 Recirculación del agua

Recirculación es un concepto que proviene del término circulación, que está asociado al movimiento, al tránsito o al tráfico, ya sea de vehículos, de divisas, de fluidos, entre otros. En este caso en particular, se hace referencia al agua como recurso en el funcionamiento del sistema de instalaciones sanitarias para edificaciones.

La recirculación se define como el proceso de impulsar de forma reiterada la circulación de alguna cosa dentro de un mismo circuito o sistema. Por ejemplo, existen edificios que han incorporado sistemas de recirculación de agua caliente, lo cual permite que el agua caliente se

desprenda de la grifería inmediatamente, dado a que el agua a temperatura elevada circula de forma constante por las tuberías (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2014).

Para lograr esta recirculación, se instala una bomba que lleva constantemente el agua fría hacia un calentador y después nuevamente hacia la cañería con el propósito de que el agua esté siempre caliente. La única manera de crear una red de retorno es recircular el agua fría por la tubería de agua caliente o al revés, recircular el agua caliente por la tubería de agua fría. Dado que lo que queremos es solucionar la problemática de desperdiciar agua cuando se abre un grifo, y reducir el consumo energético, la primera opción deja de tener sentido. Por consiguiente, la única opción viable es recircular el agua alojada en la tubería de agua caliente y que va a estar a temperatura ambiente, por la tubería de agua fría.

2.3 Sistemas óptimos de eficiencia energética

Se ha desarrollado un sistema de recirculación de agua potable en instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS) a fin de obtener una mejora de la eficiencia energética, a continuación, se aborda la clasificación de dichos sistemas.

En primer lugar, se presentan los dispositivos economizadores de agua que pueden instalarse o estar incorporados en los aparatos sanitarios. El uso adecuado de estos dispositivos puede lograr un ahorro de agua entre el 10% y el 40%, existen diferentes tipologías como los perlizadores, reductores de caudal, limitadores de descarga, interruptores de caudal para la ducha, interruptores mecánicos de caudal y griferías (aireadores, regulador de caudal o temporizador) (Martin Sánchez. F., 2008). Tomar en cuenta que si se elige limitar el caudal se puede dificultar el normal funcionamiento de los calentadores de gas en las instalaciones antiguas donde no hay ningún grupo de presión, puesto que el equipo necesita de un caudal mínimo para su correcto funcionamiento.

En segundo lugar, se encuentran algunos sistemas inteligentes con comunicación inalámbrica para recirculación de agua, temperatura y ahorro energético (García, A.; Morón, C.; Gómez, A.; Tremps, E., 2014). Sin embargo, existe una desventaja con respecto a su funcionamiento ya que dependen de un depósito auxiliar, en ese sentido se incrementa la demanda de espacio para la instalación y se torna complicado su integración en viviendas e inmuebles construidos.

2.4 Fórmulas físicas para definir la transmisión de calor en tuberías de agua caliente en viviendas

De acuerdo con Arenas Gómez, en su postulado sobre la “transmisión de calor” publicada en 2016 indica que, para el cálculo de sistemas aislantes, se debe definir el espesor del aislante; a través de esta definición se logra calcular el tipo de tubería que se utilizará, lo cual también ayudará a definir lo concerniente a la determinación de temperaturas y pérdidas de calor por unidad de longitud de tubería, esto se puede apreciar en la siguiente figura:

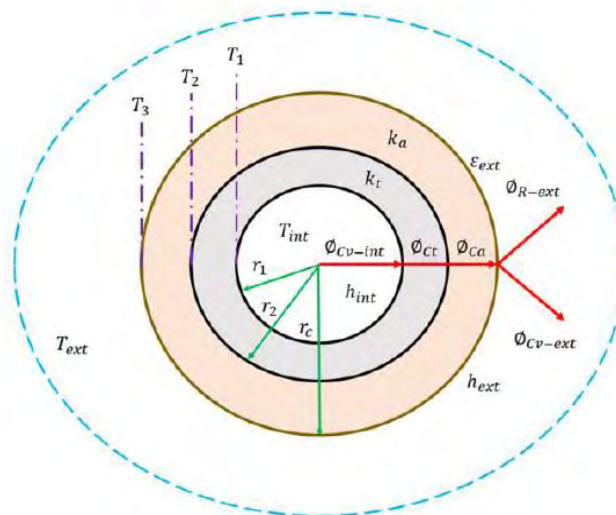


figura: 1 Adaptación del modelo de transmisión de calor para la tubería en estudio recubierta con material aislante.

Tomado de “Transmisión de calor”, por Arenas Gomez, 2020.

Para realizar los cálculos correspondientes hacemos referencia a los cálculos de circuitos eléctricos en el cual el flujo calorífico que debe mantenerse constante tiene que atravesar por varias resistencias, las cuales viajarán desde el interior al exterior, para el estudio en tuberías de agua caliente se debe tener en cuenta que T_{int} debe ser en todo momento mayor que T_{ext} siguiendo el modelo de la Figura 1. Con ello en mente se describe lo siguiente:

$$\phi'_{cv-int} = \phi'_{ct} = \phi'_{ca} = \phi'_{cv-ext} + \phi'_{R-ext} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

ϕ'_{cv-int} : Flujo de convección interior

ϕ'_{ct} : Flujo de conducción a través de la tubería

ϕ'_{ca} : Flujo de conducción del aislante a través de la tubería

ϕ'_{cv-ext} : Flujo de convección por aire exterior

ϕ'_{R-ext} : Perdidas por radiación al exterior

Medidas en W/m

De estos valores antes mencionados se poseen las siguientes ecuaciones principales:

$$\phi'_{cv-int} = h_{int} * 2\pi * r_1 * (T_{int} - T_1) \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi'_{ct} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 * \pi * k_t}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\phi'_{ca} = \frac{T_2 - T_3}{\frac{\ln\left(\frac{r_c}{r_2}\right)}{2 * \pi * k_{ais}}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi'_{cv-ext} = h_{ext} * 2\pi * r_c * (T_{int} - T_3) \dots\dots\dots (5)$$

$$\dot{\Phi}_{R-ext} = \varepsilon_{ext} * 2\pi * r_c * \sigma * (T_{int} - T_3) \dots \dots \dots (6)$$

De las fórmulas presentadas, se define que h_{int} y h_{ext} corresponden al coeficiente de convección interior que representa al agua y el coeficiente de convección exterior que representa al aire en medidas de $W/m^2 * K^4$. Asimismo, r_c, r_1 y r_2 corresponden al radio crítico, radio de interior y radio de separación respectivamente medidas en metros, k_t y k_{ais} se refieren a las conductividades térmicas de las tuberías y del aislante cuyas medidas están en $W/m * K$, ε_{ext} corresponde a la emisividad térmica exterior el valor de σ correspondiente $5.68 * 10^{-8}$ en unidades de $W/m^2 * K^4$.

Así también, para los coeficientes de transmisión de calor tanto por convección de calor como por radio crítico se tiene las siguientes ecuaciones:

$$h_{int} = \frac{k}{L} * \varphi(Re, Pr) \dots \dots \dots (7)$$

$$h_{ext} = \frac{k}{L} * \varphi(Gr, Pr) \dots \dots \dots (8)$$

$$r_c = \frac{k_{ais}}{h_{ext}} \dots \dots \dots (9)$$

De donde:

h_{int} : Convección forzada la cual depende del número de Reynolds y Prandtl al moverse por una tubería elegida por el diseñador

h_{ext} : Convección natural ocasionada por el aire exterior, la cual depende de los numero de Grashof y de Prandtl

k : Conductividad térmica del fluido en W/mK a la temperatura diseñada

L : Longitud característica del objeto a enfriar

El cálculo del radio crítico es determinado con la finalidad de evitar los efectos contraproducentes que puedan producir un espesor de aislante excesivo, puesto que por un lado el aumento del radio crítico disminuye las pérdidas por conducción en tuberías, pero, por otro lado, se aumentan las pérdidas por convección a través de la superficie exterior que se encuentra en contacto con el aire. Con esto mencionado, es preciso decir que se debe tener un especial cuidado con este parámetro de diseño a fin de minimizar las pérdidas energéticas a lo largo de la tubería, para que con ello se pueda lograr un ahorro de energía en las edificaciones.

En relación a los criterios físicos de diseño antes mencionados se debe tener en cuenta lo siguiente para lograr minimizar las pérdidas de calor por unidad de longitud:

- Al momento de elegir los materiales para la fabricación se deben elegir los que tengan una conductividad térmica lo más pequeña posible, además para el material de la tubería se debe recordar que también priman otros criterios que son igual de importantes como: facilidad de montaje, tipo de uniones y estanqueidad, disponibilidad de piezas auxiliares, entre otros.
- Encontrar un radio crítico que permita reducir al mínimo posible las pérdidas por conducción térmica y que a su vez no implique un incremento excesivo de las pérdidas por convección.
- Tener un cuidado especial con el tipo de pintura a emplear en la parte exterior para el control de emisividad de la tubería, sobre todo si la tubería a colocar se encuentra asignada a la parte exterior de la edificación.
- Finalmente, se debe centrar también en la longitud de circuito y las probables pérdidas que ocasionen quiebros y puntos críticos similares; para que de esta forma se eviten las

zonas de acumulación y se permita la circulación continua de fluidos a través de la tubería.



Capítulo 3: Desarrollo de la Investigación

3.1 Proceso de elección de datos a evaluar

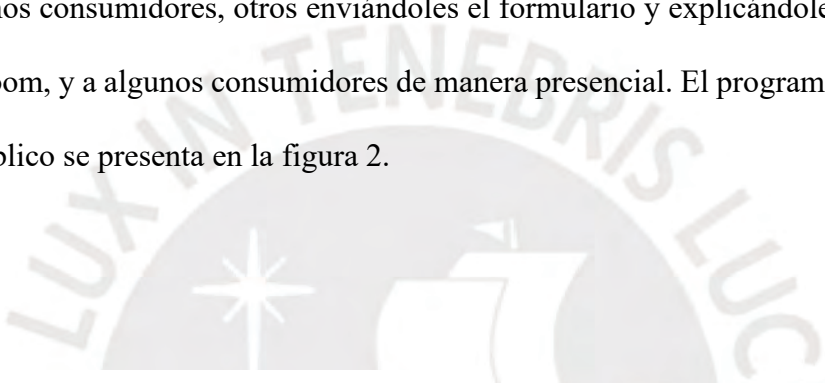
Para dar paso al desarrollo de esta investigación, se buscaron datos referentes al consumo de agua caliente en nuestro país, para luego también relacionarlo y hacer una comparación entre el uso de agua caliente que normalmente se utiliza, sin el uso de sistemas de recirculación de agua caliente, y otro con el sistema en estudio. Los datos indicados presentaran los resultados en relación al ahorro de los recursos de energía y agua potable, contando los beneficios proyectados por mes y por año.

Para poder gestionar los datos a utilizar, se tuvo en cuenta las recomendaciones en cuanto al tiempo de uso y temperaturas ideales que las personas necesitan en su uso cotidiano de agua caliente. Según la dermatóloga Sejal Shah, quien expuso lo siguiente para una entrevista con la empresa chilena Rheem: “Para evitar daños en la piel el agua se debe mantener a una temperatura tibia, la cual debe estar bordeando los 38°C y no debería superar los 40 °C. Del mismo modo, lo confirma el dermatólogo Dr. Carl Thornfeldt, el cual tiene 30 años de carrera en esta área en una entrevista realizada por la misma empresa. Asimismo, con la finalidad de lograr obtener unos mejores resultados se aplicó un sistema de encuestas a personas consumidoras de agua caliente, el cual será observado en el siguiente inciso.

Al finalizar todos estos procesos de recolección de datos se presentará el equipo a utilizar, su ubicación en el plano sanitario y una comparación de gastos económicos, a fin de proporcionar los beneficios de este sistema y cómo influye en el ahorro de agua potable hacia el futuro de las próximas generaciones.

3.2 Análisis de encuestas realizadas al público consumidor de agua caliente

A fin de obtener unos mejores resultados y conocer al público consumidor de agua caliente, se empleó como técnica de recolección de datos la encuesta: Se realizaron unos pequeños cuestionarios de tipo cerrado a 32 personas sobre su consumo personal de agua caliente en casa, así como su tiempo de espera para que el agua potable llegue hasta la temperatura ideal que necesitan (40 °C). Las encuestas se realizaron de 3 formas diferentes: enviando un link por internet a algunos consumidores, otros enviándoles el formulario y explicándoles un poco por el aplicativo Zoom, y a algunos consumidores de manera presencial. El programa de encuestas realizado al público se presenta en la figura 2.



ENCUESTA PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN INSTALACIONES SANITARIAS

Nombre Completo _____

Edad:

- 1) Entre 18 y 30 años
- 2) Entre 30 y 40 años
- 3) Entre 40 y 50 años
- 4) Más de 50 años

¿Cuántas personas viven en tu casa?

- 1) 3 personas
- 2) 4 personas
- 3) 5 personas
- 4) 6 personas
- 5) 7 personas
- 6) 8 personas
- 7) 9 personas
- 8) Otro: Especifique _____

¿Qué tipo de sistema de calentamiento de agua se emplea en su casa para las instalaciones sanitarias?

