

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**SISTEMA DE CALEFACCIÓN DOMÉSTICO RURAL BASADO
EN ENERGÍA SOLAR PARA LA LOCALIDAD DE
ACOBAMBILLA, HUANCVELICA**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico, que presenta el bachiller:

DARIO ENRIQUE ACUÑA URBINA

ASESOR: Enrique José Barrantes Peña

Lima, octubre de 2018



A Dios,
a mi esposa Jessica
a mi madre Isabel y
a mis abuelos papá Dario y mamá Fera.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por todo lo que me ha dado. A mi madre, a mis abuelos, a mis hermanas y a toda mi familia por el apoyo incondicional que siempre me brindan.

A mi asesor Enrique Barrantes Peña por su apoyo para la realización de este trabajo y a mis amigos por la ayuda brindada.



RESUMEN

En el presente trabajo tuvo como objetivo diseñar un sistema de calefacción doméstico rural basado en energía solar para una vivienda ubicada en la localidad de Acobambilla, Huancavelica. Se consideró una vivienda de aproximadamente 50m² ocupada por 6 habitantes.

Inicialmente se evaluaron las condiciones ambientales y las características actuales de las viviendas. Luego se analizaron varias propuestas de calefacción, y se estableció un diseño basado en un intercambiador de calor ubicado en el techo de la vivienda, el cual usa la energía solar para calentar un fluido caloportador que luego circulara dentro de la vivienda, transfiriendo calor en el ambiente interior, por medio de radiadores o intercambiadores de calor, para alcanzar las condiciones de confort deseadas.

Como resultado se ha propuesto un sistema de calefacción que opera con aceite térmico (Shell Termia Oil), con una vida útil superior a las 25000 horas de trabajo, empleando un caudal de 1.01 L/s. Dicho sistema de calefacción desarrolla una potencia de 1009 Watts, transfiriendo 1400kJ de energía que permite mantener temperaturas internas de 18°C dentro de las viviendas, con temperaturas exteriores de 5°C.

Finalmente se ha evaluado el costo de la elaboración del proyecto, costo de instalación y la fabricación, dando por resultado un valor total de S/ 1,117 para la elaboración del Proyecto y de S/. 10,376.95 para la construcción y montaje del sistema de calefacción.



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TÍTULO : SISTEMA DE CALEFACCIÓN DOMÉSTICO RURAL BASADO EN ENERGÍA SOLAR PARA LA LOCALIDAD DE ACOBAMBILLA, HUANCVELICA

ÁREA : Energía # 414

PROPUESTO POR : Ing. Enrique Barrantes Peña

ASESOR : Ing. Enrique Barrantes Peña

TESISTA : Dario Enrique Acuña Urbina

CÓDIGO : 20094040

FECHA : 25 de septiembre de 2017



DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS:

En Perú, diversas regiones del sur y la sierra son afectadas a causa de las bajas temperaturas, el friaje y las heladas que se presentan recurrentemente. En estas regiones, ubicadas a más de 4000msnm en su mayoría, la temperatura puede llegar a 18 grados bajo cero. Como consecuencia de ello, los pobladores están expuestos a enfermedades respiratorias y heridas en la piel, lo cual ocasiona la muerte de muchas personas, y una de las localidades más afectadas de la Región Huancavelica es Acobambilla, por el fenómeno de friaje y heladas que se presenta todos los años.

Por tanto, a fin de dotar a las viviendas de esa localidad mejores condiciones de habitabilidad es que se propone el presente trabajo, cuyo objetivo es el diseño de un sistema de calefacción doméstico rural que utilice como fuente principal de energía a la energía solar para dotar de condiciones de confort térmico a las viviendas de la localidad de Acobambilla, Huancavelica.

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

**“SISTEMA DE CALEFACCIÓN DOMÉSTICO RURAL BASADO EN ENERGÍA SOLAR
PARA LA LOCALIDAD DE ACOBAMBILLA, HUANCAMELICA”**

Introducción

1. Características del proyecto
2. Diseño y selección de componentes del sistema de calefacción
3. Presupuesto del proyecto


Planos

Conclusiones

Bibliografía

Anexos

Máximo: 100 páginas



Ing. Enrique J. Barrantes P.
Asesor



ÍNDICE

Índice de tablas.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	2
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Descripción y características de las condiciones ambientales.....	2
1.2.1 Temperatura.....	3
1.2.2 Humedad.....	5
1.2.3 Temperatura de punto de rocío.....	6
1.2.4 Velocidad del viento.....	6
1.3 Características de radiación solar.....	7
1.4 Descripción de las viviendas.....	9
1.4.1 Características de las viviendas.....	9
1.4.2 Cantidad de habitantes.....	10
1.4.3 Cantidad de habitantes por vivienda.....	11
1.5 Condiciones de confort térmico.....	12
1.6 Métodos de calefacción.....	13
1.6.1 Viviendas con invernadero de plástico.....	13
1.6.2 Vivienda de claraboyas tipo ductos solares.....	14
1.6.3 Ventanas de doble vidrio tipo catedral.....	15
1.6.4 Cocina o fogón.....	16
1.6.5 Muros trombe.....	16
1.6.7 Paredes de piedras.....	17
1.7 Selección del sistema de calefacción.....	18
1.7.1 Componentes del sistema.....	20
1.7.2 Balance de energía.....	20
1.7.3 Evaluación del fluido caloportador.....	22
1.8 Condiciones para el diseño.....	22
1.8.1 Condiciones climatológicas del diseño en verano.....	23
1.8.2 Condiciones climatológicas del diseño en invierno.....	23

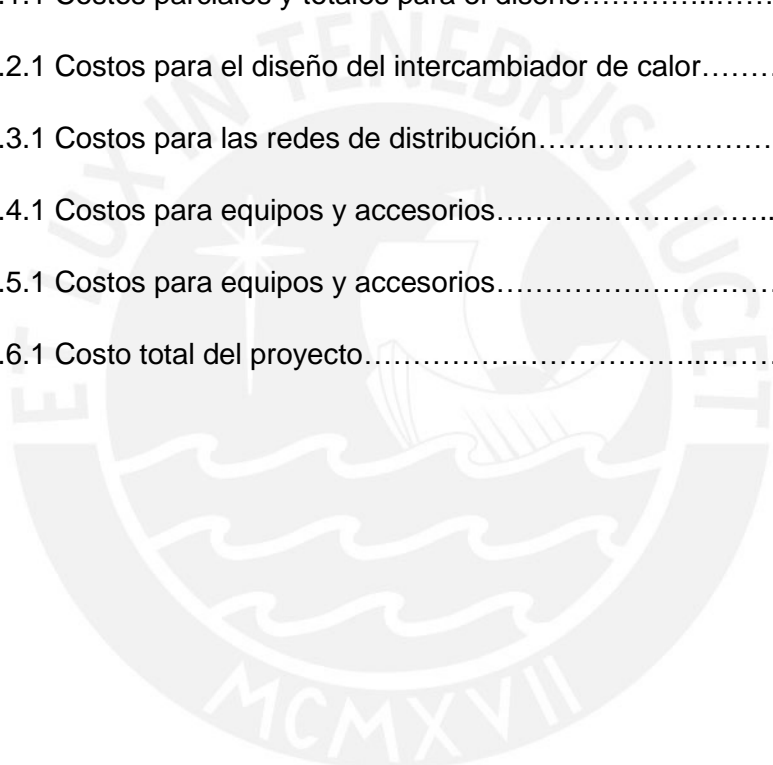
CAPÍTULO 2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN.....	25
2.1 Parámetros de diseño.....	25
2.1.1 Temperatura de ingreso y salida del aire.....	25
2.1.2 Presión atmosférica.....	25
2.1.3 Dimensiones de la vivienda.....	26
2.2 Balance energético para la persona.....	28
2.2.1 Área corporal de una persona.....	30
2.2.2 Calor por metabolismo.....	30
2.2.3 Pérdida de calor de la piel por convección y radiación.....	30
2.2.4 Pérdida de calor por evaporación de la piel.....	32
2.2.5 Tasa de pérdida de calor por convección en la respiración.....	33
2.2.6 Tasa de pérdida de calor por evaporación en la respiración.....	33
2.2.7 Calor que se debe entregar a la persona para mantener el balance de energía.....	33
2.3 Temperatura en el interior de las viviendas.....	33
2.3.1 Energía térmica requerida.....	34
2.3.2 Temperatura en las viviendas al término del día.....	34
2.4 Análisis del sistema de captación solar.....	35
2.4.1 Cálculos para la obtención de la potencia útil.....	38
2.4.1.2 Coeficiente de pérdidas relativas al techo.....	38
2.4.1.3 Coeficiente de pérdidas relativa al tubo.....	38
2.4.1.4 Calculo de α_t , α_p y α_r	38
2.4.1.5 Calculo de Pérdidas globales U_L y factor de eficiencia F	39
2.4.1.6 Calculo de Factor de la tubería F_1 y factor de remoción F_r	39
2.4.1.7 Calculo de la radiación solar útil S	39
2.4.1.8 Calculo de la potencia útil.....	40
2.4.1.9 Verificación de las temperaturas.....	40
2.5 Materiales y equipos para el diseño.....	43
2.5.1 Techo de captación solar.....	43
2.5.1.1 Carga de nieve.....	44

2.5.1.2 Carga exterior de viento.....	44
2.5.1.3 Carga interior de viento.....	45
2.5.2 Fluido caloportador.....	46
2.5.2.1 Flujo másico del fluido caloportador.....	48
2.5.2.2 Capacidad energética del caloportador.....	48
2.6 Tuberías para el intercambiador de calor.....	50
2.6.1 Materiales de las tuberías del intercambiador de calor.....	50
2.6.2 Dilatación de las tuberías.....	50
2.6.3 Dimensionamiento de las tuberías del intercambiador de calor.....	51
2.6.4 Resistencia de las tuberías en el intercambiador de calor.....	56
2.7 Redes de distribución.....	59
2.7.1 Aislamiento de las tuberías de distribución.....	59
2.7.2 Tuberías de distribución.....	60
2.7.3 Radiadores.....	61
2.7.4 Accesorios.....	64
2.7.5 Pérdida de carga en las tuberías y accesorios.....	66
2.7.6 Bomba de distribución del fluido caloportador.....	68
CAPÍTULO 3. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	77
3.1 Costos de ingeniería.....	77
3.2 Costos de materiales directos para el diseño.....	78
3.3 Sistema de redes de distribución.....	79
3.4 Equipos y accesorios.....	80
3.5 Costo de instalación.....	80
3.6 Costo total del proyecto.....	81
CONCLUSIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.2.1 Características ambientales de Acobambilla para el mes de julio.....	4
Tabla 1.2.2 Humedad de Acobambilla para el mes de julio.....	5
Tabla 1.4.2 Distribución de la población por edad y género en Huancavelica.....	12
Tabla 1.4.3 Cantidad de habitantes por vivienda en Huancavelica.....	12
Tabla 2.2.1 Calor metabólico en relación con las actividades realizadas.....	28
Tabla 2.2.3 Factores para la resistencia de vestimenta.....	31
Tabla 2.2.3 Coeficientes convectivos según actividad de la persona.....	32
Tabla 2.3.2 Propiedades del aceite térmico a 80°C.....	34
Tabla 2.4.1 Inclinación del techo de captación.....	35
Tabla 2.4.2 Datos conocidos para el cálculo de la potencia útil.....	38
Tabla 2.4.3 Valores asumidos para la primera iteración.....	38
Tabla 2.4.4 Valores asumidos para la segunda iteración.....	42
Tabla 2.4.5 Resultados de los cálculos para la segunda iteración.....	42
Tabla 2.4.6 Valores asumidos para la tercera iteración.....	42
Tabla 2.4.7 Resultados de los cálculos para la tercera iteración.....	43
Tabla 2.5.1 Propiedades del policarbonato.....	44
Tabla 2.5.2 Factores de forma (C).....	46
Tabla 2.5.3 Factores de forma para determinar cargas adicionales (C).....	47
Tabla 2.5.4 Características técnicas medias.....	48
Tabla 2.5.5 Datos de diseño típicos para aceite Shell Thermia Oil B.....	50
Tabla 2.6.1 Composición química nominal para acero ASTM A106.....	51
Tabla 2.6.2 Propiedades mecánicas para acero ASTM A106.....	51

Tabla 2.7.1 Espesores del aislamiento para tuberías.....	60
Tabla 2.7.2 Numero de soportes por radiador.....	64
Tabla 2.7.3 Coeficientes de perdida en accesorios.....	68
Tabla 2.7.4 Presión atmosférica en función de la altura sobre nivel del mar.....	69
Tabla 2.7.5 Parámetros geométricos de la instalación.....	71
Tabla 2.7.6 Longitudes equivalentes para accesorios.....	72
Tabla 2.7.7 Pérdidas dinámicas a partir de las longitudes equivalentes.....	73
Tabla 3.1.1 Costos parciales y totales para el diseño.....	78
Tabla 3.2.1 Costos para el diseño del intercambiador de calor.....	79
Tabla 3.3.1 Costos para las redes de distribución.....	80
Tabla 3.4.1 Costos para equipos y accesorios.....	81
Tabla 3.5.1 Costos para equipos y accesorios.....	82
Tabla 3.6.1 Costo total del proyecto.....	8



INTRODUCCIÓN

En Perú, diversas regiones del sur son afectadas a causa de las bajas temperaturas, el friaje y las heladas que se presentan todos los años durante los meses de mayo y agosto principalmente en los departamentos de Cuzco, Junín, Huancavelica, Arequipa, Ayacucho y Puno. Estas bajas temperaturas ocasionan el fallecimiento de decenas de personas, debido a que agudizan las enfermedades respiratorias de los habitantes de estas localidades. De acuerdo con el Minsa, durante los meses de mayo y junio de 2016, se presentaron 311655 casos de enfermedades respiratorias en estas zonas. De los cuales 48 personas terminaron fallecidas. Huancavelica es una de las ciudades más afectadas por este fenómeno climatológico y a la vez uno de los lugares de mayor pobreza en el país.

La población más vulnerable en estas condiciones son los niños y ancianos, lo que ocasiona altos índices de mortandad, enfermedades respiratorias y desnutrición. Algunas de las causas de estos índices son la mala alimentación, carencia de viviendas adecuadas, vestimentas inadecuadas, falta de conocimiento en conceptos isotérmicos, de ventilación y aprovechamiento de la energía solar, entre otros. (Harman, 2010)

Huancavelica es uno de los departamentos más afectados por el friaje y heladas que se presenta todos los años, para contrarrestar estos problemas, el Ministerio de Salud envía módulos de atención a algunas de las regiones más afectadas, además se realizan campañas de donación de ropa, frazadas y medicinas; sin embargo, esto no es suficiente y los afectados se incrementan año tras año.

El objetivo del presente trabajo consistirá en diseñar un sistema de calefacción domestico rural basado en energía solar en el distrito de Acobambilla, Huancavelica, con el fin de enfrentar las bajas temperaturas en las que viven las personas de esta localidad.

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

1.1 Generalidades

El siguiente proyecto consiste en resolver el problema de falta de acondicionamiento térmico para una vivienda en la ciudad de Acobambilla, Huancavelica con la finalidad de evitar enfermedades crónicas a causa de las bajas temperaturas. Por lo tanto, el siguiente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema de calefacción rural doméstico basado en energía solar, el cual pueda atender las necesidades de confort térmico en viviendas de esta ciudad, de esta forma de evitar que las enfermedades respiratorias se agudicen al punto de causar el fallecimiento de los pobladores en épocas de friaje.

1.2 Descripción y características de las condiciones ambientales

El lugar donde se realizará el proyecto es el distrito de Acobambilla, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica. Huancavelica es uno de los departamentos más pobres de Perú con solo el 0.96% del PBI nacional. Según cifras oficiales, el 83% de su población vive en estado de pobreza. Acobambilla, latitud 12°40'1", es uno de los diecinueve distritos de la provincia de Huancavelica ubicada a 3935 m.s.n.m con una superficie total de 758.32 km² y una población de 3795 habitantes. Se encuentra a 190km desde la ciudad de Huancavelica por la ruta de la mina Martha distrito de Manta. Huancavelica es un departamento de Perú situado en la zona centro-sur del país y es el departamento con mayor pobreza económica del Perú.



Figura 1: Ciudad de Acobambilla.

Fuente: Mapio (Ref. 1)

SENAMHI proporcionó el mapa de temperaturas mínimas del percentil 10, periodo promedio 1971-2000. De este mapa, se pueden observar las temperaturas del mes de julio para distintos departamentos de Perú. El mes de julio es el mes que presenta las menores temperaturas en épocas de friaje, por ello la importancia de conocer cuáles son estas. Como se observa, el departamento de Huancavelica presenta temperaturas mínimas que varían entre -11°C y -14°C para este mes.

El distrito de acobambilla, en la provincia de Huancavelica, es una de las zonas más afectadas en épocas en las que ocurre este fenómeno de bajas temperaturas, además de ser una de las ciudades de mayor pobreza económica de este departamento. Por esta razón se requieren conocer las características ambientales para este distrito.

Tabla 1.2.1 Características ambientales de Acobambilla para el mes de julio

Estación : ACOBAMBILLA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : HUANCAVELICA			Provincia : HUANCAVELICA			Distrito : ACOBAMBILLA			Ir : 2015-07 ▼			
Latitud : 12° 40' 1"			Longitud : 75° 19' 1"			Altitud : 3935						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jul-2015	17.6	1.4	2.5	15.8	9.8	1.8	11.8	8.5	0	0	W	4
02-Jul-2015	16.5	2.7	4.1	14.8	9.8	3.5	13	8.9	0	6.3	W	4
03-Jul-2015	14.2	.8	3.2	13.8	8.8	2.6	11.8	6.4	.5	7.4	SE	4
04-Jul-2015	13.4	.4	1	12.2	8.4	.8	10.8	7.6	0	0	SE	8
05-Jul-2015	16.4	.6	1	15.2	11.4	.8	13.8	9.6	0	0	E	4
06-Jul-2015	17.1	-5.2	4.2	16.8	10.2	.6	14.6	8.6	0	0	SE	6
07-Jul-2015	17.4	-5.6	5.2	15.6	10.2	1.8	13.6	8.6	0	0	SE	6
08-Jul-2015	16.3	-4.6	1.2	15.8	10.8	.4	12.7	8.9	0	0	W	6
09-Jul-2015	17.5	-.9	1.7	16.6	11.8	.8	13	8.8	0	0	E	6
10-Jul-2015	17.4	1	2.4	15.8	10.2	1.2	13.9	8.8	0	0	E	8
11-Jul-2015	17.5	.6	1.8	15.8	11.4	1	13.6	9.8	0	0	W	10
12-Jul-2015	17.7	-1.2	2	15.8	11.4	1.5	13.9	9.9	0	0	SE	6
13-Jul-2015	19.8	-1.1	.8	16.9	11.2	.4	14.8	9.9	0	0	W	10
14-Jul-2015	18.3	-4.8	4.2	16.8	9.8	3	13.4	8.4	0	0	C	
15-Jul-2015	17.1	-.9	1.8	14	9.8	1	12.2	8.4	0	0	NW	4
16-Jul-2015	17	-.6	1	15.7	10.2	.4	12.2	9	0	0	E	6
17-Jul-2015	17.5	-2.7	1.5	14.8	9.8	1	11.2	8.2	0	0	E	4
18-Jul-2015	16.8	-.7	1.8	14.7	9.2	.8	10.4	7.9	0	0	W	4
19-Jul-2015	18.4	-1.1	2.4	17.9	10.2	.8	12.4	8.6	0	0	SE	6
20-Jul-2015	17.8	-2.2	1.8	16.9	9.8	.4	11.2	8.2	0	0	W	6
21-Jul-2015	17.3	-2.1	.8	15.5	10.8	.4	13.2	8.6	0	0	C	
22-Jul-2015	16.4	.6	1.1	15.8	11.8	.8	13.2	9.9	0	0	W	6
23-Jul-2015	18.7	3.2	4.4	18.3	13.4	4	15.2	10.2	0	0	NW	6
24-Jul-2015	18.6	-1	.8	17.2	10.2	.4	13.6	8.4	0	0	W	4
25-Jul-2015	18.2	-2.2	1.7	16.8	10.4	1	12.2	8.8	0	0	SE	6
26-Jul-2015	18.3	-2	1.2	17.8	10.8	.8	14.2	9.2	0	0	SE	8
27-Jul-2015	20	-2.5	1.3	18.8	13.2	1	13.9	10.4	0	0	SE	8
28-Jul-2015	19.1	1.1	2.7	17.6	11.8	2	14.2	9.2	0	0	SE	6
29-Jul-2015	17.7	.6	1.2	15.8	10.8	.8	13.6	8.4	0	0	SE	8
30-Jul-2015	17.3	-.4	1.3	15.9	10.4	.8	13.7	8.8	0	0	SE	6
31-Jul-2015	16.5	1	1.9	14.6	8.2	1.2	9.3	7.6	0	0	W	6

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística
 * Información sin Control de Calidad
 * El uso de esta información es bajo su entera Responsabilidad

Fuente: SENAMHI (Ref. 3)

Como se observa en la tabla anterior, las características ambientales que se desean conocer son las que se dan cuando la temperatura presenta sus condiciones extremas, por esto, se presenta información de cada día durante el mes de julio del año 2015. Se escogió dicho año, ya que en este se presentaron las condiciones climatológicas más perjudiciales de los últimos 5 años para la región. Aquí se puede ver que la temperatura mínima fue de -5.6°C y ocurrió el día 7 de julio de 2015.

1.2.2 Humedad

La humedad relativa mide la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire, respecto de la cantidad de agua máxima que puede tener a una cierta temperatura. La humedad relativa debe mantenerse de 30-60% para considerar un ambiente saludable. Una humedad relativa alta en una vivienda genera problemas en la respiración, baja liberación de toxinas por la respiración, deterioro de los materiales y la proliferación de hongos. Mientras que una humedad relativa baja acentúa las alergias y proliferan los resfriados (Hernández y Micaló, 2014)

Tabla 1.2.2 Humedad de Acobambilla para el mes de julio

Día/mes/año	Humedad (%)
01-Jul-2015	58.96
02-Jul-2015	74.23
03-Jul-2015	83.08
04-Jul-2015	77.33
05-Jul-2015	47.54
06-Jul-2015	38.54
07-Jul-2015	28.42
08-Jul-2015	26.83
09-Jul-2015	38.5
10-Jul-2015	39.08
11-Jul-2015	53.78
13-Jul-2015	25.7
14-Jul-2015	43.04
15-Jul-2015	43.63
16-Jul-2015	41.33
17-Jul-2015	38
18-Jul-2015	36.17
19-Jul-2015	28.58
20-Jul-2015	29.67
21-Jul-2015	40.38
22-Jul-2015	51.96
23-Jul-2015	56.83
24-Jul-2015	56.96
25-Jul-2015	47.43
26-Jul-2015	30.29
27-Jul-2015	27.5
28-Jul-2015	33.33
29-Jul-2015	39.3
30-Jul-2015	43.25
31-Jul-2015	49.71

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: SENAMHI (Ref. 3)

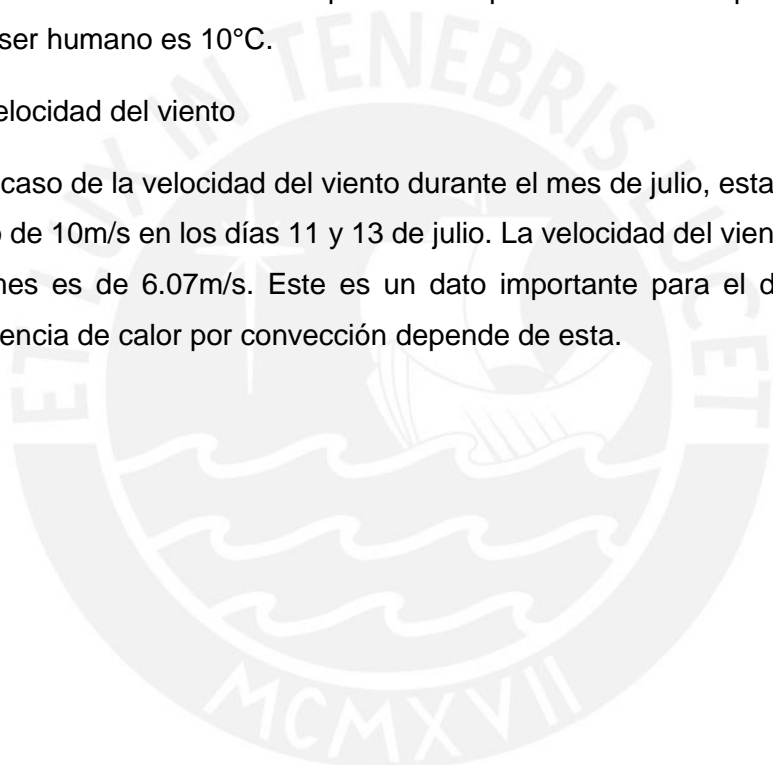
De la tabla anterior se puede ver que la humedad máxima en el mes de julio fue de 83.08% y ocurrió el día 3 de julio de 2015. Mientras que la humedad promedio durante este mes fue de 42.88%.

1.2.3 Temperatura de punto de rocío

El punto de rocío es una característica que se atribuye al momento en el que se condensa el vapor de agua en un ambiente. Esta característica está relacionada con la temperatura y la humedad relativa. De manera tal que si aumenta la humedad relativa y la temperatura se mantiene constante aparece el punto de rocío. A esta temperatura se le denomina temperatura de punto de rocío. El punto de rocío ideal para el ser humano es 10°C.

1.2.4 Velocidad del viento

Para el caso de la velocidad del viento durante el mes de julio, esta alcanzó un valor máximo de 10m/s en los días 11 y 13 de julio. La velocidad del viento promedio para dicho mes es de 6.07m/s. Este es un dato importante para el diseño, ya que la transferencia de calor por convección depende de esta.



1.3 Características de radiación solar

La irradiación solar es una de las variables más importantes, debido a que es la fuente de energía utilizada en la gran mayoría de los procesos en nuestro planeta; Sin embargo, su medición es escasa debido a los altos costos de los instrumentos de mediciones requeridos, así como de su mantenimiento. En este contexto, se hace necesario utilizar herramientas para la generación de datos de irradiación solar en zonas que no disponen de estos, para lo cual se recurre a diferentes métodos que permiten estimar esta variable en función de otras variables o parámetros conocidos o de más fácil medición, como la heliofanía¹ y temperaturas (SENAMHI, 2003).

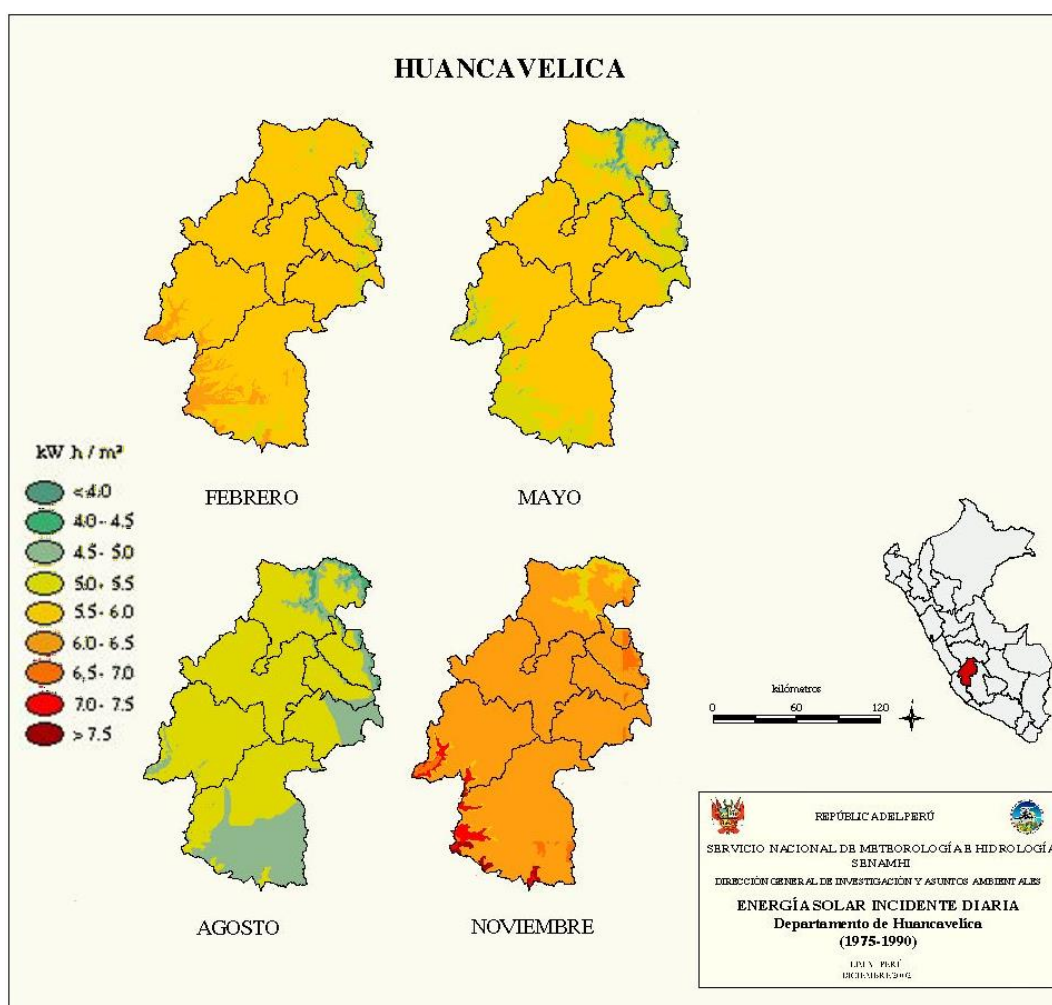


Figura 3: Mapa de irradiación solar en Huancavelica

Fuente: Atlas Solar del Perú (Ref. 4)

¹ Es el tiempo en horas durante el cual el sol tiene un brillo solar efectivo en el que la energía solar directa alcanza o excede un valor umbral. Varía entre 120 y 210 W/m^2 y depende de la localización geográfica.

De la figura 3 se observa que el mes que presenta los niveles más bajos de irradiación solar es agosto con valores de 5 a $5.5 \frac{kWh}{m^2}$. La irradiación solar anual promedio en Huancavelica es de $5.5 \frac{kWh}{m^2}$.

Es importante diferenciar los términos radiación e irradiación, el término radiación se aplica al cuerpo que radia, mientras que el término irradiación al objeto expuesto a la radiación. Estrictamente, la superficie terrestre es irradiada; sin embargo, aún hoy en día suele usarse el término radiación para referirse a la irradiación (Rodríguez y Gonzáles, 1992).

1.4 Descripción de las viviendas

En el departamento de Huancavelica se tienen 157 070 viviendas según el censo de 2007. Esto representó un crecimiento respecto del censo de 1993 en 37.3%. Este crecimiento se produjo sobre todo en el área urbana, que creció 46% en el mismo periodo, mientras que el medio rural creció en 34%. Las viviendas que más se incrementan son las chozas o cabañas y las independientes. En cuanto al acceso a los servicios básicos, se calcula que en el 2011 el 49.8% de la población contaba con abastecimiento de agua potable de la red pública y el 27.1% contaba con servicios higiénicos adecuados. Si bien existe un avance notable en comparación con el 2007, las cifras son poco alentadoras aún. Por otro lado, la cobertura del alumbrado público si habría experimentó un avance positivo y en el 2011 cubrió al 82.3% de las viviendas (Huancavelica ORG, 2017).

1.4.1 Características de las viviendas

Los materiales más usados para la construcción de las casas en Huancavelica son el adobe y pisos de tierra. Debido a la geografía del lugar, la cual dificulta la llegada de los servicios de la red pública, la inversión para tener mayor cobertura de estos servicios es alta, lo cual representa un problema para las viviendas rurales.

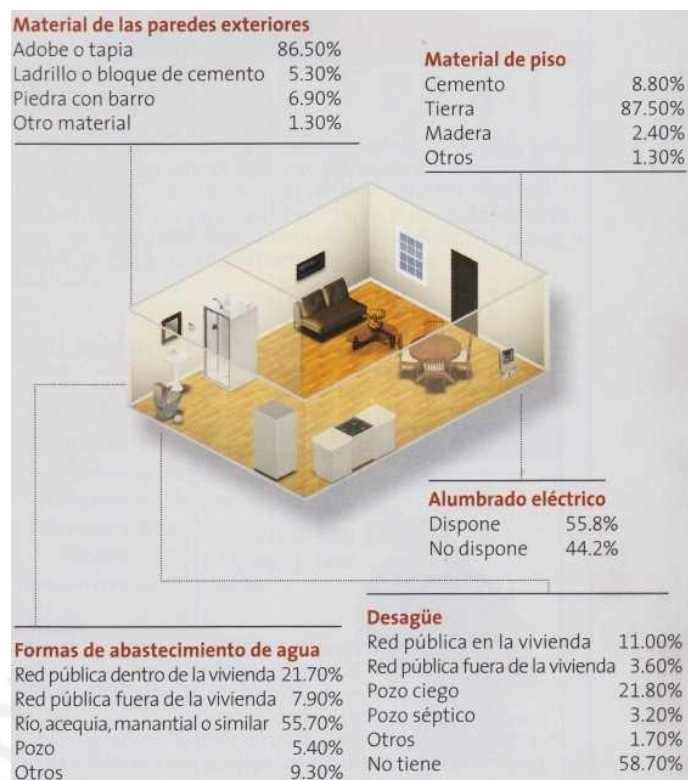


Figura 4: Características de las viviendas en Huancavelica

Fuente: Huancavelica Org (Ref. 5)

De la figura 4 se observa que el material predominante para la construcción de paredes de las casas en Huancavelica es el adobe con 86.50%. En segundo lugar, se encuentra la piedra con barro con 6.90% y en tercer lugar el ladrillo o bloque de cemento con 5.30%. En el caso de los pisos, la tierra se encuentra en primer lugar con 87.50%, seguida del cemento con 8.80%.

En cuanto a los servicios básicos, la forma de abastecimiento de agua para las viviendas se da principalmente por medio del río, acequia y manantial con 55.70% y en segundo lugar a través de la red pública dentro de la vivienda con 21.70%.

En el caso del desagüe, la mayoría de las viviendas carece de este servicio, estos representan un porcentaje de 58.70%, la segunda forma más usada para los desagües es el pozo ciego con 21.80%. Finalmente, con relación al alumbrado eléctrico, el 44.2% de la población no posee este servicio.



TECHO	Viguetas de madera con dimensiones irregulares y cobertura de plancha de calamina metálica.
PISO	De tierra, el cual recoge la humedad del medio ambiente
MURO	Tapial e= 0.40m., presencia de orificios por donde filtra el aire.
PUERTAS Y VENTANAS	Puerta de bastidor de madera con plancha de calamina

Figura 5: Estado de las viviendas rurales en Huancavelica

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Ref. 6)

La figura 5 muestra los principales materiales usados en los techos, pisos, muros, puertas y ventanas de las típicas viviendas rurales en Huancavelica. A continuación, se muestra las vistas de planta y elevación de dichas viviendas.

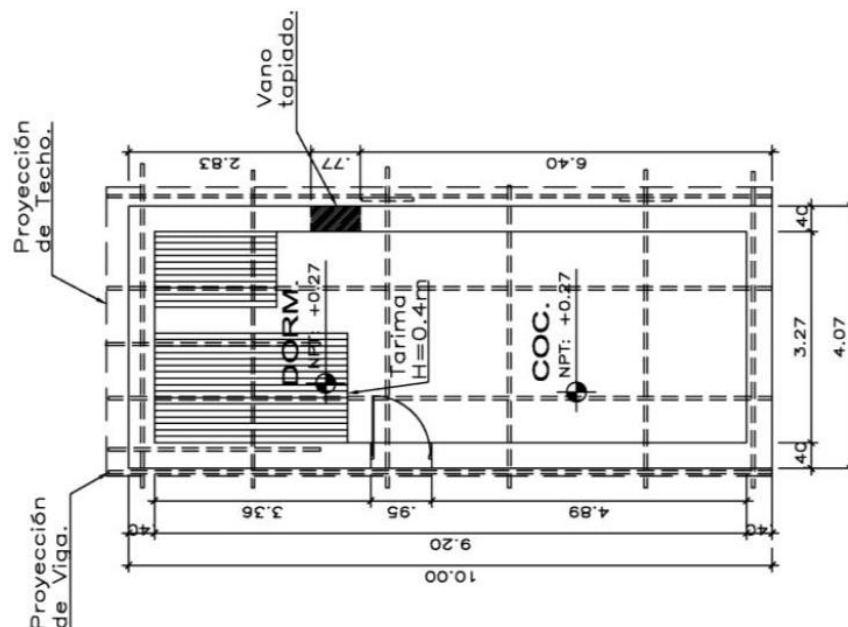


Figura 6: Vistas de planta de la típica vivienda rural en Huancavelica

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Ref. 6)

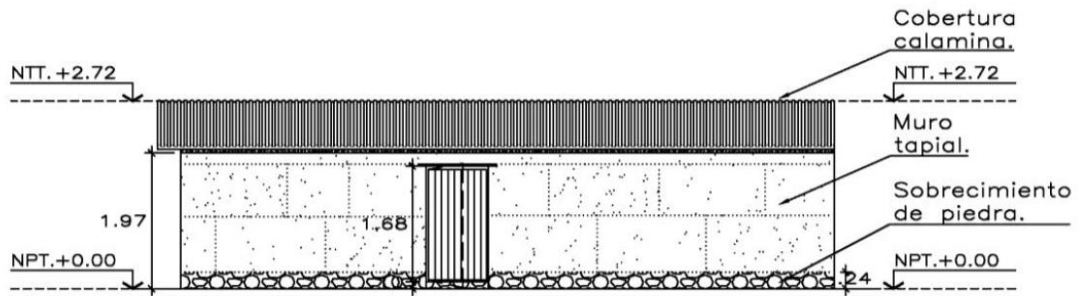


Figura 7: Vistas de elevación de la típica vivienda rural en Huancavelica
Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Ref. 6)

Las figuras anteriores muestran las dimensiones de una típica vivienda rural en Huancavelica, se puede ver que las viviendas rurales tienen un área aproximada de 40m² y una altura de casi 2 metros. Estos datos son importantes, ya que sirvieron como referencia para los cálculos del diseño del sistema de calefacción.

1.4.2 Cantidad de habitantes

La población en Huancavelica fue de 483580 habitantes en el 2012. A diferencia del resto de departamentos en el Perú, la tasa de crecimiento ha aumentado de forma constante en las últimas tres décadas. En el último periodo censal (1993-2007) se registró una tasa de 1.2% distinta a la del periodo (1972-1981) donde la tasa registrada fue de 0.46%.

Al 2007, el 68% de los habitantes de la región se encontraba en el ámbito rural, mientras que un 32% vivía en zonas urbanas. Esto carácter, marcadamente rural, se observa en todas sus provincias (Huancavelica ORG, 2017).

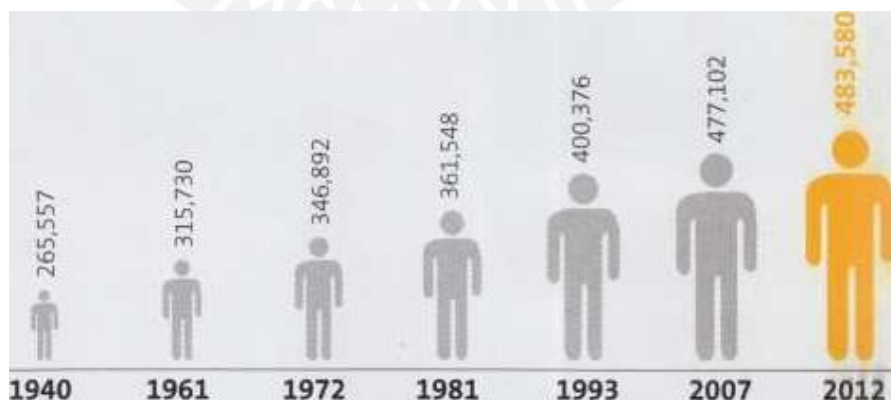


Figura 8: Crecimiento de la población en Huancavelica
Fuente: Huancavelica Org (Ref. 5)

Tabla 1.4.2 Distribución de la población por edad y género en Huancavelica.

HUANCAVELICA: POBLACIÓN CENSADA POR AÑOS CENSALES, SEGÚN SEXO Y GRANDES GRUPOS DE EDAD, 1981, 1993 Y 2007

Sexo y grandes grupos de edad	1981		1993		2007	
	Abs	%	Abs.	%	Abs.	%
Total	346 797	100,0	385 162	100,0	454 797	100,0
0-14	160 958	46,4	176 289	45,8	180 578	39,7
15-64	167 981	48,4	188 907	49,0	245 597	54,0
65 y más	17 858	5,2	19 966	5,2	28 622	6,3
Hombre	168 558	100,0	187 890	100,0	224 906	100,0
0-14	81 376	48,3	89 718	47,8	91 619	40,7
15-64	79 368	47,1	89 327	47,5	120 501	53,6
65 y más	7 814	4,6	8 845	4,7	12 786	5,7
Mujer	178 239	100,0	197 272	100,0	229 891	100,0
0-14	79 582	44,7	86 571	43,9	88 959	38,7
15-64	88 613	49,7	99 580	50,5	125 096	54,4
65 y más	10 044	5,6	11 121	5,6	15 836	6,9

Fuente: INEI-Censos Nacionales (Ref. 7)

De la tabla anterior se puede observar que la población está compuesta por 51% de mujeres y 49% de hombres. Con respecto a las edades, el 39.7% del total son menores de 15 años.

1.4.3 Cantidad de habitantes por vivienda

Del instituto nacional de estadística e informática, se tienen como resultados que el promedio de habitantes por vivienda en Huancavelica es de 4,4. Es decir 5 habitantes.

Tabla 1.4.3 Cantidad de habitantes por vivienda en Huancavelica

TIPO DE VIVIENDA	VIVIENDAS PARTICULARES CONOUPANTES PRESENTES		POBLACION EN VIVIENDAS PARTICULARES		HABITANTES POR VIVIENDA	
	1981	1993	1981	1993	1981	1993
TOTAL	78262	87619	341940	382436	4.4	4.4
CASA INDEPENDIENTE	76381	81385	334298	356092	4.4	4.4
DPTO. EN EDIFICIO	350	59	1366	214	3.9	3.6
VIV. EN QUINTA	245	160	954	742	3.9	4.6
VIVEN CASA DEVECINDAD	431	1122	1751	4842	4.1	4.3
VIV. IMPROVISADA	415	25	1639	95	3.9	3.8
CHOZA O CABANA 1/	-	4556	-	19150	-	4.2
NO CONST. PARA VIV.	136	288	449	1206	3.3	4.2
OTRO TIPO DE VIVIENDA	304	24	1483	95	4.9	4.0

1/ En 1981, la Choza o Cabaña se incluyó a Casa Independiente.
 FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA
 - Resultados Definitivos de los Censos Nacionales IX de Población IV de Vivienda.

Fuente: INEI-Censos Nacionales (Ref. 7)

1.5 Condiciones de confort térmico

El confort térmico en una vivienda saludable no solo tiene que ver con la isotermita lograda si no que va más hacia un enfoque integral que contempla la conservación del calor, la ventilación adecuada de los ambientes de la vivienda, el aprovechamiento de la energía solar, tanto lumínica como calorífica, el ordenamiento de la vivienda, el control de la humedad interna, la eliminación de los humos de las cocinas y el mejoramiento de las capacidades de la familia para afrontar las severas condiciones climáticas a través del buen uso de sus viviendas (Harman, 2010).

Según la Norma de Confort 55 de ASHRAE existen rangos de temperatura para considerar un ambiente aceptable térmicamente. Estos valores dependen de la estación climática. A continuación, se muestra la figura con los valores de confort para verano e invierno según ASHRAE.

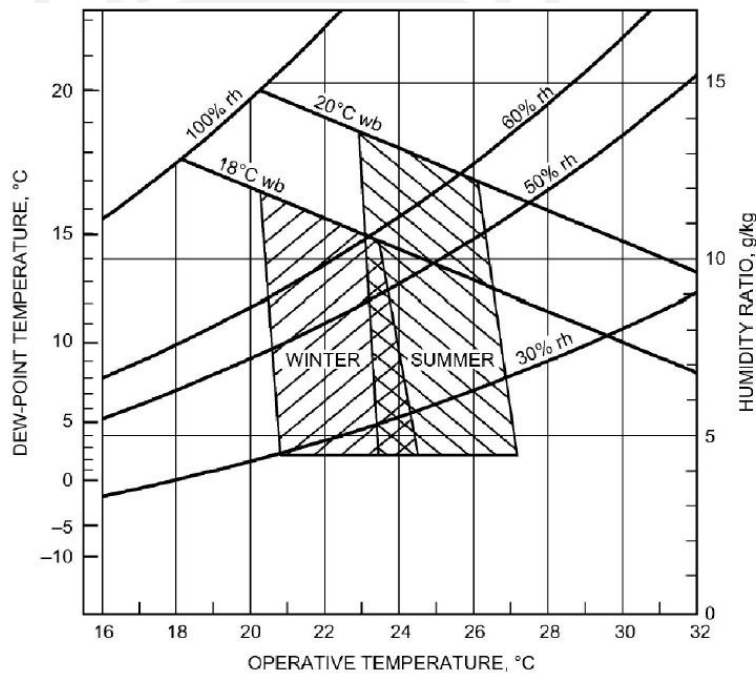


Figura 9: Rangos de confort térmico para verano e invierno.
Fuente: ASHRAE (Ref. 8)

De la figura anterior se observa que hay una relación entre la temperatura y la humedad relativa. Estos valores permiten conocer un límite de temperatura (20 a 24°C) determinado por ASHRAE que garantiza el confort térmico en invierno. Por lo tanto, estos valores de temperatura y humedad se tomarán en cuenta para el diseño del proyecto.

1.6 Métodos de calefacción

Para poder hacer una selección del método de calefacción que mejor se adecue a las condiciones del problema, es necesario conocer distintos métodos de calefacción existentes y realizar un análisis que nos permita conocer las características de cada uno, así como sus respectivas ventajas.



Figura 10: Vivienda típica sin modificación para calefacción.
Fuente: CARE Org (Ref. 9)

1.6.1 Vivienda con invernadero de plástico

Una de las alternativas que se usa actualmente para calentar una vivienda es el invernadero. Consiste en una estructura de madera con puertas y ventanas, cubierta con planchas de policarbonato y lateralmente por plástico. Este sistema permite transferir el calor por convección.



Figura 11: Vivienda con invernadero para calefacción.
Fuente: CARE Org (Ref. 9)

1.6.2 Vivienda de claraboyas tipo ductos solares

El método de las claraboyas tiene tres etapas. La primera etapa consiste en la captación de la irradiación solar por medio de ductos que están formados por un plástico transparente. Este plástico permite a la vez tener un ambiente iluminado. La captación a través de los ductos se realiza básicamente durante el día. La segunda etapa consiste en cerrar el ducto para evitar la transferencia del calor captada durante el día. Esto se realiza por las noches o cuando la temperatura ambiental empieza a disminuir.



Figura 12: Ducto solar abierto
Fuente: CARE Org (Ref. 9)

La tercera etapa consiste en abrir las ventanas con las que cuenta la tapa del ducto. Esto permite la iluminación de los ambientes en caso de que se desee cerrar el ducto a tempranas horas debido a que la temperatura haya disminuido a tempranas horas.



Figura 13: Ducto solar cerrado.
Fuente: CARE Org (Ref. 9)

1.6.3 Ventanas de doble vidrio tipo catedral

Este método consiste en dos planchas de vidrio tipo catedral las cuales han sido colocadas dejando un espacio entre ellas. Este vacío entre los vidrios funcionará como un aislante que evitará la transferencia de calor con el exterior. Las ventanarías con las que cuenta este sistema son hojas de madera que evitan que el viento ingrese a las viviendas por las noches. Estas ventanas además permiten la iluminación de los ambientes, ya que cuentan con vidrios transparentes.



Figura 14: Vista interior de la ventana de vidrio.
Fuente: CARE Org (Ref. 9)

Estos sistemas presentan buenas características en su diseño, debido a que se evita que el calor captado durante el día sea liberado al exterior, permite la iluminación de las habitaciones y además está diseñado de manera tal que es posible retirar los vidrios para ventilar las viviendas en caso sea necesario.



Figura 15: Ventana abierta para ventilación.
Fuente: CARE Org (Ref. 9)

1.6.4 Cocina o fogón

Existen varios tipos de fogones tradicionales en las zonas andinas de Perú, pero debido a su diseño tienen un consumo de leña excesivo. La cocina mejorada como eje ofrece un diseño que permite aumentar la eficiencia de estas cocinas. Esta consta de una cámara interior con rejillas metálicas, una cámara de calentamiento de agua, cámara de combustión del fogón con puerta metálica, ceniceros y área de residuos quemados, lozas de contención y muros base.



Figura 16: Cocina mejorada como eje.
Fuente: Taller Inti (Ref. 10)

1.6.5 Muros trombe

Un método de calefacción muy usado son los muros de trombe, estos consisten en una rejilla y bastidor para proteger el vidrio, un vidrio translúcido y el muro de la vivienda sobre el que estará apoyado.



Figura 17: Muro de trombe en vivienda
Fuente: Sencico (Ref. 11)

1.6.6 Paredes de piedras

Este sistema consta de dos partes. La primera parte está representada por una ventana de vidrio colocada en la vivienda. Esta ventana cumple la función de permitir la iluminación y permitir la captación de la irradiación solar a través de ella. La segunda parte consiste en una estructura de madera cubierta por una malla metálica lateralmente, rellena por piedras de río formando así una pared.



Figura 18: Muro de piedras
Fuente: CEMAER (Ref. 12)

Ambas partes, tanto la ventana de vidrio y la pared de piedras trabajan en conjunto, ya que la irradiación solar que ingresa por la ventana de vidrio será captada por las piedras que son las encargadas de acumular la energía solar durante el día y así tener un ambiente cálido por las noches.



Figura 19: Muro de piedras
Fuente: CEMAER (Ref. 12)

1.7 Selección del sistema de calefacción

El sistema de calefacción que se diseñará consiste en un techo inclinado de placas de policarbonato, el cual formará un prisma triangular sobre el techo que permitirá captar la irradiación solar durante el día dentro de dicho espacio. Esta acumulación de energía será transportada a través de tuberías que además recibirán la irradiación y así se calentará el fluido que pase a través de dichas tuberías. Estos ductos estarán conectados con el interior de las viviendas y por medio del fluido caliente se realizará la calefacción de los ambientes. El sistema se completa con una capa de lana de fibra de vidrio que estará en el interior del techo, la cual permitirá que el calor que llegue a través del ducto no se libere al exterior.

Lana de fibra de vidrio es un aislante térmico libre de olores y resinas, además resistente al moho, la pudrición y no absorbe humedad.

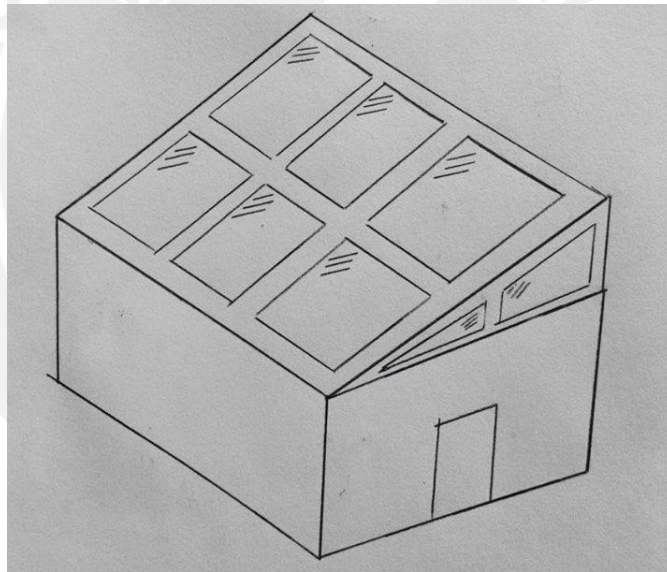


Figura 20: Vivienda con techo para sistema de calefacción
Fuente: Elaboración propia

De la figura 20 se observa una vista isométrica desde fuera de la vivienda. Se muestra el techo de policarbonato con el que se realizará el diseño. Este material es idóneo debido a la es resistente al impacto y capta la irradiación solar. Esta opción es más económica que usar placas de vidrio templado.

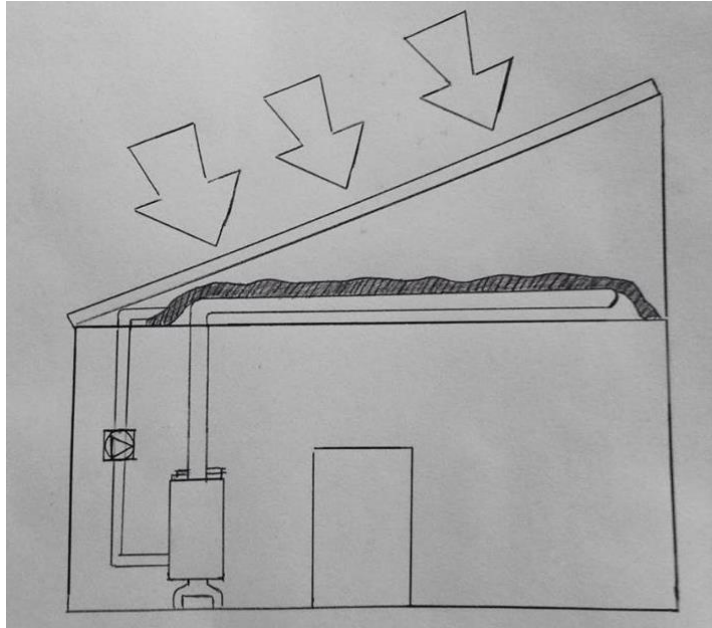


Figura 21: Vista Frontal de la vivienda con el sistema de calefacción
Fuente: Elaboración propia

De la figura 21 se observa una vista frontal de la vivienda donde se ven los componentes principales del sistema de calefacción, así como la zona de intercambio de calor. Esta consiste en un espacio de sección triangular sobre el techo, el cual forma un prisma sobre él y por medio de las placas de policarbonato captará la irradiación solar para luego transferir este calor hacia los ductos que llevan un aceite térmico. Estos ductos están cubiertos con una tela de nylon negra, cuyas propiedades favorecen la captación solar.

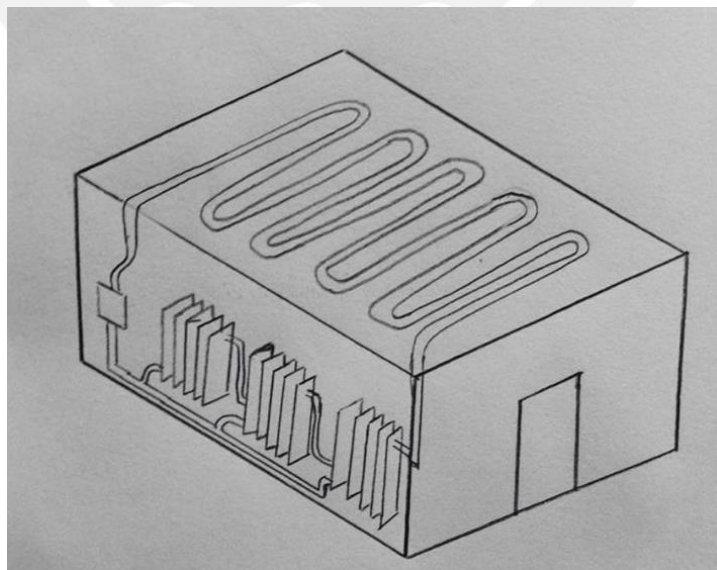


Figura 22: Vista isométrica del sistema de calefacción
Fuente: Elaboración propia

1.7.1 Componentes del sistema

Para el diseño del sistema de calefacción se tendrá como componentes principales al radiador, bomba, ductos, tuberías y la zona de intercambio de calor. La siguiente figura muestra un esquema de los componentes dentro de las viviendas. No se muestran detalles de los accesorios.

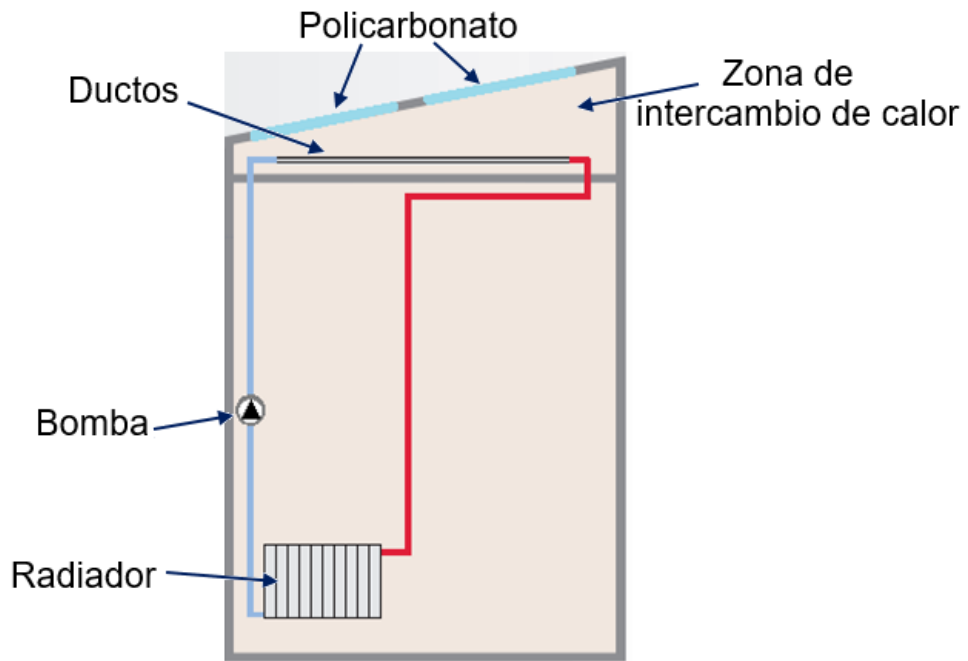


Figura 23: Esquema de los componentes del sistema de calefacción
Fuente: Elaboración propia

1.7.2 Balance de energía

Es necesario definir el balance de energía que se presenta en el colector solar del sistema de calefacción para poder tener claro cuáles son los tipos de transferencia de calor presentes en el sistema.

La figura 24 muestra los flujos de energía presentes en el sistema de calefacción, los cuales representan la radiación, convección y conducción que se presentan en dicho sistema.

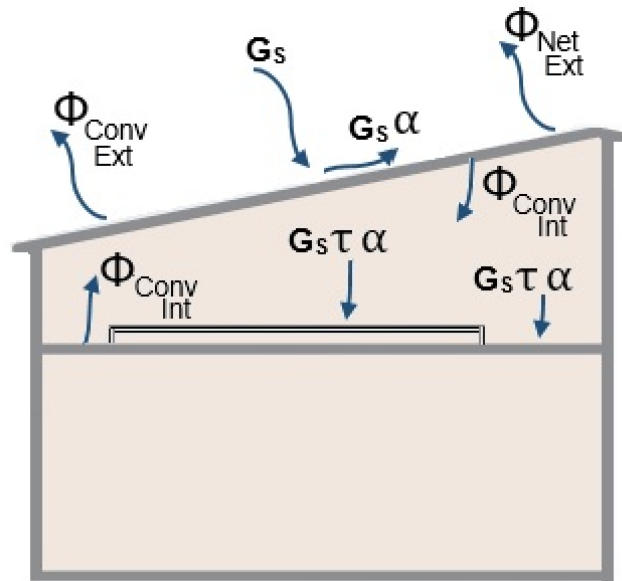


Figura 24: Flujos de calor en el sistema de calefacción
Fuente: Elaboración propia

La ecuación del balance de energía para este sistema es el siguiente:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3 - Q_4 - Q_5}{m \cdot C_p} \left[\frac{k}{s} \right]$$

$Q_1 = A_T \cdot G_s \cdot \tau \cdot \alpha$ [w]: Flujo de calor por radiación solar absorbido por el ducto

$Q_2 = A_T \cdot \sigma \cdot \epsilon \cdot F_{arr} \cdot (T_a^4 - T_d^4)$ [w]: Flujo de calor por radiación solar del piso hacia el ducto.

$Q_3 = A_T \cdot \sigma \cdot \epsilon \cdot F_{arr} \cdot (T_d^4 - T_p^4)$ [w]: Flujo de calor por radiación solar del ducto hacia las paredes.

$Q_4 = A_T \cdot \alpha_{r-int} \cdot (T_d - T_{int})$ [w]: Flujo de calor por convección del ducto al interior

$Q_5 = A_T \cdot \alpha_{r-f} \cdot (T_d - T_f)$ [w]: Flujo de calor por convección del ducto al fluido

1.7.3 Evaluación del fluido caloportador

Existen diversos fluidos que son usados como portadores de energía. Dentro de los más usados están el aire, agua y aceites especiales. Estos presentan distintas propiedades y tienen diferentes comportamientos para ciertas condiciones. Por ello, es necesario tener en cuenta las condiciones de operación del sistema. Las principales características para tener en cuenta son la temperatura de congelación, la temperatura de ebullición y el coeficiente convectivo del fluido. Si comparamos los coeficientes convectivos de esos tres fluidos se tiene la siguiente relación:

$$\alpha_{\text{agua}} > \alpha_{\text{aceite}} > \alpha_{\text{aire}}$$

Este sistema se desarrollará en la ciudad de Acombambilla, Huancavelica ubicado 3935 m.s.n.m. con una presión de 61.36 kPa. Si tomamos al agua como el fluido, para esta presión, se tendría una temperatura de ebullición menor a los 100°C. Además de esto, otro inconveniente es la temperatura de congelamiento de 0°C que tiene el agua, esto también presenta una desventaja, ya que en este lugar se presentan temperaturas bajo cero. Por lo tanto, el agua a pesar de tener un buen coeficiente convectivo tiene esta desventaja para esta condición.

Los aceites térmicos tienen temperaturas de ebullición mayores a 100°C y temperaturas de congelamiento de -20°C y comparado con el aire, tiene mejor coeficiente convectivo. Por lo tanto, el fluido a utilizar como portador de energía será un aceite térmico.

1.8 Condiciones para el diseño

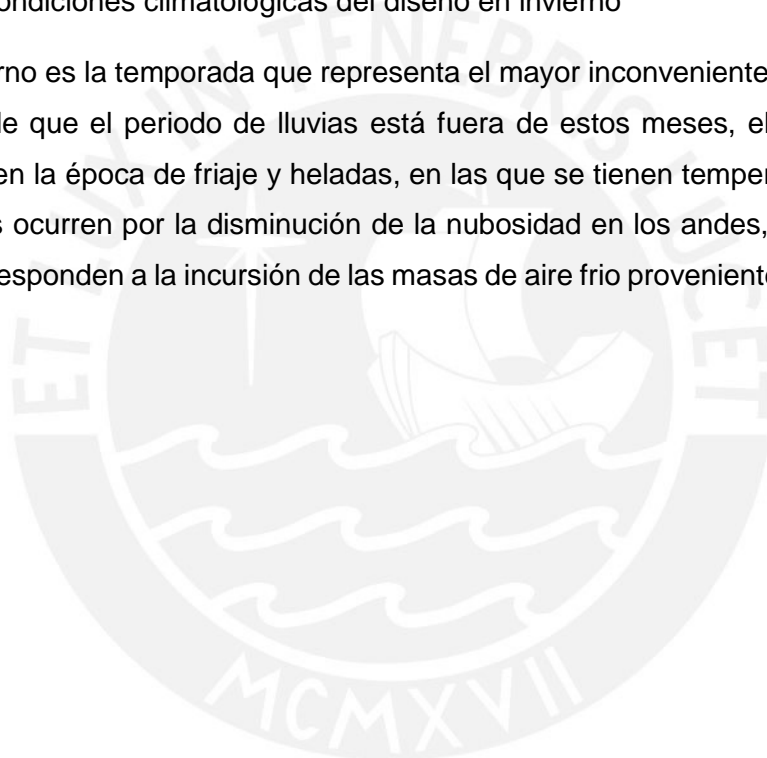
El diseño del sistema de calefacción depende de las características climatológicas del lugar, tales como la temperatura, humedad y la velocidad del viento. Además de estas características, existen otros fenómenos atmosféricos que dependen de la temporada. Por ello es necesario conocer las condiciones que se tienen en las distintas épocas del año.

1.8.1 Condiciones climatológicas del diseño en verano

El verano de Huancavelica comprende los meses de enero a marzo, el problema en esta época del año no son las bajas temperaturas, ya que la temperatura promedio en estos meses es de 15°C con mínimas de 8°C y máximas de 22°C; sin embargo, estos meses coinciden con la temporada húmeda-lluviosa, la cual abarca los meses de noviembre hasta abril. Por lo tanto, se puede concluir que en la temporada de verano el inconveniente que se tiene para el diseño son las lluvias y no la temperatura.

1.8.2 Condiciones climatológicas del diseño en invierno

El invierno es la temporada que representa el mayor inconveniente para el diseño. A pesar de que el periodo de lluvias está fuera de estos meses, el mayor problema ocurre en la época de friaje y heladas, en las que se tienen temperaturas bajas. Las heladas ocurren por la disminución de la nubosidad en los andes, mientras que los friajes responden a la incursión de las masas de aire frío provenientes de la Antártida.



REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 1

1. Mapio. (Julio de 2016). Acobambilla. Mapio Net, 2-4. Obtenido de Mapio Net.
2. SENAMHI. (2010). Mapa de temperaturas mínimas durante el periodo de bajas temperaturas . Lima.
3. SENAMHI. (2010). Información de las características ambientales de Acobambilla. Lima.
4. SENAMHI. (2003). Atlas de Energía Solar del Perú. Lima.
5. Perú, H. (2017). Características de las viviendas en Huancavelica. Huancavelica.
6. Ministerio de Vivienda, C. y. (2013). Soluciones constructivas para elevar la temperatura interior en viviendas rurales ubicadas en zonas altoandinas. Lima.
7. INEI. (2017). Censos nacionales XI población y VI de vivienda. Lima.
8. ASHRAE. (2003). Solar Energy Use. Atlanta: ASHRAE.
9. Harman, L. (2010). CARE ORG "Confort térmico en viviendas altoandinas... un enfoque integral". Lima.
10. Inti, T. (2010). Proyecto Solar en Perú. Lima.
11. SENCICO. (2009). Calefactor Solar SENCICO: Responsabilidad social. Lima.
12. CEMAER. (2016). Muro trombe fabricado con piedras de río y alambre. Lima.

CAPÍTULO 2

En este capítulo se realizará el diseño del sistema de calefacción. Este diseño consta de un intercambiador de calor ubicado en el techo de la vivienda, el cual usará la energía solar y la aprovechará para calentar el fluido caloportador de dicho intercambiador de calor. Este intercambiador de calor, unido a un sistema de tuberías, se conectará a radiadores en el interior de la vivienda. Con estos radiadores se realizará la transferencia de calor transportada desde el intercambiador de calor hasta el interior de las viviendas y así se conseguirá un ambiente de confort térmico.

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Debido a la problemática con respecto a la carencia de sistemas de calefacción rurales domésticos para las zonas afectadas por el friaje y heladas. Se realizará el diseño de un sistema que brinde el confort térmico para estas viviendas. Para el diseño del sistema de calefacción es necesario conocer todos los parámetros de entrada, los cuales fueron obtenidos en el capítulo anterior. Con estos parámetros definidos se realizarán los cálculos que permitan realizar una selección de equipos y accesorios idóneos para este diseño.

2.1 Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño corresponden a los valores y datos iniciales, a partir de los cuales se realizarán los cálculos para dicho diseño. Estos parámetros están basados en las condiciones más adversas que se puedan presentar y para las cuales el sistema pueda realizar su función de manera segura.

2.1.1 Temperatura de ingreso y salida del aire

La temperatura de ingreso al sistema es uno de los parámetros principales para el diseño. Este valor no es constante y presenta valores distintos para toda la época de friaje y heladas. La temperatura promedio en estos meses es de 8°C; sin embargo, en el día más frío se pudo registrar una temperatura de -5°C. Por lo tanto, para los cálculos se considera que la temperatura promedio del aire es de 5°C.

2.1.2 Presión atmosférica

La presión de ingreso del aire es la presión atmosférica del lugar, para este caso la ciudad de Acobambilla está ubicada a 3935 msnm. Por esta razón, la presión es 61.36 kPa. Este dato es importante para los cálculos del diseño.

2.1.3 Dimensiones de la vivienda

Las viviendas tienen un área aproximada de 48.75 m² y constan de dos ambientes de 17.02 m²: un dormitorio y una sala. Los muros de las viviendas son de 45cm de espesor y el techo es de dos aguas de calamina metálica (Lucy Harman, 2010)

Las dimensiones de las viviendas pueden presentar cierta variación, por esta razón se considerará un valor de 50 m² para realizar los cálculos de diseño. La siguiente imagen muestra una representación gráfica de las viviendas con las dimensiones principales.

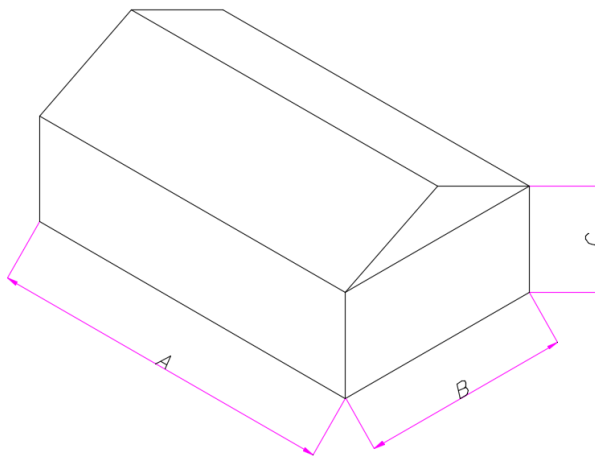


Figura 26: Dimensiones de las viviendas

Fuente: Elaboración propia

De la figura 26 se puede ver una representación de las viviendas a las cuales se les realizará el diseño del sistema de calefacción. La tabla siguiente muestra las dimensiones de estas viviendas.

Tabla 2.1.3 Dimensiones de las viviendas

	Metros (m)
A	10
B	5
C	3

Fuente: Elaboración propia

2.2 Balance energético para la persona

Para realizar un balance energético correcto es necesario conocer cuáles son los parámetros para el confort térmico. Para esto, se debe conocer cuánto es el calor que produce una persona y la transferencia de este hacia el ambiente en el que se encuentra. Los procesos de transferencia de calor involucrados son la convección, conducción y la radiación. Además, de estos, se debe tener en cuenta la evaporación por respiración y evaporación por sudoración. El metabolismo también implica una transferencia de calor, ya que el cuerpo transfiere calor al ambiente a través de la piel.

Es importante conocer los valores de calor producidos por el cuerpo humano durante las actividades principales que realiza.

Tabla 2.2.1 Calor metabólico en relación con las actividades realizadas

Actividad	Calor generado (W/m ²)
Descansando	
Durmiendo	40.6
Echado	45
Sentado, sin trabajar	60
De pie, relajado	70
Caminando	
3.2 Km/h	115
4.3 Km/h	150
6.4 Km/h	220

Fuente: ASHRAE (Ref. 1)

De la tabla 2.2.1 y para efectos de cálculo se tomará el valor de 40.6 W/m² como calor generado por una persona dentro de la vivienda. Conocido el calor generado por una persona, es necesario conocer cómo se realiza el intercambio de este calor hacia el ambiente.

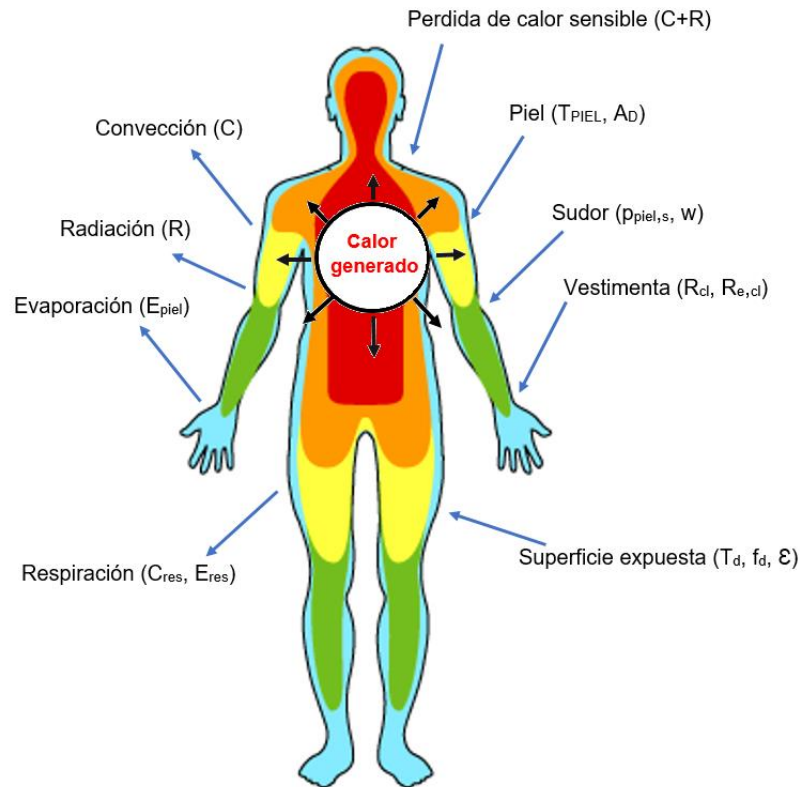


Figura 27: Intercambio térmico del cuerpo y el ambiente
Fuente: ASHRAE (Ref. 1)

De la figura 27 se muestra como interactúa el cuerpo humano con el ambiente, siguiendo las consideraciones de la figura se puede escribir la ecuación de balance de energía de la siguiente forma:

$$(M - W) + Q_{hb} = q_{piel} + q_{res} + S$$

$$(M - W) + Q_{hb} = (C + R + E_{piel}) + (C_{res} + E_{res}) + (S_{piel} + S_{cr})$$

Donde:

M: Tasa de calor producido por metabolismo (w)

W: Tasa de trabajo mecánico (w)

q_{piel} : Calor transferido de la piel al ambiente (w)

q_{res} : Calor transferido por la respiración al ambiente (w)

S: Calor almacenado en el cuerpo (w)

Q_{hb} : Calor que necesita la persona (w)

C + R: Pérdida de calor de la piel por convección y radiación (w)

E_{piel} : Pérdida de calor por evaporación de la piel (w)

C_{res} : Tasa de pérdida de calor por convección en la respiración (w)

E_{res} : Tasa de pérdida de calor por evaporación en la respiración (w)

S_{piel} : Tasa de almacenamiento de calor en la piel (w)

S_{cr} : Tasa de almacenamiento de calor en el cuerpo (w)

De la ecuación de balance energético, se quiere conocer cuál es la cantidad de calor que necesita la persona (Q_{hb}) para que pueda estar en un ambiente de confort térmico, en base a las consideraciones de ASHRAE Handbook-fundamentals, Thermal Confort. Para el cálculo se deben tener ciertas consideraciones como S_{piel} y S_{cr} iguales a cero, debido a que la temperatura de la piel y el cuerpo no aumente ni disminuye.

2.2.1 Área corporal de una persona

Considerando una altura de 1.67m, una masa de 70kg y la ecuación para el cálculo del área corporal según ASHRAE (Ref.1) se tiene lo siguiente:

$$A_D = 0.202 m_h^{0.425} L^{0.725} = 1.78 \text{ m}^2$$

2.2.2 Calor por metabolismo

Tomando en cuenta el valor del área corporal calculado en el punto anterior y el valor de la tabla 2.2.1, calor generado por la persona de 40.6 W/m^2 , se puede calcular el calor producido por metabolismo de la siguiente manera:

$$M = 40.6 \times A_D = 72.27 \text{ w}$$

2.2.3 Perdida de calor de la piel por convección y radiación

La pérdida de calor a través de la piel por convección y radiación se calcula con la siguiente ecuación (Ref. 1):

$$C + R = \frac{(T_{piel} - T_o) \times A_D}{R_{cl} + 1/(f_{cl} \times \alpha_{comb})} = \frac{(34-5) \times 1.78}{0.465 + 1/(1.9 \times 8.85)} = 98.43 \text{ w}$$

Donde:

T_{piel} : Temperatura de la piel igual a 34°C

T_o : Temperatura promedio de la temperatura radiante $T_r = 5^\circ\text{C}$ y temperatura ambiente $T_a = 5^\circ\text{C}$, $T_o = 5^\circ\text{C}$

R_{cl} : Resistencia térmica de la vestimenta ($\text{m}^2\text{K/W}$)

$R_{cl} = 0.155 \times I = 0.465$, de la tabla 2.2.3 se obtiene $I=3$

Tabla 2.2.3 Factores para la resistencia de vestimenta

I	Descripción de vestimenta
0	Individuo vestido con pantalón corto liviano
0.5	Pantalones y camisa livianos
1	Taje de calle normal o pantalón, camisa y suéter.
1.25	Pantalón, camiseta, camisa y suéter
1.5	Traje de calle de invierno y sobretodo
2	Vestimenta de características térmicas especiales.
3	Ropa de alta montaña o ropa de cama consistente en pijama de invierno, sabanas y dos frazadas.