- 1) Sistema de termo solar
- 2) Sistema de termo eléctrica
- 3) Sistema de termo a gas
- 4) Otro: Especifique _____

En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

- 1) 5 minutos
- 2) 10 minutos
- 3) 15 minutos
- 4) Otro: Especifique _____

¿Cuánto tiempo durante el día empleas el agua caliente?

- 1) 10 minutos
- 2) 20 minutos
- 3) 30 minutos
- 4) 40 minutos

5) 50 minutos

6) 60 minutos

7) Otro: Especifique _____

¿Qué tan de acuerdo estaría en emplear un sistema de calentamiento en el que no se desperdicie agua mientras este se caliente?

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) En desacuerdo
- 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4) De acuerdo
- 5) Totalmente de acuerdo

figura: 2 Formato de Encuestas.

Nota. Elaboración propia.

Acorde a lo consultado a los encuestados, se obtuvieron diversos datos. Por ejemplo, la señora Ana nos comentó lo siguiente: “Actualmente, uno puede comprar su terma eléctrica pero siempre tiene un costo alto y no muchos logran conseguirlo, en nuestro caso solo tenemos para ducha, pero también me gustaría tener para mi lavatorio de manos y para mi lavado de ropa, pero, hijo, me saldría muy caro” (figura 3)



figura: 3 Cuestionario a la señora Ana.

Nota. Fuente propia.

Siguiendo con las encuestas que fueron realizadas en vivo, la señora Celeste opinó lo siguiente: “Creo que es necesario que se modernice nuestro entorno y que utilicemos sistemas de ahorro, no solo de agua sino también de energía, lamentablemente los que ya viven en casas propias no pueden comprar sistemas caros que puedan almacenar agua caliente y a veces, la opción mejor es la terma eléctrica que es menos costosa pero solo sirve para ducharse. Sin embargo, para las nuevas edificaciones está bien usarlos porque eso ayuda en la protección del medio ambiente; y si yo tuviera la oportunidad de tenerlo en casa me ayudaría montones” (figura 4).



figura: 4 Cuestionario a la señora Celeste Gonzales.

Nota. Fuente propia.

De manera general, de los resultados de las 32 encuestas realizadas, se realizó estadística para obtener resultados promedios de acuerdo a la pregunta. A continuación, se presentan las siguientes tablas resumen de los datos obtenidos:

Tabla 1: Cantidad de personas que viven en la casa del entrevistado.

Cantidad de personas que viven en la casa del entrevistado		
Cantidad	Porcentaje	Cantidad promedio de personas que viven en las casas de los encuestados
3	18.80%	4.97
4	21.90%	
5	28.10%	
6	12.50%	
7	12.50%	
8	6.30%	

Nota. Elaboración propia.

Se busca estimar la cantidad de personas que hay en los hogares de los entrevistados para tener una idea aproximada de cuantas personas en promedio existen por hogar y de acuerdo a eso, también, calcular el gasto y/o desperdicio diario de agua. De acuerdo con la tabla, la cantidad promedio de personas que viven en las casas de los encuestados es de aproximadamente 5 personas.

Tabla 2: Tipo de Sistema de Calentamiento de agua en las instalaciones sanitarias del encuestado.

Tipo de sistema de Calentamiento de agua en las instalaciones sanitarias del encuestado		
Tipo de sistema de Calentamiento de agua	Porcentaje	Tipo de sistema más empleado
Sistema de terma solar	12.50%	Terma eléctrica
Sistema de terma eléctrica	84.40%	
Sistema de terma a gas	3.10%	

Nota. Elaboración propia.

Se ha evidenciado que la preferencia de la gente al momento de elegir un sistema de calentamiento del agua de las instalaciones sanitarias, prefiere un sistema de terma eléctrica. Cerca de un 84.4% de los encuestados aseguran tener este tipo de sistema de calentamiento de agua en sus instalaciones sanitarias. Seguramente por la facilidad de instalación y por lo barato que resulta la misma. Sin embargo, el consumo energético de este sistema es relativamente alto, por lo que resulta caro a largo plazo; y no es totalmente eco amigable.

Por otro lado, el 12.5% de los encuestados emplea el uso del sistema de terma solar, mientras que un 3.1% emplea el uso de terma a gas. A pesar de que el empleo del sistema de terma solar es eco amigable, ya que almacena y utiliza la energía del sol, también se desperdicia agua mientras el grifo está abierto esperando que el agua caliente. Por consiguiente, sería

recomendable emplear un sistema de terma solar en adición con recirculación del agua de las instalaciones sanitarias para tener mayor reducción de la huella de carbono.

Tabla 3: Tiempo de espera en el que se calienta el agua del sistema de calentamiento de agua de las instalaciones sanitarias de los encuestados.

En el proceso en el que el encuestado espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?		
Tiempo (minutos)	Porcentaje	Promedio de tiempo de espera en que se caliente el agua (minutos)
0 (instantáneo)	12.40%	5.01
1	6.20%	
2	3.10%	
3	3.10%	
5	59.40%	
8	3.10%	
10	6.30%	
15	6.30%	

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la tabla 3, se puede apreciar los tiempos en los que demora calentar el agua hasta la temperatura deseada. Asimismo, podemos apreciar que el tiempo mencionado promedio de todos los encuestados es de aproximadamente 5 minutos. Lo que quiere decir que en el proceso en el que el encuestado espera que caliente el agua se desperdician 5 minutos de flujo del grifo. Este dato nos servirá de base para calcular la cantidad de litros por hora que se desperdicia y que se podría ahorrar empleando Recirculación de agua potable en instalaciones sanitarias.

Tabla.4: Nivel de acuerdo de los encuestados con la implementación de un sistema de calentamiento de agua en instalaciones sanitarias en el que no se desperdicie agua.

¿Los encuestados estarían de acuerdo en emplear un sistema de calentamiento de agua en el que no se desperdicie agua?		
Alternativa	Porcentaje	Conclusión
Totalmente en desacuerdo	0%	Al menos el 96.9% de los encuestados se encuentra de acuerdo con implementar un sistema de calentamiento de agua en el que no se desperdicie agua.
En desacuerdo	0%	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3.10%	
De acuerdo	15.60%	
Totalmente de acuerdo	81.30%	

Nota. Elaboración propia.

De los 32 encuestados, 26 personas mencionaron que estarían totalmente de acuerdo con un sistema de calentamiento de agua en el que no se desperdicie agua; 5 personas mencionaron que se encuentran de acuerdo con lo mencionado. Por lo tanto, alrededor del 96.9% de los encuestados estarían de acuerdo con implementar un sistema de calentamiento de agua en el que no se desperdicie agua. Además, ninguna persona mencionó estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Por consiguiente, se tiene que trabajar en un mejor desempeño en este rubro de las instalaciones sanitarias procurando reducir el desperdicio de agua, el consumo energético eléctrico, y de esa manera reducir la huella de carbono siendo eco amigables con el medio ambiente.

3.3 Sistema de recirculación de agua caliente elegido y comparación de resultados

3.3.1 Definición para el cálculo de datos de consumo por persona en un día

Acorde a las encuestas realizadas, se logra confirmar que muchas personas tienen un interés por los nuevos sistemas de recirculación de agua caliente, pero lamentablemente no pueden aplicar en sus hogares actuales debido al costo. Sin embargo, es necesario que se tenga una idea del ahorro que este sistema presentará a manera de que muchas nuevas edificaciones

consideren el uso de estos sistemas de recirculación como una alternativa a colocar, a modo también de que participen estos proyectos para obtener una certificación LEED.

Para esta investigación, se tuvo en cuenta el uso diario de agua caliente que consumen las personas actualmente, ya sea con un sistema de termo a gas, eléctrico o panel solar. Idoia Arnabat, en una publicación realizada para la página Calor y frío, comenta que acorde a la Norma técnica de edificaciones NTE se debe tener un estudio sobre el consumo unitario por persona y por día para luego calcular el total por vivienda, de acuerdo también al número permitido por habitaciones. Según sus investigaciones se tiene que existe un consumo de 28 litros/día de agua caliente a una temperatura que va desde los 40°C a 60°C. Siendo las temperaturas de uso distribuidas acorde al siguiente recuadro.

Tabla 5: Consumo en litros por día de agua caliente por persona.

Tipo de sistema sanitario	Cantidad diaria (L/día)	Temperatura (C°)
Lavatorio	12	40
Lavadora de ropa	50	40
Lavadero de cocina	15	60
Ducha	50	40

Nota. Elaboración propia.

Con estos datos obtenidos, se logra asimilar un consumo de aproximadamente 127 L/día para una temperatura estándar utilizada de 40°C para agua caliente por persona.

3.3.2 Descripción y ubicación del Proyecto en el que se aplicara el sistema de recirculación

Teniendo referencia de los datos antes generados y considerando que este sistema será aplicado al proyecto Cusco, ubicado en el departamento de Cusco, distrito de Wanchaq. El cual es un edificio mixto que posee 4 pisos, el primer piso destinado a tiendas, y los otros 3 pisos destinado a viviendas, con 2 departamentos por piso, lo cual brinda un total de 6 departamentos (ver los planos en el Capítulo 6: ANEXOS). De acuerdo a ello se procede a realizar una estimación correspondiente al consumo de agua caliente diario por departamento.



figura: 5 Ubicación del Proyecto Cusco.

Tomado de Google Maps, 2021.

3.3.3 Cálculo para el consumo de agua caliente por departamento

Para la estimación de datos, se procede a detectar cuáles son los elementos que realizarán el consumo de agua caliente en la edificación presentada. En base a ello, se define que para el proyecto a evaluar no se considerará el uso de agua caliente para el primer piso, puesto que este está destinado a tiendas, las cuales no necesitan un consumo de agua caliente para poder realizar sus labores cotidianas. De esta forma, quedan los 6 departamentos de los pisos superiores, en los cuales el uso y la conexión de ACS es muy importante; y no debe faltar en una edificación. Cabe resaltar que los datos que se han logrado obtener siguen las especificaciones indicadas en la norma IS.010 del reglamento nacional de edificaciones. Asimismo, los datos que necesitaremos para hallar el consumo de agua caliente por cada

departamento serán extraídos de los planos de instalaciones sanitarias del proyecto a evaluar, estos datos se pueden apreciar en la parte de anexos.

Con lo antes mencionado se procede a calcular en primer lugar el consumo de agua caliente diario por persona de acuerdo a nuestros datos antes obtenidos, lo cual tendría el siguiente formato presentado en la tabla 6:

Tabla 6: Consumo de agua caliente para 1 persona en un departamento.

Consumo de agua caliente para 1 persona en un departamento			
Tipo de sistema sanitario	Cantidad de uso diaria (L/día)	Cantidad por Departamento	Total por persona
Lavatorio	12	2	24
Lavadora de ropa	50	1	50
Lavadero de cocina	15	1	15
Ducha	50	2	100
Total			189

Nota. Elaboración propia.

3.3.4 Cálculo total del consumo diario de agua caliente en el Proyecto

De los cálculos, se puede observar que el consumo de agua caliente por persona para cada departamento estaría saliendo 189 L/día. Asimismo, según datos obtenidos por Urbania, entidad que se encarga del alquiler y venta de departamentos en Perú, indica que las personas que buscan departamentos ya sea para compra o alquiler, buscan por familias, teniendo en cuenta que para habitaciones con baño propio hay una probabilidad de que esta se encuentre

destinada a 2 personas, y las otras habitaciones destinadas a 1 persona por cada una. Sin embargo, también influye el tamaño de la habitación el cual también puede ser destinado a 2 personas si posee un tamaño considerable. Con este dato proporcionado se realiza la aplicación hacia el proyecto de construcción en estudio el cual posee por departamento 3 habitaciones: 1 con baño propio, 1 con un tamaño similar al que posee baño propio y otro más pequeño; con esto en mente, se puede precisar que el número de personas que probablemente habiten por departamento serian alrededor de 5 personas por departamento, observando los cálculos en la tabla 7.

Tabla 7: Consumo de agua caliente en departamentos.

Consumo de agua caliente en departamentos				
Pisos	Número de departamentos por piso	Número de personas por departamento	Total de personas por piso	Consumo de agua caliente por piso (L/día)
2° piso	2	5	10	1890
3° piso	2	5	10	1890
4° piso	2	5	10	1890
			Consumo total por día	5670

Nota. Elaboración propia.

3.3.5 Cálculo mensual y anual del consumo de agua caliente en el Proyecto

Calculados los datos anteriormente especificados, se tiene que por piso existirán un promedio de 10 personas, continuando con el total de pisos del proyecto, los cuales son 3 en total destinados a viviendas multifamiliares, a partir del segundo hasta el cuarto piso; obteniendo un estimado total de 30 habitantes para esta edificación, mostrando un consumo de agua caliente de 5670 litros por día para esta edificación. Esto nos proporciona una cantidad de 5.67 m³ por día. Con este dato se procede a realizar los cálculos del consumo mensual y anual que llevará el proyecto en el que se aplicará el sistema de recirculación de la siguiente manera:

$$\text{Consumo mensual: } 5.67 * 30 = 170.1 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Consumo anual: } 170.1 * 12 = 2041.2 \text{ m}^3/\text{año}$$

3.3.6 Cálculo de los gastos económicos por el consumo de agua caliente sin aplicar el sistema de recirculación

Para el cálculo de los gastos económicos se debe tener en cuenta los servicios que influyen en el sistema de agua caliente, los cuales son los siguientes: servicio de agua y para el caso del proyecto en el cual se aplicara la investigación, se planea utilizar termas eléctricas colocadas en cada departamento, las cuales también funcionan con conexión de gas natural. Acorde con los datos proporcionado por Osinergmin, una terma eléctrica gasta alrededor de 1500 watts por hora (figura 10), la cual se dispone de un uso durante todo el día de trabajo (8 horas) si es que se encuentra en continuo uso, con ello se calcula el uso de energía eléctrica por departamento, teniendo en cuenta que acorde a los datos proporcionados por Luz del Sur (2021) en sus tarifas, el precio por KW/h es de S/.0.74. Para realizar este cálculo correspondiente a energía eléctrica tomaremos las medidas necesarias considerando un tiempo de uso de todo el día.



figura: 6 Consumo de energía por artefactos.