Fuente: Manual de arquitectura bioclimática (Ref. 2)

f_{cl} : Factor de área indumentaria = $1+0.3 \times I = 1.9$

α_{comb} : Coeficiente convectivo combinado (radiación y convección)

$$\alpha_{comb} = r + \alpha_{cc} = 8.85 \frac{W}{m^2K}$$

Coeficiente de radiación:

$$r = \frac{4 \varepsilon \sigma A_r}{A_D} \left[273.2 + \frac{T_{cl} + T_r}{2} \right]^3 = 2.32 \frac{W}{m^2K}$$

Dónde:

ε : Emisividad 0.95

σ : Constante de Boltzmann, $5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2K^4}$

A_r : área radiante $A_r = 0.5 A_D$

T_{cl} : Temperatura de la vestimenta $T_{cl} = 5^\circ C$

T_r : Temperatura en medio radiante $5^\circ C$

Coeficiente de convección:

$$\alpha_{cc} = \alpha_c \left[\frac{P_{atm}}{101.33} \right]^{0.55} = 6.53 \frac{W}{m^2K}$$

$P_{atm} = 61.36 \text{ kPa}$

$$\alpha_c = 8.6 V^{0.53} = 8.6 \frac{W}{m^2K}$$

Tabla 2.2.3 Coeficientes convectivos según actividad de la persona, según velocidad relativa entre el aire y el hombre V

Ecuación	Límite	Condición	Fuente
$\alpha_c = 8.3 V^{0.6}$ $\alpha_c = 3.1$	$0.2 < V < 4.0$ $0 < V < 0.2$	Sentado con aire en movimiento	Mitchell (1974)
$\alpha_c = 2.5 + 8.7 V^{0.67}$ $\alpha_c = 5.1$	$0.15 < V < 1.5$ $0 < V < 0.15$	Acostado con aire en movimiento	Colin y Houdas (1976)
$\alpha_c = 8.6 V^{0.53}$	$0.5 < V < 2.0$	Caminando n aire estancado	Nishi y Gagge (1970)

Fuente: ASHRAE (Ref. 1)

2.2.4 Pérdida de calor por evaporación de la piel

Para el cálculo del calor por evaporación en la piel se usó la siguiente ecuación:

$$E_{\text{piel}} = \frac{w (p_{\text{piel},s} - p_a) \times A_D}{R_{e,cl} + 1/(f_{cl} \times \alpha_e)} = 2.15 \text{ W}$$

Donde:

w : Humedad de la piel 0.02

$p_{\text{piel},s}$: Presión de vapor de agua en la piel a T_{piel} , $p_{\text{piel},s} = 5.63 \text{ kPa}$

p_a : Presión de vapor de agua en el ambiente.

$R_{e,cl}$: Resistencia de la vestimenta a la transferencia de calor por evaporación.

α_e : Coeficiente de la vestimenta a la transferencia de calor por evaporación.

Cálculo de la presión de vapor de agua en el ambiente

$$p_a = \emptyset \times p_g = 0.436 \text{ kPa}$$

\emptyset : valor promedio $\emptyset = 0.5$

p_g : presión de saturación a temperatura ambiente $p_g = 0.872 \text{ kPa}$

Cálculo del coeficiente de transferencia por evaporación

$$\alpha_e = LR \times \alpha_{cc} = 107.75 \frac{W}{m^2 kPa}$$

LR: Relación de Lewis $LR = 16.5 \frac{K}{kPa}$

Cálculo de la resistencia de la vestimenta por evaporación:

$$R_{e,cl} = \frac{R_{cl}}{i_{cl} LR} = 0.081 \frac{m^2 kPa}{W}$$

$$i_{cl} = 0.35$$

2.2.5 Tasa de pérdida de calor por convección en la respiración

Para el cálculo de la tasa de pérdida de calor por convección en la respiración se usó la siguiente relación:

$$C_{res} = 0.0014 \times M (34 - T_a) = 0.0014 \times 72.27 (34 - 5) = 2.93 \text{ W}$$

2.2.6 Tasa de pérdida de calor por evaporación en la respiración

$$E_{res} = 0.0173 \times M (5.87 - p_a) = 0.0173 \times 72.27 (5.87 - 0.436) = 6.79 \text{ W}$$

2.2.7 Calor que se debe entregar a la persona para mantener el balance de energía

Inicialmente se tenía la ecuación de balance de energía

$$(M - W) + Q_{hb} = (C + R + E_{piel}) + (C_{res} + E_{res}) + (S_{piel} + S_{cr})$$

Reemplazando valores calculados y considerando el trabajo mecánico $w=0$ se obtiene lo siguiente:

$$(72.27 - 0) + Q_{hb} = (98.42 + 2.15) + (2.93 + 6.79) + (0 + 0)$$

$$Q_{hb} = 39 \text{ W}$$

2.3 Temperatura en el interior de las viviendas

Según ASHRAE, existen valores de temperatura que garantizan el confort térmico para las viviendas en verano e invierno. Para este caso, la temperatura que se debe considerar es el rango de valores recomendados para invierno. Este rango de valores va desde 21°C a 23°C. Para los cálculos de diseño, se consideró que la temperatura mínima que brinde el sistema de calefacción sea de 15°C.

2.3.1 Energía térmica requerida

La energía que debe generar el sistema de calefacción para entregar a la persona es proporcional al tiempo que trabaja dicho sistema. El sistema captará la energía solar durante el día y esta se usará durante la noche y madrugada. Se consideró que el tiempo de uso durante esta parte del día es de 10 horas.

Por lo tanto, la energía que necesita la persona se calcula de la siguiente manera:

$$E_{hb} = Q_{hb} \cdot t = 39 \text{ W} \times (10 \text{ h}) = 1400 \text{ kJ}$$

2.3.2 Temperatura en las viviendas al término del día

Para este cálculo se toman en cuenta las propiedades del aceite térmico, ya que este será el encargado de ser el portador de la energía. Las propiedades que se tomaron en cuenta para este fluido fueron a una temperatura de 70°C, debido a que esta es la temperatura que alcanzará el aceite en el sistema de captación solar.

Tabla 2.3.2 Propiedades del aceite térmico a 80°C (Ref. 6)

	Símbolo	Valor	Unidades
Volumen		V_{aceite}	L
Densidad	0.824	ρ_{aceite}	Kg/L
Calor específico	2.100	C_p	kJ/kg K

Obtenidos los valores de la tabla 2.3.2 y considerando que el fluido calorportador será el encargado de proporcionar la energía térmica que requiere la persona para la calefacción, se calcula la temperatura final en el interior de la vivienda al término del día mediante la siguiente ecuación:

$$V_{\text{aceite}} \times \rho_{\text{aceite}} \times C_p \times (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}) = E_{hb}$$

$$80 \times 0.824 \times 2.100 \times (T_{\text{final}} - 283) = 1400 \text{ kJ}$$

$$T_{\text{final}} = 20.11 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Se obtiene de acuerdo con los cálculos que la temperatura dentro de las viviendas al final del día es de 20.11°C, de acuerdo con las recomendaciones de ASHRAE la temperatura de confort 20°C a 23°C. Por lo tanto, queda comprobado que el sistema brinda la temperatura de confort requerida para la calefacción.

2.4 Análisis del sistema de captación solar

En este punto se tratarán las características del diseño de captación solar, así como las variables térmicas presentes en dichas características y los procesos involucrados en la radiación solar como fuente de energía. Como se mencionó anteriormente, el sistema consta de un techo de planchas de policarbonato colocado en forma de prisma de sección triangular que será el encargado de captar la radiación solar para luego transferir esta energía a un sistema de tuberías por el cual se transportará el fluido que entregará la energía a los ambientes de las viviendas. Por esta razón es necesario conocer la radiación solar captada a través del techo de policarbonato y el ángulo de inclinación de dicho techo.

Tabla 2.4.1 Inclinación del techo de captación (Ref. 8)

Latitud del lugar	Inclinación de diseño
De 0° a 10°C	10°
De 10° a 20°C	lat.
De 20° a 35°C	10° + lat.
mayor a 35°C	15° + lat.

La latitud de Acobambilla, Huancavelica es de 12°40'1" por lo tanto la inclinación que le corresponde es el mismo valor de la latitud; sin embargo, hay que considerar que en este caso el captador solar es el mismo techo por tanto hay que considerar el ángulo de inclinación para techos que menciona la norma técnica peruana NTP E.020 de 15° considerando lluvias y caída de nieve en el diseño. Este es un valor bastante cercano a la inclinación para funcionar como captador solar.

El proceso de la obtención de la energía térmica se da a través de la captación de la radiación solar a través del techo de policarbonato, esta radiación solar es transmitida a través de las planchas del techo hacia el interior del sistema de captación. La energía obtenida es transferida hacia el sistema de tuberías y de este al fluido caloportador que será el que transfiera esta energía al interior de las viviendas a través de un sistema de tuberías e intercambiador de calor.

Es necesario tener una representación gráfica del captador solar para conocer los procesos involucrados y realizar un análisis cuantitativo de la transferencia de energía que se genera. Para esto se muestra la siguiente figura.

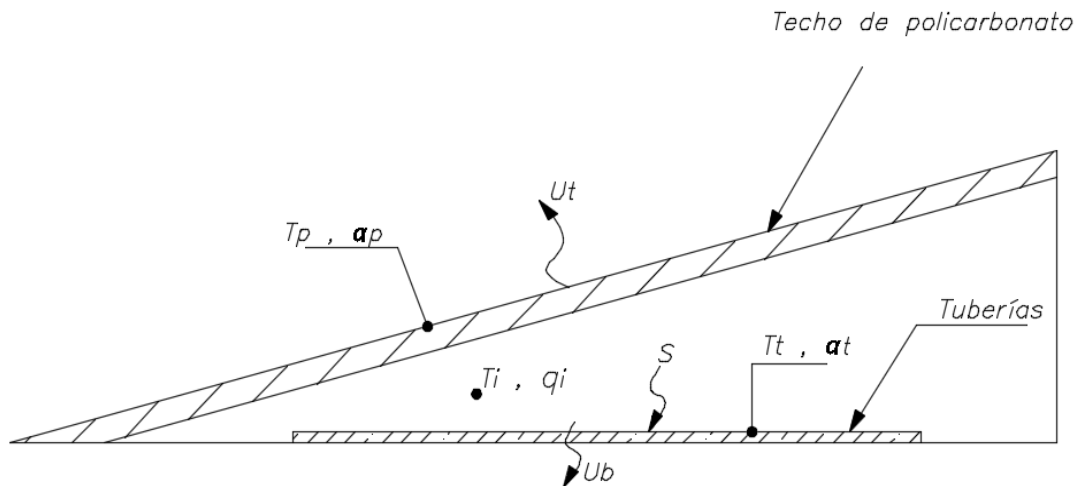


Figura 28: Esquema del captador solar
Fuente: Elaboración propia

Donde:

- T_P : Temperatura de planchas de policarbonato
- α_P : Coeficiente convectivo de las planchas de policarbonato
- U_t : Coeficiente de pérdidas relativas al techo
- T_i : Temperatura del aire al interior
- q_i : Calor al interior
- S : Energía por radiación solar
- T_t : Temperatura de las tuberías
- α_t : Coeficiente convectivo de los tubos
- U_b : Coeficiente de pérdidas relativa al tubo

Del balance de energía en el captador solar se obtiene las siguientes ecuaciones:

$$\alpha_r (T_t - T_P) + \alpha_P (T_i - T_P) + U_t (T_a - T_P) = 0 \dots\dots\dots(2.4.1)$$

$$S + U_b (T_a - T_t) + \alpha_t (T_a - T_t) + \alpha_r (T_P - T_t) = 0 \dots\dots\dots(2.4.2)$$

$$\alpha_P (T_P - T_i) + \alpha_t (T_t - T_i) = q_i \dots\dots\dots(2.4.3)$$

Se debe obtener una ecuación para calcular el calor generado en el interior del captador (q_i) en función de los parámetros conocidos. Se obtiene la siguiente ecuación (Ref. 12).

$$q_i = F [S - U_L (T_i - T_a)] , \frac{W}{m^2}$$

donde:

$$F = \frac{\alpha_r \alpha_p + U_t \alpha_t + \alpha_t \alpha_r + \alpha_p \alpha_t}{(U_t + \alpha_r + \alpha_p)(U_b + \alpha_r + \alpha_t) - \alpha_r^2} \quad , \text{Factor de eficiencia}$$

$$U_L = \frac{(U_b + U_t)(\alpha_r \alpha_p + \alpha_t \alpha_r + \alpha_p \alpha_t) + U_b U_t (\alpha_p + \alpha_t)}{\alpha_r \alpha_p + U_t \alpha_t + \alpha_t \alpha_r + \alpha_p \alpha_t} \quad , \frac{W}{m^2 K} \text{ Pérdidas globales}$$

Además, para el cálculo de la potencia útil entregada a las tuberías se tiene lo siguiente:

$$Q_u = A_t F_r [S - U_L (T_{i1} - T_a)] \quad , w \quad \dots\dots\dots(2.4.4)$$

Donde

T_{i1} : Temperatura del aire al inicio del proceso

A_t : Área proyectada del sistema de tuberías en el techo

$$F_R = F \times F_1$$

$$F_1 = \frac{\dot{m} C_p}{F A_t U_L} \left[1 - \exp \left(- \frac{A_t U_L F}{\dot{m} C_p} \right) \right]$$

Donde:

\dot{m} : Flujo másico de aire kg/s

C_p : Calor específico del aire J/kg K

Para obtener la potencia útil es necesario asumir algunos valores y luego comprobar en base a los cálculos si los valores asumidos son los correctos, es decir realizar una iteración. Los valores por iterar son la temperatura del techo, la temperatura de la tubería y la temperatura del aire al interior. Además, se cuenta con ciertos datos conocidos, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.4.2 Datos conocidos para el cálculo de la potencia útil

Dato	Símbolo	Valor	Unidades
Altura	H	1.32	m
Longitud	L	5.17	m
Ancho	w	10	m
Inclinación	θ	0.26/15	Radianes/grados
Distancia entre el techo y las tuberías	e	1.32	m
Área proyectada del sistema de tuberías	A_t	9	m ²
Longitud característica	L_c *	1.19	m
Conductividad de tubería	K	47	W/m·K
Espesor de la tubería	t	0.004	m
Emisividad de la tubería	ϵ_t	0.25	-
Emisividad del techo de policarbonato	ϵ_p	0.95	-

$$* L_c = \frac{4A_t}{2(L+W)}$$

Los valores de las temperaturas que se deben asumir para una primera iteración se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.4.3 Valores asumidos para la primera iteración

Dato	Símbolo	Valor	Unidades
Temperatura ambiente	T_a	283	K
Temperatura de cielo	T_s	262.80	K
Temperatura del aire interior al techo captador	T_i	283	K
Temperatura del techo de policarbonato	T_p	293	K
Temperatura de la tubería	T_t	323	K

$$* T_s = 0.0552 \times T_a^{1.5}$$

Con los datos de ambas tablas, valores conocidos y valores asumidos, se realizan los cálculos para la primera iteración con la finalidad de calcular la potencia útil.

2.4.1 Cálculos para la obtención de la potencia útil

2.4.1.2 Coeficiente de pérdidas relativas al techo

$$U_t = \alpha_p + \alpha_{rP} = 10 \frac{W}{m^2K} + 30 \frac{W}{m^2K} = 40 \frac{W}{m^2K}$$

2.4.1.3 Coeficiente de pérdidas relativa al tubo

$$U_b = \frac{K}{t} = 11.75 \frac{W}{m^2K}$$

2.4.1.4 Cálculo de α_t , α_p y α_r

$$\text{Para: } \alpha_r = \frac{\sigma (T_t^2 + T_p^2)(T_t + T_p)}{\frac{1}{\epsilon_t} + \frac{1}{\epsilon_p} - 1} = 1.64 \frac{W}{m^2K}$$

$$\sigma = 5.6697 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2K}$$

Para: α_t

$$Nu = 0.76Ra^{1/4} \text{ para } 10^4 < Ra < 10^7$$

$$Nu = 0.15Ra^{1/3} \text{ para } 10^7 < Ra < 3 \times 10^{10}$$

$$\text{Donde } Ra = Gr \times Pr = 9.24 \times 10^9$$

$$Gr = \frac{g\beta(T_t - T_i)L_c^3}{\nu^2} = 13.2 \times 10^9$$

ν : viscosidad cinemática

$$\beta = \frac{1}{T_i} = \frac{1}{283}$$

$$L_c = \frac{4A_t}{2(L+W)} = 1.19$$

$$\alpha_t = \frac{Nu \times k}{L_c} = \frac{314 \times 0.024}{1.19} = 6.35 \frac{W}{m^2K}$$

K: conductividad térmica del fluido 0.024 W/m·K

α_p : Se calcula de igual manera como se calculo α_t

$$Gr = \frac{g\beta(T_p - T_i)L_c^3}{\nu^2} = 3.3 \times 10^9$$

$$Ra = Gr \times Pr = 2.31 \times 10^9$$

$$\alpha_p = \frac{Nu \times k}{L_c} = \frac{198 \times 0.024}{1.19} = 3.99 \frac{W}{m^2K}$$

2.4.1.5 Cálculo de Pérdidas globales U_L y factor de eficiencia F

$$U_L = \frac{(U_b + U_t)(\alpha_r \alpha_p + \alpha_t \alpha_r + \alpha_p \alpha_t) + U_b U_t (\alpha_p + \alpha_t)}{\alpha_r \alpha_p + U_t \alpha_t + \alpha_t \alpha_r + \alpha_p \alpha_t}$$

$$F = \frac{\alpha_r \alpha_p + U_t \alpha_t + \alpha_t \alpha_r + \alpha_p \alpha_t}{(U_t + \alpha_r + \alpha_p)(U_b + \alpha_r + \alpha_t) - \alpha_r^2}$$

Reemplazando valores se obtiene lo siguiente:

$$U_L = 18.08 \frac{kW}{m^2 K}$$

$$F = 0.01$$

2.4.1.6 Cálculo de Factor de la tubería F_1 y factor de remoción F_r

$$F_r = F \times F_1$$

$$F_1 = \frac{\dot{m} C_p}{F A_t U_L} \left[1 - \exp\left(-\frac{A_t U_L F}{\dot{m} C_p}\right) \right] = 0.95$$

Reemplazando valores se obtiene lo siguiente:

$$F_r = F \times F_1 = 0.01$$

2.4.1.7 Cálculo de la radiación solar útil S

Para esta ciudad la radiación solar es de $I = 5.5 \frac{kWh}{m^2}$

$$S = I k t \alpha$$

$k = 0.85$, Factor de conversión de radiación difusa y direccional

$t = 0.90$, Transmisividad del policarbonato

$\alpha = 0.64$, Absortividad de la tubería

$$S = 5500 \times 0.85 \times 0.90 \times 0.64$$

$$S = 2692 \frac{Wh}{m^2}$$

Considerando que el periodo donde se obtiene mayor radiación solar ocurre de 10:00am a 4:00pm, es decir 6 horas.

$$S = 448.67 \frac{W}{m^2}$$

2.4.1.8 Cálculo de la potencia útil

$$Q_u = A_t F_r [S - U_L (T_{i1} - T_a)]$$

$$Q_u = 9 \times 0.01 [448.67 - 18080 (283 - 283)]$$

$$Q_u = 40.46 \text{ W}$$

2.4.1.9 Verificación de las temperaturas

Temperatura media de la tubería

$$T_{mt} = T_i + \frac{Q_u / A_t}{F_r U_L} (1 - F_r) = 283.03 \text{ K (valor diferente al asumido)}$$

Valor asumido = 323K

Temperatura media del aire al interior del techo

$$T_{mi} = T_i + \frac{Q_u / A_t}{F_r U_L} (1 - F_1) = 283.001 \text{ K (valor muy similar al asumido)}$$

Valor asumido = 283 K

Temperatura media del techo de policarbonato

$$T_{mp} = \frac{U_t \times T_a + \alpha_r \times T_t + \alpha_p \times T_i}{U_t + \alpha_r + \alpha_p} = 284.43 \text{ (valor diferente al asumido)}$$

Valor asumido = 293 K

De los cálculos para la verificación de las temperaturas se obtiene que dos valores de las temperaturas asumidas no son las correctas, por lo cual se debe repetir la iteración asumiendo otros valores iniciales, luego realizar los cálculos y finalmente comprobar las temperaturas asumidas.

A continuación, se muestra una tabla con nuevos valores de temperatura asumidos para la nueva iteración y otra tabla que muestra los resultados de los cálculos para obtener la potencia útil.

Tabla 2.4.4 Valores asumidos para la segunda iteración

Dato	Símbolo	Valor	Unidades
Temperatura ambiente	T_a	285	K
Temperatura de la tubería	T_t	317	K
Temperatura del aire interior al techo captador	T_i	296	K
Temperatura del techo de policarbonato	T_p	292	K

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.4.5 Resultados de los cálculos para la segunda iteración

Dato	Símbolo	Valor	Unidades
Coeficiente de pérdidas relativas al techo	U_t	40	$\frac{W}{m^2K}$
Cálculo de Pérdidas globales	U_L	25.58	$\frac{W}{m^2K}$
Eficiencia en la captación solar	η	10.3%	
Factor de eficiencia	F	0.21	
Factor de tubería	F_1	0.98	
Factor remoción	F_r	0.20	
Cálculo de la potencia útil	Q_u	847.98	W
Temperatura media de la tubería	T_{mt}	309	K
Temperatura media del aire al interior del techo	T_{mi}	296.35	K
Temperatura media del techo de policarbonato	T_{mp}	286.85	K

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los valores no coinciden, pero están más cercanos que los obtenidos en la primera iteración. Por lo tanto, se realizó una tercera iteración.

Tabla 2.4.6 Valores asumidos para la tercera iteración

Dato	Símbolo	Valor	Unidades
Temperatura ambiente	T_a	285	K
Temperatura de la tubería	T_t	310	K
Temperatura del aire interior al techo captador	T_i	296	K
Temperatura del techo de policarbonato	T_p	289	K

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.4.7 Resultados de los cálculos para la tercera iteración

Dato	Símbolo	Valor	Unidades
Coeficiente de pérdidas relativas al techo	U_t	40	$\frac{W}{m^2K}$
Cálculo de Pérdidas globales	U_L	25.17	$\frac{W}{m^2K}$
Eficiencia en la captación solar	η	25%	
Factor de eficiencia	F	0.26	
Factor de tubería	F_1	0.97	
Factor remoción	F_r	0.25	
Cálculo de la potencia útil	Q_u	1009	W
Temperatura media de la tubería	T_{mt}	309.36	K
Temperatura media del aire al interior del techo	T_{mi}	296.53	K
Temperatura media del techo de policarbonato	T_{mp}	287	K

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver en la tabla 2.4.5 que los valores obtenidos de las temperaturas son muy cercanos a los valores asumidos, por lo tanto, esto indica que se realizó el balance de energía de forma correcta en el análisis del techo captador solar. De acuerdo con este balance la potencia útil obtenida es de 1009 W con una eficiencia de 25%.

2.5 Materiales y equipos para el diseño

2.5.1 Techo de captación solar

El techo con el que se realizará el diseño del sistema consiste en planchas de policarbonato. En los puntos anteriores se mostró que el área de las viviendas es de 50 m². La inclinación del techo está recomendada por la norma técnica peruana NTP E.020. Esta norma menciona además las capacidades de carga de diseño, cargas de nieve, que podrá tener el techo en función de los ángulos de inclinación de este.



Figura 29: Planchas de policarbonato
Fuente: SODIMAC (Ref. 3)

Tabla 2.5.1 Propiedades del policarbonato (Ref. 8)

	Policarbonato
Transmisividad de radiación solar	0.90
Transmisividad de radiación térmica	0.06
Temperatura máxima de uso	140°C
Resistencia al fuego	Mediana
Dilatación	Elevada
Longevidad	6 años

La tabla 2.5.1 muestra las propiedades principales del policarbonato. Estas características son importantes, ya que la radiación solar útil del sistema está relacionada con estos valores. Se calcularon, además, las siguientes cargas:

- Carga de nieve
- Carga exterior de viento
- Carga interior de viento

Las cuales representan las solicitaciones del diseño de este sistema.

2.5.1.1 Carga de nieve

Las edificaciones y todas sus partes deberán resistir las cargas que se les impongan. En ningún caso, las cargas empleadas en el diseño serán menores que las calculadas con esta norma. De acuerdo con la norma NTP E.020, es necesario considerar que la carga básica de nieve sobre el suelo (Q_s) es de 0,40kPa (41×10^{-4} kgf/cm²) que equivalen a 0,40 m de nieve fresca (peso específico de 1kN/m³) o a 0,20 m de nieve compacta (peso específico de 2 kN/ m³). Considerando una inclinación para el techo de 15°, la carga de diseño del techo (Q_T) será $Q_T = Q_s$

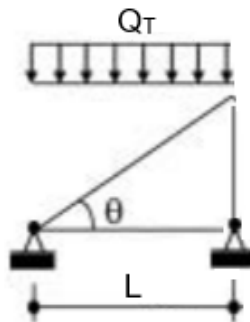


Figura 28: Diagrama de distribución de la carga de nieve sobre el techo
Fuente: Elaboración propia

2.5.1.2 Carga exterior de viento

La carga exterior ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Considerando que la velocidad de diseño se calcula con la siguiente expresión (Ref. 3):

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

Donde:

V_h : Velocidad de diseño en la altura h en km/h

V : Velocidad máxima en la zona de la edificación en km/h

h : altura sobre el terreno en metros

Reemplazando valores mencionados en el capítulo 1 se obtiene lo siguiente:

$$V_h = 36(3/10)^{0.22}$$

$$V_h = 27.62 \text{ km/h}$$

Con este valor de velocidad de diseño se calcula la presión que ejerce el viento para las condiciones requeridas mediante la siguiente expresión (Ref. 3):

$$P_h = 0.005 C \cdot V_h^2 \times 10^{-4}$$

Donde:

P_h : Presión o succión del viento para una altura h en kgf/cm^2

C : Factor de forma adimensional en la tabla 2.3.1

V_h : Velocidad de diseño a la altura h , en km/h

Tabla 2.5.2 Factores de forma (C) (Ref. 3)

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	$\pm 0,8$	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales ó inclinadas (planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Fuente: Norma técnica peruana NTP E.020

Para el caso de barlovento, que es el lado sujeto a los vientos, considerando ambos cálculos tanto como para la presión, la succión y para el caso de sotavento se tiene lo siguiente:

$$P_h = 0.005 C \cdot V_h^2 \times 10^{-4}$$

$$P_h = 0.005 (0.3) \cdot (27.62)^2 \times 10^{-4}$$

$$P_h = 1.14 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.0114 \text{ kPa (Presión en barlovento)}$$

$$P_h = 0.005 (-0.7) \cdot (27.62)^2 \times 10^{-4}$$

$$P_h = 2.67 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.027 \text{ kPa (Succión en barlovento)}$$

$$P_h = 0.005 (-0.6) \cdot (27.62)^2 \times 10^{-4}$$

$$P_h = 2.29 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.023 \text{ kPa (Succión en sotavento)}$$

2.5.1.3 Carga interior de viento

Es necesario realizar además el cálculo de la carga interior de viento, ya que, para el diseño de los elementos de cierre, incluyendo sus fijaciones, anclajes, se deben tener en cuenta tanto las cargas exteriores y las cargas interiores, las cuales corresponden

a las presiones y succiones. Se denomina carga interior de viento a estas cargas interiores (Ref. 3).

Tabla 2.5.3 Factores de forma para determinar cargas adicionales (C) (Ref. 3)

ABERTURAS		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
<u>±0,3</u>	+0,8	-0,6

Fuente: Norma técnica peruana NTP E.020

Reemplazando los factores en la expresión de la presión del viento se obtiene lo siguiente:

$$P_h = 0.005 (0.3) \cdot (27.62)^2 \times 10^{-4}$$

$$P_h = 1.14 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.0114 \text{ kPa}$$

(Presión adicional en lados a barlovento)

$$P_h = 0.005 (-0.3) \cdot (27.62)^2 \times 10^{-4}$$

$$P_h = 1.14 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.0114 \text{ kPa}$$

(Succión adicional en lados a barlovento)

$$P_h = 0.005 (-0.3) \cdot (27.62)^2 \times 10^{-4}$$

$$P_h = 1.14 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.0114 \text{ kPa}$$

(Succión adicional en lados a sotavento)

Por lo tanto, considerando las cargas exteriores y las interiores, se tienen los siguientes resultados:

$$P_h = 2.28 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.023 \text{ kPa} \text{ (Presión en barlovento)}$$

$$P_h = 3.81 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.038 \text{ kPa} \text{ (Succión en barlovento)}$$

$$P_h = 3.43 \times 10^{-4} \text{ Kgf/cm}^2 \Leftrightarrow 0.034 \text{ kPa} \text{ (Succión en sotavento)}$$

2.5.2 Fluido caloportador

Como se mencionó en el capítulo anterior, el fluido que se usará para la transferencia de energía hacia el interior de las viviendas será un aceite térmico. El sistema de calefacción que se desarrollará es cerrado, por lo tanto, el fluido no hará contacto directo con el proceso por lo que este fluido solo representa la fuente de energía.

El tipo de aceite que se usará es el Shell Thermia Oil, el cual es un aceite mineral para transferencia de calor en sistemas cerrados por calentamiento directo. Estos aceites poseen una excepcional estabilidad térmica que permite alcanzar temperaturas de hasta 300°C manteniendo sus características durante largos periodos. Este aceite tiene una vida útil superior a las 25000 horas de trabajo. Luego de este periodo deben ser reemplazados. Existen empresas que se dedican a su recogida para su posterior destrucción.

Los aceites Shell Thermia Oils poseen las siguientes ventajas:

- Gran estabilidad térmica.
- Muy buena estabilidad a la oxidación.
- Baja viscosidad para aumentar los coeficientes de transferencia térmica.
- Fluidez a bajas temperaturas (hasta -18°C).
- Baja presión de vapor.
- No corrosivo.
- No producen efectos nocivos cuando se utilizan en las aplicaciones recomendadas y se respetan unas adecuadas prácticas de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Tabla 2.5.4 Características técnicas medias. (Ref. 5)

Shell Thermia Oils		B	E
Característica	Método	Valores típicos	
Viscosidad cinemática, cSt	ASTM D-445		
*a 40°C		24,8	138
*a 100°C		4.65	11
*a 200°C		1.18	1.9
*a 300°C		0.57	0.9
Densidad a 15°C, kg/l	ASTM D-4052	0.867	0.906
Punto de inflamación v.c., °C	ASTM D-93	220	221
Punto de congelación, °C	ASTM D-97	-18	-33

De la tabla 2.5.4 se puede observar que este fluido puede trabajar sin problemas con temperaturas máximas de 300°C y mínimas de -18°C. Esto representa una gran ventaja, ya que, a mayor temperatura del fluido, mayor será la capacidad de transferencia de calor. Además, se debe recordar que la temperatura de Huancavelica puede llegar a niveles bajo cero y para estas temperaturas críticas, el fluido trabajará de forma correcta.

2.5.2.1 Flujo másico del fluido caloportador

Una vez determinado el fluido caloportador para el diseño, es necesario conocer cuál es el caudal de este. Existen recomendaciones para el valor del caudal de los fluidos caloportadores en los sistemas solares (Ref. 3). Los valores recomendados están comprendidos entre 1.0 l/s y 1.6 l/s por cada 100 m² de área de colectores. Para el diseño se considera que el área de las viviendas es de 50 m², además considerando que este sistema usará las planchas de policarbonato, se usará un caudal de 0.02 l/s.

De la tabla 2.5.3 se observa que para la temperatura de 10°C la densidad del aceite es 0.870 kg/l, por lo tanto el flujo másico se podría calcular de la siguiente forma:

$$\dot{m} = (0.02 \text{ l/s}) \cdot (0.870 \text{ kg/l})$$

$$\dot{m}_{\text{aceite}} = 0.0174 \text{ kg/s}$$

Se obtiene que el flujo másico del aceite que ingresa es de 0.035 kg/s. Este valor es importante, ya que en los puntos siguientes se usará este dato para el cálculo de la potencia requerida por el sistema. De la tabla 2.5.3, Si consideramos una temperatura de salida de 40°C se obtiene $\dot{m}_{\text{aceite}} = 0.0170 \text{ kg/s}$.

2.5.2.2 Capacidad energética del caloportador

Es necesario conocer cuál es la potencia calorífica que debe ser entregada al sistema y así poder calentar el aceite térmico para usarlo como fuente de energía y realizar la calefacción en las viviendas.

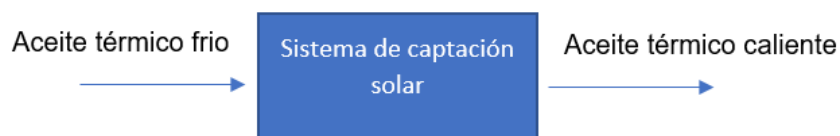


Figura 30: Esquema del proceso de calentamiento del fluido caloportador
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.5.5 Datos de diseño típicos para aceite Shell Thermia Oil B. (Ref. 5)

Thermia B:

Temperature	°C	0	20	40	100	150	200	250	300	340
Density	kg/l	0.876	0.863	0.850	0.811	0.778	0.746	0.713	0.681	0.655
Specific Heat Capacity	kJ/kg*K	1.809	1.882	1.954	2.173	2.355	2.538	2.72	2.902	3.048
Thermal Conductivity	W/m*K	0.136	0.134	0.133	0.128	0.125	0.121	0.118	0.114	0.111
Prandtl No.		3375	919	375	69	32	20	14	11	9
Vapour Pressure	mbar	-	-	-	-	-	5	26	100	260

Con los datos obtenidos de la tabla 2.5.5 se puede calcular el valor de la potencia requerida por el sistema para elevar la temperatura del aceite de una temperatura promedio a la que se encuentre el lugar hasta la temperatura del fluido caloportador que permita realizar la calefacción en las viviendas.

Para la temperatura de ingreso del aceite se considerará la temperatura ambiente de 10°C, mientras que la temperatura del aceite a la salida del sistema deberá ser de 40°C. Con estos valores de temperatura podemos tabular los valores de capacidad térmica específica de la tabla 2.5.5

Luego de reemplazar los valores de temperatura de 10°C y 40°C se obtiene que la capacidad térmica específica es de 1.846 kJ/kg.K y 1.954 kJ/kg.K respectivamente. Para el cálculo de la potencia requerida por el sistema para estas condiciones se utiliza la siguiente expresión:

$$q = (\dot{m}_{aceite}) \cdot (CT_2) \cdot (T_2) - (\dot{m}_{aceite}) \cdot (CT_1) \cdot (T_1)$$

Donde:

q: Potencia en Kw

CT: Capacidad térmica específica en kJ/kg.K

T: Temperatura en K

Al reemplazar los valores obtenidos de capacidad térmica y el flujo másico del aceite calculado previamente se obtiene lo siguiente:

$$q = (0.0170) \cdot (1.954) \cdot (313) - (0.0174) \cdot (1.846) \cdot (283)$$

$$q = 1307.16 \text{ W}$$

Por lo tanto, al elevar la temperatura del fluido caloportador desde la temperatura de 10°C a 40°C el fluido térmico es capaz de entregar 1307.16W con un flujo másico promedio de 0.0172 kg/s.

2.6 Tuberías para el intercambiador de calor

2.6.1 Materiales de las tuberías del intercambiador de calor

Las tuberías encargadas de transportar el fluido, aceite térmico, deben ser de un acero para servicio de altas temperaturas, ya que, como se explicó, el fluido caloportador trabajará a temperaturas elevadas, incluso por las propiedades del fluido, este puede alcanzar temperaturas máximas de 300°C. El acero seleccionado para las tuberías es ASTM A106 grado B, es un acero que permite el doblado, soldado y bridado.

Tabla 2.6.1 Composición química nominal para acero ASTM A106 (Ref. 7)

Acero	C (%)	Mn (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)	Cr (%)	Mb (%)	Ni (%)
A106 B	0.3	0.29-1.06	0.1	0.035	0.035	0.4	0.4	0.15	0.4

Tabla 2.6.2 Propiedades mecánicas para acero ASTM A106 (Ref. 7)

Acero	Resistencia a la tracción (Mpa)	Fluencia (Mpa)
A106 B	415	240

La tabla 2.6.2 muestra las propiedades mecánicas para el acero ASTM A106. Este acero se usará en el sistema de tuberías que transportará el fluido caloportador.

Las tuberías son de 28mm de diámetro y 3mm de espesor

2.6.2 Dilatación de las tuberías

La dilación es la variación de las dimensiones que sufren los materiales cuando se varía la temperatura a la que trabajan o están expuestas. Por esta razón, es importante conocer cuál será la dilatación que sufrirán las tuberías, ya que el fluido llegará a temperaturas elevadas para realizar la transferencia de calor.

Para realizar el cálculo de la dilación se utilizarán algunos datos como la temperatura ambiente del lugar, la cual se definió como 10°C, la temperatura que puede alcanzar

el fluido 80°C, la longitud de la tubería y el diámetro de esta para calcular la dilatación mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta L = L \times \Delta T \times \alpha$$

Considerando que se usó el acero ASTM A106 grado B que tiene el coeficiente de dilatación térmica lineal de 1.44×10^{-5} ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) y el tramo de tubería que presenta la mayor variación de temperatura, se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned}\Delta L &= 10 \times (80 - 10) \times 1.44 \times 10^{-5} \\ \Delta L &= 0.0101 \text{ m} \approx 10.10 \text{ mm}\end{aligned}$$

Usando el módulo de elasticidad de este acero $E = 184255 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (ref. 7) la tensión a la que está sometida la tubería se calcula con la siguiente ecuación:

$$\sigma = E \times \frac{\Delta L}{l} = 184255 \times \frac{0.0101}{10} = 186 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

El acero ASTM A106 grado B tiene un esfuerzo de fluencia de $240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (Ref.7) por lo tanto, se puede asegurar que la tubería no sufrirá deformaciones permanentes, ya que la tensión a la que está sometida $186 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ es menor al esfuerzo de fluencia.

2.6.3 Dimensionamiento de las tuberías del intercambiador de calor

Para el dimensionamiento de las tuberías que conforman el captador solar (intercambiador de calor) sobre los techos de las viviendas se consideraron los cálculos previamente obtenidos en el balance de energía del interior de dicho captador. Este conjunto de tuberías se consideró como un intercambiador de calor, ya que cumple la función de entregar la energía transferida al fluido caloportador que circula en su interior hacia el ambiente de las viviendas a través de un sistema de radiadores.

Para el cálculo de las longitudes de las tuberías y el número de estas, se usó el método DMLT para intercambiadores de calor, para lo cual se asemeja el diseño del captador solar y las tuberías como un intercambiador de calor de carcasa y tubos. A continuación, se presenta un esquema del intercambiador de calor.

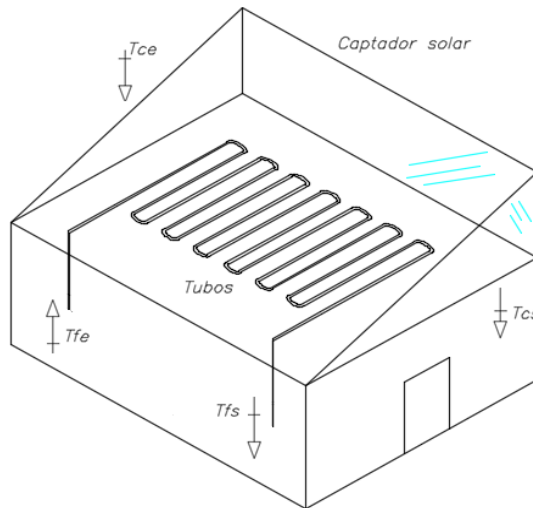


Figura 31: Esquema del sistema intercambiador de calor
Fuente: Elaboración propia

La figura 31 muestra un esquema del sistema captador solar y las tuberías, representado como un intercambiador de calor de carcasa y tubos, donde:

T_{ce} : temperatura del aire a la entrada del captador solar.

T_{cs} : temperatura del aire a la salida del captador solar.

T_{fe} : temperatura del fluido calorportador a la entrada del captador solar.

T_{fs} : temperatura del fluido calorportador a la salida del captador solar.

Para realizar el cálculo del dimensionamiento de las tuberías es necesario realizar una representación de la transferencia de calor entre el captador solar y las tuberías, así como los tipos de transferencia involucrados en la misma.

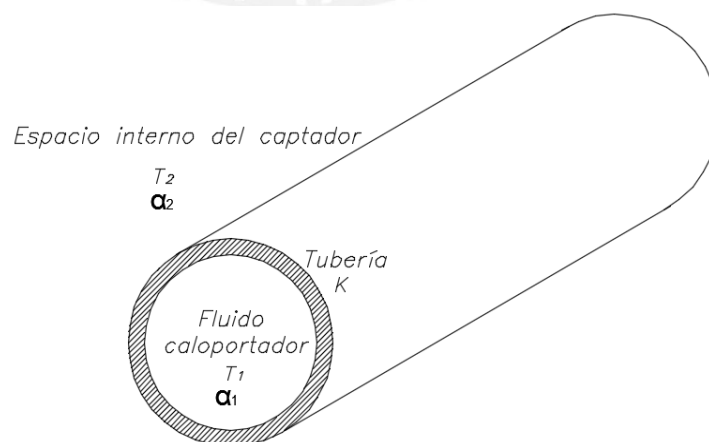


Figura 32: Esquema de la tubería al interior del captador solar.
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de transferencia de calor correspondiente para el intercambiador de calor que representa el sistema de captador solar y las tuberías es el siguiente:

$$\dot{Q} = \frac{2\pi \times L \times N_{tubos} \times (T_{bc} - T_{bf})}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_{tubo}} + \frac{1}{\alpha_2 r_2}}$$

Donde:

L : Longitud del tubo

N_{tubos} : Número de tubos

α_1 : Coeficiente convectivo del fluido caloportador

r_1 : Radio interior de la tubería

α_2 : Coeficiente convectivo en exterior de los tubos

r_2 : Radio exterior de la tubería

k_{tubo} : Coeficiente conductivo de la tubería

$$T_{bc} = \frac{T_{ce} + T_{cs}}{2}$$

$$T_{bf} = \frac{T_{fs} + T_{fe}}{2}$$

Si se utiliza el factor de corrección F y el método DMLT se tiene lo siguiente:

$$\dot{Q} = \frac{2\pi \times L \times N_{tubos} \times F \times DMLT}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{\ln(1)}{k_{tubo}} + \frac{1}{\alpha_2 r_2}}$$

Para el método de DMLT

$$DMLT = \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)}$$

$$\Delta T_1 = T_{ce} - T_{fs} = 56.47^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = T_{cs} - T_{fe} = 13.53^\circ\text{C}$$

$$DMLT = 30.05^\circ\text{C}$$

En el caso del factor F, depende de las formas constructivas, de la disposición de los flujos y de las relaciones (P, efectividad de los tubos) y (R, relación de la capacidad), que se definen mediante la siguiente relación: (Ref. 13)

$$P = \frac{\text{Cambio temperatura lado tubos}}{\text{Diferencia máx. Temp.}} = \frac{(T_s - T_e)_{\text{tubos}}}{(T_{ce} - T_{fe})}$$

$$R = \frac{\text{Capacidad Term. lado tubos}}{\text{Capacidad Term. lado externo}} = \frac{(T_e - T_s)_{\text{carcaza}}}{(T_s - T_e)_{\text{tubos}}}$$

Con los valores de P y R se calcula el valor del factor de corrección mediante la siguiente gráfica:

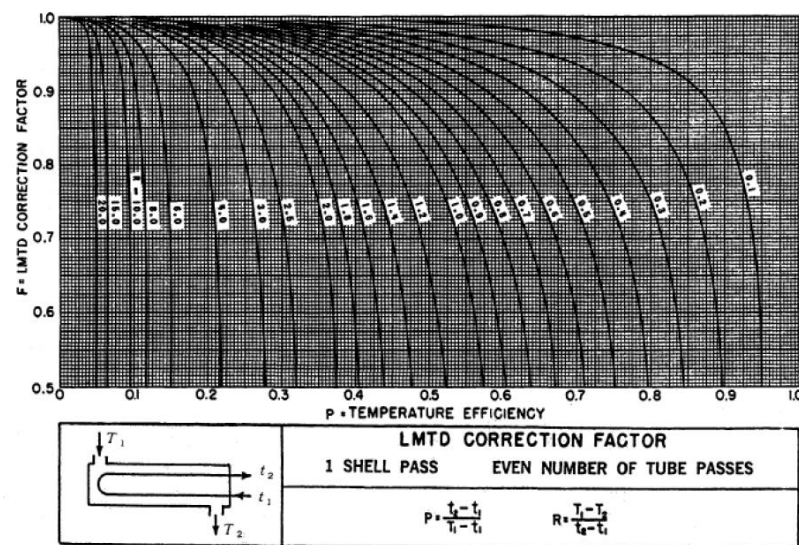


Figura 33: Gráfica del factor de corrección.

Fuente: (Ref. 13)

Para los valores de P=0.71 y R=0.48 se obtiene el valor de F= 0.75

Reemplazando los valores obtenidos en la ecuación se tiene lo siguiente:

$$\dot{Q} = \frac{2\pi \times L \times N_{\text{tubos}} \times F \times DMLT}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{\ln(1)}{k_{\text{tubo}}} + \frac{1}{\alpha_2 r_2}}$$

$$1kW = \frac{2\pi \times L \times N_{\text{tubos}} \times 0.75 \times 30.05}{\frac{1}{\alpha_1 0.011} + \frac{\ln(1)}{0.05} + \frac{1}{\alpha_2 0.014}}$$

Reemplazando los valores de coeficientes convectivos del aceite térmico y el aire se obtiene:

$$\alpha_1 = 0.10 \text{ kW/m}^2\text{°C}$$

$$\alpha_2 = 10 \text{ kW/m}^2\text{°C}$$

Pero de acuerdo con los cálculos la eficiencia del captador solar es 25%, por lo tanto y solo para el cálculo de las longitudes de tubos y la cantidad de tubos, se tomará 5kW como la potencia que se debe alcanzar.

$$5kW = \frac{2\pi \times L \times N_{tubos} \times 0.75 \times 30.05}{\frac{1}{0.10 \times 0.011} + \frac{\ln(1)}{0.05} + \frac{1}{10 \times 0.014}}$$

$$L \times N_{tubos} = 32.35$$

Finalmente se escoge una longitud para los tubos dentro del captador solar de 2 metros, por lo que el número de tubos que se necesita es 16. Para una tubería de 28mm de diámetro y 3mm de espesor. A continuación, se muestra un esquema de la disposición de las tuberías en el interior del captador solar.

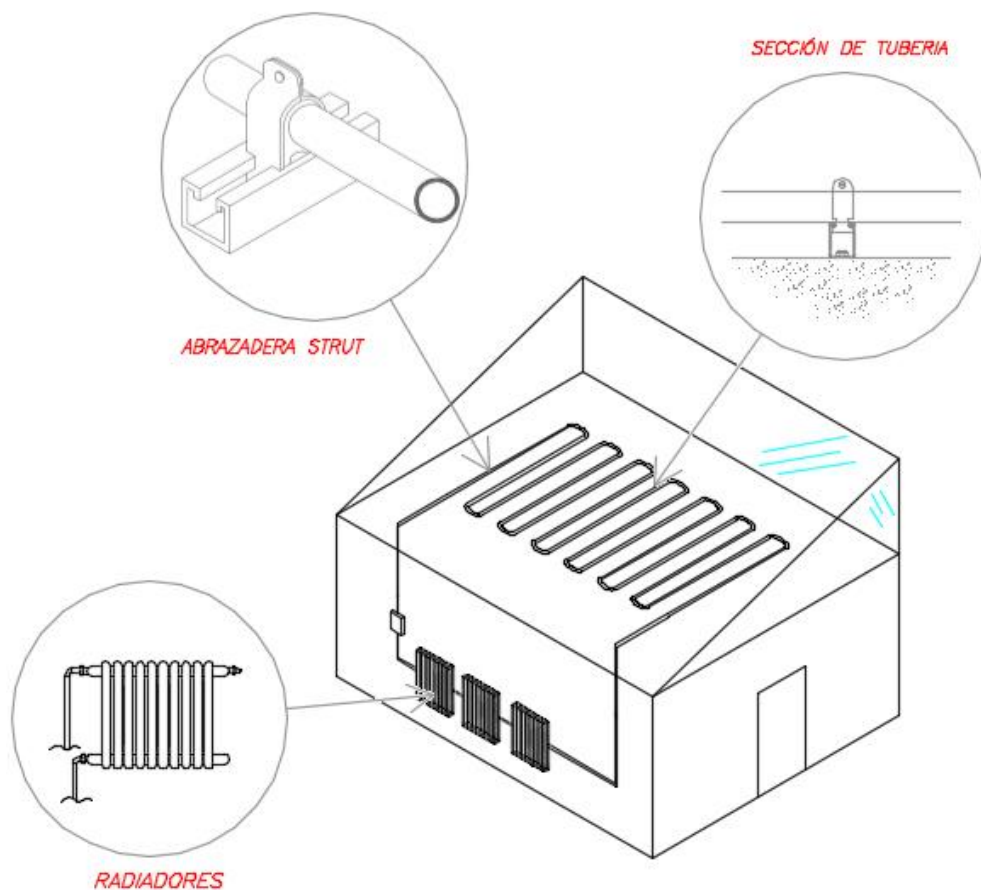


Figura 34: Esquema de la vivienda con el sistema de calefacción.

Fuente: Elaboración propia

2.6.4 Resistencia de las tuberías en el intercambiador de calor

Es necesario realizar un análisis de la resistencia de las tuberías, ya que estas tuberías funcionarán bajo la acción fuerza que genera el peso del fluido que recorre su interior, este fluido representa una carga a lo largo de la tubería, además se debe considerar que las tuberías estarán posicionadas en el techo de las viviendas y serán sujetadas por abrazaderas strut.

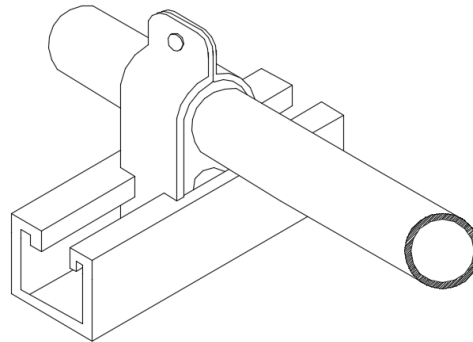
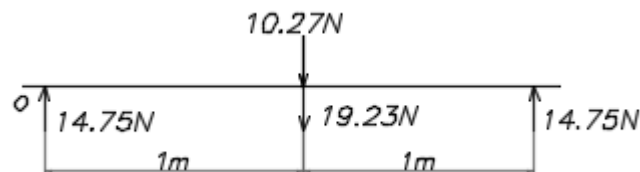


Figura 34: Tubería y abrazadera strut
Fuente: Elaboración propia

Estos apoyos se ubicarán a los extremos de cada fila de tuberías. Las solicitaciones para estos apoyos son una carga distribuida de 5.14N/m y un peso de 19.23N.

A continuación, se presenta el diagrama de cuerpo libre para cada tramo de tubería:



Teniendo estas consideraciones, se realizó el siguiente análisis de resistencia.

$$\sigma_f = FS \times \sigma_t$$

Donde:

σ_t : Esfuerzo de trabajo de la tubería

σ_f : Esfuerzo de fluencia

FS : Factor de seguridad

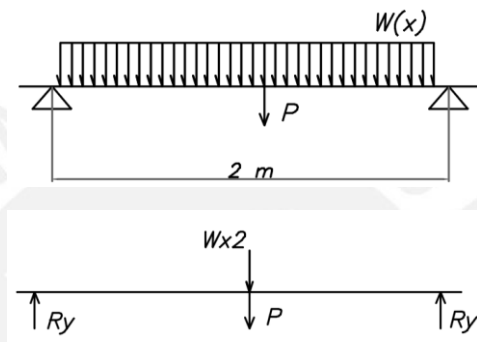
De la tabla 2.6.2 se tienen las propiedades mecánicas de la tubería de acero ASTM A106, donde se indica que $\sigma_f = 240\text{MPa}$.

En el caso del esfuerzo de trabajo se calcula con la siguiente expresión:

$$\sigma_t = \frac{M \times \frac{d}{2}}{I}$$

Para el cálculo del esfuerzo de trabajo se debe considerar el fluido en el interior de las tuberías, el cual está representado por una carga distribuida a lo largo de la tubería de 2 metros de largo.

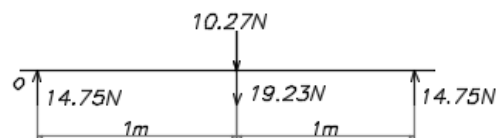
Para el análisis de la tubería, apoyada sobre las abrazaderas, se tienen los siguientes esquemas:



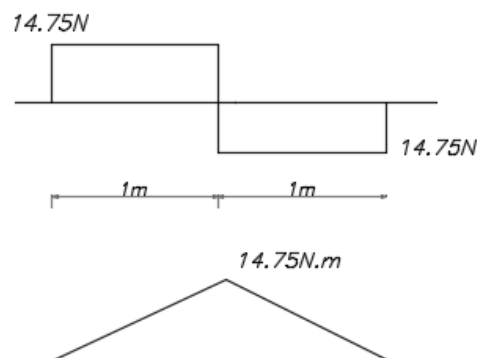
Donde:

$$W = 5.14 \text{ N/m} ; P = 19.23 \text{ N}$$

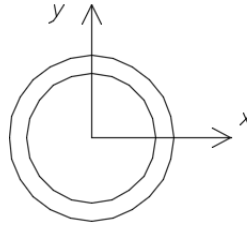
Por lo tanto, considerando las tuberías de 2m, las reacciones a lo largo de la tubería son las siguientes:



Al analizar el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector se tiene:



Se puede observar que el momento maximo es 14.75 N.m, por lo tanto este será el valor para el analisis de resistencia.



Debido a que el espesor de la tubería es 3mm, se considera una pared delgada, por lo tanto, el momento de inercia se calcula usando el radio interior que es 25mm.

$$I = \frac{\pi}{4} \times r^4 = \frac{\pi}{4} \times 0.025^4 = 3.07 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Por lo tanto, al reemplazar en la ecuación del esfuerzo de trabajo se tiene:

$$\sigma_t = \frac{14.75 \times \frac{0.028}{2}}{3.07 \times 10^{-7}}$$

$$\sigma_t = 0.672 \text{ MPa}$$

Al reemplazar en la relación de esfuerzo de trabajo y esfuerzo de fluencia

$$\sigma_t = FS \times \sigma_f$$

$$240 = FS \times 0.672$$

$$FS = 357$$

Considerando las recomendaciones de la norma ASME, la cual indica que el valor del FS debe ser mayor a la unidad, se demuestra que, para las condiciones dadas, la tubería trabajar sin presentar problemas en su funcionamiento.

Es importante mencionar que para la velocidad promedio del fluido caloportador 0.5m/s, se obtendrá una presión de 1,47 atm es decir 21.60 psi, por lo tanto, podemos despreciar la presión interna que ejerce el fluido caloportador al circular por las tuberías.

2.7 Redes de distribución

La normativa competente para las instalaciones de calefacción es el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE). (Ref. 14)

Las principales instrucciones tomadas según las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) para la aplicación en el diseño de las redes de distribución al interior de las viviendas son las siguientes:

ITE 02.4.11 Las superficies calientes de los aparatos calefactores que sean accesibles al usuario deben tener una temperatura menos que 80°C o estar adecuadamente protegidas.

ITE 02.8.2-3 El diámetro del tubo de alimentación dependerá de los kW necesarios en la vivienda. Para el vaciado del sistema se recomienda un diámetro mínimo de 20 mm.

De acuerdo con los cálculos de diseño el diámetro que se necesita es 28mm, por lo tanto, teniendo en cuenta este valor y las recomendaciones de ITE se determinó que el diámetro de las tuberías de alimentación y vaciado serán 30mm y 20mm respectivamente.

2.7.1 Aislamiento de las tuberías de distribución

Las tuberías que conforman la red de distribución están compuestas por un tubo interior de polietileno, aluminio y polietileno resistente a altas temperaturas, para esto se escogieron las tuberías multicapa Tigris Blue Aquatecnic. De acuerdo con el ITE 02.10, las tuberías deben estar aisladas térmicamente para evitar las pérdidas de energía y conseguir que el fluido caloportador llegue a los radiadores con la temperatura que tenía a la salida del intercambiador de calor. A continuación, se muestra una tabla con los espesores de aislamiento para las tuberías Tigris Blue.

Tabla 2.7.1 Espesores del aislamiento para tuberías (Ref. 15)

Diámetro exterior de tuberías (mm)	Temperatura del fluido caliente al interior (°C)	
	40 a 65	66 a 100
16 - 20 - 25 – 30	20mm	20mm
40 – 60	20mm	30mm
63 – 75	30mm	30mm

De la tabla 2.7.1 se determinó que el espesor de los aislantes, de acuerdo con el diámetro de la tubería y la temperatura del fluido al interior de la tubería, es de 20 mm.

2.7.2 Tuberías de distribución

Las tuberías que se seleccionaron para la distribución del líquido caloportador son las tuberías multicapa PEX-AL-PEX Tigris Blue Aquatecnic, las cuales presentan una vida útil no menor a 50 años, son impermeables a la difusión del oxígeno, lo cual impide la entrada del oxígeno en circuitos cerrados de calefacción, son opacas para evitar la aparición de microorganismos que suelen producirse cuando la luz está en contacto con el agua.

La tubería multicapa PEX-AL-PEX presenta un alma de aluminio y capas exterior e interior de polietileno reticulado. Se une mediante compresión mecánica a los accesorios y piezas termoplásticas con junta elástica y casquillo de acero inoxidable.

La composición de los tubos permite tener las propiedades de rigidez, gracias al aluminio, así como flexibilidad, lo cual permite que la tubería pueda ser curvada en la instalación. Estas características controlan además la dilatación que se pueda originar al transportar fluidos mayores a 50°C y no se produce corrosión de los materiales que componen los tubos y accesorios. (Ref. 15)



Figura 35: Tuberías de distribución.

Fuente: Aquatecnic (Ref. 15)

2.7.3 Radiadores

Existen diferentes tipos de instalación de calefacción con radiadores y su elección depende de las necesidades del usuario. Para este caso, se eligió el tipo de calefacción por colectores, debido a que esta forma de distribución permite un mejor reparto del rendimiento calorífico, ya que se logra que el agua caliente llegue a todos los radiadores a la misma temperatura. Este sistema se caracteriza porque el agua retorna desde el primer radiador, con lo cual las pérdidas de carga en los radiadores más alejados del intercambiador de calor se compensan. (Ref.15)

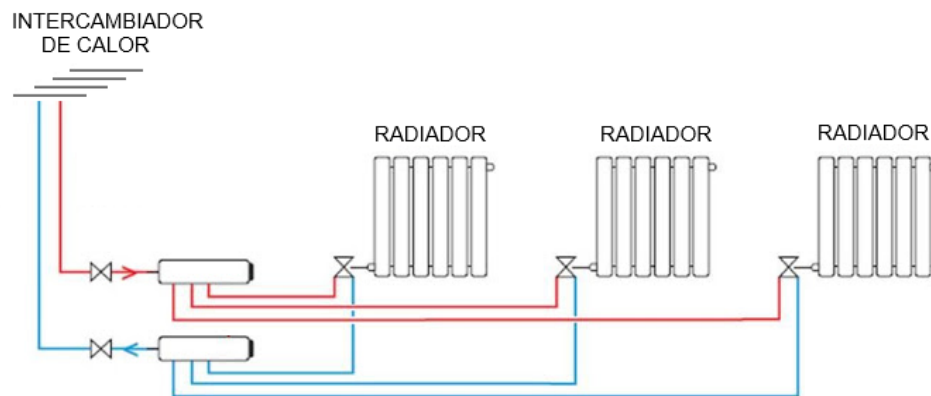


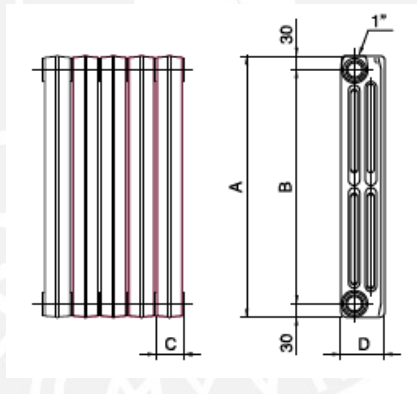
Figura 36: Sistema de calefacción por radiadores y colector
Fuente: Ciencia y Cemento - Modificado (Ref. 17)

La figura 36 representa una instalación típica de un sistema de calefacción por radiadores y colectores, donde se puede ver que el fluido caloportador sale del intercambiador de calor (captador solar sobre los techos de las viviendas) y se dirige al colector desde donde se dirigirá hacia cada radiador. De la misma forma, al salir de los radiadores, el fluido frío se dirige a otro colector para luego entrar al intercambiador de calor y así repetir el ciclo de calefacción.



Figura 37: Radiador de hierro fundido.
Fuente: Catálogo Lasian (Ref. 20)

El radiador que se seleccionó es el de hierro fundido, es el tipo de radiador más común y tiene una gran duración, debido a que el hierro fundido tiene una excelente resistencia a la corrosión. Son de fácil limpieza e instalación y vienen protegidos con un acabado en imprimación blanca. Se suministran en baterías de 10 elementos.



MODELO	CÓDIGO	Peso kg	Volumen agua (l)	Potencia W ΔT 50° C	A mm.	B mm.	C mm.	D mm.
RIDEM								
RIDEM 2/813	62105	5,20	0,71	84	885	813	62,4	60
RIDEM 3/350	62106	3,90	0,56	58	442	350	98,2	60
RIDEM 3/500	62132	4,30	0,65	77	565	500	92	60
RIDEM 3/623	62133	5,09	0,72	91	692	623	92	60
RIDEM 3/813	62134	6,63	0,99	112	878	813	92	60

Figura 38: Características técnicas.
Fuente: Catálogo Lasian (Ref. 20)

El modelo de radiador que se usará es el RIDEM 3/813 de la marca LASIAN. La figura 38 muestra las dimensiones del radiador y la potencia que desarrolla para una variación de temperatura de 50°C.

Para la instalación de los radiadores dentro de las viviendas, se deben tener las siguientes recomendaciones:

- Deben colocarse en la pared más fría con la finalidad de obtener una temperatura uniforme en todo el ambiente.
- Se debe instalar a una distancia mínima del suelo y la pared, como se indica en la siguiente figura.

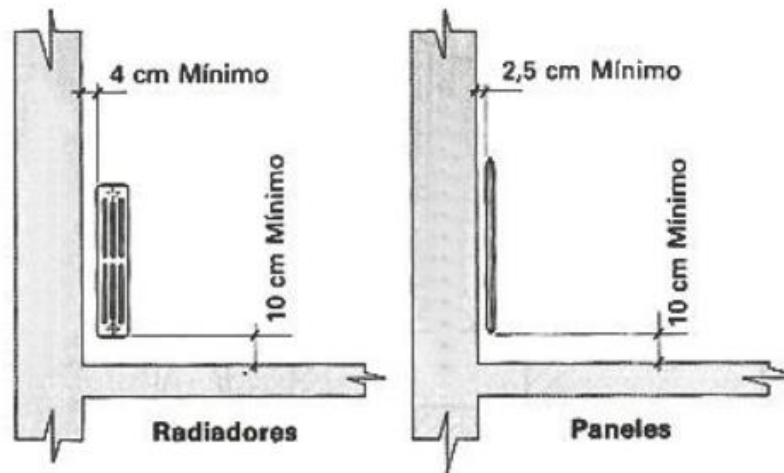


Figura 39: Instalación de radiadores.
Fuente: Máquinas y Equipos Térmicos (Ref. 19)

De la figura 39 se puede observar que los radiadores deben estar ubicados a distancia mínima de 4cm de la pared y a una distancia mínima de 10cm del piso mediante soportes.

- La cantidad de soportes dependerá del número de elementos o baterías de los radiadores, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 2.7.2 Numero de soportes por radiador (Ref. 19)

# Elementos	0-10	11-20	21-30	31-40
# Soportes	2	3	4	5

De la tabla 2.7.2 se puede observar que para un número de elementos de 0 a 10 por cada radiador, se deben usar 2 soportes. Como se mencionó los radiadores que se seleccionaron están conformados por baterías de 10 elementos, por lo tanto, el número de soportes que se usarán es 2.



Figura 40: Armario de colectores.
Fuente: Habitissimo (Ref. 16)

La figura 37 muestra una disposición típica de los colectores para la distribución y el vaciado del fluido caloportador al ingreso y salida de los radiadores. Con eso se logra que tanto el fluido a la salida del intercambiador de calor llegue a la misma temperatura para cada radiador y de igual forma que los fluidos a la salida de los radiadores retornen hacia el intercambiador de calor.

2.7.4 Accesorios

Los accesorios que conforman el sistema de tuberías son los colectores metálicos, soportes distanciadores para colectores, armario de colectores, adaptadores roscados para radiadores, codo prolongado a radiador, unión tipo “T” para radiador y válvula para instalaciones de calefacción.



ARMARIO COLECTOR

Código	Salidas H	Salidas V	Tipo
7021268	≤ 6	2	2
7021270	≤ 9	≤ 6	3
7021271	≤ 12	≤ 8	4
7021272	-	≤ 12	5

Figura 41: Armario de colectores.
Fuente: Aquatecnic (Ref. 15)



COLECTOR CALEFACCIÓN

Código	Salidas
7021245	2 salidas
7021246	3 salidas
7021248	4 salidas
7021249	5 salidas
7021250	6 salidas
7021251	7 salidas
7021252	8 salidas
7021253	9 salidas
7021254	10 salidas

ADAPTADOR ROSCADO

Código	DN
7021274	16x1/2"
7021275	16x3/4"
7021276	20x3/4"

Figura 42: Colector y adaptador roscado.

Fuente: Aquatecnic (Ref. 15)

El colector que se usará será uno de 4 salidas y cuatro entras, es decir se contará con 4 radiadores.



DISTANCIADOR COLECTORES

Código	DN
7021260	210 mm

CODO PROLONGADO A RADIADOR

Código	DN
7003943	16x350 mm
7003944	16x1100 mm

TE PROLONGADA A RADIADOR

Código	DN
7003945	16x350 mm
7003946	16x1100 mm
7003947	20x350 mm
7003948	20x1100 mm

Figura 43: Distanciador, codo y "T"

Fuente: Aquatecnic (Ref. 15)



VÁLVULA RADIADOR

Código	DN
7025478	1/2"

DETENTOR RADIADOR ESCUADRA NIQUELADA

Código	DN
7025479	1/2"

VÁLVULA MONOTUBULAR RADIADOR NIQUELADA

Código	DN
7026975	1/2"

Figura 44: Válvula, detentor radiador y válvula monotubular.

Fuente: Aquatecnic (Ref. 15)

2.7.5 Pérdida de carga en las tuberías y accesorios

Para el cálculo de la pérdida de carga en la tubería se usó tabla siguiente, en la cual mediante el diámetro de la tubería y la velocidad del fluido se puede obtener la pérdida de carga unitaria.

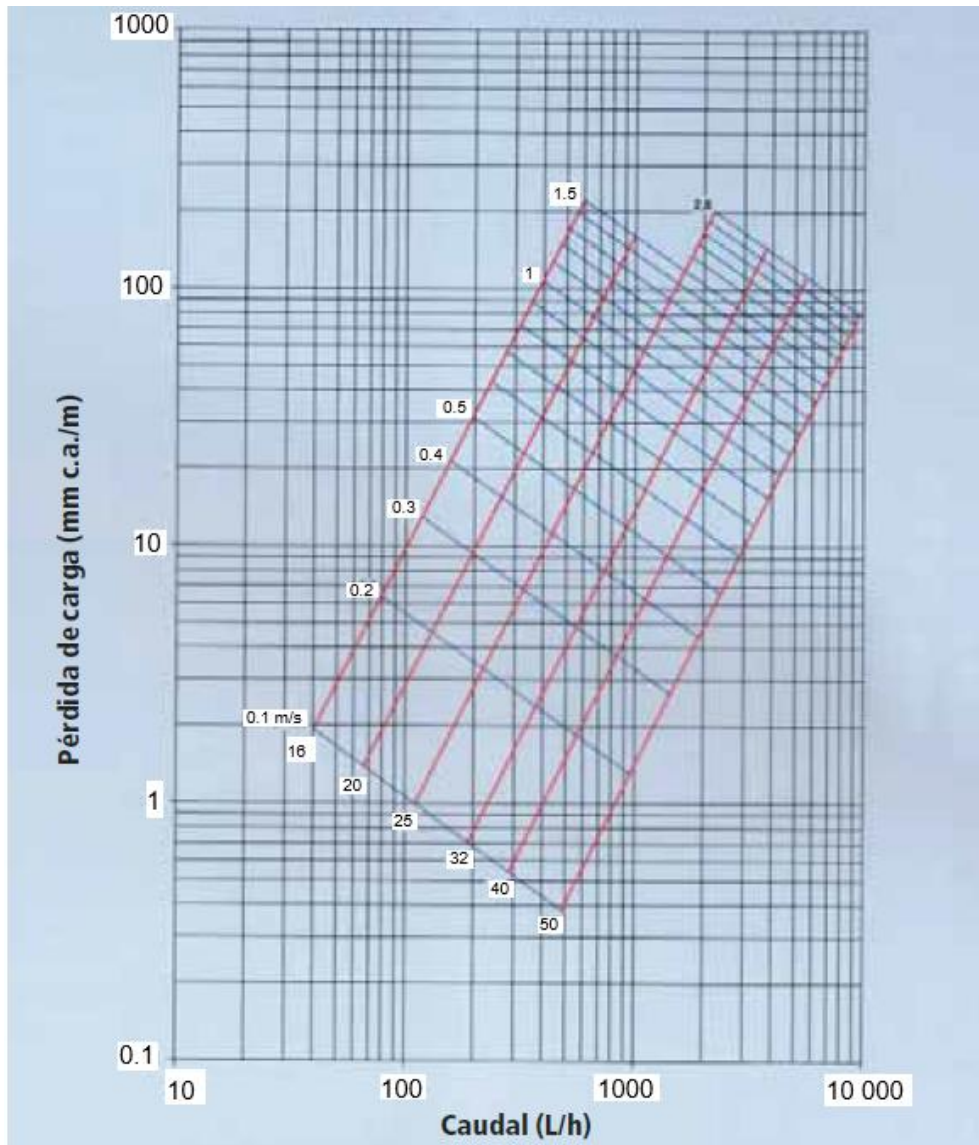


Figura 45: Tabla CR-2
Fuente: Aquatecnic (Ref. 15)

Para un diámetro de 30mm y 0.5m/s se obtiene que la pérdida de carga es de 14mmca/m. Si consideramos que la tubería tiene 6 metros. La pérdida total de la tubería es 84mmca.

Para el cálculo de la pérdida en los accesorios se usó la siguiente relación:

$$\sum(r \cdot v^2 \cdot \frac{L}{2g}) \text{ mmc.a}$$

Donde:

r : suma de coeficientes de pérdida de carga de accesorios

v : 0.5 m/s

γ : Peso específico del aceite térmico a 60°C (837 kg/m³)

g : 9.81m/s²

Los valores de las pérdidas de carga en los accesorios se obtuvieron de la siguiente tabla:

Tabla 2.7.3 Coeficientes de perdida en accesorios (Ref. 15)

Accesorio	Símbolo	Coeficiente de resistencia (r)					
		Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32	Ø 40	Ø 50
Codo 90°		0,37	0,29	0,26	0,26	0,21	0,19
Reducción		0,14	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08
Te con separación de corriente		0,44	0,34	0,31	0,26	0,25	0,23
Te de paso		0,10	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05
Te contracorriente		0,39	0,31	0,28	0,23	0,22	0,20
Te unificadora de corriente		0,36	0,29	0,25	0,2	0,21	0,21
Te de paso unificadora de corriente		0,25	0,26	0,19	0,15	0,14	0,13
Te contracorriente unificadora de corriente		0,77	0,61	0,55	0,47	0,44	0,42

De la Tabla 2.7.3, se obtuvo la suma de coeficientes de pérdidas de carga en los accesorios

$$r = 0.26 \text{ (codo)} + 0.26 \text{ ("T" de separación)} + 0.07 \text{ ("T" de paso)} + 0.09 \text{ (Reducción)}$$

$$r = 0.68$$

Por lo tanto, se obtiene lo siguiente:

$$\sum \left(r \cdot v^2 \cdot \frac{\gamma}{2g} \right) = 0.68 \times (0.5)^2 \times (837/9.81) = 14.50 \text{ mmc.a}$$

La pérdida de carga total, tubería más accesorios es la siguiente:

$$\Delta P \text{ total} = 84 + 14.50 = 98.50 \text{ mmc.a}$$

2.7.6 Bomba de distribución del fluido caloportador

Para la distribución del fluido caloportador, aceite térmico, es necesario seleccionar una bomba de aceite adecuada para estas condiciones. Para realizar esta selección se requieren conocer los parámetros de selección, los cuales son el caudal (Q), la altura total (H_T) y la altura neta positiva en aspiración (NPSH).

Previamente se determinó que el caudal es de 1.2 L/s, la temperatura ambiente 10°C y la altura de la ciudad es 3935 msnm. Con estos datos de temperatura y altura sobre nivel del mar se calculan la presión atmosférica y la presión de vapor del aceite.



Figura 46: Bomba de circulación
Fuente: Máquinas y Equipos Térmicos (Ref. 19)

Tabla 2.7.4 Presión atmosférica en función de la altura sobre nivel del mar (Ref. 9)

DISMINUCION DE LA PRESION ATMOSFERICA			
Altura sobre el Mar		↓	Pa
M	FT	M	PSI
0	0	10,33	14,69
250	820	10,03	14,26
500	1640	9,73	13,83
750	2460	9,43	13,41
1000	3280	9,13	12,98
1250	4101	8,83	12,55
1500	4921	8,53	12,13
1750	5741	8,25	11,73
2000	6561	8,00	11,38
2250	7381	7,75	11,02
2500	8202	7,57	10,68
2750	9022	7,28	10,35
3000	9842	7,05	10,02
3250	10662	6,83	9,71
3500	11483	6,62	9,42
3750	12303	6,41	9,12
4000	13123	6,20	8,82
4250	13943	5,98	8,52
4500	14764	5,78	8,22

Si interpolamos el valor de 3935 msnm en la tabla se obtiene lo siguiente:

$$\frac{4000 - 3935}{4000 - 3750} = \frac{6.20 - X}{6.20 - 6.41}$$

$$X = 6.25$$

Lo que significa que la presión atmosférica es $P_{atm} = 6.25 \text{ m}$

Para el caso de la presión de vapor del aceite se puede apreciar en la tabla 2.5.5 que para temperaturas menores a 150°C el efecto de esta presión es despreciable, por lo que podemos decir que para la temperatura de 10°C la presión de vapor del aceite $P_v = 0$.