Tomado de la página Osinergim: ¿Cómo ahorrar energía?

Consumo mensual en soles de energía eléctrica por uso de terna eléctrica:

$$- 1.5\text{KW/hr} * 8 \text{ hr} * 30 \text{ días} * 0.78 \text{ S/ / día} = \text{S/}. 280.8$$

Se puede observar que por el uso de la terna eléctrica se puede generar hasta un gasto de 266.4 soles mensuales por departamento, teniendo en cuenta que se tienen 6 departamentos el cargo mensual de la edificación sería:

$$- 280.8 * 6 = \text{S/}.1684.8$$

Asimismo, con este dato calculado se procede a evaluar el costo anual de energía eléctrica:

- $1684.8 * 12 = S/. 21\ 217.6$

Seguidamente, se obtiene que el costo de energía eléctrica total del edificio por el uso de termas eléctricas asciende a un consumo total de 21 217.6 soles anuales.

Luego de hallar este valor por el uso de energía eléctrica, también se procede a calcular el gasto correspondiente a Gas natural por m³ utilizado, teniendo en cuenta que el costo por metro cúbico es de S/0.48 (ver anexo), el cual puede ser encontrado en las tarifas proporcionadas por la empresa Cálida que distribuye el gas de Camisea.

- Cargo mensual del edificio: $170.1\ m^3/mes * 0.48\ S/. / m^3 = S/. 81.648$ mensual

Se logra obtener un gasto mensual de 81.65 soles y de la misma forma se calcula el gasto anual:

- Cargo anual: $S/. 81.648 * 12 = S/. 979.776$

Posteriormente a lo ya encontrado, se procede a hallar los valores para el consumo de agua potable, de los cuales es necesario recordar que el precio por m³ de agua potable consumida para todo el edificio es de S/ 6.253 / m³ (ver anexo). De tal manera que se obtiene un gasto de:

- Cargo mensual: $S/6.253 / m^3 * 170.1\ m^3/mes = S/. 1063.6353$

- Cargo anual: $S/. 1063.6353 * 12 = S/. 12\ 763.6236$

Finalmente, se obtiene un gasto mensual y anual por el uso de sistemas de agua caliente, el cual servirá como punto de comparación al confrontarlo con el gasto que proporciona el sistema de recirculación de agua que se instalará. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 8: Costo por el uso de ACS.

Costo por el uso de ACS		
Empresa	Mensual (S/.)	Anual (S/.)
Energía eléctrica	1684.80	21217.60
Gas Natural	81.65	979.78
Agua potable	1063.64	12763.62
Total	2830.08	34961.00

Nota. Elaboración propia.

3.3.7 Definición del sistema recirculación de agua caliente a utilizar y costo

Con el objetivo de aplicar el sistema de recirculación de agua caliente que se investiga, se buscaron empresas que proporcionen la aplicación de estos elementos en nuestro país. Para ello, se encontró una empresa que ya viene aplicando este sistema de recirculación de agua caliente en nuestro país, la cual lleva por nombre AquaTermica, a los cuales se les pidió una cotización en cuanto a la instalación de uno de sus productos. El producto que fue escogido es el Calentador DC – 140 (figura 7 y 8), cuyas especificaciones se muestran en la parte de anexos.



figura: 7 Calentador DC – 140.

Tomado de la página AquaTermica, 2021.

DETALLES CONSTRUCTIVOS



DATOS TECNICOS

MODELO	POTENCIA Btu/hr	CAP. Litros	DIAM. cm.	ALTO cm.	AC/AF pulg.	GAS pulg.	ΔT 25 °C		ΔT 35 °C		# hab.	Peso Vacio (Kg.)
							LIT./HR	PERS/HR	LIT./HR	PERS/HR		
DC - 140 - 40 AT	140,000.00	150.00	52.00	150.00	1"	1/2"	820.00	32.00	620.00	24	15	174.00

figura: 8 Detalle del Calentador DC – 140.

Tomado de la página AquaTermica, 2021.

Cabe resaltar que antes de realizar el pedido de cotización, se tuvo en cuenta que deberían instalarse no solo 1 sistema de recirculación sino 2, los cuales trabajarán de manera alternada mensualmente; esto con la finalidad de que, al producirse algún desperfecto en alguno de los 2

elementos, el otro pueda reemplazarlo y de esta forma evitar que se produzcan molestias en los habitantes de los departamentos por falta de agua caliente.

Así también, para la instalación de este sistema se realizará la construcción de un cuarto de máquinas, el cual se encontrará ubicado en la parte superior de la edificación y será alimentada por una bomba de agua centrífuga que impulsará el agua potable desde el tanque hasta la parte superior donde se encuentra nuestro sistema de recirculación. Este sistema contará con una distribución de agua caliente desde la terma hacia los departamentos, y cada uno contará con su propio medidor ubicado en la parte del cuarto de máquinas para posteriormente dividir el consumo de agua caliente.

La tubería de distribución será con tubos de ½” y estas reemplazarán a las termas eléctricas que se encontraban ubicadas en cada departamento, así también se presenta un ejemplo de cómo sería la ubicación real de los sistemas de recirculación en el cuarto de máquinas en las figuras 9, 10; y asimismo se presenta la distribución en el plano original del proyecto Cusco, en el cual se planea colocar el sistema de recirculación en el apartado de anexos.



figura: 9 Visualización real de las 2 termas ubicadas en el cuarto de máquinas.

Tomado de la página AquaTermica, 2021.

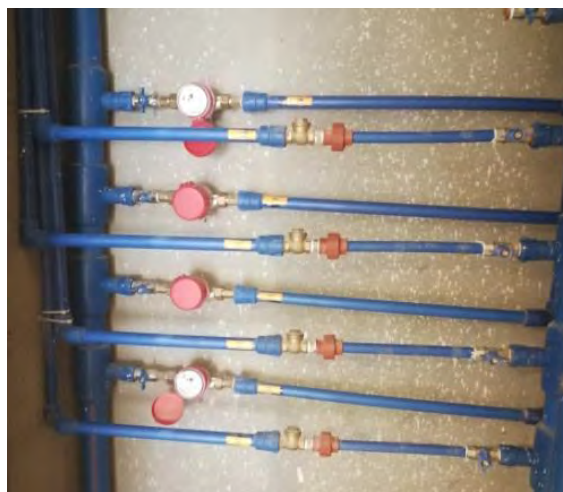


figura: 10 Visualización real del banco de medidores para departamentos.

Tomado de la página AquaTermica, 2021.

Con toda esta información que se planea colocar, se realizó una cotización para los precios de la instalación, obteniendo aproximadamente el precio que se muestra en la tabla 9, este será un supuesto porque la empresa de la cual se obtuvieron los datos anteriores solo envía cotizaciones si es que el proyecto se realizará en realidad.

Tabla 9: Cotización de instalación del sistema de recirculación ACS.

Presupuesto para la instalación del sistema de recirculación			
	Cantidad(und)	Costo (S/.)	Precio final (S/.)
Instalación del Sistema	1	2000	2000
Calentador DC - 140	2	4000	8000
		Total (S/.)	10000

Nota. Elaboración propia.

Es preciso indicar que para obtener los datos antes mencionados se conversó con personas que están dentro del campo de estudio de la ingeniería civil, los cuales nos proporcionaron unos precios aproximados de acuerdo al mercado actual y también en relación a sus conocimientos sobre el tema investigado.

3.3.8 Cálculo del consumo de agua caliente aplicando el sistema de recirculación

Para este cálculo se procedió a utilizar los datos proporcionados por las encuestas realizadas (ver anexos), de los cuales se tiene que cada persona en promedio espera alrededor de 5 minutos para que el agua que necesitan llegue a su temperatura deseada. Así también, se debe recordar que cada persona por departamento hace uso de los lavatorios, duchas, lavadora de ropa y lavadora de cocina, si contamos el uso por hora y luego con los datos anteriormente utilizados calculamos el consumo de litros por día, es posible encontrar el gasto diario y mensual de agua potable. Para ellos seguimos con el siguiente proceso

3.3.8.1 Cálculos del Gasto de Agua Potable por persona para cada artículo utilizado

Gasto en litros de agua potable

Para lavatorios:

$$\text{Tiempo de espera al día} = 5\text{min} * 8 = 40 \text{ minutos}$$

$$\text{Agua desperdiciada al día} = 12 \text{ L/día} * (40) * (1/60) * (1/24) = 0.33 \text{ L/ día}$$

Para lavadora de ropa:

$$\text{Tiempo de espera al día} = 5\text{min} * 8 = 40 \text{ minutos}$$

$$\text{Agua desperdiciada al día} = 50 \text{ L/día} * (40) * (1/60) * (1/24) = 1.39 \text{ L/ día}$$

Para lavadora de cocina:

Tiempo de espera al día = 5min * 8 = 40 minutos

Agua desperdiciada al día = 15 L/día * (40) * (1/60) * (1/24) = 0.42 L/ día

Para Ducha:

Tiempo de espera al día = 5min * 8 = 40 minutos

Agua desperdiciada al día = 50 L/día * (40) * (1/60) * (1/24) = 1.39 L/ día

3.3.8.2 Cálculos del Gasto de Agua Potable por persona por departamento

Para la realización de estos cálculos se utilizan los datos antes recolectados en base al proyecto en el que se aplica este nuevo sistema.

Tabla 10: Gasto de agua caliente para 1 persona en un departamento.

Gasto de agua caliente para 1 persona en un departamento			
Tipo de Sistema	Cantidad de uso diaria (L/día)	Cantidad por departamento	Total por persona
Lavatorio	0.33	2	0.66
Lavadora de ropa	1.39	1	1.39
Lavadero de cocina	0.42	1	0.42
Ducha	1.39	2	2.78
Total			5.25

Nota. Elaboración propia.

3.3.8.3 Cálculo del Gasto diario de agua potable hasta llegar a la temperatura ideal en el Proyecto

De la misma forma utilizamos los datos anteriores para nuestros cálculos, recordando que se consideran 5 personas por departamento y que se tienen 2 departamentos por piso y en total se poseen 3 pisos típicos a los cuales se les instalará el uso de agua caliente.

Tabla 11: Desperdicio de agua potable en departamentos.

Desperdicio de agua potable en departamentos				
Pisos	Número de departamentos por piso	Número de personas por departamento	Total de personas por piso	Desperdicio de agua potable por piso (L/día)
2° piso	2	5	10	52.5
3° piso	2	5	10	52.5
4° piso	2	5	10	52.5
Desperdicio total por día (L/día)				157.5

Nota. Elaboración propia.

3.3.8.4 Cálculo mensual y anual del desperdicio de agua potable hasta que llegue la temperatura ideal en el Proyecto

Como ya se poseen los datos del desperdicio de agua potable que generan los departamentos en un día completo, se procede a calcular el desperdicio anual y mensual de agua potable, puesto que con estos datos procederemos a calcular los gastos económicos que generan.

Desperdicio mensual: $0.1575 \text{ m}^3/\text{día} * 30 = 4.725 \text{ m}^3/\text{mes}$

Desperdicio anual: $4.725\text{m}^3/\text{mes} * 12 = 56.7 \text{ m}^3/\text{año}$

3.3.8.5 Cálculo del consumo de agua potable con el sistema de recirculación aplicado al proyecto

Con los datos conseguidos anteriormente con respecto al desperdicio de agua, se procede a restar este desperdicio a la cantidad hallada anteriormente en el sistema que no posee la recirculación de agua caliente, puesto que el sistema investigado planea eliminar estos gastos innecesarios.

Nuevo consumo mensual de agua potable por departamento:

$170.1 \text{ m}^3/\text{mes} - 4.725 \text{ m}^3/\text{mes} = 165.375 \text{ m}^3/\text{mes}$

Nuevo consumo anual de agua potable por departamento:

$2041.2 \text{ m}^3/\text{año} - 56.7 \text{ m}^3/\text{año} = 1984.5 \text{ m}^3/\text{año}$

3.3.8.6 Cálculo de los gastos económicos por el consumo de agua caliente aplicando el sistema de recirculación en el Proyecto

La máquina de recirculación presentada tiene un gasto de 41KW/hr, teniendo una capacidad de mantener el agua caliente, por lo que no es necesario que el sistema este encendido en todo momento, con 1 hora diaria puede mantener a un máximo de 30 personas, lo cual se encuentra dentro de nuestro rango. Asimismo, se debe hacer énfasis en que este sistema de recirculación ya no necesita ser instalado en cada departamento, sino que va directo al cuarto de máquinas, obteniendo mayores beneficios. Teniendo los datos anteriores se calcula al gasto por corriente eléctrica con los datos proporcionados por la empresa electro luz.