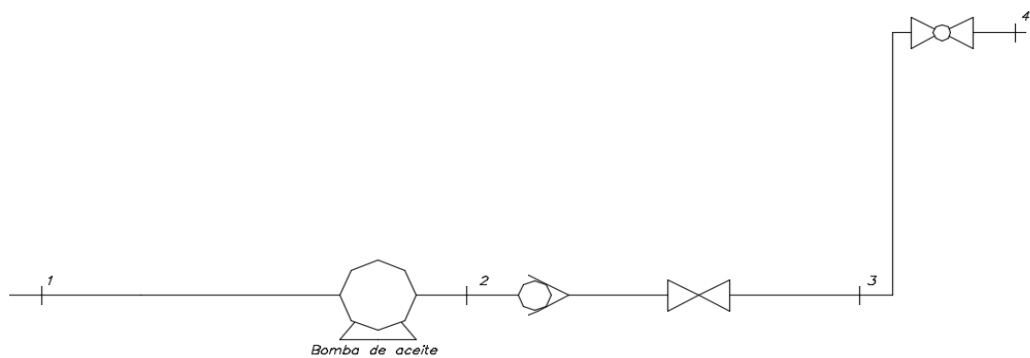


Figura 47: Esquema del sistema de tuberías
Fuente: Elaboración propia

Lo siguiente es calcular la altura total con la que se seleccionará la bomba. Para esto se considera una altura estática y una dinámica, la cuales se calculan con las siguientes expresiones:

$$H_T = H_{ESTÁTICO} + H_{DINÁMICO}$$

$$H_{ESTÁTICO} = \frac{P_3 - P_0}{\rho g} + Z_3 - Z_0$$

Donde:

P_3 : Presión en el punto final (salida)

P_0 : Presión en el punto inicial (ingreso)

ρ : Densidad del fluido (869.50 kg/m^3)

g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)

Z_3 : Altura en el punto final ($Z_3 = 3\text{m}$)

Z_0 : Altura en el punto inicial ($Z_0 = 0\text{m}$)

Reemplazando valores se tiene:

$$H_{\text{ESTÁTICO}} = \frac{P_{\text{atm}} + P_g - P_{\text{atm}} - P_g}{\rho g} + 3 - 0$$

$$H_{\text{ESTÁTICO}} = 3 \text{ m}$$

$$H_{\text{DINÁMICO}} = \frac{1}{2g} (V_3^2 + V_0^2) + h_{w01} + h_{w23} + h_{w34}$$

Donde:

V_3 : Velocidad del fluido en el punto final ($V_3=0$)

V_0 : Velocidad del fluido en el punto inicial ($V_0=0$)

h_{w01} : Pérdidas desde el punto inicial al ingreso de la bomba

h_{w23} : Pérdidas desde el punto 2 al punto 3

h_{w34} : Pérdidas desde el punto 3 al punto final

El cálculo de las pérdidas (h_w), se utilizó el método de las longitudes equivalentes. Para esto es necesario conocer los siguientes parámetros:

Tabla 2.7.5 Parámetros geométricos de la instalación.

	D (m)	L (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	V (m/s)	$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$	$\frac{K}{D}$	ξ
0-1	0.047		0.0012	0.0017	0.7059	1337.79	0.0032	0.025
2-3	0.047		0.0012	0.0017	0.7059	1337.79	0.0032	0.025
3-4	0.047		0.0012	0.0017	0.7059	1337.79	0.0032	0.025

Fuente: Elaboración propia

Considerando tubos de acero galvanizado ($K=0.15 \text{ mm}$) y que la viscosidad del fluido es $24.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ según datos de la tabla 2.3.2. Con estos datos se obtuvieron los valores de Re y $\frac{K}{D}$, los cuales se usan para determinar el factor de fricción (ξ) para cada etapa de la instalación mediante el diagrama de Moody que se muestra en la siguiente figura.

Los cálculos para estas pérdidas se obtuvieron a partir de los factores de fricción, longitud total, velocidad y diámetro para cada etapa. Estos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.7.7 Cálculo de las pérdidas dinámicas a partir de las longitudes equivalentes.

		$L_{\text{equivalente}}$ (m)	L_{total} (m)	$h_w = \xi \frac{L_t \cdot v^2}{2gD}$
0-1	1 codo	1.1	6.1	0.0824
2-3	1 válvula check	4.2	9.6	0.1297
	1 válvula compuerta	0.4		
3-4	1 válvula globo	17.4	21.5	0.2905
	1 codo	1.1		

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 2.7.7 se obtiene $H_{\text{DINÁMICO}} = h_{w01} + h_{w23} + h_{w34} = 0.5026\text{m}$ y, por consiguiente,

$$H_T = H_{\text{ESTÁTICO}} + H_{\text{DINÁMICO}} = 3 \text{ m} + 0.5026 \text{ m} = 3.5026 \text{ m}$$

Para el cálculo de la altura neta positiva en aspiración (NPSH) se tiene la siguiente ecuación:

$$\text{NPSH} = P_{atm} + P_g - P_v - (Z_1 - Z_0) - h_{w01}$$

$$\text{NPSH} = 6.25 - 1 - 0.0824$$

$$\text{NPSH} = 5.1676 \text{ m}$$

Finalmente, los parámetros de selección que se obtuvieron fueron los siguientes:

$$Q = 1.2 \text{ L/s} \leftrightarrow 0.0012 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_T = 3.5026 \text{ m}$$

$$\text{NPSH} = 5.1676 \text{ m}$$

Para la selección de la bomba de aceite se debe realizar una corrección a los valores obtenidos en los cálculos, es son los siguientes:

$$Q_{oil} = C_q Q_{agua}$$

$$H_{man\ oil} = C_h H_{agua}$$

$$\eta_{oil} = C_{ef} \eta_{agua}$$

Donde C_q , C_h y C_{ef} se obtienen del gráfico siguiente:

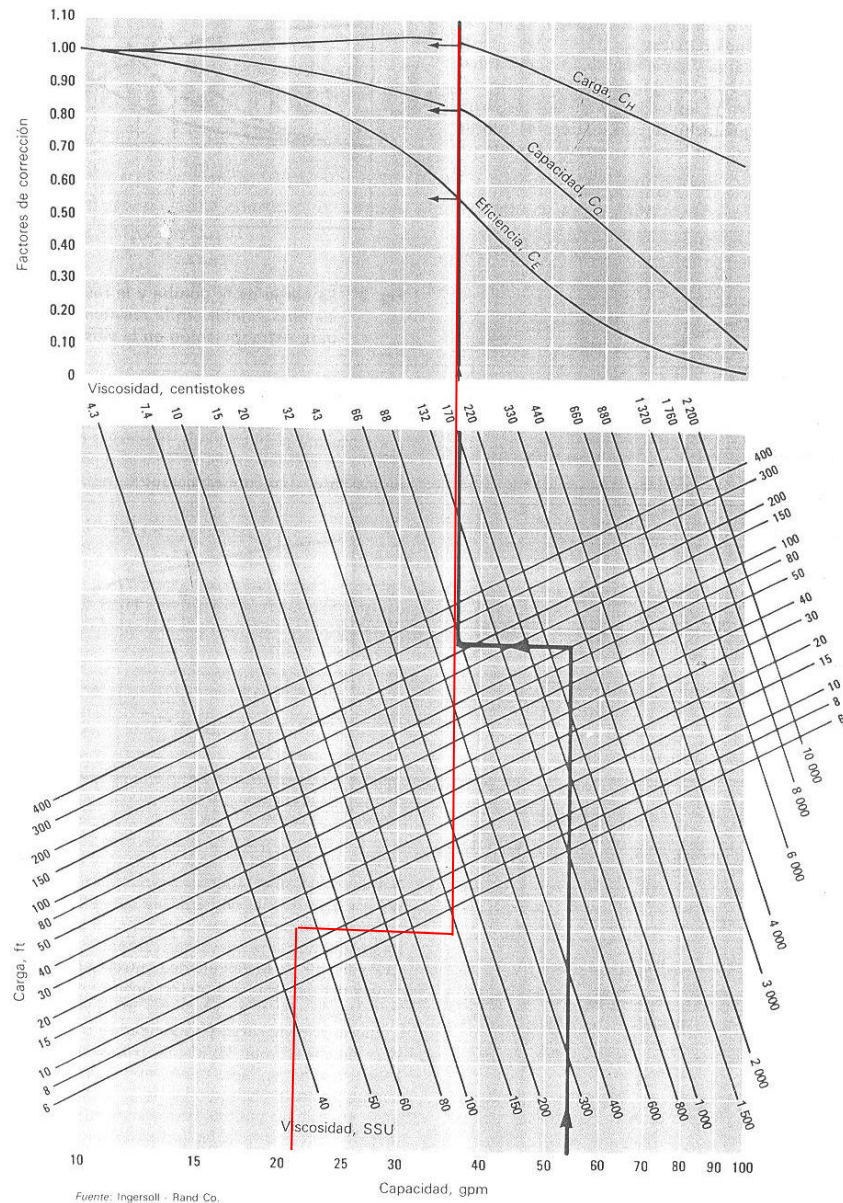


Fig. 3 Factores de corrección para líquidos newtonianos viscosos movidos por bombas centrifugas de una etapa

Figura 49: Factores de corrección para líquidos newtonianos viscosos (Ref. 18)

Para poder obtener los factores de corrección se usaron los valores de capacidad y viscosidad del fluido, para los cálculos realizados estos valores son 19.02 gpm y 24.8 cSt (para 40°C) respectivamente.

Con estos valores y mediante la gráfica de la figura 42 se obtienen los valores de corrección siguientes:

$$C_q = 0.84$$

$$C_h = 1.04$$

$$C_{ef} = 0.62$$

Al reemplazar los factores hallados y los valores de selección iniciales, se tienen los parámetros de selecciones finales para la bomba de recirculación del aceite térmico. Estos parámetros de selección son los siguientes:

$$Q_{oil} = 0.84 \times 1.2 \text{ L/s} = 1.01 \text{ L/s}$$

$$H_{man\ oil} = 1.04 \times 3.5026 \text{ m} = 3.64 \text{ m}$$

Los parámetros de selección se obtuvieron mediante el método del diagrama de Moody, las longitudes equivalentes y el factor de corrección para líquidos viscosos. De acuerdo con esto, se obtuvo un flujo volumétrico que se transportara en el sistema de bombeo de 1.01L/s y una cabeza que requiere el sistema de bombeo, es decir la presión adicional que debe suministrar la bomba para transportar el fluido a través del sistema de 3.64m.

Así mismo, en este segundo capítulo se determinó que el sistema de calefacción diseñado puede generar una potencia de 1009 W. Con lo cual se mantendrá una temperatura de por lo menos de 18°C al interior de las viviendas durante las horas en las que se presentan las temperaturas más bajas. Con esto, se logra dotar a las viviendas de la localidad escogida, mejores condiciones de habitabilidad que es lo que propone este trabajo.

REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 2

1. ASHRAE. (2009). Handbook: Fundamentals. Atlanta, GA.
2. SODIMAC. (20 de abril de 2017). Catálogo de productos SODIMAC. Obtenido de <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2068885/Plancha-alveolar-policarbonato-clear-6-mm-5.80-x-1.05-m/2068885>
3. MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y. (2006). Norma del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.
4. Térmicas, R. d. (2007). Caudal de fluido portador. Lima.
5. SHELL. (2017). Aceites minerales para la transmisión de calor. La Haya.
7. T-B-TUBOS. (5 de mayo de 2017). Productos, características generales del acero para tubería A106. Obtenido de <http://www.tubosybarrashuecas.com/norma-astm-a106-api-5l-gr-b>
8. Guinebault, A., & Rozis, J. F. (1997). Calefacción solar para regiones frías Lima, Perú: Soluciones prácticas. Lima: ITDG.
9. HIDROSTAL. (2017). Catálogo Hidrostral. Hidrostral, 5-8.
10. Shames, I. (1995). Mecánica de Fluidos. Santa fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.
11. De Azevedo Netto, J. (1976). Manual de Hidráulica. México DF: Harla S.A.
12. Herrera, R. (2011). Diseño de una cama calefactora para regiones frías. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
13. Barrantes, E. (2016). Equipos de transmisión de calor y Factor de ensuciamiento(Rs). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

14. MINISTERIO DE INDUSTRIA, T. Y. (2007). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Lima.
15. AQUATECNIC. (2017). Calefacción, Sistema de Calefacción por Radiadores. Madrid.
16. HABITISSIMO. (31 de mayo de 2017). Fotografías, Armario de Colectores. Obtenido de https://fotos.habitissimo.es/foto/armario-de-colectores_131928
17. CIENCIA&CEMENTO. (31 de mayo de 2017). Calefacción con radiadores: Sistemas bitubo y monotubo. Obtenido de <http://wp.cienciaycimento.com/calefaccion-con-radiadoresistemas-bitubo-y-monotubo/>
18. Assureira, E. (2017). Capítulo 4. Bombas Centrífugas. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
19. IES-ESTELA-DE-CANTABRIA. (2017). Máquinas y Equipos Térmicos. Calefacción por radiadores. Cantabria.
20. LASSIAN. (2017). Catálogo. Emisores Gama Doméstica. Lassian, 52.

CAPITULO 3

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El siguiente capítulo muestra el presupuesto para el diseño del proyecto, esto involucra los equipos diseñados, equipos seleccionados, accesorios y demás componentes que se requieren para llevar a cabo el proyecto. Este capítulo muestra además el costo de instalación y el costo del diseño realizado.

Es importante mencionar que la tarifa eléctrica en Huancavelica es de S/. 0.60 por kWh. Un calefactor consume 1500Wh aproximadamente. Lo cual significa que trabajando 8 horas al día se tendrá un costo de S/. 7.20 soles diarios. Es decir, se tendría un costo de S/. 216 mensuales y si consideramos el costo costal de los 5 meses que dura aproximadamente la época de friaje durante el año, se tendrá un costo de S/. 1080 soles al año.

3.1 Costos de ingeniería

El costo de ingeniería representa la cantidad de horas hombre destinadas para la elaboración del proyecto, esto implica tanto los cálculos del diseño y los planos del proyecto correspondientes. A continuación, se muestra el cuadro de las horas invertidas y los costos para este diseño.

Tabla 3.1.1 Costos parciales y totales para el diseño

Actividad	Horas	Costo por hora	Costo total
Análisis del proyecto	50	S/. 50.00	S/. 2 500
Diseño del proyecto	225	S/. 60.00	S/. 13 500
Elaboración de planos	30	S/. 25.00	S/. 750
Total			S/. 16 750

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 3.1.1 El valor total correspondiente al costo de ingeniería para el diseño del proyecto es S/. 16 750 si se consideran 15 viviendas a implementar este sistema, correspondería a cada una S/. 1117.

3.2 Costos de materiales directos para el diseño

Este punto se consideran los materiales utilizados en el diseño del intercambiador de calor, es decir el techo captador solar que contendrá las tuberías por la que circulará el fluido caloportador.

Tabla 3.2.1 Costos para el diseño del intercambiador de calor

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Techo de policarbonato Clear 6mm 2.95 x1.05 m	8	S/.134.90	S/.1,079.20
Tubos de aluminio 30x30x3mm	7	S/.115.00	S/.805.00
Aceite térmico Shell Thermia Oil B 20L	2	S/.218.02	S/.436.04
Tubos de acero ASTM A106 grado B sch 40, Ø28mm e=3mm	7	S/.95.30	S/.667.10
Codos 180° Ø28mm	16	S/.5.70	S/.91.20
Turca unión Ø28mm	10	S/.8.50	S/.85.00
Válvula Check Ø28mm	1	S/.51.75	S/.51.75
Válvula compuerta Ø28mm	1	S/.42.69	S/.42.69
Válvula de drenado Ø ½"	1	S/.39.24	S/.39.24
Válvula globo Ø28mm	1	S/.35.40	S/.35.40
Abrazadera strut para tubería de 28mm	48	S/.3.80	S/.182.40
Pernos cabeza hexagonal para base de la estructura ASTM A325 8.8, ¼"	32	S/.2.70	S/.86.40
Total			S/. 3,601.42

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 3.2.1 se obtiene que el costo de los materiales para el sistema captador solar (intercambiador de calor) es S/. 3,601.42

3.3 Sistema de redes de distribución

Para este cálculo se consideran las tuberías, los equipos y accesorios que conforman la red de distribución que permite conectar el intercambiador de calor con el ambiente de las viviendas para realizar la calefacción de estas.

Tabla 3.3.1 Costos para las redes de distribución

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Tuberías multicapa PEX-AL-PEX Tigris Blue Aquatecnic Ø30mm (20M)	1	S/.127.15	S/.127.15
Tuberías multicapa PEX-AL-PEX Tigris Blue Aquatecnic Ø20mm (20M)	1	S/.127.15	S/.127.15
Radiadores Lasian RIDEM 3/813 10 elementos cod.62134	4	S/.250.08	S/.1,000.32
Válvula de corte para entrada de radiadores 1"	4	S/.26.56	S/.106.24
Válvula de corte para colector de entrada 1"	1	S/.16.68	S/.16.68
Válvula de corte para colector de salida 1"	1	S/.16.68	S/.16.68
Colector compacto HKV-CL 4 salidas 1"	1	S/.139.50	S/.139.50
Distanciador de colectores	2	S/.17.00	S/.34.00
Armario para colector de 4 salidas	1	S/.62.69	S/.62.69
Purgador Manual para radiador 1"	4	S/.3.30	S/.13.20
Manguito GEBO OR unión elem. 1".	4	S/.19.70	S/.78.80
Enlace detentor HONEYWELL VENUS 1"	4	S/.11.17	S/.44.68
Purgador de emisión 1"	4	S/.3.30	S/.13.20
Tapón 1" Rosca Izda.	4	S/.5.80	S/.23.20
Tapón 1" Rosca Dcha.	4	S/.5.80	S/.23.20
Reducc. 1" x 1/2" Izda.	4	S/.25.40	S/.101.60
Reducc. 1" x 1/2" Dcha.	4	S/.25.40	S/.101.60
Junta 1" Unión elementos. 0,5 mm	4	S/.12.00	S/.48.00
Junta para tapón y reducción 1 mm	4	S/.10.84	S/.43.36
Total			S/. 2,121.25

Fuente: Elaboración propia

3.4 Equipos y accesorios

En este punto se calcularon aquellos equipos y accesorios que necesita el sistema de calefacción en su conjunto para poder funcionar.

Tabla 3.4.1 Costos para equipos y accesorios

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Bomba para recirculación UPS para aceite Q=1.01L/s, H=3.64m	1	S/.931.40	S/.931.40
Panel solar 100W – 12V TAI Energy para la bomba de recirculación	1	S/.966.86	S/.966.86
Inversor Victron Energy de 12V 220V, 350W	1	S/.813.33	S/.813.33
Batería AGM de 12v, 86Ah Ultracell UC-86-12	1	S/.497.79	S/.497.79
Láminas de polietileno para aislamiento 1.2x12m	1	S/.69.90	S/.69.90
Total			S/.3,279.28

Fuente: Elaboración propia

3.5 Costo de instalación

El costo de instalación representa el costo de mano de obra para la instalación del sistema de calefacción en las viviendas y cada elemento que forma parte del proyecto para este sistema de calefacción diseñado, es decir, considerando el costo de ingeniería, los costos de materiales directos para el diseño, el costo del sistema de redes de distribución, los equipos y accesorios.

Para este cálculo del costo es importante considerar el número de operarios que se encargan de la instalación en cada etapa de este, así como el tiempo, en horas, que cada operario necesitará para concluir con la instalación.

Tabla 3.5.1 Costos para equipos y accesorios

Descripción	Horas trabajadas	Costo por hora	Costo total
Técnico soldador	25	S/. 20	S/. 500.00
Técnico electricista	25	S/. 15	S/. 375.00
Ayudante 1	25	S/. 10	S/. 250.00
Ayudante 2	25	S/. 10	S/. 250.00
Total			S/. 1,375.00

Fuente: Elaboración propia

3.6 Costo total del proyecto

De acuerdo con el presupuesto establecido para cada elemento que forma parte del proyecto para el sistema de calefacción diseñado, es decir, considerando el costo de ingeniería, los costos de materiales directos para el diseño, el costo del sistema de redes de distribución, los equipos y accesorios y el costo de instalación, se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 3.6.1 costo total del proyecto

Descripción	Precio total
Costo de ingeniería	S/. 1,117.00
Costos de materiales directos para el diseño	S/. 3,601.42
Sistema de redes de distribución	S/. 2,121.25
Equipos y accesorios	S/. 3,279.28
Costo de instalación	S/. 1,375.00
Costo total del proyecto	S/. 11,493.95

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 3.6.1 se obtiene que el costo total para el diseño y la instalación del sistema de calefacción en la vivienda es **S/. 11,493.95**

REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 3

1. LEO-GROUP. (9 de junio de 2017). Bomba de presurizado. Obtenido de <http://www.leogroup.es/1-water-pump-html>
2. ENERGYSA. (11 de junio de 2017). Batería CSB. Obtenido de <http://energysaperu.com/pdf/baterias/CSB/Ficha%20tecnica%20Bateria%20CSB%20GP%2012120.pdf>
3. PROVIENTO-SAC. (11 de junio de 2017). Paneles solares SIMAX. Obtenido de <http://www.proviento.com.pe/panelesolares.html>
4. AQUATECNIC. (11 de junio de 2017). tuberías PEX AL PEX. Obtenido de <https://www.tecnoinstalacion.com/empresas-de-climatizacion/aquatecnic-sistemas>
5. calefacción, M. d. (11 de junio de 2017). Colector compacto HKV. Obtenido de <https://www.materialescalefaccion.com/componentes-suelo/2177-colector-compacto-hkv-cl-4-salidas.html>
6. Shandong-king-metals. (11 de junio de 2017). SCH80 uniones de acero con SGS. Obtenido de http://es.made-in-china.com/co_sdkingmetal/product_Sch40-Long-Radius-90-Stainless-Steel-Elbow-with-SGS_hroeyhrs.html
7. Smith&Allan. (11 de junio de 2017). Shell Thermia B, Heat Transfer Oil S2. Obtenido de <https://www.smithandallan.com/products/shell-industrial/2365shell-thermia-b-shell-heat-transfer-oil-s2>

CONCLUSIONES

1. Se concluye que es posible realizar una calefacción mediante la energía solar para una vivienda en la ciudad de Acombambilla, Huancavelica. Ya que una persona necesita, en términos de energía por unidad de tiempo, una potencia de 39W durante 10 horas de operación del sistema diseñado, lo cual requiere 1400 KJ de energía y el sistema de calefacción diseñado puede generar una potencia de 1009 W. En esta forma se mantendrá una temperatura de por lo menos 18°C al interior de las viviendas durante las horas en que se presentan las temperaturas más bajas, es decir durante la noche y madrugada. Al considerar que la eficiencia del sistema de calefacción es de 25%, es posible realizar la calefacción para un máximo de 6 personas dentro de la vivienda.
2. El diseño del sistema de calefacción fue realizado tomando en cuenta las características geográficas y climatológicas de la ciudad de Acombambilla, Huancavelica, por lo tanto, este diseño está particularmente elaborado para que el sistema pueda funcionar en este lugar o en alguna ciudad que presenten las mismas características geográficas y condiciones climatológicas.
3. Es necesario mencionar que, como todo equipo, para un óptimo funcionamiento es necesario brindar un correcto uso al sistema de calefacción diseñado, tanto a los componentes internos como externos, por esta razón es importante señalar que los techos del captador solar deben permanecer despejados luego de una posible granizada en el lugar, por lo tanto, se recomienda limpiar los techos, cuando se presenten caídas de granizo o nieve.
4. El costo de calefacción usando energía eléctrica en Huancavelica es de aproximadamente S/. 1,080.00 al año. Por otro lado, al usar el sistema de calefacción diseñado y considerando que tendrá una vida útil de 20 años, se tiene que el costo será S/. 574.70 al año. Lo cual representa un ahorro de S/. 505.30 al año.
5. Para el cálculo del costo de la elaboración del proyecto es necesario tener en cuenta que se debe considerar el costo de instalación, ya que el sistema está constituido por varias etapas por lo que es necesario, además de los operadores, personal técnico capaz de poder realizar la instalación correcta de cada uno de los componentes del sistema de calefacción.

BIBLIOGRAFÍA

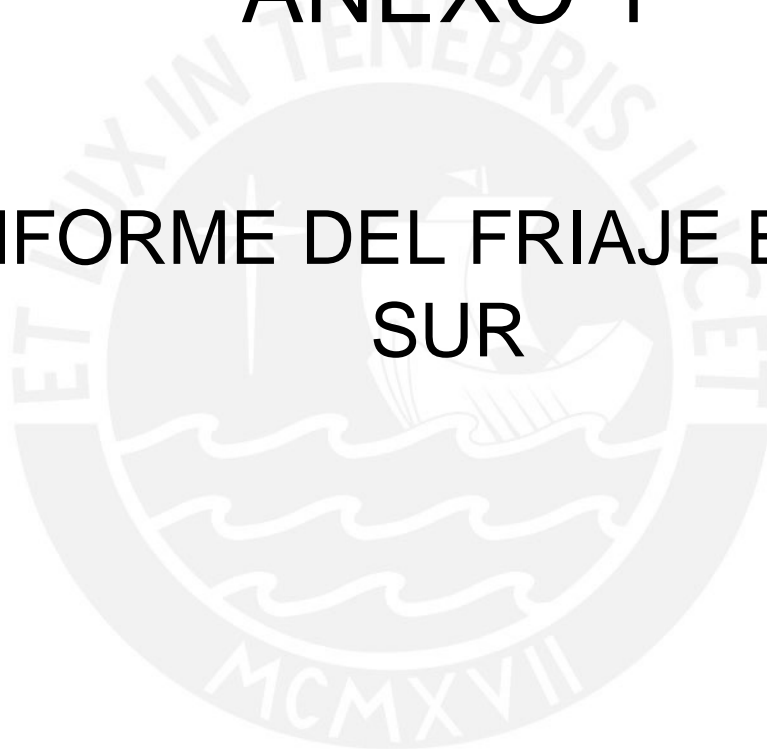
1. América Noticias. (2016). Huancavelica: niños piden abrigo y zapatos [Online] Disponible: <http://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/huancavelica-ninos-necesitan-abrigo-y-cremas-hidratantes-frio-n238599> [1 Sep. 2016].
2. ASHRAE. (2003). *Chapter 33 Solar Energy Use*.
3. BARRANTES, ENRIQUE (2016) Equipos de transmisión de calor. Factor de ensuciamiento (Rs). Análisis Térmico. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
4. CAREL (2016). ¿Qué es el acondicionamiento del aire? [Online] Disponible: <http://www.carel.es/what-s-air-conditioning-> [1 Sep. 2016]
5. CENGEL, Y. "Transferencia de calor y Masa", Ed. Mc Graw-Hill, Cuarta edición.
6. CENGEL, YUNUS A. & MICHAEL A. BOLES. Termodinámica. Ed. Mc Graw-Hill, Sexta edición.
7. RODRIGUEZ EDWIN, SOLÍS FERNANDO (2012) Diseño, construcción e instalación de un sistema de calefacción con energía solar (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
8. Harman, L., & CARE. (2010). *Confort térmico en viviendas altoandinas*. Lima: Balcari Editores SAC.
9. Hernandez, R., & Micaló, L. (9 de Febrero de 2014). *arquitectura saludable*. Obtenido de <https://arquitecturasaludable.wordpress.com/2014/02/09/humedad-relativa-demasiado-alta-o-demasiado-baja-que-es-mejor/>
10. Herrera, Ronald (2011) Diseño de una cama calefactora para regiones frías. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

11. Huancavelica Perú. (20 de Enero de 2017). Obtenido de <<http://www.huancavelica.org/viviendas>>
12. López, A. (2013). *Evaluacion de la transmisividad y el efecto de dilución en sistemas de camaras de medida de intercambios de CO2 en plantas*. Granada: Universidad de Granada.
13. Silva, Diego (2016) Diseño de un sistema de calefacción solar para la posta de salud del poblado de Langui. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
14. SENAMHI. (2 de Diciembre de 2016). *Atlas de energía solar del Perú*. Obtenido de <http://www.senamhi.gob.pe/pdf/Atlas%20_de_Radiacion_Solar.pdf>



ANEXO 1

INFORME DEL FRIAJE EN EL SUR



Emergencias El intenso frío de la muerte

Desde el año 2002, el Perú ha soportado con mayor intensidad eventos climatológicos como nevadas e intensas lluvias relacionadas a bajísimas temperaturas. Estos fenómenos se han presentado de manera persistente entre los meses de mayo y septiembre, y han afectado a la población que habita en la zona andina, especialmente a la que se ubica sobre los 3,500 metros de altitud. La consecuencia directa del llamado “friaje” es el aumento de las infecciones respiratorias agudas que atacan principalmente a los niños, muchos de los cuales mueren a causa de la neumonía. Por si fuera poco, las comunidades deben soportar el congelamiento de sus tierras, la pérdida de sus cultivos y la muerte de sus animales. La pobreza se acentúa en estas zonas castigadas durante años por la exclusión y la violencia política que vivió el país durante la década de los ochenta.

Friaje en el Sur (2004)

Estas son algunas de las situaciones que se presentaron en los departamentos del sur del país:

Puno

El 88.8% de la población de este departamento es pobre y el 59.1% es pobre extremo. El 55.8% de niños menores de 5 años sufre desnutrición infantil. El analfabetismo es del 24,18%. El 51% de los hogares presenta déficit calórico, y esta situación se agrava en las partes más altas llegando a más del 90%.

La Región Puno, por su ubicación geográfica, presenta una diversidad de características físicas y ecológicas que se expresan en sequías cíclicas, heladas, nevadas, inundaciones, granizadas, deslizamientos y vientos. En el 2001, por ejemplo, se presentaron nevadas en las zonas que están por encima de los 4,000 msnm, y abundantes granizadas en las zonas bajas, a una altitud promedio de 3,828 msnm.

Sin embargo, fue en el 2002 cuando se dio el friaje más intenso en las zonas altas, causando un total de 77,427 casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), 2035 casos de neumonías en menores de 5 años y 155 muertes. Para el 2003 se reportaron 100,362 casos de IRAS y 1,627 casos de neumonías.

Para el 2004, el INDECI calculó 38,923 habitantes afectados por las heladas. 8 de cada 10 niños sufrían de problemas bronquiales, y aproximadamente un 10% de pobladores de las zonas altas abandonó sus hogares y bajó a

refugiarse a las zonas menos frías. Esto originó que se vieran sometidos a condiciones de vivienda sumamente precarias que agravaron el estado de salud de los niños. La seguridad alimentaria también estuvo seriamente afectada a consecuencia de la fuerte helada producida en febrero de ese año: en las zonas altas del departamento se perdió hasta el 100% de los cultivos próximos a cosecharse.

Durante todo el 2004, las temperaturas ambientales marcaron un claro descenso en los distritos de la zona sur, pues llegaron a bajar hasta los -24° C.

El Ministerio de Salud fue el responsable del envío y distribución de medicamentos, y UNICEF trabajó conjuntamente con UNETE (Equipo para Situaciones de Emergencia de las Naciones Unidas) para apoyar este trabajo. Asimismo, se recibieron fondos de OCHA (Agencia de Emergencia de las Naciones Unidas) y del Gobierno Italiano.

UNICEF también recibió fondos propios que fueron utilizados para enviar medicamentos, frazadas, ropa y estufas.

Apurímac

Apurímac es uno de los departamentos más deprimidos del Perú. El 71% de su población es pobre y el 47,7% es pobre extremo. El 47.1% de los niños menores de 5 años sufre de desnutrición crónica infantil y el 90% de los hogares ubicados en las zonas más altas registra déficit calórico. En estas condiciones los problemas climatológicos agravan aún más la situación de vida y salud de los habitantes de esta zona del país.

En el 2004 se inició una ola de frío cuyas temperaturas más extremas alcanzaron los -15° C en localidades como Ichumi, Lamcaya, Malo, Ampacho y Yumire en la provincia de Antabamba. En Julio la temperatura descendió aún más: -20° C en los distritos de Totorá Oropeza, Antabamba y Cotaruse. Mientras tanto, en las zonas altas de 40 distritos se produjeron nevadas inusuales por más de tres días, las cuales cubrieron aproximadamente el 50% del área.

Según el informe de “Evaluación de Daños y Necesidades” elaborado por el INDECI, hasta agosto de ese año la población afectada por el clima llegaba a 26,659 habitantes, de los cuales 2,741 fueron niños menores de 5 años. 5,874 familias sufrieron daños. Los informes del Ministerio de Salud tampoco resultaron muy alentadores. Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) aumentaron en un 30% en relación al año anterior, y las neumonías se vieron incrementadas en 80% con respecto al mismo período en el 2003 a tres semanas de iniciado el friaje. Esto originó severos problemas en las familias que vivían en las zonas más altas, las mismas que tuvieron que migrar hacia localidades más bajas. Los reportes del Ministerio de Educación indicaron que 7 de cada 10 niños en las escuelas sufrían

problemas bronquiales, y el nivel de inasistencia escolar derivó en el cierre de 14 centros educativos alejados del área urbana.

Lamentablemente, la crisis se agravó aún más debido a que los medicamentos necesarios para combatir las enfermedades provocadas por las IRAS (analgésicos, antiinflamatorios, gotas para los ojos, antibióticos y broncodilatadores) no eran cubiertos por el Seguro Integral de Salud

Otro de los serios problemas originados por el friaje en Apurímac fue la pérdida de los medios de subsistencia de los pobladores de la zona. La mayoría de ellos se mantiene gracias a la venta de sus animales, pero en el 2004 se perdieron 36 mil cabezas de ganado debido a la alta mortalidad de estos animales por enfermedades respiratorias.

Al igual que en Puno, el Programa Mundial Alimentario (PMA), UNICEF, PNUD y FAO apoyaron en el envío de medicamentos para niños, ropa de abrigo, botas, medicamentos para animales y forraje.

Huancavelica

Huancavelica es el departamento que concentra los mayores niveles de pobreza del país. Las provincias donde se encontró el impacto más fuerte de las heladas fueron Huancavelica (8,220 damnificados), la provincia de Churcampa (8,800 personas afectadas), la provincia de Huayara (2,855 damnificados) y la provincia de Angaraes (4,275 personas afectadas).

Las consecuencias influyeron directamente en la salud de los niños y niñas: 6 de cada 10 sufrían de problemas bronquiales. La actividad económica de las familias, basada principalmente en la ganadería, también resultó seriamente perjudicada. Según INDECI, el impacto sobre los animales (ovinos y alpacas) fue de 38,000 animales muertos y 80,000 afectados.

El Programa Mundial Alimentario (PMA), UNICEF, PNUD y FAO concentraron su ayuda en el envío de ropa y medicinas, y en la provisión de insumos veterinarios y forrajes a las zonas damnificadas.

Programa de cooperación Perú – UNICEF octubre 2004 - marzo 2005

Rompiendo el hielo de la indiferencia

El Perú es un país que por su geografía y condiciones climatológicas está permanentemente expuesto a emergencias. Desastres naturales capturan la atención del estado cada año. UNICEF no ha sido indiferente ante esta situación, por el contrario, sus planes siempre han estado enfocados a socorrer de manera especial a los niños y sus familias en las situaciones más críticas.

El Programa de Cooperación está dirigido, fundamentalmente, a las intervenciones que en situaciones de emergencia se realizan para ayudar a la población más vulnerable y afectada (niños, niñas y mujeres). Los objetivos considerados para la asistencia en casos de friaje son los siguientes:

- Reducción de la incidencia de infecciones respiratorias agudas (como, por ejemplo, la neumonía) entre 5,000 niños menores de 5 años de las zonas afectadas.
- Tratamiento de aproximadamente 4,000 casos de IRAs con medicamentos adecuados, con el fin de reducir la mortalidad en niños y niñas.
- Reducción de la mortalidad infantil debido a neumonía en las áreas geográficas afectadas.
- Fortalecimiento de la prevención dentro de los grupos de riesgo para identificar y tratar a tiempo los casos de neumonía.
- Afianzamiento de la capacidad del Ministerio de Salud para prevenir los casos de muertes en niños por IRAs en los centros de salud ubicados por encima de los 3,500 msnm.

La intervención relacionada con esta actividad se lleva a cabo dentro del proceso de planeamiento, en el marco de la respuesta de las NNUU como equipo en el país, UNETE (United Nations Emergency Technical Team), que esta formado por FAO, PNUD, PMA, OPS/OMS y UNICEF. Se debe priorizar la atención de los niños y niñas luego de ocurrido un desastre. Este trabajo contribuye a reducir la mortalidad infantil dentro del marco de los Objetivos del Milenio. En el Perú, la neumonía es la segunda causa de mortalidad infantil, y en las comunidades rurales de los Andes estas muertes están especialmente relacionadas a las situaciones de friaje.

Además de todos estos objetivos, UNICEF ha buscado fortalecer, a través de la ayuda brindada al gobierno peruano, las campañas preventivas orientadas a reducir el impacto de los desastres naturales y climatológicos como el friaje y las

inundaciones en las zonas más excluidas en el país. Sin embargo, hay que seguir fortaleciendo estas acciones a fin de crear una “cultura de prevención” entre la población. En el 2004, la única contribución recibida por UNICEF – Perú llegó gracias al generoso aporte del Comité Italiano de la institución. A comienzos del 2005, el Comité Nacional de España para UNICEF transfirió una cantidad significativa para UNICEF - Perú.

Las contrapartes de UNICEF en este Programa de Cooperación son el Ministerio de Salud (la Oficina General de Defensa Nacional y sus oficinas descentralizadas en cada región), los municipios y las Agencias de las Naciones Unidas que forman parte del UNETE.

Actividades hasta octubre 2005

Desde Octubre del 2004, cuando las oleadas de friaje en el sur del Perú arreciaban aquella zona, UNICEF tomó provisiones para poder enfrentar las emergencias que se pudieran presentar en el 2005.

La primera de estas provisiones fue suministrar ropa apropiada para las oleadas de frío a los niños menores de un año. Experiencias anteriores demostraron que la integridad física de los más pequeños se encontraba en peligro debido a la falta de abrigo adecuado para soportar las bajas temperaturas. La ropa donada fue entregada en coordinación con las autoridades de salud, alcaldes e instituciones locales como los municipios.

Otra de las medidas fue apoyar el trabajo de los brigadistas Elite (equipos móviles de salud) en cada una de las zonas afectadas, a través de la entrega de equipos como:

- Tanques de oxígeno portátiles.
- Estetoscopios pediátricos.
- Equipo para atención del parto.
- Estufas a gas.
- Equipos para resucitación de niños.
- Resucitadores para adultos, especialmente para madres gestantes.

Con esta entrega de suministros se fortaleció la capacidad de respuesta de los centros de salud localizados por encima de los 3,500 metros de altitud. Las brigadas están equipadas con este material que es fácil de transportar y utilizar en el cuidado de niños afectados por la neumonía en zonas alejadas hasta donde no llegan los servicios de salud.

Se trabajó en el equipamiento de tres establecimientos de salud en las regiones de Apurímac, Cusco y Huancavelica, organizados con la participación de la oficina de Defensa Nacional y sus oficinas regionales.

Distribución de materiales y equipos

Para asegurar que los materiales y el equipo estén dispuestos y accesibles a las comunidades cuando ocurran los episodios de emergencia, éstos han sido distribuidos en las regiones donde se espera que las oleadas de frío se produzcan con mayor intensidad (Cusco, Puno, Apurímac, Huancavelica, Arequipa y Moquegua).

Asistencia técnica y monitoreo de actividades

Los viajes para la asistencia técnica y el monitoreo fueron planificados en dos tiempos. Primero, como parte de la fase de preparación antes de la emergencia, y luego durante el evento climático. De esta manera se aseguraría la preparación de la respuesta por cada comunidad, y el uso apropiado del material y de los equipos.

El personal técnico de UNICEF y ONGs cooperantes realizó diez viajes a las regiones de Cusco, Apurímac y Puno. Dependiendo del nivel del daño se realizaron viajes de monitoreo a las mismas regiones.

Organismos colaboradores

Se ha contado con la ayuda de UNETE (Equipo de Emergencia de las Naciones Unidas), Save the Children, INDECI, PMA y Asociación de Psicólogos de Emergencias.

Dependiendo de la magnitud del daño causado por los desastres naturales, cada miembro de UNETE contribuyó desde su experiencia a solucionar los problemas presentados. En el 2004, UNICEF participó activamente en UNETE, un equipo formado como herramienta técnica de apoyo del Sistema de las Naciones Unidas para enfrentar desastres naturales y emergencias humanitarias. En ese mismo año, UNETE implementó dos intervenciones para evaluar los daños en las áreas afectadas por las inundaciones y el friaje, y basándose en su análisis desarrolló propuestas para hacerle frente al problema y solicitó la colaboración internacional para llevar ayuda a las zonas afectadas.

En agosto del 2004, cuando la ola de frío tomó por completo el sur del país, UNETE ejecutó una completa intervención que incluyó atención de salud, ayuda para la agricultura y la protección de necesidades básicas para la vida. También contribuyó al equipamiento de los miembros de las brigadas dotándolos de botas y

bolsas de dormir. De esta manera es que se hizo posible que la ayuda llegue incluso en los peores momentos del friaje.

Temas de capacitación sobre Friaje (2005)

Zonas de intervención: Apurímac, Puno, Cusco y Huancavelica.

Como vimos anteriormente, entre los meses de mayo y septiembre se produce, en gran parte de la sierra sur del Perú, un periodo de frío intenso con temperaturas por debajo de los 0° C que llegan acompañadas muchas veces por granizadas y nevadas. Los extremos más grandes se presentan en Puno donde la temperatura puede llegar hasta menos 20 grados centígrados.

Esta situación afecta de manera directa a los pobladores de las zonas rurales más alejadas de esta parte del país, ocasionando la muerte de sus animales, graves enfermedades en niños y niñas, y una completa falta de acceso a los servicios de salud.

Si bien es cierto que durante el 2005 no se produjo este fenómeno climatológico en las zonas de acción de estos talleres, la ayuda sí estuvo presente: ésta consistió en capacitar al personal de puestos de salud, autoridades y algunas ONGs para saber cómo enfrentar este problema y minimizar los efectos del friaje sobre la salud. Se realizaron 3 talleres con el Programa Mundial de Alimentos (PMA), la Oficina Regional de Defensa nacional y el INDECI en Apurímac, Puno y Huancavelica.

Los participantes fueron los siguientes: miembros del Comité de Defensa Civil, la Oficina Regional de Defensa Nacional de la DIRESA, Directores de las Redes y Microrredes de Salud, responsables de Emergencias y Desastres de las Redes y Microrredes de Salud, directores de Hospitales, la Comisión de Salud del Comité Regional de Defensa Civil, representantes del MIMDES, profesores de colegios, el Ministerio de Agricultura, la Cruz Roja de la región, la Compañía de Bomberos, representantes de la Iglesia, ONGs que trabajan en la zona, brigadistas y evaluadores de daños de la localidad, brigadistas de Defensa Civil y líderes comunales. Estos últimos participaron mucho más activamente en las réplicas distritales que se organizaron con el mismo objetivo.

Para la realización de estos talleres se contó con materiales del PMA y de la ONG Alternativa. Participaron además como facilitadores la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud y la Dirección Regional de Salud.

Un equipo técnico de la ONG Alternativa y de UNICEF trabajó en un manual para los puestos de salud, ONG, alcaldes, y para todas las personas que trabajan con las comunidades. Este manual de emergencia se difundirá entre los participantes de los talleres.

En Puno y Cusco se realizaron talleres sobre Derechos de Niños en Emergencias y su recuperación socioemocional. UNICEF trabajó con INDECI, Save the Children y la Asociación de Psicólogos de Emergencias.

Gracias a las experiencias previas que demostraron que los niños más pequeños resultaban perjudicados por no tener ropa adecuada para enfrentar el friaje, UNICEF decidió ayudar con provisiones de ropa. Se coordinó previamente con el Ministerio de Salud para hacer la entrega a través de establecimientos de salud y municipios.



Abrigo para la vida

La primera impresión que se tiene al llegar a Pullani es la de estar en una comunidad abandonada. Un frío intenso congela las pocas casas existentes, las cuales parecen ser las únicas capaces de resistir las inclemencias del tiempo. Si bien para muchos esta zona es ciertamente desconocida y muy pocos podrían distinguirla dentro del mapa del Perú, la Comisión de la Verdad y Reconciliación encontró en este poblado las más desgarradoras historias de violencia terrorista que vivió el país en la década pasada. Después de Ayacucho, Pullani fue el epicentro donde la crueldad desatada por la guerra volcó su más espeluznante poder. Pero después de aquellos 15 largos años de violencia, Pullani experimentó otra situación extrema: la temperatura empezó a descender a niveles insospechados, y las 90 familias que habían resistido todo el dolor del pasado empezaron a vivir una nueva situación de emergencia. Los niños morían aquejados por la pulmonía, los pastos se helaban, las cosechas se perdían y los animales no resistían aquellos vientos helados y agonizaban sin remedio.

Teodosia Ancasi, una de las pobladoras más antiguas de Pullani, pensó que luego de que la época de violencia política terminara lo peor ya había pasado. Sin embargo, el destino le tenía preparado un dolor mucho más grande. Cuando llegó la temporada de helada, Teodosia perdió a dos de sus hijos más pequeños. Literalmente murieron de frío. No tenía cómo cubrirlos. Su cuerpo no alcanzó para darles el calor que necesitaban y ambos se le escaparon de las manos sin que pudiera hacer nada por evitarlo. De eso habían transcurrido dos años, y esta vez, cuando el clima empezó a enfriarse, el recuerdo de aquella desgracia la asustó. No tenía cómo proteger a sus siete hijos. Las ropas que los cubrían eran insuficientes, y el más pequeño de todos, de apenas seis meses, se ahogaba en toses persistentes.

Días atrás, Teodosia había escuchado en una radio local que cuando los niños tienen estos síntomas puede tratarse del inicio de una pulmonía, y que lo mejor era acudir de inmediato al puesto de salud más cercano. Convencida de que esa sería la única alternativa para salvar a su hijo, cogió al pequeño en brazos y partió en larga caminata hasta la posta de Pulán. Al ver el estado del niño, la enfermera que atendía el centro de salud procedió de inmediato y le proporcionó oxígeno para calmarle los ahogos y lo instaló en un ambiente del lugar que contaba con una temperatura adecuada. Tiempo atrás, este centro de salud se vio beneficiado con la ayuda que UNICEF, junto a otros organismos, prestó a centros de salud de las zonas altas, dotándolos del equipo necesario para enfrentar emergencias. Cuando el personal de salud se dio cuenta de que el niño carecía de ropas que lo protegieran del intenso frío, le entregaron a Teodosia abrigo para él.

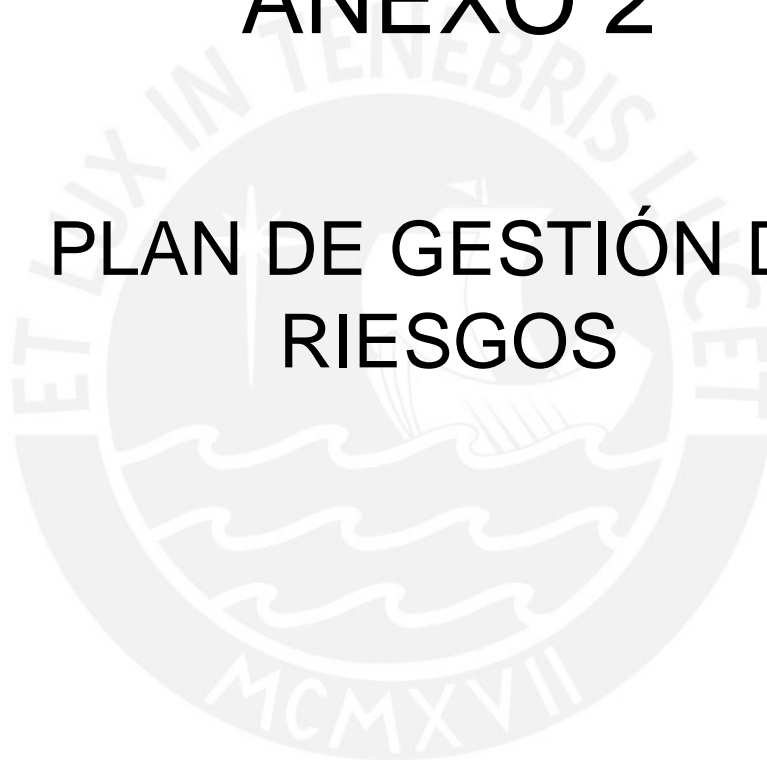
No fue una movilización de equipos médicos ni de personal lo que salvó a este pequeño. Apenas un balón de oxígeno y unas ropas calientes. Esa fue la

pequeña gran ayuda que marcó la diferencia, la línea que separó a la vida de la muerte, la esperanza que hizo que Teodosia y su hijo volvieran a nacer.



ANEXO 2

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS





Resolución Ministerial

Lima, 15 de MAYO del 2013



Vistos, los Expedientes N° 13-042022-001 y N° 13-042022-002, que contienen los Informes Técnicos N° 15-2013-JCH-DG-OGDN/MINSA y N° 007-2013-JQV-OPDN-OGDN/MINSA, emitido por la Oficina General de Defensa Nacional y el Informe N° 066-2013-OGPP-OPGI/MINSA de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto del Ministerio de Salud; y,

CONSIDERANDO:

Que, los artículos I y II del Título Preliminar de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, disponen que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo, por lo que la protección de la salud es de interés público y por tanto es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla;

Que, el artículo 2° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud, establece que el Ministerio de Salud es un órgano del Poder Ejecutivo y es el ente rector del Sector Salud que conduce, regula y promueve la intervención del Sistema Nacional de Salud, con la finalidad de lograr el desarrollo de la persona humana, a través de la promoción, protección, recuperación y rehabilitación de su salud y del desarrollo de un entorno saludable, con pleno respeto de los derechos fundamentales de la persona, desde su concepción hasta su muerte natural;

Que, mediante Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), se creó el referido Sistema Nacional como un sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, cuya finalidad es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres;

Que, el artículo 3° de la citada Ley, define a la Gestión del Riesgo de Desastres como el proceso social, cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible;

Que, el artículo 5° de la mencionada Ley N° 29664, establece que de los lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es parte intrínseca de los procesos de planeamiento de todas las entidades públicas en todos los niveles de gobierno, conforme al ámbito de sus competencias, correspondiendo a las entidades públicas reducir el riesgo de su propia actividad y evitar la



creación de nuevos riesgos, priorizando la programación de recursos para la intervención en materia de Gestión del Riesgo de Desastres siguiendo el principio de gradualidad contemplado en la referida Ley;

Que, el artículo 24° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-SA y sus modificatorias, establece que la Oficina General de Defensa Nacional es el órgano encargado de prestar el asesoramiento en el planeamiento, programación, ejecución y supervisión de las acciones de defensa nacional del Ministerio de Salud, correspondiendo proponer y difundir las normas, directivas, metodologías e instrumentos para la defensa nacional y gestión del riesgo en el Sector Salud;

Que, el numeral 6.1.4 de las "Normas para la Elaboración de Documentos Normativos del Ministerio de Salud", aprobada mediante Resolución Ministerial N° 526-2011/MINSA, señala que el Documento Técnico es la denominación genérica de aquella publicación del Ministerio de Salud, que contiene información sistematizada o disposición sobre un determinado aspecto sanitario o administrativo o que fija posición sobre él, y que la Autoridad Nacional de Salud considera necesario enfatizar o difundir, autorizándola expresamente;

Que, la temporada de frío en nuestro país es un evento recurrente que se presenta estacionalmente todos los años, el cual registra características diferentes debido al cambio climático, constituyendo uno de los principales determinantes que influyen en la salud y en la vida de la población, así como en las regiones del país con menores índices socio-económicos, incluido el aspecto de acceso a salud, con otro grupo de condicionantes que influyen en los resultados sanitarios evidenciados en el incremento de la infecciones respiratorias agudas, neumonías, síndrome de obstrucción bronquial aguda (SOBA), lo cual puede causar la muerte en dichas regiones;

Que, en tal sentido, la Oficina General de Defensa Nacional con Informes Técnicos N° 15-2013-JCH-DG-OGDN/MINSA y N° 007-2013-JQV-OPDN-OGDN/MINSA, ha propuesto para su aprobación el Documento Técnico denominado "Plan de Gestión del Riesgo en Salud frente a Bajas Temperaturas 2013-2014", cuya finalidad es proteger la vida y la salud de las personas, en las zonas de riesgo por la temporada de bajas temperaturas, siendo su objetivo el de prevenir, reducir el riesgo y asegurar una respuesta oportuna atendiendo y controlando los daños a la salud de las personas y a los servicios, propiciando la rehabilitación de los establecimientos de salud y los servicios afectados frente a la temporada de bajas temperaturas;

Que, con Informe N° 066-2013-OGPP-OPGI/MINSA la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto del Ministerio de Salud ha emitido opinión favorable respecto del Documento Técnico denominado "Plan de Gestión del Riesgo en Salud frente a Bajas Temperaturas 2013-2014", señalando que, las actividades y las tareas del nivel nacional contenidas en el referido Documento Técnico, así como el presupuesto consignado tienen como sustento las actividades regulares efectuadas por los órganos de línea, de apoyo y asesoría del Ministerio de Salud y el Instituto Nacional de Salud;

Estando a lo informado por la Oficina General de Defensa Nacional y la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, y conforme a las "Normas para la Elaboración de Documentos Normativos del Ministerio de Salud", resulta pertinente emitir el acto resolutivo correspondiente;

Con las visaciones del Director General de la Oficina General de Defensa Nacional, del Director General de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, de la Directora General de la Oficina General de Asesoría Jurídica y del Viceministro de Salud;

De conformidad con lo previsto en el literal l) del artículo 8° de la Ley N° 27657 Ley del Ministerio de Salud;



J. DEL CARMEN



M. De Habich



L. HONORIO-ARROYO



A. PORTOCARRERO G



D. CESPEDES M.



J. Zavala S.



Resolución Ministerial

Lima, 15 de MAYO del 2013

SE RESUELVE:



Artículo 1°.- Aprobar el Documento Técnico denominado "Plan de Gestión del Riesgo en Salud frente a Bajas Temperaturas 2013-2014", el mismo que forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 2°.- Disponer que la Oficina General de Defensa Nacional se encargue de la difusión, asistencia técnica, monitoreo, evaluación y supervisión del citado Documento Técnico, aprobado en el artículo 1° de la presente Resolución Ministerial.



Artículo 3°.- Las Direcciones de Salud del Ministerio de Salud, así como las Direcciones Regionales de Salud o las Gerencias Regionales de Salud o las que hagan sus veces en el ámbito regional, son las responsables de la adecuación, implementación y aplicación del presente Documento Técnico, dentro de sus respectivas jurisdicciones y en el marco de sus competencias.

HONORIO-ARROYO

Artículo 4°.- Encargar a la Oficina General de Comunicaciones la publicación de la presente Resolución Ministerial en el portal institucional del Ministerio de Salud, en la dirección electrónica http://www.minsa.gob.pe/transparencia/dge_normas.asp.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MIDORI DE HABICH ROSPIGLIOS
Ministra de Salud



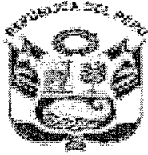
A. PORTOCARRERO G.



D. CESPEDES M.



J. Zavala S.



PERÚ **Ministerio de Salud**



Documento Técnico:

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN SALUD FRENTE A BAJAS TEMPERATURAS 2013-2014



Lima, 2013



INDICE

PRESENTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN

II. FINALIDAD

III. OBJETIVO

IV. BASE LEGAL

V. ÁMBITO DE APLICACIÓN

VI. CONTENIDO

- 6.1. MARCO CONCEPTUAL
- 6.2. GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES
- 6.3. POLÍTICAS
- 6.4. ANÁLISIS DEL RIESGO
- 6.5. OBJETIVOS Y LINEAS DE ACCION
- 6.6. MATRIZ DE ACTIVIDADES Y TAREAS
- 6.7. PRESUPUESTO
- 6.8. MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN
- 6.9. INDICADORES

VII. ANEXO

- Anexo 1: ACTIVACION DE LA RESPUESTA E INSTITUCIONES DE APOYO
- Anexo 2: RED RADIAL DEL MINISTERIO DE SALUD
- Anexo 3: ESTIMACIÓN DEL RIESGO FRENTE A TEMPORADA DE BAJAS TEMPERATURAS 2013 – CENEPRED.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



PRESENTACIÓN

El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres en Salud frente a Temporada de Frío 2013-2014, expresa la Política asumida por el Estado Peruano en esta materia y tiene como finalidad proteger la vida y la salud de las personas en las zonas amenazadas por la temporada de frío 2013-2014. Este Plan es producto de un proceso de planeamiento y validación de objetivos y actividades con los representantes de las Oficinas y Direcciones del Ministerio de salud y las Direcciones Regionales de Salud a nivel nacional y local.

Los daños a la salud reportados durante la temporada de frío en algunas zonas del país son preocupantes, las que coincidentemente son producto de múltiples determinantes tales como pobreza extrema, deficiencias en el acceso a la salud, insuficiente educación para la percepción de los riesgos, las que se traducen en vulnerabilidades, de la misma manera el evento climatológico se traduce en una determinante más, en este modelo que se refleja en términos de salud en incremento de neumonías y defunciones en la población vulnerable como son los menores de cinco años y adultos mayores.

Hacer frente a los efectos de la salud durante temporada de frío, nos lleva conceptualizar este período de tiempo como evento recurrente, es decir que tiene periodicidad en el tiempo y por lo tanto requiere ser abordado dentro de las actividades regulares, diferenciando las contingencias para fenómenos extremos que puedan presentarse durante este período. Asimismo, este planeamiento debe contar con el enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres, que lo conceptualiza como un proceso social cuyo fin último es la prevención, reducción y control de factores de riesgo de desastre en la sociedad y la preparación y respuesta ante situaciones de desastre y requiere la concertación de las instancias gubernamentales y el compromiso de la sociedad civil en conjunto.

El Ministerio de salud, en su condición de Órgano Rector de las políticas públicas en materia de salud y como parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), ha implementado la Comisión Sectorial de Gestión del riesgo de Desastres en salud, bajo la presidencia del Señor Viceministro de Salud y la Oficina General de Defensa Nacional como secretaria técnica, con la participación de las Oficinas y Direcciones Generales del MINSA; con la finalidad de articular las políticas de salud con la política de Gestión del Riesgo de Desastres en salud; siendo este Plan un resultado del esfuerzo de dicha implementación, que permita en el más corto plazo y concertadamente con los niveles regionales y otras instancias del gobierno, instituciones públicas, privadas y organismos no gubernamentales, reducir los riesgos a la salud frente a la temporada de bajas temperaturas.

Oficina General de Defensa Nacional
Ministerio de Salud

I. INTRODUCCION

La temporada de Frío en nuestro país es un evento recurrente que se presenta estacionalmente todos años, registrando características diferentes debido al cambio climático. La temporada de frío se constituye en uno de los principales determinantes que influye en la salud y la vida de la población, sobre todo de aquellas que se ubican en zonas con escasos servicios públicos y recursos socioeconómicos.

El cambio climático es definido como cualquier alteración del clima producida durante el transcurso del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana. En las últimas décadas se han manifestado éstos cambios a través del aumento o la disminución brusca de las temperaturas promedio por estación. En el Perú la variabilidad climática local y el cambio climático no solo está ocasionado lluvias e inundaciones cada vez más fuertes y frecuentes en nuestro país, sino también con friajes en zonas de la selva y variaciones en las temperaturas máximas y mínimas. Similar acción se registra en zonas por debajo de los 3,500 m.s.n.m, donde no se evidenciaba este fenómeno anteriormente.

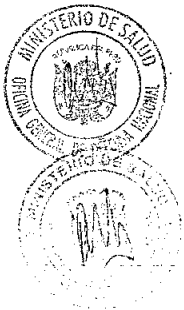
De la misma manera, las regiones del país con menores índices socio-económicos, incluido el aspecto de acceso a la salud, son otro grupo de condicionantes que influyen en los resultados sanitarios evidenciados en el incremento de la incidencia de infecciones respiratorias agudas, neumonías, síndrome de obstrucción bronquial aguda (SOBA) y muerte por estas causas en regiones vulnerables.

Frente a los diferentes escenarios de afectación y vulnerabilidades descritas, la Oficina General de Defensa Nacional, basada en el documento técnico de Estimación y análisis del riesgo elaborado por el CENEPRED ha priorizado las regiones consideradas como de muy alto riesgo para frío: Amazonas, Junín, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno, San Martín, Ucayali y Cusco; y como de muy alto riesgo por heladas: Puno, Cusco, Ancash, Arequipa, Junín, Lima Provincias, Moquegua, Pasco y Tacna.

El alcance del presente Plan son las unidades orgánicas y dependencias del Ministerio de Salud, en el marco de Comisión Sectorial de Gestión de Riesgo de Desastres en Salud aprobada con R.M. N°071-2011/MINSA y las Direcciones Regionales de Salud o las que hagan sus veces en el ámbito regional, las que tomarán como referencia y lo adecuarán a su realidad ; teniendo como objetivo general : Prevenir, reducir el riesgo y asegurar una respuesta oportuna; atendiendo y controlando los daños a la salud de las personas y a los servicios, propiciando la rehabilitación de los EESS y servicios afectados frente a la temporada de Bajas Temperaturas.

Para el proceso de elaboración del presente plan, se aplicó el enfoque de la Gestión del Riesgo de Desastres, aprobada como 32° Política de Estado del Acuerdo nacional, la Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD); así como también la R.M. N°526-2011/MINSA "Normas para elaboración de documentos normativos del Ministerio de Salud, sobre disposiciones específicas establece que, los documentos Técnicos-Planes , en relación a los procesos de formulación de documentos normativos , tanto en la elaboración, validación evaluación y ajustes de los aportes al documento normativo; siendo el caso que para el presente Documento Técnico-Plan , las observaciones y recomendaciones formuladas por las Direcciones y Oficinas Generales fueron solicitadas y evaluadas técnicamente para su validación, siendo analizados e identificados aquellos aportes y comentarios que puedan mejorar los conceptos y procedimientos del Documento Técnico-Plan.

Asimismo, en el marco del proceso de Descentralización, se ha considerado la adecuada articulación entre el presente Plan y los Planes Regionales; para cuyo efecto, la Oficina General de Defensa Nacional, en el marco de la Comisión de Gestión del Riesgo Sectorial, articulará acciones conjuntas con las Oficina y Direcciones Generales del MINSA, para el desarrollo de la Asistencia Técnica, Monitoreo y evaluación respectiva del presente Plan.



II. FINALIDAD

Proteger la vida y la salud de las personas en las zonas en riesgo por la temporada de Bajas Temperaturas.

III. OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Prevenir, reducir el riesgo y asegurar una respuesta oportuna, atendiendo y controlando los daños a la salud de las personas y a los servicios, propiciando la rehabilitación de los EESS y los servicios afectados frente a la Temporada de Bajas Temperaturas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Disponer de un Mapeo actualizado del riesgo de desastres en salud por efecto de la Temporada de Bajas Temperaturas.
2. Reducir la mortalidad en menores de 5 años en 30% causado por IRA y Neumonía, por efecto de la temporada de Bajas Temperaturas.
3. Optimizar la capacidad de respuesta del 100% de los servicios de salud durante la Temporada de Bajas Temperaturas
4. Recuperar y fortalecer los servicios de salud del ámbito afectados por la temporada de Bajas Temperaturas.

IV. BASE LEGAL

1. Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre.
2. Ley N° 26842, Ley General de Salud.
3. Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud.
4. Ley N° 28101, Ley de Movilización Nacional.
5. Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales.
6. Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley N°29664, del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
7. Decreto Supremo N° 086-2003-PCM, que aprueba la Estrategia Nacional de Cambio Climático.
8. Decreto Supremo N° 013-2002-SA, aprueba el Reglamento de la Ley del Ministerio de Salud.
9. Decreto Supremo N° 007-2005-SA, aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud y su Modificatoria D.S. N° 007-2006-SA.
10. Decreto Supremo N° 027-2007-PCM, aprueba el Políticas Nacionales de Obligatorio Cumplimiento para las Entidades del Gobierno Nacional.
11. Decreto Supremo N° 098-2007-PCM, aprueba el Plan Nacional de Operaciones de Emergencia.
12. R.M. N° 416-2004/MINSA, aprueba la Directiva N° 035-2004-OGDN/MINSA-V.01. "Procedimientos de Aplicación del Formulario Preliminar de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades de Salud en Emergencias y Desastres",
13. Resolución Ministerial N° 517-2004/MINSA, Directiva N° 036-2004-OGDN/MINSA-V.01., Declaratoria de Alertas en Situaciones de Emergencias y Desastres.



14. Resolución Ministerial N° 984-2004/MINSA, aprueba la Directiva N° 044-MINSA/OGDN-V.01 "Organización y Funcionamiento del Centro de Operaciones de Emergencias del Sector Salud",
15. Resolución Ministerial N° 247-2010-MINSA, aprueba el documento técnico: "Plan Sectorial de Operaciones de Emergencia del Sector Salud".
16. Resolución Ministerial N° 502-2010/MINSA, aprueba el "Plan de Gestión del Riesgo del MINSA frente a Terremoto y Maremoto".
17. Resolución Ministerial N° 526-2011/MINSA, Normas para la elaboración de documentos normativos del Ministerio de Salud.
18. Resolución Ministerial N° 071-2011-MINSA, Creación de la Comisión Sectorial de Gestión del Riesgo de Desastres en Salud.
19. Resolución Ministerial N° 897-2011/MINSA aprueba el Plan de GRD en Salud frente a la Temporada de Frío 2011-2012.

V. ÁMBITO DE APLICACIÓN

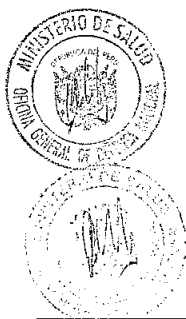
El presente Plan es de aplicación por las unidades orgánicas y dependencias del Ministerio de Salud, así como por las Direcciones Regionales de Salud o las que hagan sus veces en el ámbito regional.

VI. CONTENIDO

6.1. MARCO CONCEPTUAL:

6.1.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS¹:

- ✓ **Afectado**²: Persona, animal, territorio o infraestructura que sufre perturbación en su ambiente por efectos de un fenómeno. Puede requerir de apoyo inmediato para eliminar o reducir las causas de la perturbación para la continuación de la actividad normal.
- ✓ **Análisis de la vulnerabilidad**: Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.
- ✓ **Asistencia Humanitaria**: Es el conjunto de acciones oportunas, adecuadas y temporales que ejecutan las entidades integrantes del SINAGERD en el marco de sus competencias y funciones, para aliviar el sufrimiento, garantizar la subsistencia, proteger los derechos y defender la dignidad de las personas damnificadas y afectadas por los desastres.
- ✓ **Autoayuda**: Es la respuesta inmediata, solidaria y espontánea de la población presente en la zona de una emergencia o desastre, para brindar ayuda a las personas afectadas y/o damnificadas. Normalmente es la propia población, la que actúa sobre la base de su potencialidad y recursos disponibles.
- ✓ **Cultura de prevención**: Es el conjunto de valores, principios, conocimientos y actitudes de una sociedad que le permiten identificar, prevenir, reducir, prepararse,



¹ Tomado de: Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley N°29664, del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

² Glosario Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

reaccionar y recuperarse de las emergencias o desastres. La cultura de la prevención se fundamenta en el compromiso y la participación de todos los miembros de la sociedad.

- ✓ **Damnificado/a:** Condición de una persona o familia afectada parcial o íntegramente en su salud o sus bienes por una emergencia o desastre, que temporalmente no cuenta con capacidades socioeconómicas disponibles para recuperarse.
- ✓ **Desastre:** Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.
- ✓ **Desarrollo sostenible:** Proceso de transformación natural, económico social, cultural e institucional, que tiene por objeto asegurar el mejoramiento de las condiciones de vida del ser humano, la producción de bienes y prestación de servicios, sin deteriorar el ambiente natural ni comprometer las bases de un desarrollo similar para las futuras generaciones.
- ✓ **Emergencia:** Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la acción humana que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada.
- ✓ **Evaluación de daños y análisis de necesidades (EDAN):** Identificación y registro cualitativo y cuantitativo, de la extensión, gravedad y localización de los efectos de un evento adverso.
- ✓ **Elementos en riesgo o expuestos:** Es el contexto social, material y ambiental presentado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.
- ✓ **Friaje:** Incursión de masas de aire polar frías y secas en toda la región sur del Perú (sierra y selva), y ocasionan descensos bruscos de la temperatura del aire hasta de 15° C en solamente horas, afectando la salud de la población y causando daños en los cultivos tropicales de la zona. (SENAMHI: G. Avalos y N. Quispe).
- ✓ **Granizo³:** Precipitación pluvial sólida y helada que cae al suelo en forma de granos. Se genera por la congelación de las gotas de agua de una nube (cúmulo nimbo), sometidas a un proceso de ascenso dentro de la misma, con temperaturas bajo cero, y luego a descenso en forma de granos congelados. La dimensión del granizo varía de tres a cinco centímetros de diámetro. Cuando las dimensiones son mayores, reciben el nombre de pedrisco.
- ✓ **Helada⁴:** Se produce cuando la temperatura ambiental disminuye hasta por debajo de 0° C. Es generada por la invasión de masas de aire de origen Antártico y, ocasionalmente, por un exceso de enfriamiento del suelo durante cielos claros y secos. Es un fenómeno que se presenta en la sierra peruana y con influencia en la selva, generalmente en la época de invierno.



³ Glosario Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

⁴ Glosario Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

- ✓ **Identificación de peligros:** Conjunto de actividades de localización, estudio y vigilancia de peligros y su potencial de daño, que forma parte del proceso de estimación del riesgo.
- ✓ **Infraestructura:** Es el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones, con su correspondiente vida útil de diseño, que constituyen la base sobre la cual se produce la prestación de servicios considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales.
- ✓ **Medidas estructurales:** Cualquier construcción física para reducir o evitar los riesgos o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las peligros.
- ✓ **Medidas no estructurales:** Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación.
- ✓ **Nevada⁵:** Precipitación de cristales de hielo que toman diferentes formas: estrella, cristales hexagonales ranurados, etc. Existen casos en los que, aun a temperaturas bajo cero, los cristales pueden estar rodeados de una delgada capa de agua líquida y cuando chocan unos con otros incrementan su tamaño en forma de grandes copos.
- ✓ **Peligro:** Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.
- ✓ **Primera respuesta:** Es la intervención más temprana posible, de las organizaciones especializadas, en la zona afectada por una emergencia o desastre, con la finalidad de salvaguardar vidas y daños colaterales.
- ✓ **Resiliencia:** Capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.
- ✓ **Riesgo de desastre:** Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.
- ✓ **Vulnerabilidad:** Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividad socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.



6.2. GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

⁵ Glosario Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

La Gestión del Riesgo de Desastres está basada en la investigación científica y de registro de informaciones, y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno y de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas del Estado.⁶

En este sentido, la gestión del riesgo abarca formas de intervención muy variadas, que van desde la formulación e implementación de políticas y estrategias, hasta la implementación de actividades y acciones relacionadas con los siguientes procesos:

- ✓ **Estimación del Riesgo:** Acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.
- ✓ **Prevención y Reducción del Riesgo:** Acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y a reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenibles.
- ✓ **Preparación, Respuesta y Rehabilitación:** Acciones que se realizan con el fin de procurar una óptima respuesta de la sociedad en caso de desastres, garantizando una adecuada y oportuna atención de personas afectadas, así como la rehabilitación de los servicios básicos indispensables, permitiendo normalizar las actividades en la zona afectada por el desastre.
- ✓ **Reconstrucción:** Acciones que se realizan para establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo anterior al desastre y asegurando la recuperación física, económica y social de las comunidades afectadas.

Así mismo, sus políticas se relacionan con los Componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres, los cuales se describen a continuación:

- ✓ **Gestión Prospectiva:** es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.
- ✓ **Gestión Correctiva:** es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.
- ✓ **Gestión reactiva:** es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

6.3. POLITICAS

6.3.1. POLÍTICA INTERNACIONAL

La Asamblea General de las Naciones Unidas reunida el 3 de Febrero del año 2000, aprueba la Resolución N° 54/219. Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales: donde define los lineamientos y recomendaciones a los países miembros para enfrentar los desastres; bajo el enfoque multicausal integrado de la reducción de los riesgos de desastre que tenga en cuenta amenazas múltiples en las



⁶ Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre.

políticas, los planes y los programas y por lo tanto incorporando a todos los actores de todos los sectores, a la comunidad, los gobiernos y autoridades locales en las actividades elaboración de planes de gestión de riesgo, la evaluación de los riesgos, la alerta temprana, la gestión de la información y la educación, la formación de socorro, rehabilitación y recuperación posteriores a los desastres, tomando debidamente en consideración la diversidad cultural, el patrón cultural e ideológico de nuestra población, los diferentes grupos de edad y los grupos vulnerables.

Bajo estos lineamientos la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD)/ONU propone lo siguiente:

Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Conferencia mundial sobre reducción de desastres (18 al 22 de enero del 2005).

El propósito primordial es la implementación de la reducción del riesgo de desastres y las acciones de recuperación emprendidas en el ámbito nacional, de conformidad con las prioridades del Marco de Acción de Hyogo. El 'HFA Monitor'⁷ es una herramienta en línea para captar la información relativa al progreso alcanzado en la ejecución del MAH, generada a través de un proceso de revisión multisectorial. Comprende los objetivos y prioridades siguientes:

Objetivos estratégicos:

1. La integración más efectiva de la consideración de los riesgos de desastre en las políticas, los planes y los programas de desarrollo sostenible a todo nivel, con acento especial en la prevención y mitigación de los desastres, la preparación para casos de desastre y la reducción de la vulnerabilidad.
2. La creación y el fortalecimiento de instituciones, mecanismos y medios a todo nivel, en particular a nivel de la comunidad, que puedan contribuir de manera sistemática a aumentar la resiliencia ante las amenazas.
3. En la fase de reconstrucción de las comunidades damnificadas, la incorporación sistemática de criterios de reducción de riesgos en el diseño y la ejecución de los programas de preparación para las situaciones de emergencia, de respuesta y de recuperación.

Prioridades de acción para 2005-2015

1. Velar por que la reducción del riesgo de desastres constituya una prioridad nacional y local con una sólida base institucional de aplicación
2. Identificar, evaluar y observar de cerca los riesgos de los desastres y mejorar las alertas tempranas;
3. Utilizar el conocimiento, la innovación y la educación para crear una cultura de seguridad y de resiliencia a todo nivel;
4. Reducir los factores fundamentales del riesgo; y,
5. Fortalecer la preparación ante los desastres para una respuesta eficaz a todo nivel.

6.3.2. POLITICA NACIONAL



✓ **El Plan se enmarca conforme a lo antes señalado en la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, orientada a identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres.**

⁷ HFA Monitor es el nombre que se le ha asignado a esta herramienta interactiva.

- ✓ **Políticas Nacionales de Obligatorio Cumplimiento para las Entidades del Gobierno Nacional, aprobada mediante Decreto Supremo N° 027-2007-PCM,** plantea: "Asegurar la pronta y adecuada transferencia de las competencias, funciones y recursos a los Gobiernos Regionales y Locales, respetando los principios de subsidiaridad, gradualidad, complementariedad y neutralidad, entre los niveles de gobierno nacional, regional y local".

6.4. ANÁLISIS DEL RIESGO

La identificación de vulnerabilidades que ponen en riesgo la salud y la vida de las personas frente a la ocurrencia de bajas temperaturas, tiene como su principal referente sectorial la construcción de escenarios de riesgo a partir del análisis epidemiológico de las IRAS, neumonías, SOBAS, otros; los mismos que – en el marco de la Gestión de Riesgo de Desastres- sirvieron de insumo para que el CENEPRED incluya los datos de vigilancia epidemiológica en la estimación de riesgo de desastres en el país.

La necesidad de planear, ejecutar y evaluar las acciones requeridas por las entidades competentes, siguiendo los procesos de la gestión del riesgo de desastre, y considerando la diversidad de factores, causas y efectos de los diversos fenómenos naturales, creo la necesidad de adoptar un modelo y/o metodología de trabajo que facilite la realización de estas tareas planteando para ello el uso de los escenarios de riesgos como una herramienta de vital importancia.

En ese sentido, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en su calidad de organismo público executor adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), ha elaborado el documento técnico "Escenarios de Riesgo por Bajas Temperaturas", herramienta que ha sido incorporada en el presente Plan, a fin de establecer la identificación y priorización de las zonas en riesgo por la temporada de Bajas Temperaturas y sus niveles respectivo.

6.4.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA

En la situación actual el cambio climático, la temporada de frío es un período caracterizado por una disminución intensa de la temperatura que genéricamente se presenta como tres fenómenos que en algunas zonas confluyen, y en otras, actúan separadamente: La s heladas, las nevadas y el friaje.

Las características de los fenómenos citados, así como los antecedentes de presentación y de afectación permiten establecer dos grandes escenarios geográficos dentro del territorio peruano. El escenario alto andino y el escenario selva.

Esta región oriental del Perú está amenazada fundamentalmente por el fenómeno climatológico denominado friaje y su variabilidad climática, que son la incursión del aire polar frío y seco y ocasiona descensos bruscos de la temperatura del aire de hasta 15° C solamente en horas, afectando la salud de la población y causando daños en los cultivos tropicales de la zona.

Al respecto, cabe precisar que a diferencia de las heladas y nevadas, el INDECI no cuenta con un registro de daños a consecuencia del friaje en la selva habida cuenta que este fenómeno natural no ocasiona daños estructurales y quizás sí a la producción y a la salud pero éstos pasan desapercibidos o son ínfimos.