Consumo de energía eléctrica mensual:

$$- 41\text{KW/hr} * 1 \text{ hr} * 30 \text{ días} * 0.78 \text{ S// dia} = \text{S/}. 959.4 \text{ mensual}$$

Consumo de corriente eléctrica anual:

$$- 959.4 * 12 = \text{S/}. 11 512.8 \text{ mensual}$$

De la misma forma antes calculada en incisos anteriores para el sistema que no poseía recirculación de agua caliente, se da paso al cálculo económico referente al Gas natural utilizado:

$$\text{Gasto mensual: } 165.375 \text{ m}^3/\text{mes} * \text{S/}.0.48 / \text{m}^3 = \text{S/}.79.38 \text{ mensual}$$

$$\text{Gasto anual} : \text{S/}.79.38 * 12 = \text{S/}.952.56 \text{ anual}$$

Se realiza el mismo procedimiento para el cálculo del pago económico correspondiente al agua potable, con los datos antes obtenidos:

Gasto mensual: $165.375\text{m}^3/\text{mes} * \text{S}/.6.253/\text{m}^3 = \text{S}/. 1034.09$ mensual

Gasto anual: $1034.09 * 12 = \text{S}/.12 409.08$ anual

Por último, se realiza el cálculo final de los gastos económicos producidos por este nuevo sistema de recirculación, el cual estaría presentando lo siguiente:

Tabla 12: Costo por el uso de ACS.

Costo por el uso de ACS		
Empresa	Mensual (S/.)	Anual (S/.)
Energía eléctrica	959.40	11512.80
Gas Natural	79.38	952.56
Agua potable	1034.09	12409.08
Total	2072.87	24874.44

Nota. Elaboración propia.

3.3.9 Análisis de la comparación de los resultados obtenidos para el consumo de agua caliente

Luego de realizar los cálculos pertinentes y hacer las comparaciones de ambos sistemas, se puede observar que si existe una gran diferencia con respecto al uso de sistemas de recirculación de agua caliente y un sistema normal, el cual se ha logrado comparar y obtener beneficios para el consumidor. Asimismo, se debe tener en cuenta que el costo de instalación y aplicación del sistema de recirculación corresponde a un aumento en el presupuesto final de la obra, pero esto puede ser recuperado en los años venideros, brindando así una recuperación económica a futuro y ahorrando una gran cantidad de agua potable, la cual ya no sería desperdiciada por el consumidor y asegurando el futuro de las siguientes generaciones.

Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Con la aplicación de los sistemas de recirculación de agua se logra observar que es posible evitar el gasto económico al adquirir una terma para cada departamento y que, en lugar de ello, se puede contar con el sistema ubicado en un cuarto de máquinas, el cual se encontrará siempre activo para el uso de los residentes.
- Se logra observar que en un comienzo parece que el desperdicio de agua potable fuera mínimo y que probablemente no sea necesario instalar sistemas de recirculación en edificaciones. Sin embargo, si se hace un estudio más profundo con respecto a los siguientes años, se podrá apreciar una mejora económica por parte de los futuros dueños que utilizarán los departamentos. Además, este ahorro económico a futuro no solo beneficiará a las personas que vivirán en estas edificaciones, sino también beneficiará a las generaciones futuras porque aún habrá una reserva de agua potable para ellos.
- Con la instalación de los medidores correspondientes a los sistemas de recirculación de agua caliente, se puede evitar el consumo excesivo o inadecuado de los residentes, puesto que esto indicará su gasto mensual de agua caliente. Por consiguiente, lograrán obtener información suficiente sobre su consumo y podrán realizar los ajustes que consideren necesarios y, de la misma forma, ahorrar también en el consumo de agua potable.
- Actualmente estos elementos de recirculación de agua caliente se encuentran ahora de una forma más fácil en tiendas comerciales y a precios accesibles, por lo que es preciso crear campañas de capacitación tanto para la rama de ingeniería como la rama obrera; y que estén capacitados para colocar e instalar este tipo de sistemas.

4.2 Recomendaciones

- De acuerdo con los encuestados, el 97% mencionó que se encuentran de acuerdo con la idea de implementar un sistema de calentamiento de agua en el que no se desperdicie agua. Por consiguiente, se tiene que trabajar en un mejor desempeño en este rubro de las instalaciones sanitarias procurando reducir el desperdicio de agua, el consumo energético eléctrico, y de esa manera reducir la huella de carbono siendo eco amigables con el medio ambiente.
- De los encuestados, la mayoría emplea un sistema de calentamiento de agua eléctrico (84.4%), un 12.5% emplea un sistema empleando paneles solares y un 3.1% emplea un sistema de terma a gas. A pesar de que el empleo del sistema de terma solar es eco amigable, ya que almacena y utiliza la energía del sol, también se desperdicia agua mientras el grifo está abierto esperando que el agua caliente. Por consiguiente, sería recomendable emplear un sistema de terma solar que trabaje en conjunto con recirculación del agua de las instalaciones sanitarias.
- Resulta importante que se realicen campañas de capacitación para todos los trabajadores del sector construcción, en las que se cree conciencia sobre el tema y se pueda lograr un ahorro económico a futuro al momento de conseguir los sistemas de recirculación, instalación del producto. Además, esto también contribuiría a reducir la huella de carbono.
- La aplicación de estos sistemas de recirculación de agua caliente deberían ser implementados en la norma técnica como una parte importante, casi obligatoria, de manera tal que se evite un futuro cercano en el cual exista la falta del elemento principal para la vida como lo es el agua potable.

Capítulo 5: Bibliografía

- Agua Eco social (2021). *Evita el derroche de agua mientras esperas a que salga caliente*. Recuperado de <https://aguaecosocial.com/despilfarras-agua-mientras-esperas-a-que-salga-caliente/>
- Arenas Gómez, A. (2016). *Transmisión del Calor*. EDISOFER, S.L., Madrid
- Bartholomew, A. (2013). *El libro del agua*. Editorial: Fertilidad de la tierra. ISBN: 9788494058240.
- BBC News (19 de marzo de 2015). *Porque se está acabando el agua*. Recuperado de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821_tierra_agua_escasez_finde_dy
- Cálida (2021). *Tarifas de Gas Natural*. Recuperado de <https://www.calidda.com.pe/media/iqilcp4e/pt-noviembre-2021.pdf>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (24 de noviembre del 2014). *Decenio internacional para la acción “el agua fuente de vida”*. Recuperado de <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
- Fernández;
- García, A.; Morón, C.; Gómez, A.; Tremps, E. (2014). *Sistema automático de recirculación de agua potable y método de funcionamiento*. Patente de Invención. P201300125.
- Grupo inclam (15 de septiembre de 2019). *La mitad del mundo, sin agua potable en 2050*. Recuperado de <https://www.iagua.es/noticias/grupo-inclam/mitad-mundo-agua-potable-2050>
- Hernandez-Sampieri, r., Fernández, c., y Baptista, m. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education, México.

- Instituto de la Construcción y Gerencia (2006, 11 de junio). *Norma Peruana para Instalaciones Sanitarias I.S. 010*. Recuperado el 2 de diciembre de 2020 de Diario Oficial el Peruano.
- Julián Pérez Porto y Ana Gardey. (2014). *Definición de recirculación de agua*. Recuperado de <https://definicion.de/recirculacion/>
- Martín Sánchez, F. (2008). *Nuevo manual de instalaciones de fontanería y saneamiento*. Editorial Antonio Madrid Vicente, ISBN: 9788496709089.
- Luz del sur (2021). *Tarifas de luz eléctrica*. Recuperado de <https://www.luzdelsur.com.pe/preguntas-frecuentes/tarifas.html>
- Organización de las Naciones Unidas (2018). *El agua*. Recuperado de <https://www.un.org/es/global-issues/water> (ONU)
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (2013). *Afrontar la escasez de Agua*. Recuperado de [Afrontar la escasez de agua \(fao.org\)](http://www.fao.org)
- Ramos Galarza C (2020). *Los Alcances de una Investigación*. Recuperado de [Dialnet-LosAlcancesDeUnaInvestigacion-7746475.pdf](https://dialnet.losalcancesdeunainvestigacion-7746475.pdf)
- Rheem Chile (29 de enero de 2020). *¿Cuál es la temperatura ideal para la ducha?* Recuperado de <https://www.rheemchile.cl/cual-es-la-temperatura-ideal-para-la-ducha/>
- Sherman, R.R., & Webb, R. B. (1988). *Qualitative research in education: Focus and methods*. Editorial The Falmer Press, Explorations in Ethnography Seri. New York.
- Sedapal (2021). *Tarifas de Agua Potable*. Recuperado de <https://www.sedapal.com.pe/storage/objects/6-ejem-no-subsidiado-30092021.pdf>
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2008). *Quality of inferences in Mixed Methods Research: Calling for an Integrative Framework*. In: Bergman M, M. (Ed), *Advances in Mixes Methods Research* (pp. 1-7). Thousand Oaks, California, USA: SAGE.

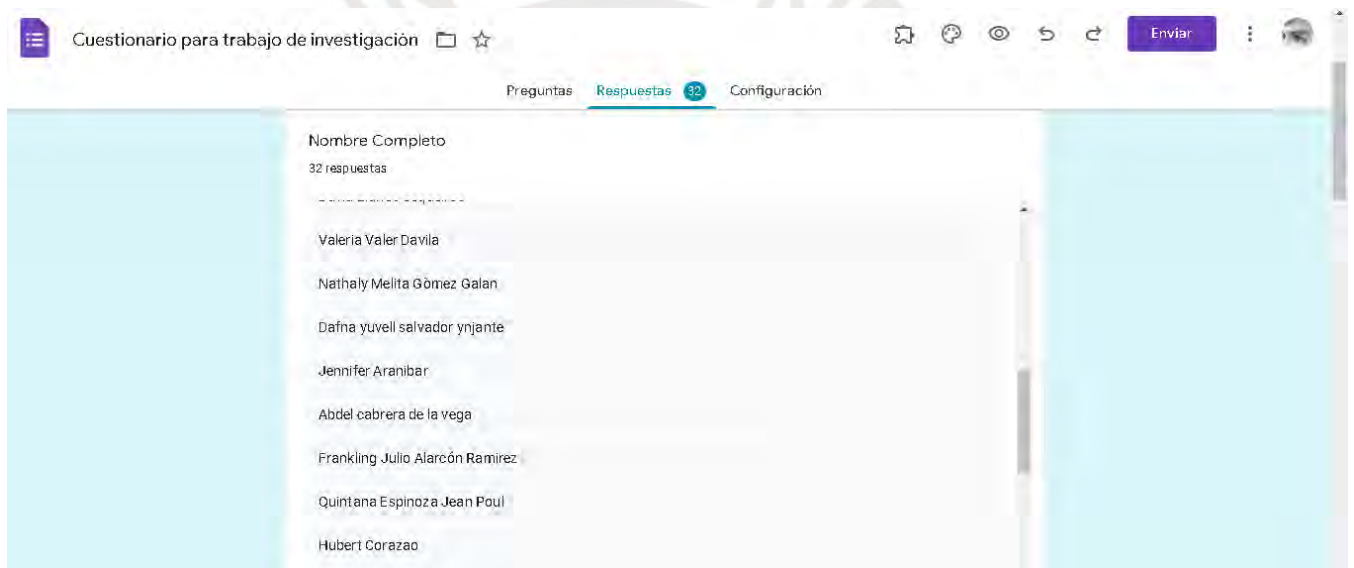
- Urbania (2021). *Limeños buscan departamentos con 3 dormitorios en Perú*. Recuperado de <https://urbania.pe/blog/mercado-inmobiliario-2/limenos-buscan-departamentos-con-3-dormitorios/>

Capítulo 6: ANEXOS

6.1 Anexo de las encuestas realizadas

6.1.1 Resultados obtenidos en formulario de Google

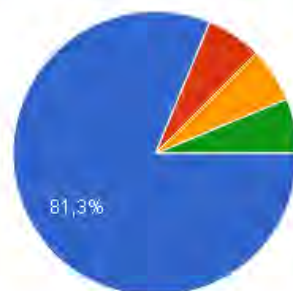
6.1.1.1 Pregunta 1 del Formulario de Google



6.1.1.2 Pregunta 2 del Formulario de Google

Edad

32 respuestas

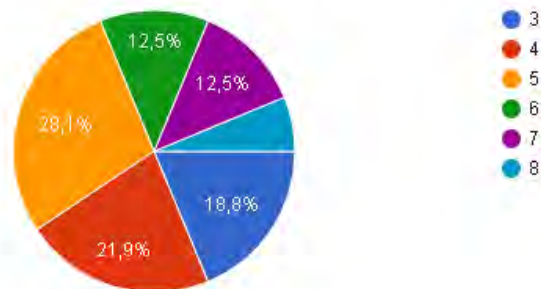


- Entre 18 y 30 años
- Entre 30 y 40 años
- Entre 40 y 50 años
- Más de 50 años

6.1.1.3 Pregunta 3 del Formulario de Google

¿Cuántas personas viven en tu casa?