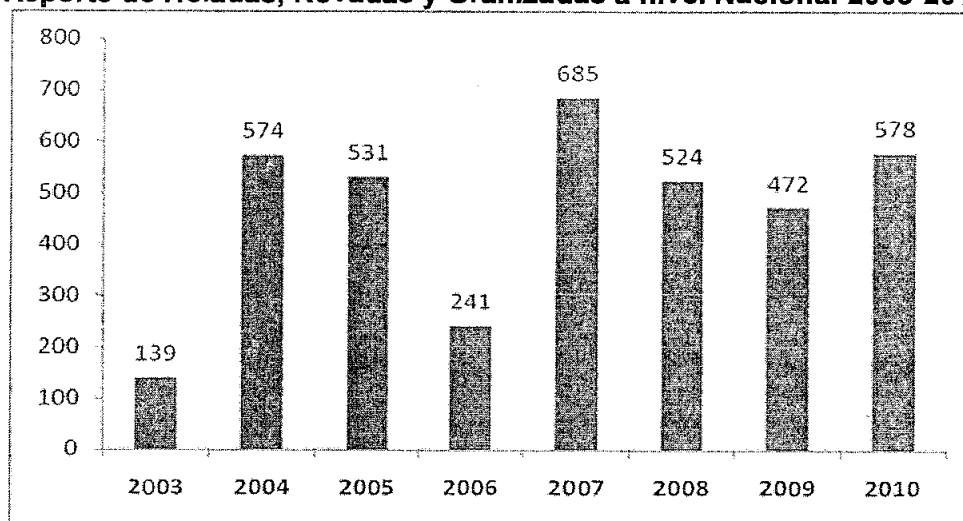


Reporte de emergencias por eventos meteorológicos durante la temporada fría a nivel nacional entre el 2003 al 2010

De acuerdo al SINPAD-INDECI, el reporte de emergencias por heladas, nevadas y granizadas entre los años 2003 al 2010, han sido un total de 3744 a nivel nacional, siendo el año 2007, el que evidencia un mayor número registros con 685, sucedidas en las regiones de Apurímac y Puno. (Gráfico N°7)

Cabe resaltar que el año 2009, no se presentó un importante número de estos eventos meteorológicos, pero sí presentó una importante mortalidad de menores de cinco años en comparación a años pasados.

Figura N° 7
Reporte de Heladas, Nevadas y Granizadas a nivel Nacional 2003-2010



Fuente: SINPAD-INDECI



A nivel regional, entre el 2003-2010, las regiones que han tenido mayor número de reportes de damnificados por Heladas son las regiones de Huancavelica, Cusco, Ayacucho, Moquegua y Puno; el número de fallecidos, desaparecidos y heridos es mínimo, y el número de afectados es importante en las regiones de Huancavelica, Cusco, Puno, Apurímac (Tabla N°2)

Tabla N°2
Reporte de afecciones a la vida y la salud por Heladas 2003-2010

Departamento	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	HERIDOS	DAMNIFICADOS	AFECTADOS
HUANCAVELICA	0	1	0	34032	331703
CUSCO	2	0	0	8726	238128
AYACUCHO	0	0	0	4056	109230
MOQUEGUA	5	0	0	2812	59444
PUNO	1	0	0	1670	484540
LIMA	1	0	0	1540	8160
PIURA	2	0	0	1450	53709
TACNA	0	0	0	470	55862
CAJAMARCA	0	0	0	210	7720
AREQUIPA	1	0	0	97	160836
LA LIBERTAD	0	0	0	94	3383
HUÁNUCO	0	0	0	83	158571
ANCASH	0	0	0	9	836
APURIMAC	8	0	0	5	430882
PASCO	0	0	0	0	61441
LAMBAYEQUE	0	0	0	0	19465
JUNIN	2	0	0	0	15721
AMAZONAS	0	0	0	0	7030
TUMBES	0	0	0	0	658
ICA	0	0	0	0	250
Total general	22	1	0	55254	2207569

Fuente: SINPAD-INDECI

De acuerdo a lo descrito, las regiones alto-andinas como Huancavelica, Cusco, Puno, Apurímac, Ayacucho, Moquegua entre otras, son las más afectadas durante las temporadas frías; a pesar de ello, durante la última década se han tenido reportes de disminuciones bruscas de T° tanto de la máxima como la mínima, debido a fenómenos como la Depresión Aislada de Altos Niveles (DANAs) y friajes sucedidos en la región selva que llevaron a temperaturas máximas de 16° tal como lo ocurrido durante el año 2010, los mismos que no son registrados ni ellos ni sus efectos en la población.

Disminución de la T° durante julio 2010 en la zona Selva

DEPARTAMENTO	ZONA SELVA	NORMAL (°C)	TEMPERATURA (°C)	JULIO 2010						
				14	15	16	17	18	19	20
LORETO	IQUITOS	33	MAXIMA	32.5	31.0	24.0	22.0	20.0	23.7	24.2
		20	MINIMA	22.2	22.1	22.0	17.9	14.2	15.5	17.5
MADRE DE DIOS	PUERTO MALDONADO	32	MAXIMA	16.0	17.0	14.4	14.0	13.0	23.0	28.1
		21	MINIMA	11.0	12.0	10.0	9.0	9.0	9.0	15.0
UCAYALI	PUCALLPA	32	MAXIMA	32.5	27.0	20.8	20.0	20.0	20.5	22.0
		20	MINIMA	20.5	21.4	15.0	10.0	12.0	15.0	18.5

Fuente: SENAMHI

Cabe señalar que la definición operacional de damnificado, como persona afectada parcial o íntegramente en perjuicio de su salud o sus bienes, no está realmente representado en las cifras mostradas, ya que este reporte no ingresa los datos de las enfermedades trazadoras como IRAS-Neumonía, muy probablemente por la dificultad de reconocer que dichos daños fueron ocasionados directamente por las condiciones ambientales.



6.4.2. TEMPORADAS DE FRÍO EN EL PERÚ Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

Vigilancia Epidemiológica durante las Temporadas frías

Las infecciones respiratorias agudas (IRA) representan uno de los principales problemas de salud entre los niños menores de 5 años de los países en desarrollo. En la Región de las Américas, las IRA se ubican entre las primeras cinco causas de defunción de menores de 5 años y representan la causa principal de enfermedad y consulta a los servicios de salud (1).

Aunque se han hecho estimados globales sobre las defunciones por neumonía en los primeros 5 años de su vida (2), la verdadera mortalidad causada por neumonía, probablemente está subestimada, ya que en los países en desarrollo la mayoría de las muertes se presentan en el hogar, sin un diagnóstico médico (3).

En nuestro país, la prevención y control de las IRA en menores de 5 años es una prioridad, no sólo porque son la primera causa de morbi – mortalidad, sino por la alta demanda y el uso frecuente de los servicios de salud.

La Dirección General de Epidemiología (DGE) del Ministerio de Salud, realiza la vigilancia epidemiológica de la tendencia y el comportamiento de las IRA, que incluye a neumonías y defunciones por neumonías, a nivel nacional y durante todo el año. Las IRA y las neumonías suelen incrementarse a finales de otoño y durante la estación de invierno, entre las semanas epidemiológicas (SE) 16 a la 39, por lo que son considerados como un daño trazador.

Debido a que la población menor de cinco años, es un grupo etario muy vulnerable a las IRA, la información descrita prioriza dicha población.

De acuerdo a los reportes de la DGE, entre los años 2006 al 2012 y durante las SE 16 a la 39, los casos y la tasa de incidencia de neumonía en menores de 5 años a nivel nacional, muestran una tendencia descendente, a excepción del año 2009, cuando se presentó un incremento importante en el número de casos y defunciones probablemente relacionado con la pandemia de influenza A(H1N1) (4), lo que conllevó a la movilización de módulos de Hospital de Campaña a zonas vulnerables (Gráfico N° 1 y 4).

Si bien la tasa de incidencia de neumonía en menores de 5 años ha disminuido en el Perú, el daño afecta de manera heterogénea al país, estando en mayor riesgo las poblaciones ubicadas en la selva, como las regiones de **Loreto, Ucayali y Pasco** que presentan las tasas más altas (Gráfico N° 2 y 3).

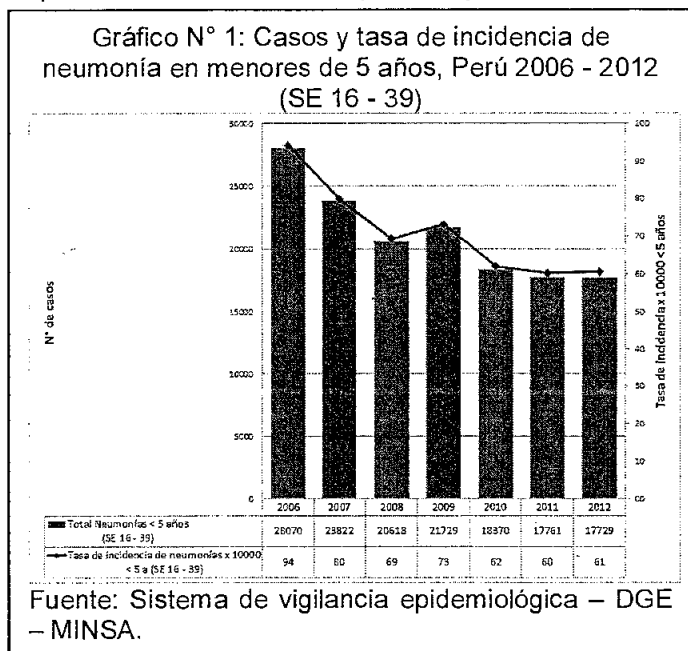
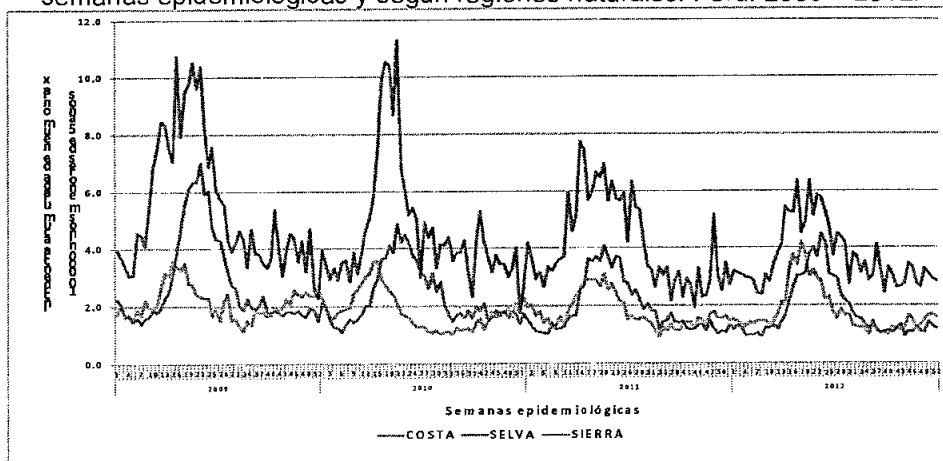
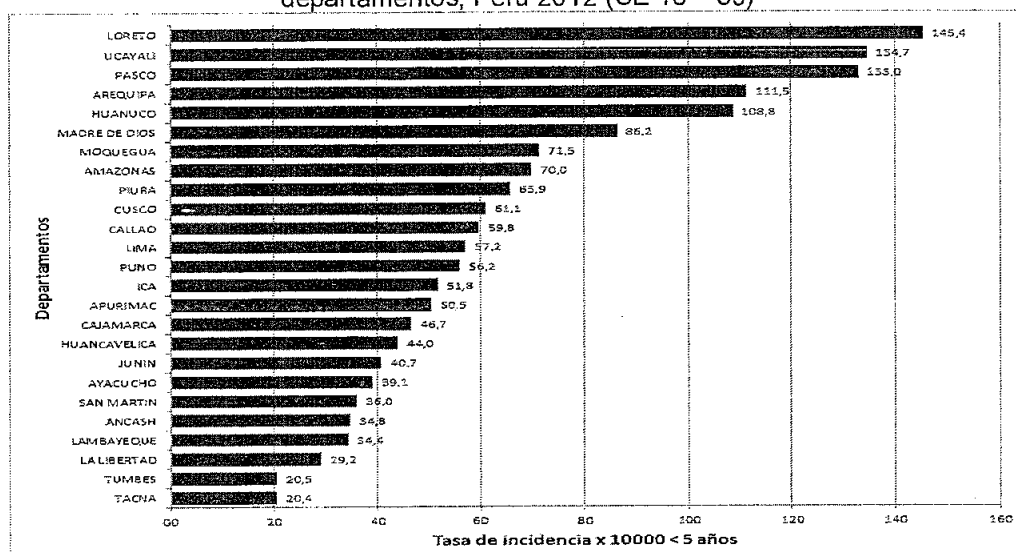


Gráfico N° 2: Tendencia de la tasa de incidencia de neumonías en menores de 5 años por semanas epidemiológicas y según regiones naturales. Perú. 2009 – 2012.



Fuente: Sistema Nacional de Epidemiología. Vigilancia – DGE – MINSA.

Gráfico N° 3: Tasa de incidencia de neumonías en < de 5 años x 10000 según departamentos, Perú 2012 (SE 16 – 39)



Fuente: Sistema de vigilancia epidemiológica – DGE – MINSA.

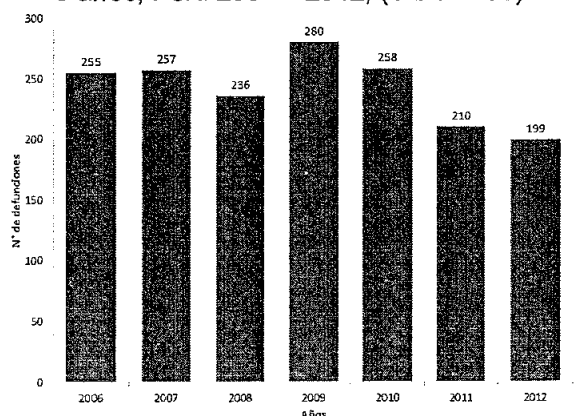


En relación con las defunciones por neumonía en menores de cinco años a nivel nacional, durante la temporada de frío (SE 16 a la 39) entre los años 2006 – 2012, el número de defunciones por neumonía también ha disminuido (255 a 199 defunciones); durante el año 2009, se reportó el mayor número de defunciones y es probable que esté relacionado con la circulación del virus pandémico de influenza A(H1N1) y que causó cuadros severos y una mayor mortalidad (4, 5) (Gráfico N° 4).



Durante el año 2012, la distribución de las defunciones por neumonías en menores de 5 años según regiones muestra las inequidades existentes sobre la accesibilidad a los servicios de salud (proporción de muertes por neumonías extra-hospitalarias) y la capacidad resolutive de los hospitales (proporción de muertes por neumonías intra-hospitalarias), con situaciones muy particulares en 2 regiones con el mayor número de notificaciones, Loreto que presenta un 74,3% de defunciones intra-hospitalarias y Puno con 81,6% de defunciones extra-hospitalarias, que indican que probablemente esta situación sea más grave dada las limitaciones de accesibilidad geográfica en Loreto; pero en Puno es un problema de accesibilidad cultural dado que la mayoría de defunciones se presenta en las ciudades (Gráfico N° 5).

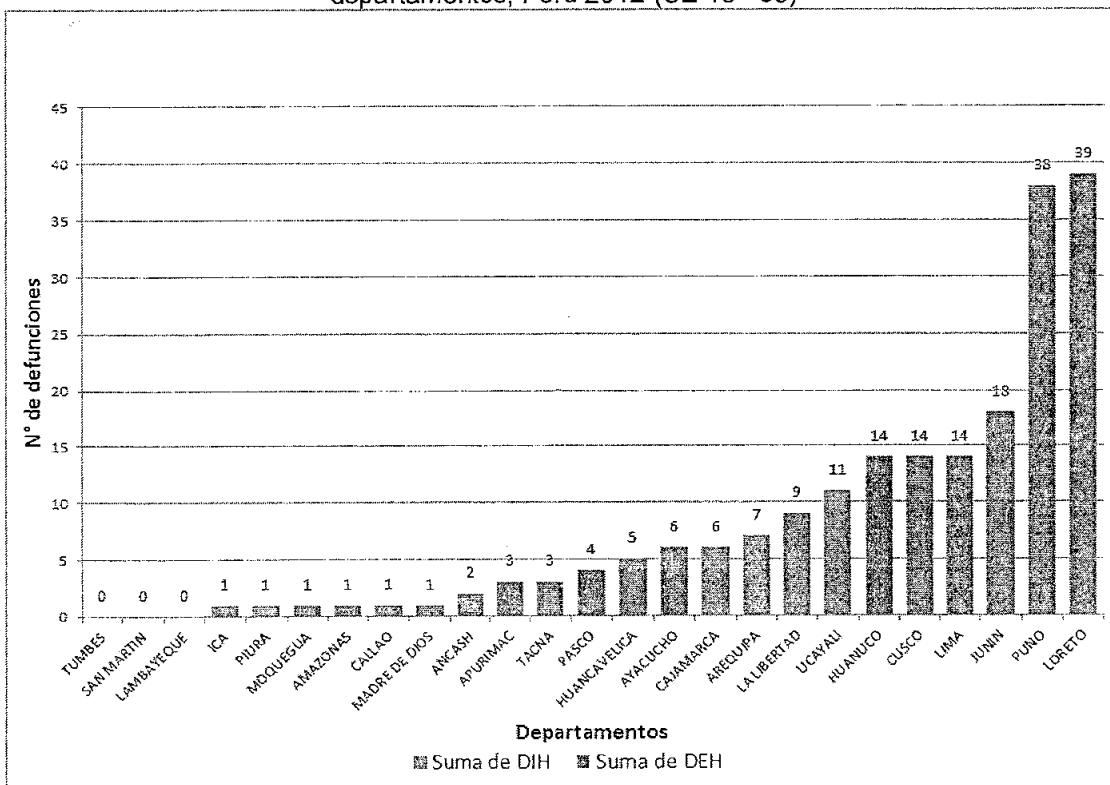
Gráfico N° 4: Total de defunciones por neumonía en < 5 años, Perú 2006 – 2012, (SE 16 - 39)



Fuente: Sistema de vigilancia epidemiológica – DGE – MINSA.

Durante el 2012, las regiones de Loreto, Puno, y Junín fueron las regiones con mayor número de defunciones en menores de cinco años (Gráfico N°5).

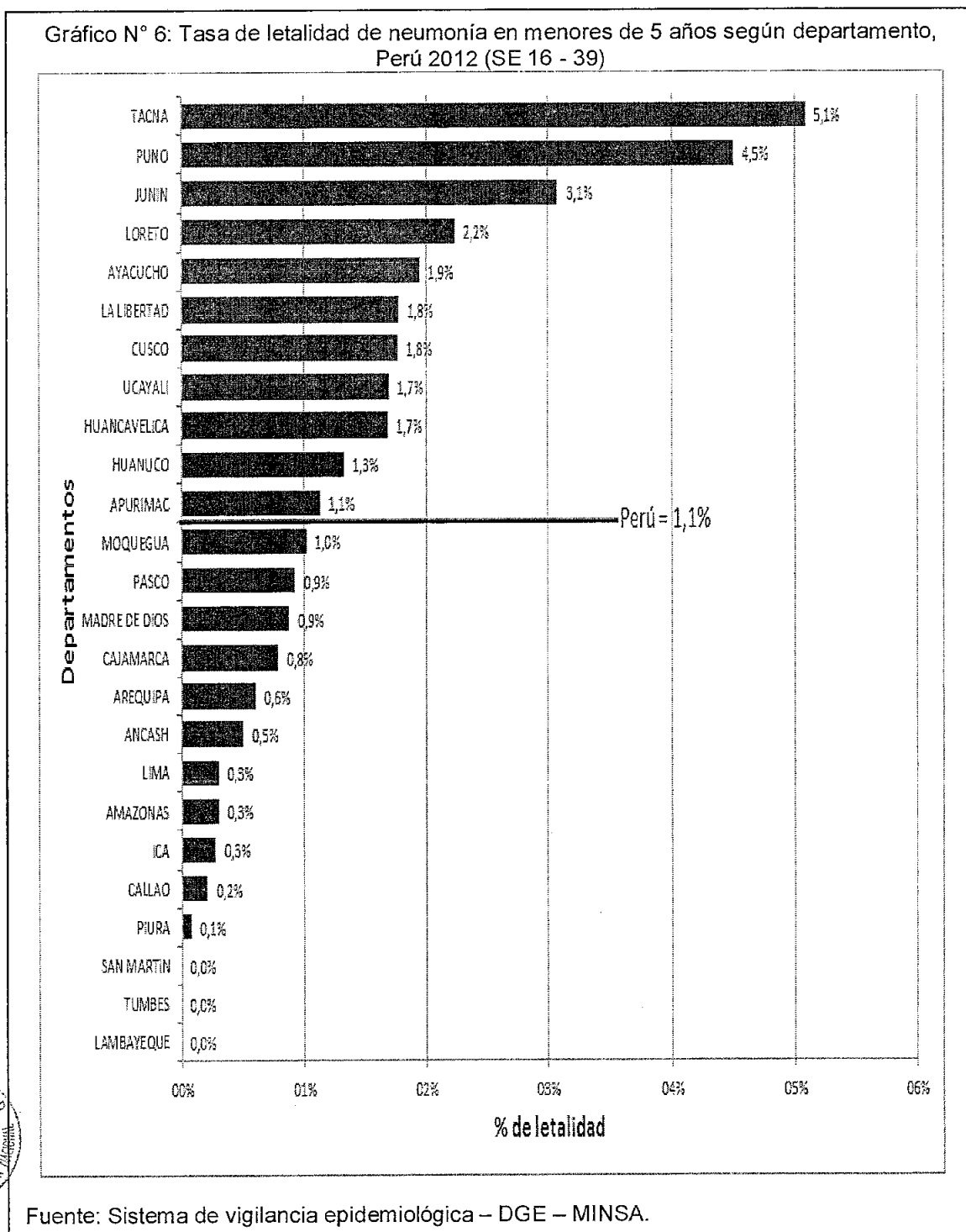
Gráfico N° 5: Total de defunciones por neumonía en menores de 5 años según departamentos, Perú 2012 (SE 16 - 39)



Fuente: Sistema de vigilancia epidemiológica – DGE – MINSA.

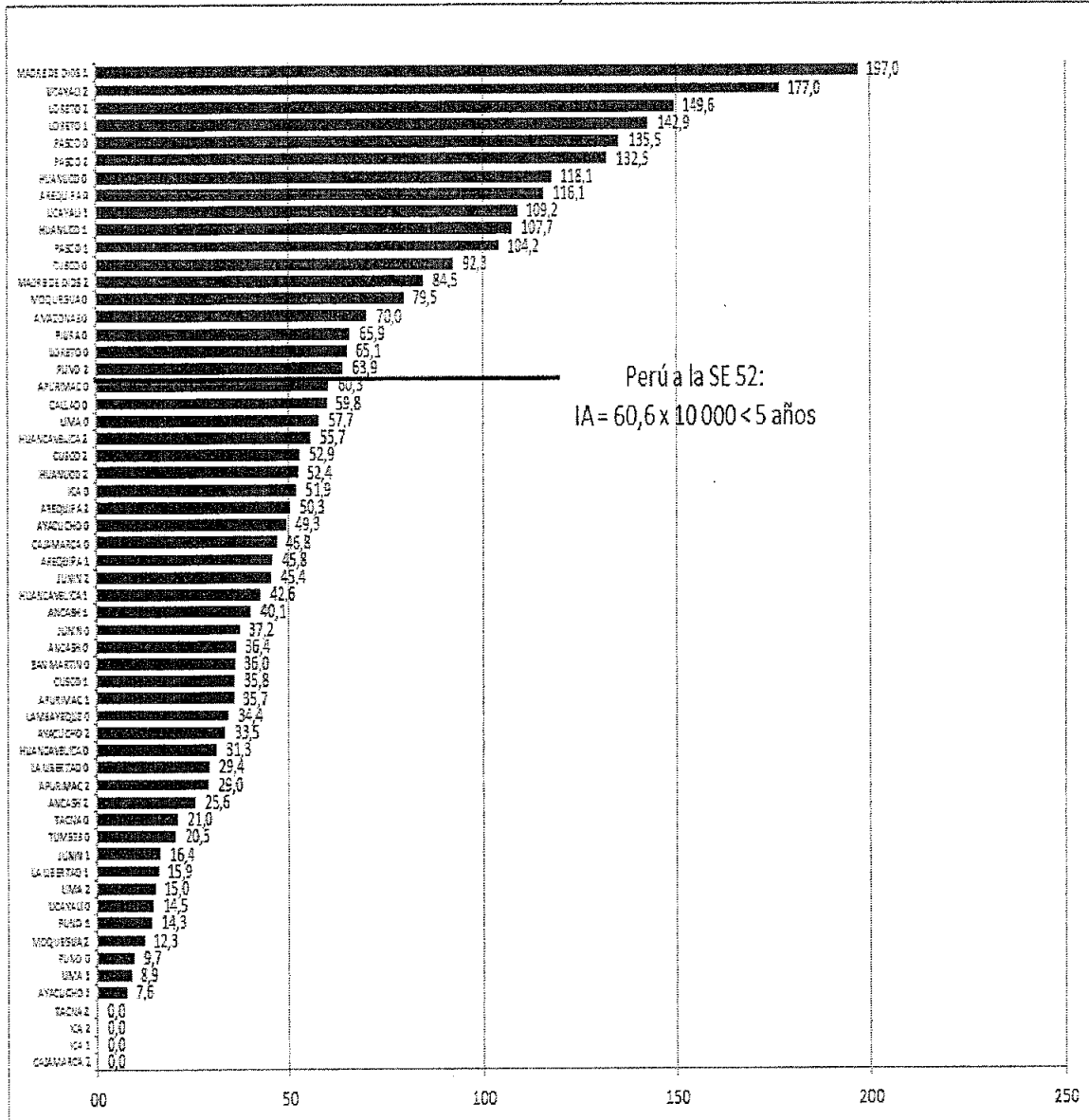


En relación con la tasa de letalidad por neumonía en menores de cinco años, durante la temporada de frío (SE 16 a la 39) del año 2012, Tacna, Puno y Junín presentan los indicadores más altos (Gráfico N° 6).



Analizando la tasa de incidencia de neumonía en menores de cinco años para el año 2012, según áreas geográficas priorizadas por heladas en la sierra y áreas geográficas priorizadas por friaje en la selva y nivel de intervención (1 y 2), las áreas priorizadas en la selva evidencian las tasas más altas (Gráfico N° 7).

Gráfico N° 7: TIA de neumonías en menores de 5 años según áreas geográficas priorizadas por heladas en la sierra y por friaje en la selva y por nivel de intervención (1 y 2), Perú 2012 (SE 16 - 39)



Fuente: Sistema de vigilancia epidemiológica – DGE – MINSA.

Finalmente, los resultados sanitarios de las intervenciones de prevención y control de las IRA en el Perú muestran una disminución global de las defunciones y tasas de incidencia de neumonías, pero evidencia serias inequidades en algunas regiones del país, que se relaciona con los determinantes de la salud existentes en la zona.

Factores de Riesgo frente a Neumonía y enfoque por Determinantes

Es importante introducir dentro del diagnóstico, los factores de riesgo asociados con las IRAs, neumonías y defunciones por esta, por ser daños trazadores medidos a través de la vigilancia epidemiológica durante las temporadas frías.

De acuerdo a los estudios realizados, frente al riesgo de enfermarse de neumonía extrahospitalaria, el estudio Epidemiología y Etiología de la neumonía en la niñez. 2008, describe como factores de riesgo posible a las lluvias, humedad y aire frío y educación de la madre y como factores definitivos bajo peso al nacer, lactancia materna no exclusiva durante los 6 primeros meses de vida, inmunizaciones incompletas, entre otras (Tabla N° 1)

Tabla N°1

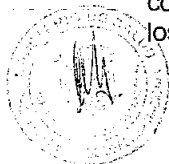
Factores de riesgo del huésped y al medio ambiente que incrementa la incidencia de neumonías adquirida en la comunidad en niños en países desarrollados*
<p>Factores de riesgo definitivos</p> <p>Bajo peso al nacer Lactancia materna no exclusiva en los primeros 6 meses de vida, Inmunizaciones incompleta para sarampión en el primer año de vida, Hacinamiento Contaminación del aire dentro de la vivienda;</p>
<p>Factores de riesgo probables</p> <p>Tabaquismo de los padres Deficiencia de zinc Experiencia de la madre para cuidar hijos Enfermedades concomitantes (diarrea, enfermedad cardíaca, asma);</p>
<p>Factores de riesgo posibles</p> <p>Educación de la madre Asistencia a guardería Lluvias y Humedad, gran altitud (aire frío) Deficiencia de vitamina A Orden del nacimiento Contaminación del aire exterior</p>

Fuente: *Igor Rudan, Cynthia Boschi-Pinto, Zrinka Biloglav, Kim Mulholland, Harry Campbell *Epidemiology and etiology of childhood pneumonia Bulletin of the World Health Organization | May 2008, 86 (5)*
Elaborado: DGE-MINSA

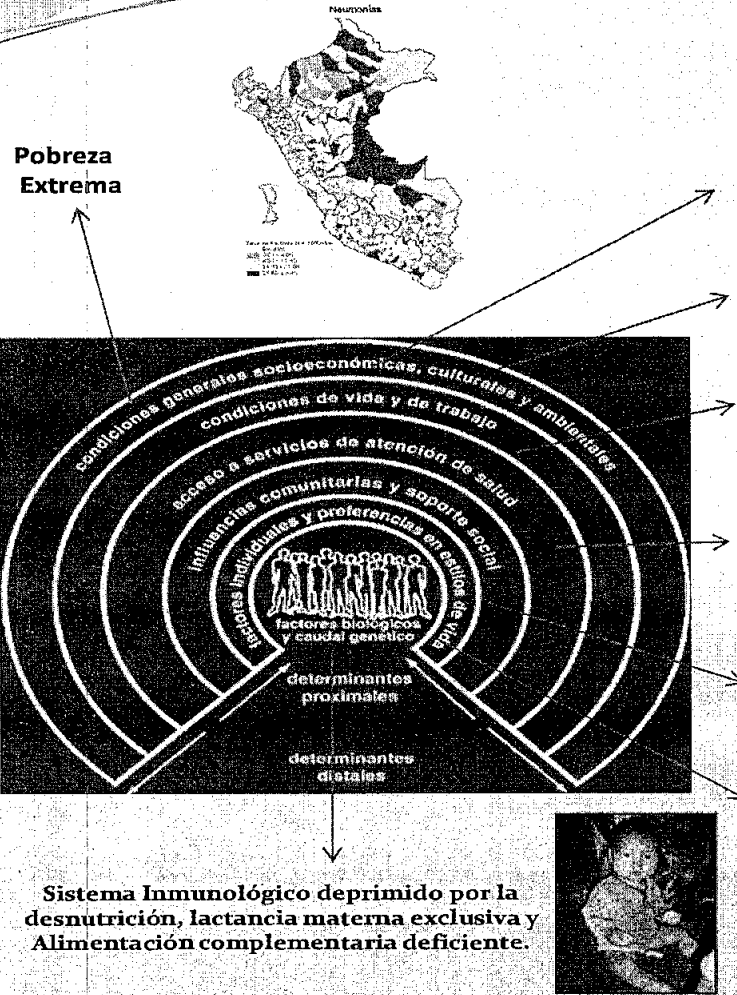
De la misma manera, de acuerdo a la OMS, las muertes en menores de cinco años tienen como causa subyacente en un 50% la desnutrición infantil.

Considerando lo mencionado, el enfoque para el presente Plan debe encontrarse basado en el modelo de determinantes de la salud y el riesgo de desastres, debido a que los diferentes componentes del modelo de determinantes son componentes de riesgo (vulnerabilidad) del riesgo de desastres, a excepción de la determinante ambiental, que en lenguaje del riesgo de desastre se conceptualiza en amenaza la cual debe ser caracterizada y monitorizada de manera cercana.

El modelo multinivel de determinantes de la salud se relaciona con el riesgo de desastres, de tal manera que determinantes proximales, tales como depresión inmunológica por desnutrición o lactancia materna no exclusiva durante los primeros seis meses, y determinantes distales como nivel de pobreza, comportamientos de riesgo, bajo nivel educativo y limitado acceso a la salud conllevan a tener un mayor riesgo frente a la temporada de bajas temperaturas y se relaciona a los resultados sanitarios que presentamos en la vigilancia epidemiológica.



MODELO MULTINIVEL DE DETERMINANTES DE LA SALUD Y SU RELACION AL RIESGO DE IRAS-NEUMONIA DURANTE LA TEMPORADA DE FRÍO



Bajo Nivel Educativo de los padres.
Baja percepción del Riesgo.
Insuficiente sistema de saneamiento
Cambios climático y Variabilidad Climática: picos de bajas temperaturas

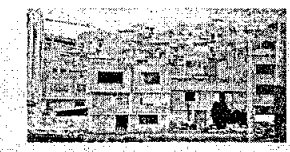
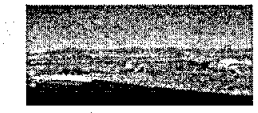
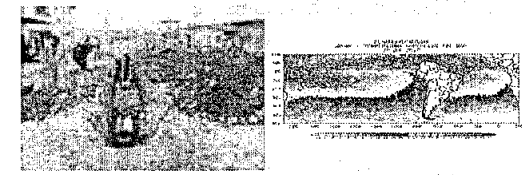
Practicas y Ritos Culturales ancestrales
Creencias mágico religiosas

Población de zona rural dedicada a la agricultura y pesca Artesanal
Organización de viviendas comunales dispersas
Comunidades indígenas

Limitado Acceso a Servicios de Salud
Especialmente en poblaciones excluidas y dispersas
Insuficientes recursos en salud (personal, Equipos e infraestructura)

Viviendas precarias no adaptadas
comunidades no organizadas, con enfoque de salud

Comportamiento de Riesgo
Niños expuestos ; cocinas a leña, exposición a humaredas por fabricas de carbón, polución ambiental (calles no asfaltadas).



Elaborado: OTPDN-OGDN/DIRESA UCAYALI

6.4.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE INTERÉS DEL SECTOR SALUD EXPUESTOS

De los elementos expuestos.

De acuerdo a las responsabilidades que le competen al Sector Salud en el proceso de gestión de riesgos y del manejo de desastres, los elementos que estarían expuestos a la probable manifestación climática son:

- a. La población que puede verse afectada en su salud, conllevando incluso riesgos para su vida.
- b. Los establecimientos de salud y el personal, cuyo funcionamiento y capacidad resolutive pueden verse condicionados por las diversas manifestaciones de la estación invernal.
- c. El medio ambiente, cuya alteración puede propiciar las condiciones para incrementar el riesgo de mayor incidencia en daños a la salud de las personas.

De las vulnerabilidades a ser cuantificadas, se ha dividido en vulnerabilidades sociales e institucionales (del sector)

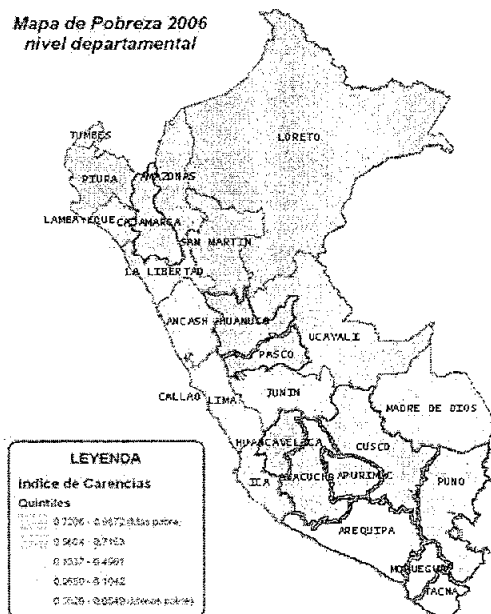
Vulnerabilidad Social

La Pobreza, los lugares donde la temporada de frío se hará sentir con mayor fuerza, según el estudio previo de las provincias con mayor probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, en su mayoría son también lugares que poseen **altos índices de pobreza**, lo que constituye una vulnerabilidad importante ya que esta condición hace que la población aumente las probabilidades de enfermar debido a una serie de razones, por ejemplo:

Los **altos índices de desnutrición** presentes en las zonas de menor desarrollo y principalmente en lugares donde el déficit económico y las condiciones del suelo y clima no permiten una variedad de cultivos que satisfagan el autoconsumo imperante sobre todo en localidades ubicadas por encima de los 3,500 msnm, lugares que como sabemos serán los más afectados por la temporada de frío que se avecina. La desnutrición como se sabe facilita el inicio de enfermedades y también impide una adecuada respuesta a estas, todo como consecuencia de una disminución de capacidad del sistema inmunológico que no llega a desarrollar adecuadamente su rol de protección contra enfermedades principalmente infecciosas dentro de las cuales se encuentran las IRAS.

El analfabetismo es un indicador de los niveles de educación de la población, es importante mencionar que la educación de la madre está relacionado con el riesgo de sufrir Neumonía en menores de cinco años

Mapa de Pobreza 2006
nivel departamental



Fuente-FONCODES



Vulnerabilidad Institucional.

La Vulnerabilidad de los Establecimientos de Salud

Considerando que las manifestaciones extremas importantes de la estación de invierno son la helada y la nevada, y en menor medida la granizada, las que podrían afectar los establecimientos de salud directamente, y así condicionar positiva o negativamente el funcionamiento de los servicios de salud.

Las variables de afectación tomadas en cuenta para el análisis efectuado, se refieren a la parte física del establecimiento (accesos e infraestructura); al equipamiento y transporte (ambulancias y otros); a los suministros (medicamentos, insumos, combustible, alimentos, etc.) y al personal.

A su vez, esta probable afectación, puede comprometer el funcionamiento de los servicios en los momentos de mayor demanda de la población. Por ejemplo:

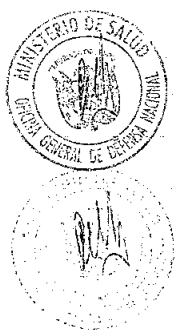
- Las filtraciones en los techos o su colapso, el humedecimiento de las paredes o el anegamiento de ambientes, puede generar la inutilización de uno o varios ambientes, exponiendo a la intemperie en algunos casos, al personal y pacientes, así como un probable deterioro de equipamiento, medicamentos y suministros.
- Las limitaciones en la disponibilidad de agua también limitaría el funcionamiento del servicio al tener que ubicarse medios alternos para la provisión de agua.
- Las limitaciones en la operatividad de equipos electrónicos generaría dificultades en las labores de diagnóstico y tratamiento.
- La dificultad de uso de ambulancia generaría retraso en la referencia de casos, máximo si se trata de emergencia, así como en el traslado de los equipos de respuesta inmediata.
- La pérdida o deterioro de suministros y medicamentos restaría capacidades para una adecuada y oportuna atención de los daños a presentarse.
- Las limitaciones en la atención ocasionadas por los daños a la salud del personal condicionado por la estación invernal.