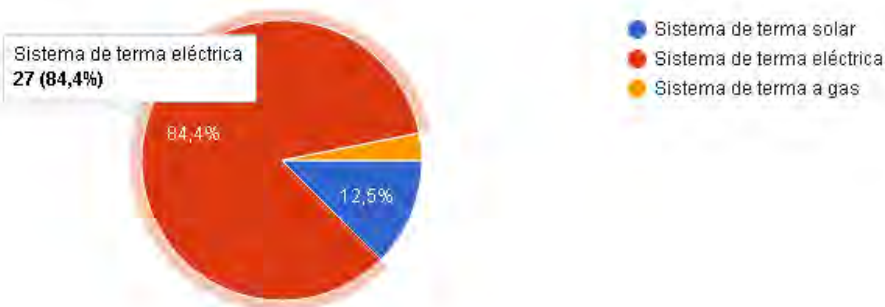
32 respuestas



6.1.1.4 Pregunta 4 del Formulario de Google

¿Qué tipo de sistema de calentamiento de agua se emplea en su casa para las instalaciones sanitarias?

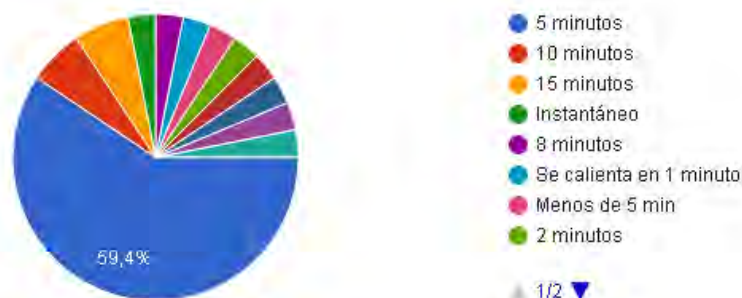
32 respuestas



6.1.1.5 Pregunta 5 del Formulario de Google

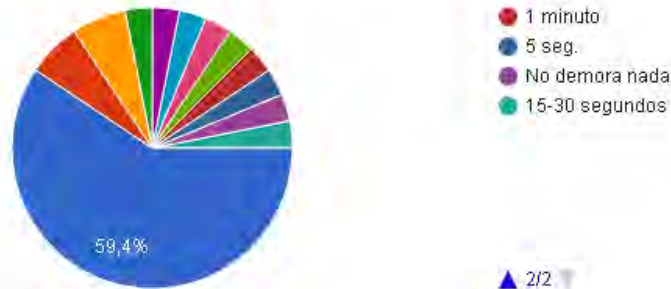
En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

32 respuestas



En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

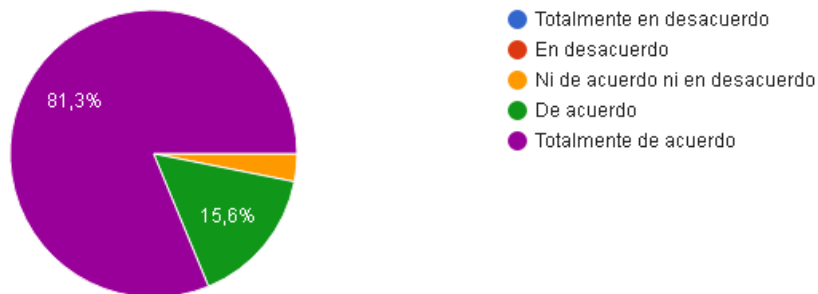
32 respuestas



6.1.1.6 Pregunta 6 del Formulario de Google

¿Qué tan de acuerdo estaría en emplear un sistema de calentamiento en el que no se desperdicie agua mientras este se calienta?

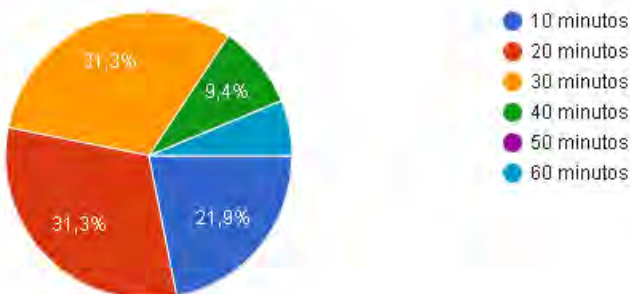
32 respuestas



6.1.1.7 Pregunta 7 del Formulario de Google

¿Cuánto tiempo durante el día empleas el agua caliente?

32 respuestas



6.1.2 Encuestas realizadas de manera presencial

CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN
INSTALACIONES SANITARIAS

Nombre Completo
Anuní Retuero

Edad:

- 1) Entre 18 y 30 años
- 2) Entre 30 y 40 años
- 3) Entre 40 y 50 años
- 4) Más de 50 años

¿Cuántas personas viven en tu casa?

- 1) 3 personas
- 2) 4 personas
- 3) 5 personas
- 4) 6 personas
- 5) 7 personas
- 6) 8 personas
- 7) 9 personas
- 8) Otro: Especifique _____

¿Qué tipo de sistema de calentamiento de agua se emplea en su casa para las instalaciones sanitarias?

- 1) Sistema de terma solar
- 2) Sistema de terma eléctrica
- 3) Sistema de terma a gas
- 4) Otro: Especifique _____

En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

- 1) 5 minutos
- 2) 10 minutos
- 3) 15 minutos
- 4) Otro: Especifique _____

¿Cuánto tiempo durante el día empleas el agua caliente?

- 1) 10 minutos
- 2) 20 minutos
- 3) 30 minutos
- 4) 40 minutos

5) 50 minutos

6) 60 minutos

7) Otro: Especifique _____

¿Qué tan de acuerdo estaría en emplear un sistema de calentamiento en el que no se desperdicie agua mientras este se calienta?

1) Totalmente en desacuerdo

2) En desacuerdo

3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4) De acuerdo

5) Totalmente de acuerdo



CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN
INSTALACIONES SANITARIAS

Nombre Completo

Fausto Peredo Silva

Edad:

- 1) Entre 18 y 30 años
- 2) Entre 30 y 40 años
- 3) Entre 40 y 50 años
- 4) Más de 50 años

¿Cuántas personas viven en tu casa?

- 1) 3 personas
- 2) 4 personas
- 3) 5 personas
- 4) 6 personas
- 5) 7 personas
- 6) 8 personas
- 7) 9 personas
- 8) Otro: Especifique _____

¿Qué tipo de sistema de calentamiento de agua se emplea en su casa para las instalaciones sanitarias?

- 1) Sistema de terma solar
- 2) Sistema de terma eléctrica
- 3) Sistema de terma a gas
- 4) Otro: Especifique _____

En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

- 1) 5 minutos
- 2) 10 minutos
- 3) 15 minutos
- 4) Otro: Especifique _____

¿Cuánto tiempo durante el día empleas el agua caliente?

- 1) 10 minutos
- 2) 20 minutos
- 3) 30 minutos
- 4) 40 minutos
- 5) 50 minutos
- 6) 60 minutos
- 7) Otro: Especifique _____

¿Qué tan de acuerdo estaría en emplear un sistema de calentamiento en el que no se desperdicie agua mientras este se calienta?

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) En desacuerdo
- 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4) De acuerdo
- 5) Totalmente de acuerdo

CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN
INSTALACIONES SANITARIAS

Nombre Completo

Magali Inacio

Edad:

- 1) Entre 18 y 30 años
- 2) Entre 30 y 40 años
- 3) Entre 40 y 50 años
- 4) Más de 50 años

¿Cuántas personas viven en tu casa?

- 1) 3 personas
- 2) 4 personas
- 3) 5 personas
- 4) 6 personas
- 5) 7 personas
- 6) 8 personas
- 7) 9 personas
- 8) Otro: Especifique _____

¿Qué tipo de sistema de calentamiento de agua se emplea en su casa para las instalaciones sanitarias?

- 1) Sistema de terma solar
- 2) Sistema de terma eléctrica
- 3) Sistema de terma a gas
- 4) Otro: Especifique _____

En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

- 1) 5 minutos
- 2) 10 minutos
- 3) 15 minutos
- 4) Otro: Especifique _____

¿Cuánto tiempo durante el día empleas el agua caliente?

- 1) 10 minutos
- 2) 20 minutos
- 3) 30 minutos
- 4) 40 minutos

- 5) 50 minutos
- 6) 60 minutos
- 7) Otro: Especifique _____

¿Qué tan de acuerdo estaría en emplear un sistema de calentamiento en el que no se desperdicia agua mientras este se calienta?

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) En desacuerdo
- 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4) De acuerdo
- 5) Totalmente de acuerdo

CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN
INSTALACIONES SANITARIAS

Nombre Completo

Celeste Gonzales

Edad:

- 1) Entre 18 y 30 años
- 2) Entre 30 y 40 años
- 3) Entre 40 y 50 años
- 4) Más de 50 años

¿Cuántas personas viven en tu casa?

- 1) 3 personas
- 2) 4 personas
- 3) 5 personas
- 4) 6 personas
- 5) 7 personas
- 6) 8 personas
- 7) 9 personas
- 8) Otro: Especifique _____

¿Qué tipo de sistema de calentamiento de agua se emplea en su casa para las instalaciones sanitarias?

- 1) Sistema de terma solar
- 2) Sistema de terma eléctrica
- 3) Sistema de terma a gas
- 4) Otro: Especifique _____

En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

- 1) 5 minutos
- 2) 10 minutos
- 3) 15 minutos
- 4) Otro: Especifique _____

¿Cuánto tiempo durante el día empleas el agua caliente?

- 1) 10 minutos
- 2) 20 minutos
- 3) 30 minutos
- 4) 40 minutos
- 5) 50 minutos
- 6) 60 minutos
- 7) Otro: Especifique _____

¿Qué tan de acuerdo estaría en emplear un sistema de calentamiento en el que no se desperdicie agua mientras este se caliente?

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) En desacuerdo
- 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4) De acuerdo
- 5) Totalmente de acuerdo

CUESTIONARIO PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN
INSTALACIONES SANITARIAS

Nombre Completo

Ana Rodriguez Gonzalez

Edad:

- 1) Entre 18 y 30 años
- 2) Entre 30 y 40 años
- 3) Entre 40 y 50 años
- 4) Más de 50 años

¿Cuántas personas viven en tu casa?

- 1) 3 personas
- 2) 4 personas
- 3) 5 personas
- 4) 6 personas
- 5) 7 personas
- 6) 8 personas
- 7) 9 personas
- 8) Otro: Especifique _____

¿Qué tipo de sistema de calentamiento de agua se emplea en su casa para las instalaciones sanitarias?

- 1) Sistema de terma solar
- 2) Sistema de terma eléctrica
- 3) Sistema de terma a gas
- 4) Otro: Especifique _____

En el proceso que espera que caliente el agua, ¿Cuánto tiempo transcurre para obtener la temperatura deseada?

- 1) 5 minutos
- 2) 10 minutos
- 3) 15 minutos
- 4) Otro: Especifique _____

¿Cuánto tiempo durante el día empleas el agua caliente?

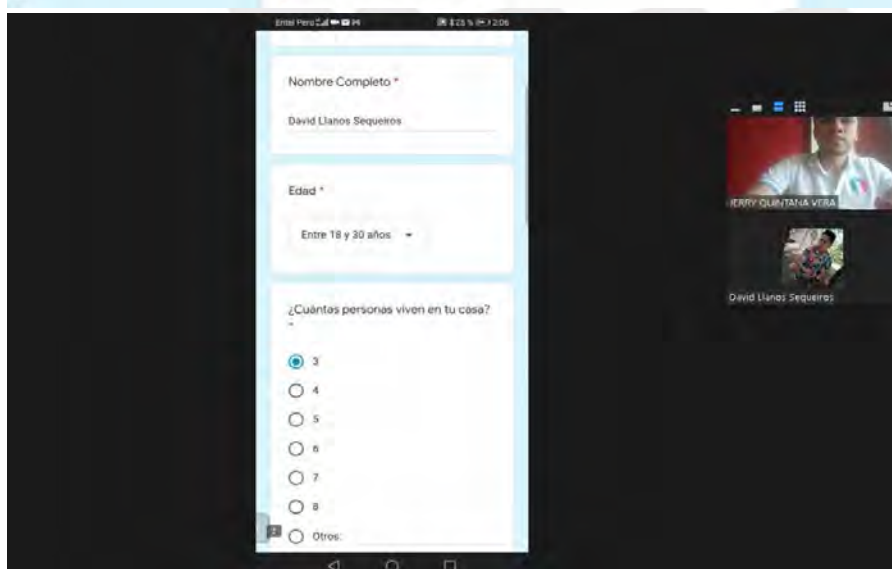
- 1) 10 minutos
- 2) 20 minutos
- 3) 30 minutos
- 4) 40 minutos

- 5) 50 minutos
- 6) 60 minutos
- 7) Otro: Especifique _____

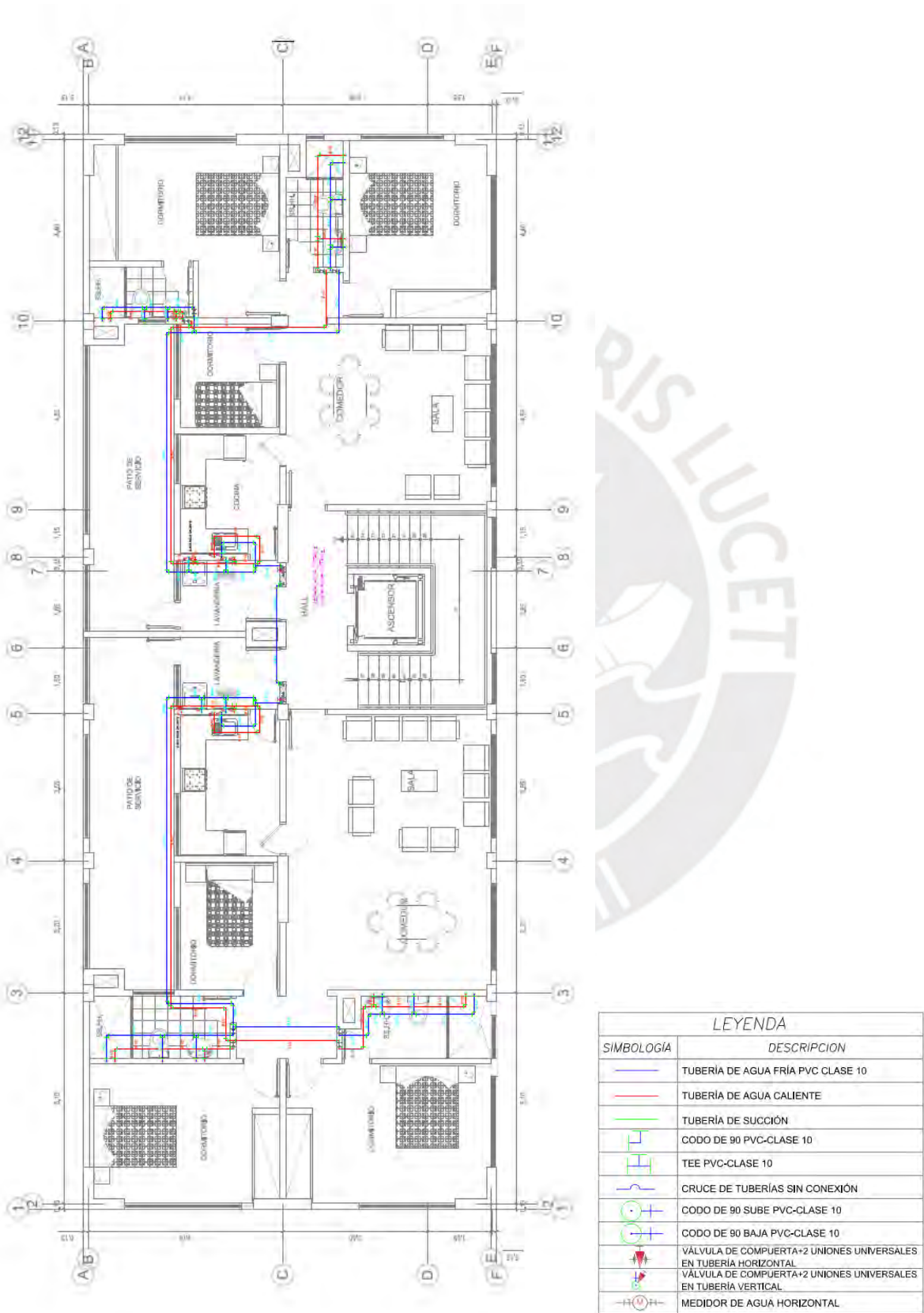
¿Qué tan de acuerdo estaría en emplear un sistema de calentamiento en el que no se desperdicie agua mientras este se caliente?

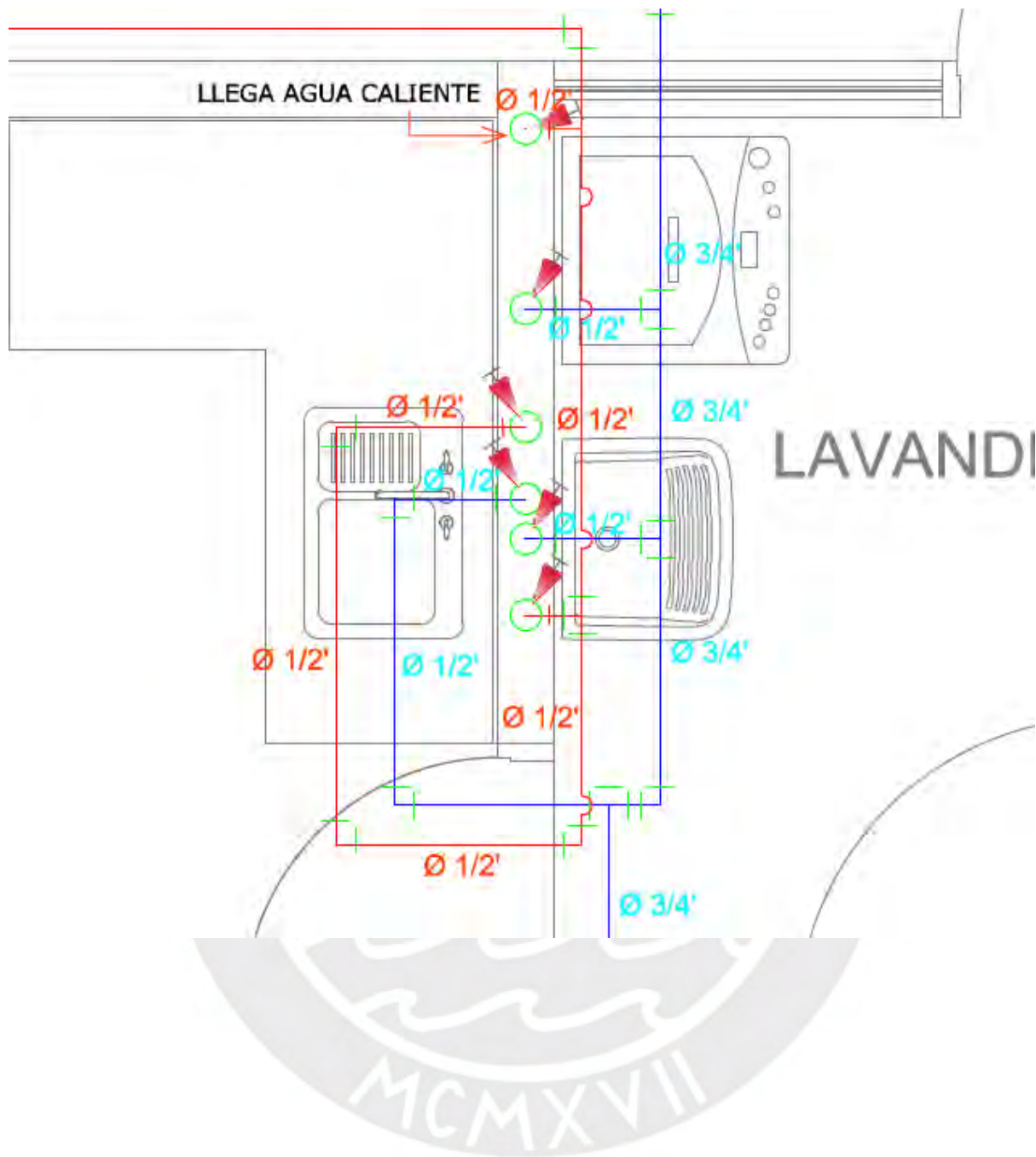
- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) En desacuerdo
- 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4) De acuerdo
- 5) Totalmente de acuerdo

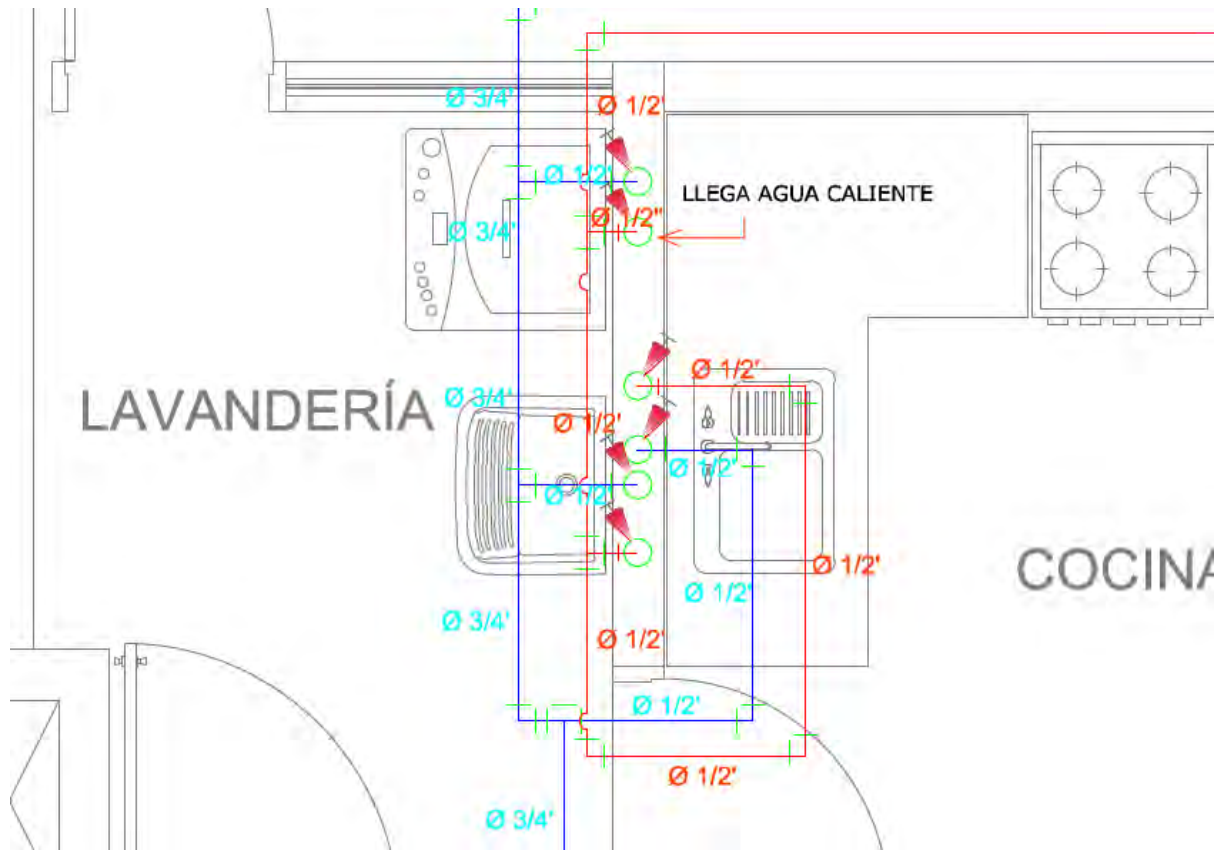
6.1.3 Encuestas realizadas vía el aplicativo Zoom

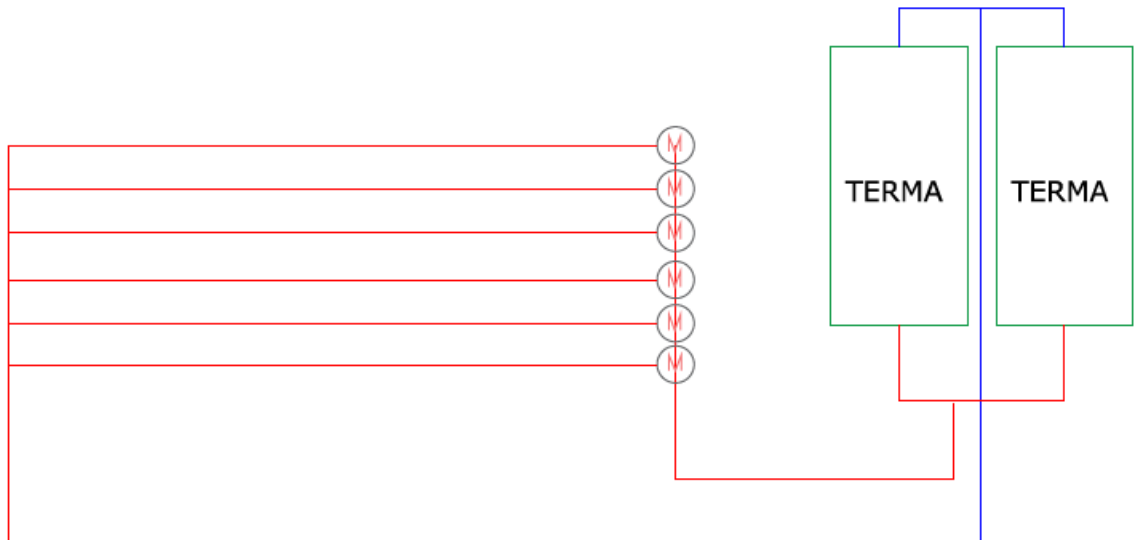
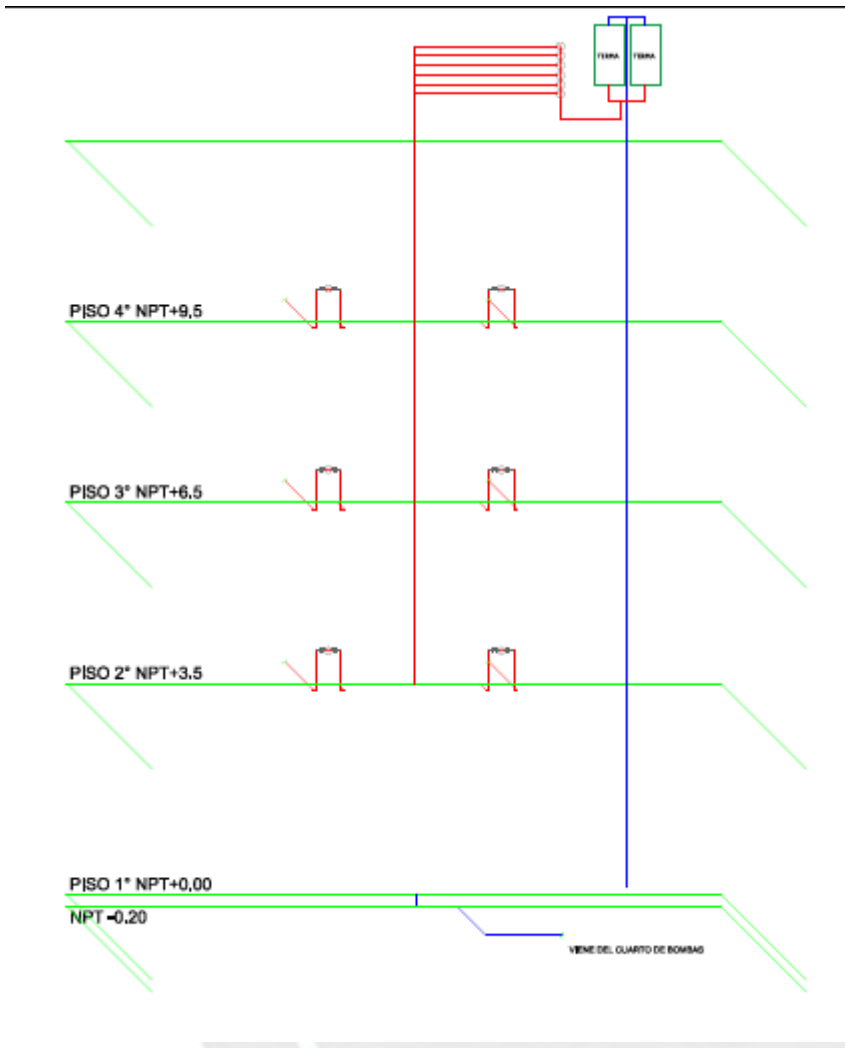


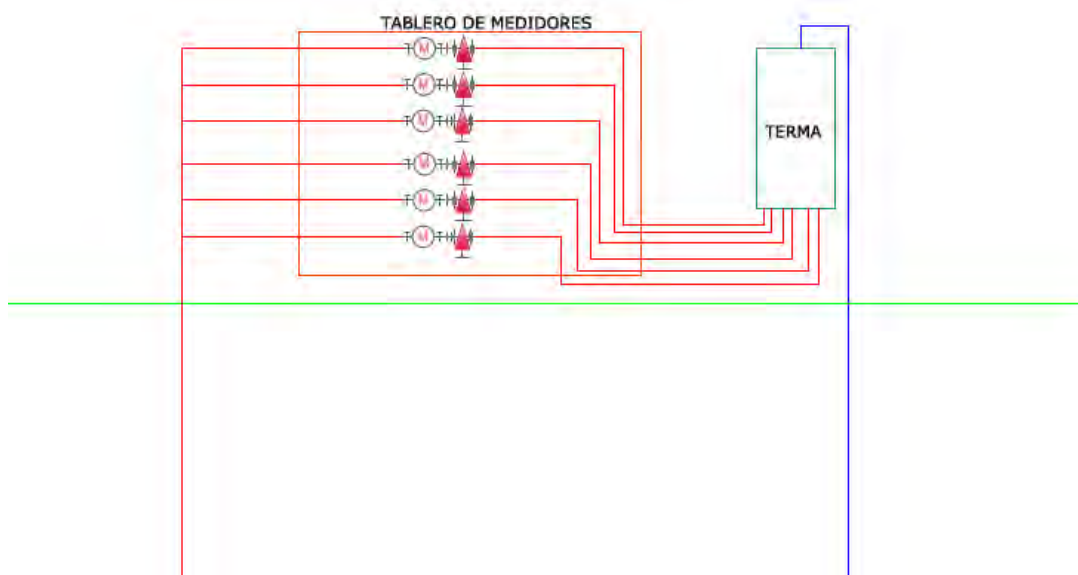
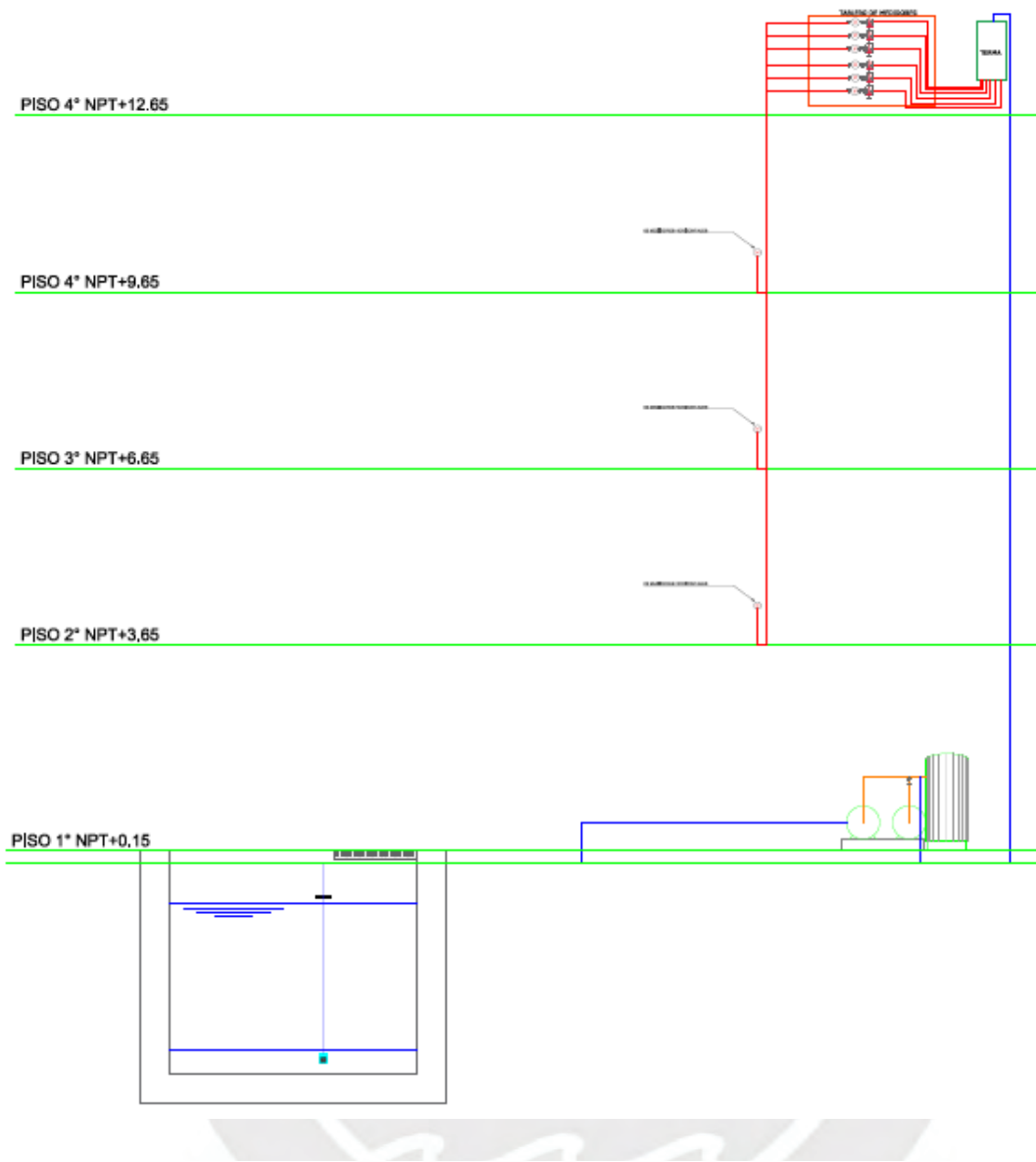
6.2 Anexo de los planos finales de instalaciones sanitarias con los sistemas de recirculación aplicados al Proyecto Cusco.











6.3 Precios para la venta de energía eléctrica LUZ DEL SUR S.A.A.



LUZ DEL SUR

PLIEGO TARIFARIO / NOVIEMBRE 2021

EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.				
PRECIOS PARA LA VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (Incluye IGV)				
PLIEGO TARIFARIO : 04 NOVIEMBRE 2021 (/1)				
LDS2021.41				
		Sistema Lima Sur		
MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS (2E1P)	Unidad	MT2	BT2	
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	6,56	6,56	
Cargo por Energía en punta	cent S/ /kW.h	38,01	41,48	
Cargo por Energía fuera de punta	cent S/ /kW.h	32,03	34,95	
Cargo por potencia activa de generación en horas punta	S/ /kW-mes	80,25	85,46	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución en horas punta	S/ /kW-mes	11,79	57,06	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución en horas fuera de punta	S/ /kW-mes	12,77	46,79	
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa	cent S/ /kvarh	6,71	6,71	
MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA (2E1P)	Unidad	MT3	BT3	
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	6,54	6,54	
Cargo por Energía en punta	cent S/ /kW.h	38,01	41,48	
Cargo por Energía fuera de punta	cent S/ /kW.h	32,03	34,95	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Presentes punta"	S/ /kW-mes	70,09	75,57	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Fuera punta"	S/ /kW-mes	46,00	49,96	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Presentes punta"	S/ /kW-mes	12,81	59,05	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Fuera punta"	S/ /kW-mes	12,80	54,26	
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa	cent S/ /kvarh	6,71	6,71	
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA (1E1P)	Unidad	MT4	BT4	
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	6,54	6,54	
Cargo por Energía	cent S/ /kW.h	33,38	36,43	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Presentes punta"	S/ /kW-mes	70,09	75,57	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Fuera punta"	S/ /kW-mes	46,00	49,96	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Presentes punta"	S/ /kW-mes	12,81	59,05	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Fuera punta"	S/ /kW-mes	12,80	54,26	
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	cent S/ /kvarh	6,71	6,71	
DOBLE MEDICION DE ENERGIA (2E)	Unidad	BTS4		
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	6,54		
Cargo por Energía en punta para demandas hasta 20 kW en horas punta y fuera punta	cent S/ /kW.h	258,04		
Cargo por Energía en punta para demandas hasta 20 kW en hor. punta y 50 kW en fra. punta	cent S/ /kW.h	323,98		
Cargo por Energía fuera de punta	cent S/ /kW.h	34,95		
Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta	S/ /kW-mes	50,73		
Cargo por exceso de potencia en horas de punta	S/ /kW-mes	50,73		
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E)	Unidad	BT5C-AP		
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	3,91		
Cargo por Energía	cent S/ /kW.h	78,18		
CLIENTES A PENSIÓN Fija	Unidad	BT6		
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	3,66		
Cargo mensual por Potencia	cent S/ /Watt	31,80		
SERVICIO PREPAGO	Unidad	BT7		
BT7 No Residencial				
Cargo Fijo mensual - Códigos o Tarjetas	S/ /Usuario		2,64	
Cargo por Energía	cent S/ /kW.h		73,31	
BT7 Residencial: clientes con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes				
0 - 30 kW.h				
Cargo Fijo mensual - Códigos o Tarjetas	S/ /Usuario		2,54	
Cargo por Energía Activa	cent S/ /kW.h		52,72	
31 - 100 kW.h				
Cargo Fijo mensual - Códigos o Tarjetas	S/ /Usuario		2,54	
Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S/ /Usuario		15,61	
Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	cent S/ /kW.h		70,29	
BT7 Residencial: clientes con consumos mayores a 100 kW.h por mes				
Cargo Fijo mensual - Códigos o Tarjetas	S/ /Usuario		2,64	
Cargo por Energía Activa	cent S/ /kW.h		73,31	
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E) - NO RESIDENCIAL	Unidad	BT5B	BT5D	BT5E
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	3,66	3,66	3,43
Cargo por Energía	cent S/ /kW.h	74,46	80,45	74,12
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E) - RESIDENCIAL	Unidad	BT5B	BT5D	BT5E
a) Usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes				
0 - 30 kW.h				
Cargo Fijo Mensual	S/ /Usuario	3,50	3,50	3,29
Cargo por Energía Activa	cent S/ /kW.h	53,55	43,47	51,30
31 - 100 kW.h				
Cargo Fijo Mensual	S/ /Usuario	3,50	3,50	3,29
Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S/ /Usuario	16,06	13,04	13,09
Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	cent S/ /kW.h	71,38	67,96	71,06
b) Usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes				
Cargo Fijo Mensual	S/ /Usuario	3,66	3,66	3,43
Cargo por Energía Activa	cent S/ /kW.h	74,46	80,45	74,12
DOBLE MEDICION DE ENERGIA	Unidad	BT5F		
Cargo Fijo mensual	S/ /Usuario	6,27		
Cargo por Energía en horas punta	cent S/ /kW.h	125,10		
Cargo por Energía en horas fuera de punta	cent S/ /kW.h	48,12		

(/1) Aplicación de la Resolución 325-2021-05/CO que aprueba el Precio a Largo Plazo de Energía, Resolución 226-2021-05/CO que aprueba los Factores de actualización "a" indicados a partir del 04 de noviembre de 2021 para determinar los cargos unitarios por Compensación por Seguridad de Suministro de Energía Fija, por Pérdida, por Pérdida, por Pérdida y por Capacidad de Generación Eléctrica; Resolución N° 230-2021-05/CO, creación de la opción tarifaria BT5F (medición doble energía, en horas punta y fuera de punta).

6.4 Estructura Tarifaria publicada en El Peruano 30-09-2021 SEDAPAL



Estructura Tarifaria publicada en El Peruano el 30.09.2021

EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA TARIFA DIFERENCIADA POR VOLUMEN DE AGUA POTABLE Y SERVICIO DE ALCANTARILLADO

CATEGORÍA DOMÉSTICA

Si el volumen consumido está comprendido dentro del primer rango (0 a 20 m³) se le aplicará la tarifa correspondiente a dicho rango.

Ejemplo de aplicación

Facturar 20m³

A) Cálculo del importe a facturar por agua:

Rango de m ³	S/ m ³ unitario	m ³	S/ m ³ total
0 a 20	1.723	20	34.46
20 a 50	2.447		0.00
50 a más	6.253		0
Total		20	34.46

Cargo Fijo	5.798
------------	-------

B) Cálculo del importe a facturar por alcantarillado:

Rango de m ³	S/ m ³ unitario	m ³	S/ m ³ total
0 a 20	1.075	20	21.5
20 a 50	1.505		0.00
50 a más	2.980		0
Total		20	21.5

C) Registro en el recibo de consumo de agua y uso de alcantarillado:

ESTRUCTURA TARIFARIA			DETALLE DE FACTURACIÓN	
Rangos	Agua S/ m ³	Alcantarillado S/ m ³	Concepto	Importe
0 - 20	1.723	1.075	Volumen de Agua Potable	34.46
			Servicio de Alcantarillado	21.5
			Cargo Fijo	5.80
			IGV 18%	11.12
			Total	72.87

6.5 Pliego tarifario del servicio de distribución de Gas Natural de la empresa Cálidda

Categoría Tarifaria		Rango de Consumo	PRECIO MEDIO DE GAS Y COSTO MEDIO DE TRANSPORTE (1)		TARIFAS UNICAS DE DISTRIBUCIÓN (3)			
			Precio Medio del Gas Natural (2)	Costo Medio del Transporte del Gas Natural (2)		Costo Fijo de Comercialización (4)	Costo Fijo de Distribución (4)	Costo Variable de Distribución (4)
				Transporte del Gas	Recargos FISE (5)	Comercialización Fijo (CF)	Distribución Fijo (DF)	Distribución Variable (DV)
			S./m ³	S./m ³	S./m ³	S./mes	S./Sm ³ /día	S./Sm ³ /día
A1 (Sin P. Promoc.)	Hasta 30 sm ³ /mes	0.47627609				2.8733	----	0.96116189
A1 (Con P. Promoc.) (6)	Hasta 30 sm ³ /mes	0.17040763				2.8733	----	0.96116189
A2 (Sin P. Promoc.)	31 - 300 sm ³ /mes	0.47627609				9.2276	----	0.73726836
A2 (Con P. Promoc.) (6)	31 - 300 sm ³ /mes	0.17040763				9.2276	----	0.73726836
B	301 - 17.500 sm ³ /mes	0.47627609				87.0267	----	0.44165375
IP (7)	Independiente del Consumo	0.47627609	0.23366513	0.01055902	----	0.1111	0.9089	0.24406163
C	17.501 - 300.000 sm ³ /mes	0.47627609				0.1044	0.8531	0.22135180
GNV	Independiente del Consumo	0.47627609				0.0856	0.7001	0.18803299
D	300.001 - 900.000 sm ³ /mes	0.47627609				0.0763	0.6233	0.16449433
E	Mayor a 900.000 sm ³ /mes	0.47627609				0.4796	3.2529	0.12272150
GE	Independiente del Consumo	0.25716555				0.3398	2.3511	0.08846336

Factores de actualización del Pliego Tarifario (PPI, IAC, IPE e IPM) (8)

Componente de costo de la TU	Valor (Unidades)	Vigencia
Factor PPI	221.8	De Noviembre 2021 a Enero 2022
Factor IAC	443.9	
Factor IPE	195.2	
Factor IPM	123,389081	

1. Conforme lo dispuesto por la Resolución Osinergrin N° 073-2020-OS/CD.
 2. Tipo de Cambio S/. 4,0904, según lo dispuesto en el artículo 35 de la Resolución Osinergrin N° 054-2016-OS/CD, modificado por el artículo 6 de la Resolución Osinergrin N° 193-2020-OS/CD.
 3. Conforme lo dispuesto por la Resolución Osinergrin N° 055-2018-OS/CD, modificada por Resolución Osinergrin N° 098-2018-OS/CD.
 4. Tipo de Cambio S/. 3,9572, según lo dispuesto en el artículo 14 de la Resolución Osinergrin N° 055-2018-OS/CD.
 5. Recargo FISE vigente desde el 10 de Junio de 2012, según Ley N° 29852 y Reglamento Aprobado D.S. N° 021-2012-EM.
 6. Descuento del 62.76% del precio del gas natural en boca de pozo a los primeros 100,000 clientes, hasta por un consumo máximo de 1,500 m³.
 7. Instituciones Públicas (IP): Hospitales, centro de salud, instituciones educativas, entre otros.
 8. Publicación de los componentes del costo del pliego tarifario, según el artículo 21° de la RCD N° 054-2016-OS/CD.
 Los Cargos no incluyen IGV (18%).

2. Cargos Máximos por Corte y Reconexión del servicio de Distribución, Cargos por Inspección, Supervisión y Habilitación de la Instalación Interna; Topes Máximos de Acometida y Derechos de Conexión.

2.1. Cargos Máximos por Corte y Reconexión del Servicio de Distribución de Gas Natural

Tipo de Corte (i)	Categoría y Características del consumidor (cifras en S/.)		
	Categoría A (A1 y A2)	Categoría B (i)	Categoría C y D Acero Polietileno
(i) Cierre del servicio	27.59		354.73
(iii) Retiro de los componentes de la acometida	40.36		447.60
(iii) Corte del servicio	698.83	710.99	1,127.35 741.64

Tipo de Reconexión (i)	Categoría y Características del consumidor (cifras en S/.)		
	Categoría A (A1 y A2)	Categoría B (i)	Categoría C y D Acero Polietileno
(i) Reconexión por cierre del servicio	32.18		237.38
(iii) Reconexión de los componentes de la acometida	69.15		
(iii) Reconexión por corte del servicio	742.52		1,011.19 822.51

1/ La descripción y secuencia de aplicación de las modalidades de corte o reconexión, serán las establecidas en la Resolución Osinergrin N° 371-2006 OS/CD o aquella que la sustituya.
 2/ Cargos aplicables a las Instituciones Públicas (IP).
 Los Cargos incluyen IGV (18%).
 Tipo de Cambio S/. 3,9572.

2.2. Topes Máximos de Acometida (Consumidores con consumos menores o iguales a 300 m³/mes)

Tipo de Acometida	Tipo de Muro (cifras en S/.)	
	Muro Existente	Muro Construido
Con Medidor G 1.6 (Hasta 2.5 Sm ³ /h)	620.86	770.72
Con Medidor G4 (Hasta 6 Sm ³ /h)	690.60	840.46
Con Medidor G6 (Hasta 10 Sm ³ /h)	1,450.02	1,638.31

Para el caso de Instituciones Públicas (IP) los topes máximos serán de acuerdo a su consumo.
 Los Cargos incluyen IGV (18%).
 Tipo de Cambio S/. 3,9572.

2.3. Cargo por Inspección, Supervisión y Habilitación de la Instalación Interna (Categorías con consumos mayores a 300 m³/mes)

Proceso	Clientes Comerciales (cifras en S/.)	Clientes Industriales y GNV
Inspección	262.79	411.83
Supervisión	322.34	644.24
Habilitación	436.80	1,886.60
TOTAL	1,021.93	2,942.67

La calificación de Instalaciones Internas de clientes Comerciales, Industriales o GNV, se hará conforme a lo establecido en las Normas Técnicas NTP 111.011; NTP 111.010 y NTP 111.019.
 Los Cargos incluyen IGV (18%).
 Tipo de Cambio S/. 3,9572.

2.4. Derecho de Conexión y Factor K (1)

Categoría	Derecho de Conexión S. / (m ³ d)	Factor K
A1 y A2 (2)	468.24	9
B	33.80	3
C	19.15	3
D	17.02	3
E	9.22	3
GNV	85.10	3
GE	3.55	3

1/ Factores "K" aplicables al procedimiento de Viabilidad de Nuevos Suministros aprobados mediante Resolución Osinergrin N° 056-2009-OS/CD.
 2/ Para las categorías A1 y A2 se considera un consumo promedio mensual de 0.55 m³/d.
 3/ El Derecho de Conexión aplicable a las Instituciones Públicas (IP) es igual al de la Categoría Tarifaria B.
 Los cargos no incluyen IGV (18%).
 Tipo de Cambio S/. 3,9572.

6.6 Ficha técnica del Calentador a Gas: DC-140-040-AT AQUA TÉRMICA

AQUA THERMICA

SATISFACCION Y CONFORT PROTEGIENDO EL MEDIO AMBIENTE

- AGUA CALIENTE
- CALEFACCIÓN
- SISTEMAS SOLARES
- SAUNAS
- PISCINAS
- EQUIPOS HIDRONEUMATICOS
- INSTALACIONES MECANICAS

FICHA TÉCNICA

CALENTADOR A GAS: DC- 140 – 040-AT

Calentador a gas para trabajo duro, de alta Recuperación, fabricado íntegramente en plancha de acero inoxidable calidad 304- 2B. El tanque interior, es fabricado en plancha de 4 mm de espesor para otorgarle resistencia a altas presiones de trabajo y mayor duración a la corrosión.

El diseño del calentador es tener un reducido volumen de agua en el interior del equipo, con un quemador de gran potencia que permite un alto rendimiento con una mayor recuperación en litros / hr. De agua caliente en menor tiempo, con un bajo consumo de gas.

Los Calentadores AQUATHERM, son fabricados bajo la NORMA ASME y sus respectivas adendas actualizadas

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Modelo	DC-140-040-AT
Capacidad del Tanque	150.00 lit.
Capacidad del Tanque	40.00 Gl.
Diámetro exterior	52.00 cm.
Altura total	150.00 cm.
Material del tanque interior	Acero inoxidable calidad 304-2B
Espesor de la plancha de tanque interior	4.00 mm.
Material de la cubierta exterior	Acero inoxidable Calidad 304-2B
Espesor de la plancha de cubierta exterior	0.5 mm.
Aislante Térmico	Poliuretano Expandido de 2" esp.
Presión de diseño	150 psi.
Presión de Trabajo	80 Psi
Diámetro de Man hole	30 cm.
Peso Vacío	380 kg.
Peso Lleno con agua	460 kg.
Diámetro de Chimenea	5.0 Pulg.
Protección anticorrosiva	02 Varillas de ánodo de Magnesio



INSTRUMENTOS DE SEGURIDAD Y CONTROL

Control de encendido de gas	Válvula Solenoide Honeywell
Control de Temperatura	Termostato Honeywell
Control de sobrecalentamiento	Termostato Eco italiano
Medidor de Temperatura	Termómetro de 4" de dial
Válvula de Seguridad	Válvula de Alivio por Temperatura (99 °C) y Presión (125 Psi) de 3/4"
Encendido electrónico	Programador Honeywell de encendido con barrido de fallas de combustión
Sistema de Seguridad de gas	Piloto de gas con sensor termocupla

ALCANCES TECNICOS

Rendimiento a 40 °C	820.00 lit./hr.
Rendimiento a 50 °C	620.00 lit./hr.
Demanda de Personas/hr.	30 personas
Temperatura Máxima	80 °C
Requerimiento eléctrico	220 V./2 A.
Garantía al tanque	10 años

SISTEMA DE COMBUSTION

Quemador tipo Velas	Unid.	04
Conexión de gas	Pulg.	1/2"
Presión de trabajo de gas	G.L.P.	30.0 mbar.
	G.N.	20.0 mbar.
Capacidad Calorifica	Kw./hr	41.00
Consumo de Combustible	G.L.P	1.44 gl./hr.
	G.N.	3.75 m3/hr.

DETALLES DE CONEXIONES

Conexión agua Caliente Sup.	Pulg.	1"
Conexión agua Fría Sup.	Pulg.	1"
Altura de Conexión AC/AF	cm.	160.00
Conexión Lateral superior	Pulg.	1"
Conexión Lateral inferior	Pulg.	1"
Válvula de Purga	Pulg.	3/4"

LA EMPRESA SE RESERVA EL DERECHO DE REALIZAR CAMBIOS SIN PREVIO AVISO EN LA MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Portada del Sol # 885 - Urb. Zarate - S.J.L. - LIMA: Telf. 01- 6479132 / CEL. 975455825 web.: www.aquatermica.com