Cabe mencionar que se pueden presentar limitaciones de acceso a los EESS, lo cual condiciona a que la población no pueda llegar a solicitar el servicio y que los equipos itinerantes no puedan desplazarse a los lugares que requieran de intervención inmediata.

Frente a la problemática actual, tanto real como potencial, una vez manifestadas las condiciones extremas de la estación de invierno, es necesaria la identificación y ejecución de acciones con objetivos dirigidos a disminuir o evitar probables daños o, en todo caso, asegurar una atención y control adecuados y oportunos, en caso de presentarse daño alguno.

Sobre el Ambiente

Las localidades de menor desarrollo presentan graves problemas en lo referente al **saneamiento básico**, no cuentan en su mayoría con un buen sistema de disposición de excretas y residuos sólidos, además de no poseer un adecuado suministro de agua potable. Generalmente en localidades alejadas de nuestras serranías al no existir sistemas de depósito y eliminación de excretas, el ambiente queda expuesto a focos infecciosos principalmente en las periferias de las localidades, de igual manera la acumulación inapropiada de residuos sólidos principalmente de tipo orgánico pueden condicionar la presencia de vectores y convertirse a su vez también en focos infecciosos con alta probabilidad de afectación a las poblaciones cercanas. El agua para consumo en las localidades de probable afectación mayormente proviene de puquiales y corrientes de agua



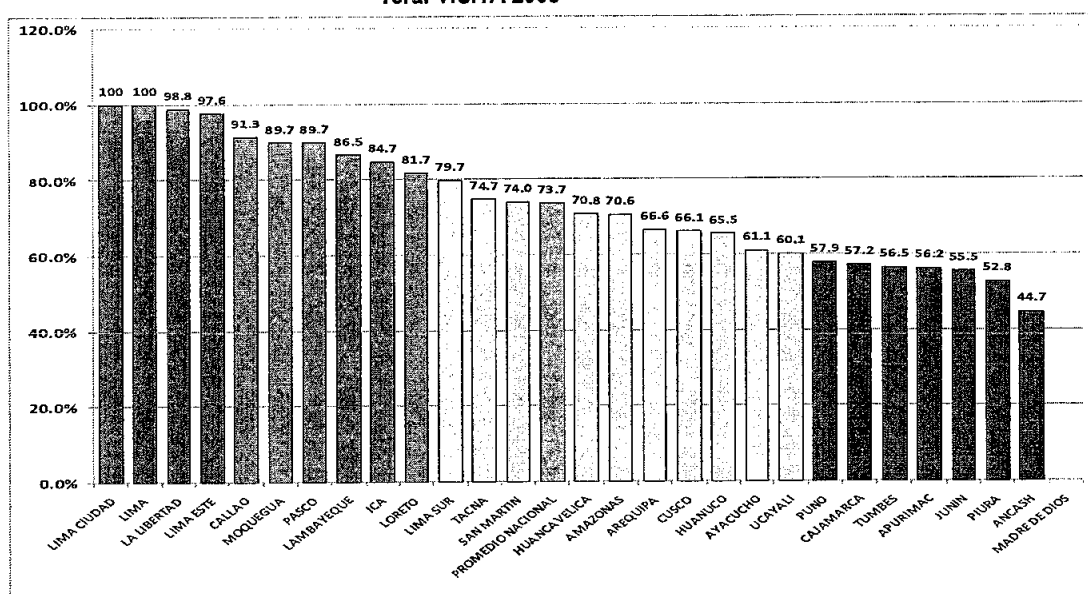
naturales, principalmente en los distritos más alejados mientras que en localidades de mayor desarrollo como las capitales provinciales y algunos distritos se encuentra agua repartida por cañerías pero el líquido ofertado no cuenta con las garantías de un adecuado tratamiento de potabilización.

De la misma manera los niveles de gestión sanitaria evidenciados en la Supervisión Integral del 2009, evidencian las deficiencias en dicho aspecto y que se convierten en vulnerabilidades que configuran escenarios de riesgo ante eventos de mediana magnitud. (Gráfico N°8)

Gráfico N° 8

**RESULTADOS DE LA SUPERVISION INTEGRAL A DIRESA/DISA
ASPECTO DE GESTIÓN**

1era. VISITA 2009



Fuente: Dirección de Gestión Sanitaria-DGSP

Debido a que no se cuenta con una medida anual a nivel nacional de las supervisiones integrales en relación a la gestión sanitaria, se ha utilizado como variable la capacidad de gasto en salud, la misma que es actualizada diariamente en la página del Ministerio de Economía y finanzas.

De acuerdo a la amenaza y vulnerabilidad caracterizada, se ha elaborado la matriz de priorización regional frente a la Temporada de frío. (Tabla N°3).



Tabla N°3
MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE REGIONES FRENTE A TEMPORADA DE BAJAS TEMPERATURAS

MATRIZ DE RIESGO NACIONAL POR TEMPORADA DE FRÍO 2013									
	COMPONENTE	PONDERACION		CRITERIOS DE PRIORIZACION	BAJA	MEDIA	ALTA	INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACION
				Puntaje	1	2	3	4	
AMENAZA	EMERGENCIA POR HELADAS Y FRIAJE 2003-2011	8	4	Promedio de afectados por Heladas y/o Friaaje 2003-2012	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	INDECI
	POBLACION AFECTADA POR HELADAS Y FRIAJE		4	Poblacion priorizada por X Heladas y Friaaje	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	CENEPRED
VULNERABILIDAD	DAÑOS A LA SALUD	6	3	Letalidad por Neumonía en menores de cinco años 2012	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	DGE
			3	Numero de Defunciones X neumonia en menores de 5 años, 2012	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	DGE
	SOCIAL	5	2	Pobreza según Quintiles	5	4	3	1 y 2	FONCODES
			1	Tasa de Analfabetismo en mujeres	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	ENAH0 (INEI)
			2	Proporcion de menores de 5 años con desnutricion cronica	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	INEI, Resultados de los programas estrategicos 2000-2012
	INSTITUCIONAL	6	1	Capacidad Resolutiva ³	>2 EESS DE NIVEL III	II	II-2	II-1	Estadística e Informática-MINSA
			2	cobertura de disponibilidad del kit de medicamentos para bajas temperaturas	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	DIGEMID
			3	cobertura de Inmunizacion Neumococo en <1 año	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	INEI, Resultados de los programas estrategicos 2000-2012
	TOTAL		25			<25 o 25%	>25-a 50%	>50-a 75%	75-100%



REGIONES PRIORIZADAS (CENEPRED):

El resultado de la matriz nos da una priorización de 07 regiones en Muy Alta, 12 regiones como Alto, 06 regiones como Media y 01 Región como Baja, en estimación de riesgos.

PRIORIZACION POR TEMPORADA DE FRIO 2013 II			
ORDEN	REGION	PORCENTAJE FINAL	PRIORIZACION
	PUNO	96.00%	Muy Alta
	LORETO	89.00%	Muy Alta
	CUSCO	84.00%	Muy Alta
	HUANUCO	84.00%	Muy Alta
	AYACUCHO	81.00%	Muy Alta
	HUANCABELICA	80.00%	Muy Alta
	UCAYALI	79.00%	Muy Alta
8	JUNIN	75.00%	Alta
9	PASCO	75.00%	Alta
10	APURIMAC	67.00%	Alta
11	LA LIBERTAD	66.00%	Alta
12	CAJAMARCA	63.00%	Alta
13	ANCASH	62.00%	Alta
14	PIURA	61.00%	Alta
15	AMAZONAS	60.00%	Alta
16	AREQUIPA	60.00%	Alta
17	LIMA REGION	60.00%	Alta
18	MADRE DE DIOS	51.00%	Alta
19	TACNA	51.00%	Alta
20	SAN MARTIN	50.00%	Media
21	TUMBES	50.00%	Media
22	LAMBAYEQUE	49.00%	Media
23	MOQUEGUA	49.00%	Media
24	ICA	48.00%	Media
25	LIMA METROPOLITANA	30.00%	Media
26	CALLAO	25.00%	Baja



6.5. OBJETIVOS Y LINEAS DE ACCION

1. OBJETIVO GENERAL

Prevenir, reducir el riesgo y asegurar una respuesta oportuna; atendiendo y controlando los daños a la salud de las personas y a los servicios, propiciando la rehabilitación de los EESS y servicios afectados frente a la Temporada de Frío.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Estimación y Monitoreo del riesgo en salud por efecto de las bajas temperaturas

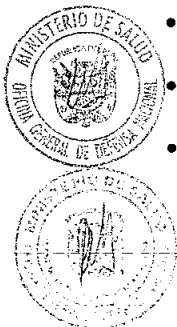
Actividades:

- Evaluación del riesgo potencial epidémico respecto de los daños trazadores por bajas temperaturas
- Elaboración de mapas etiológicos de enfermedades trazadoras por bajas temperaturas
- Monitoreo de la Gestión del sistema de suministro de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios
- Identificación y monitoreo de los establecimientos de salud y las poblaciones en mayor riesgo y daños por bajas temperaturas.

2. Reducir la mortalidad y morbilidad en la población de mayor riesgo por efecto de las bajas temperaturas.

Actividades:

- Articulación a nivel Sectorial y multisectorial para la reducción del riesgo
- Promoción de prácticas y entornos saludables para la prevención y control de daños a la salud por enfermedades trazadoras en los escenarios familia, comunidad e instituciones educativas.
- Implementación de los productos y actividades para la Prevención y Reducción del Riesgo en el marco del Programa presupuestal: Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres.
- Monitoreo y evaluación del Sistema de Suministro de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios
- Fortalecimiento de la capacidad de respuesta de los servicios de salud para la reducción del riesgo y manejo de probables casos.
- Prevención de las enfermedades inmunoprevenibles de la población en riesgo frente a bajas temperaturas
- Difusión, comunicación y movilización social por amenazas a la salud por bajas temperaturas
- Fortalecimiento de las capacidades para el diagnóstico, planificación, aplicación de medidas de vigilancia y control de los aspectos sanitarios y ambientales; para la prevención de Enfermedades derivadas por bajas temperaturas
- Implementación del sistema de vigilancia epidemiológica y de daños trazadores frente a Riesgos de emergencias sanitarias y desastres
- Fortalecimiento de capacidad laboratorial frente a enfermedades con potencial riesgo epidémico derivada de las bajas temperaturas
- Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos frente a bajas temperaturas



3. Mejorar la Preparación y la Capacidad de Respuesta de los servicios de salud priorizados frente a los efectos de las Bajas Temperaturas.

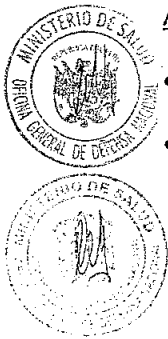
Actividades:

- Implementación de la declaratoria de alerta frente a bajas temperaturas según nivel o impacto de daño
- Articulación a nivel Sectorial y multisectorial para la Respuesta y Rehabilitación frente a bajas temperaturas.
- Optimización de la Respuesta frente a la sobredemanda por IRAs, Neumonías, SOB/Asma en zonas afectadas.
- Atención y control de daños a la salud de la población afectada por bajas temperaturas en el marco de los productos y actividades del PpR 068.
- Control de daños a la salud de la población afectada por bajas temperaturas.
- Garantizar el acceso a la atención de salud a la población sin seguro de salud en grupos poblacionales afectados mediante el SIS.

4. Recuperar la operatividad de los servicios de salud del ámbito afectado por las bajas temperaturas.

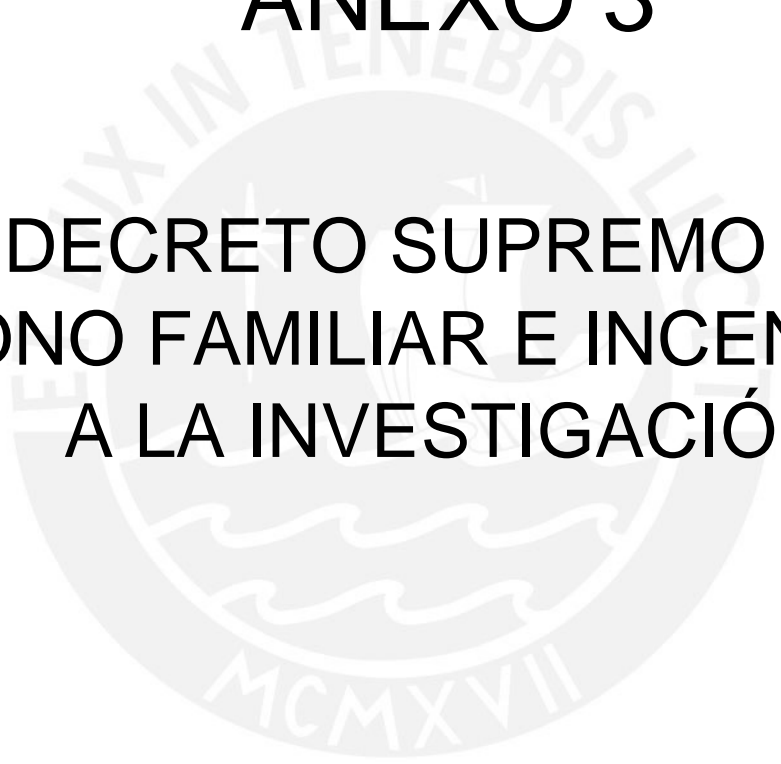
Actividades:

- Monitoreo, Supervisión y Evaluación de Productos y Actividades del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres en Salud Frente a Bajas Temperaturas.
- Evaluación de los daños integrales y análisis de necesidades en los establecimientos y poblaciones afectadas.



ANEXO 3

DECRETO SUPREMO DE BONO FAMILIAR E INCENTIVO A LA INVESTIGACIÓN





TEXTO SUSTITUTORIO

LEY QUE DECLARA DE INTERES PRIORITARIO LA APLICACIÓN DEL BONO FAMILIAR HABITACIONAL EN EL AREA RURAL Y ELEVA A RANGO DE LEY EL DECRETO SUPREMO N° 008-2009-VIVIENDA

Artículo 1°.- Objeto de la ley

El objeto de la Ley es dar prioridad a la construcción de viviendas ubicadas en zonas rurales a nivel nacional a través de la aplicación del Bono Familiar Habitacional en el Área Rural.

Artículo 2°.- Decreto Supremo N° 008-2009-VIVIENDA

Elévese a rango de Ley para todos sus efectos el Decreto Supremo N° 008-2009-VIVIENDA, que declara de interés prioritario la ejecución de programas de vivienda en el área rural.

Artículo 3°.- Zonas rurales priorizadas por los cambios climáticos

Las zonas rurales afectadas por los cambios climáticos, con daños o destrucción de las viviendas, que comprometen el bienestar de la población deben ser priorizadas para el otorgamiento del Bono Familiar Habitacional Rural - BFHR.

Artículo 4°.- Desarrollo sostenible

El Fondo Mivienda S.A., luego de desembolsar el Bono Familiar Habitacional en Área Rural - BFHR, debe informar a los sectores y entidades involucrados en el desarrollo de las zonas rurales el listado de las familias beneficiarias, las áreas intervenidas y otros datos de utilidad a fin que implementen programas sociales que contribuyan a lograr un desarrollo sostenible en la zona.

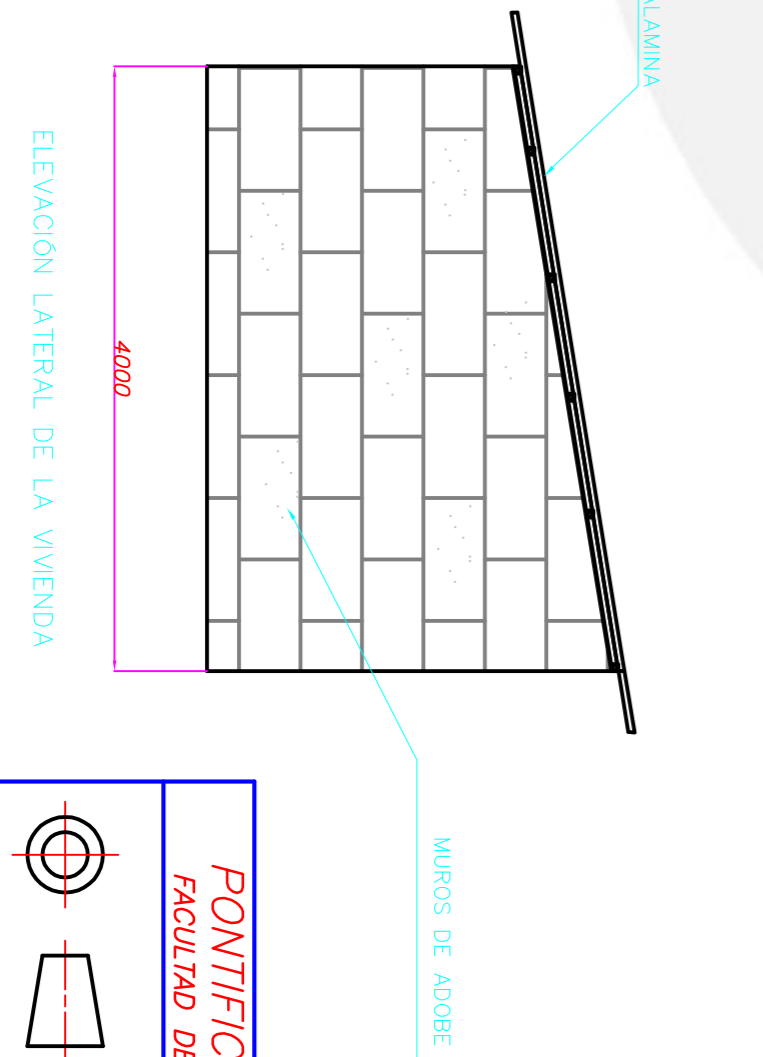
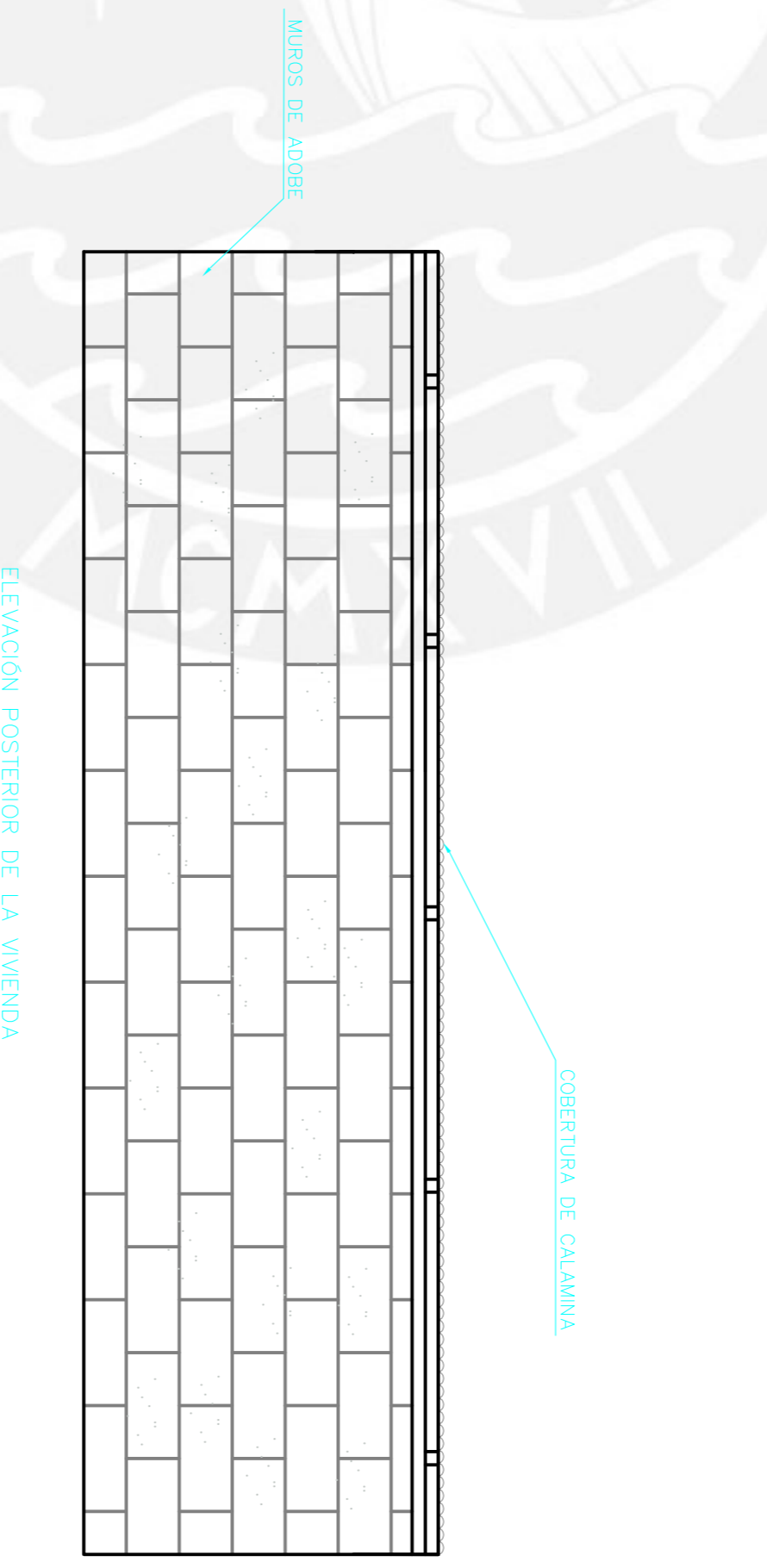
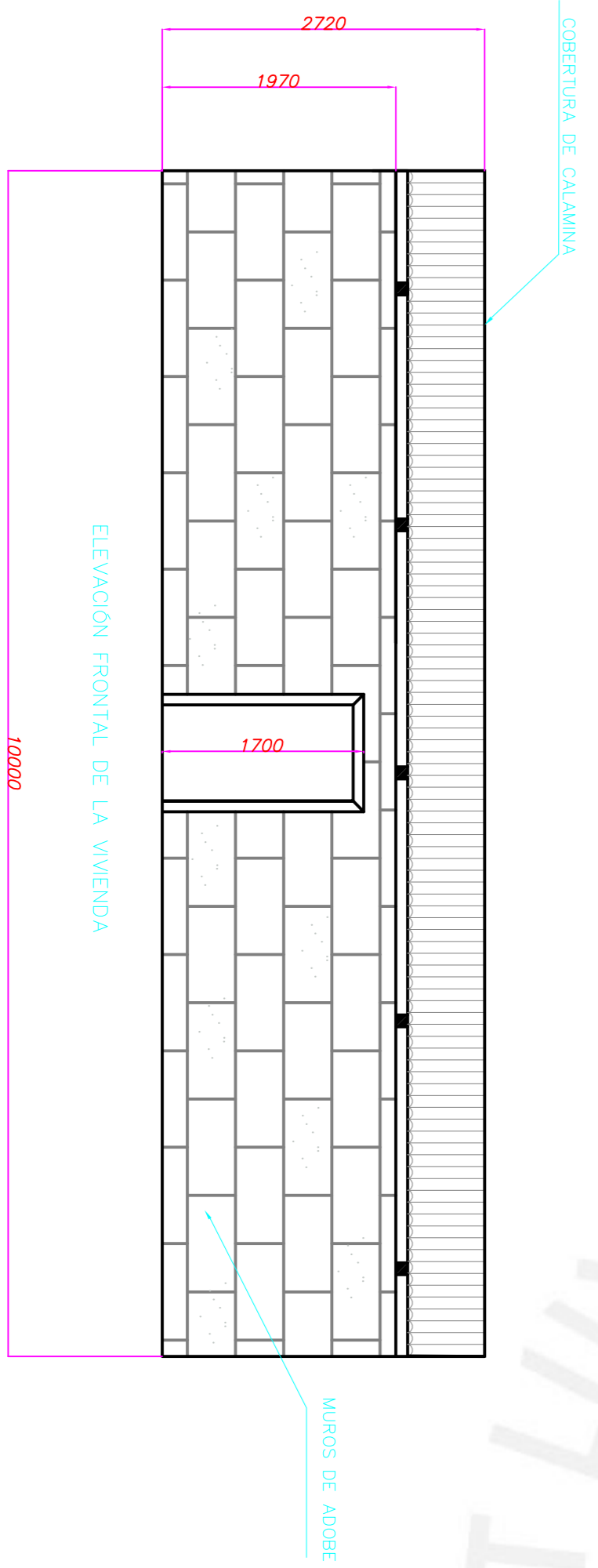
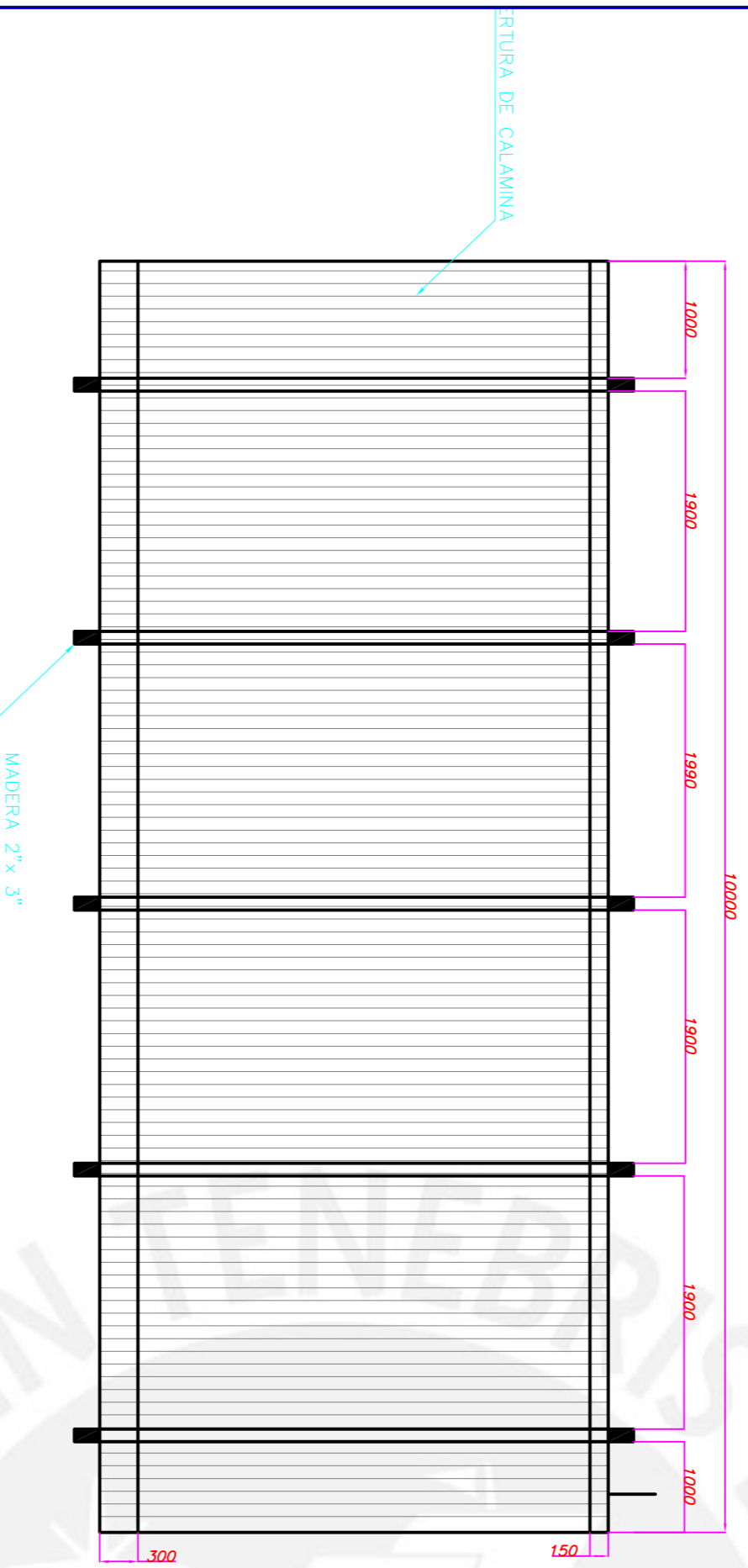
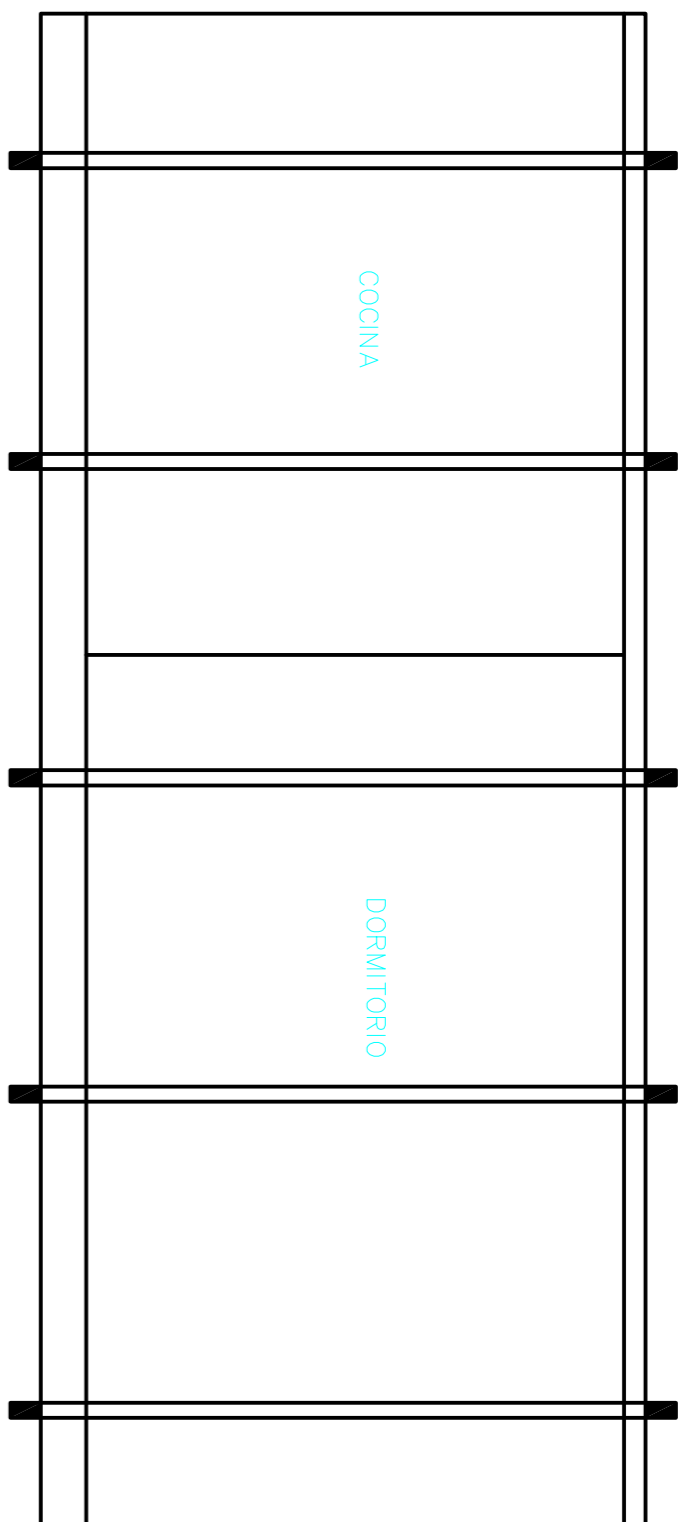
Artículo 5°.- Incentivo a la investigación

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO, debe suscribir convenios con Universidades Públicas y Privadas, a fin de promover la investigación sobre nuevos sistemas de construcción a ser aplicados en el área rural, otorgando la certificación que corresponda para su aplicación.

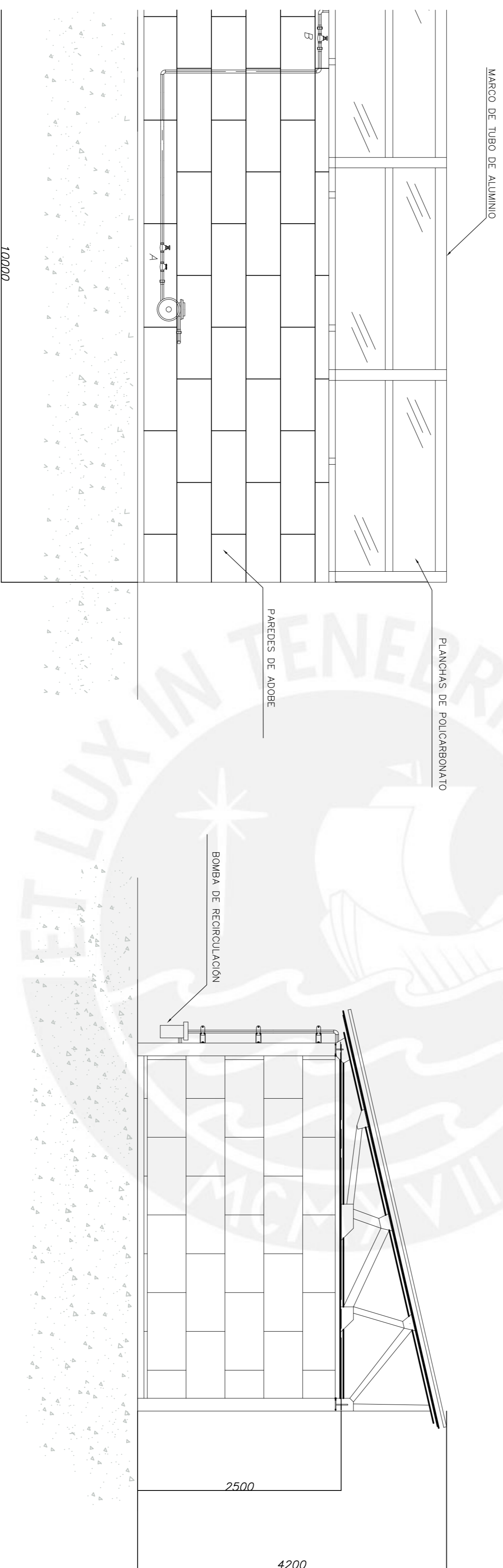
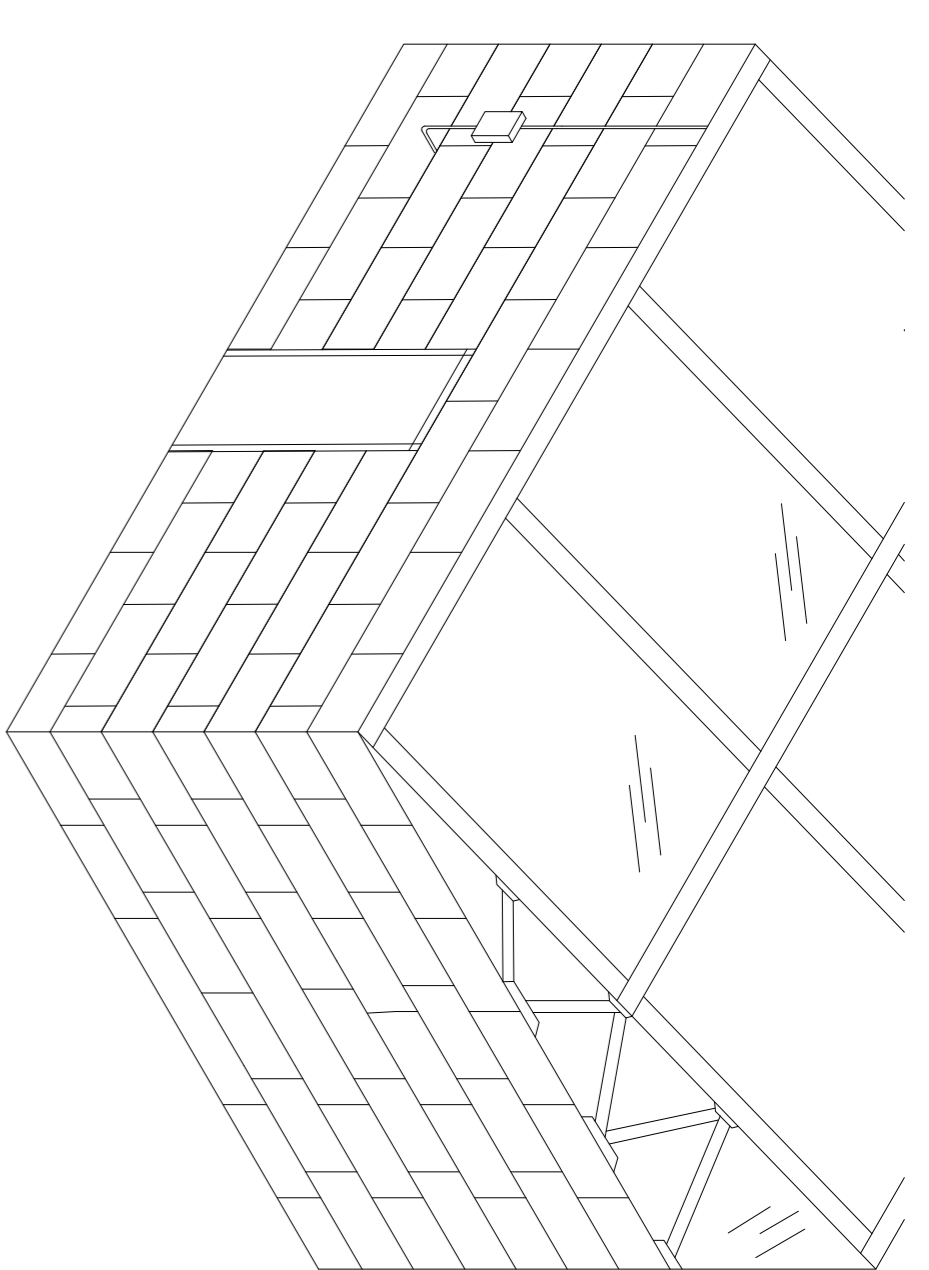
Artículo 6°.- Fiscalización del Bono Familiar Habitacional

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en un plazo de sesenta (60) días expedirá las normas que permitan la fiscalización de parte del Fondo MIVIVIENDA S.A.C. del otorgamiento y uso del Bono Familiar Habitacional por parte de las Entidades Técnicas respectivas.

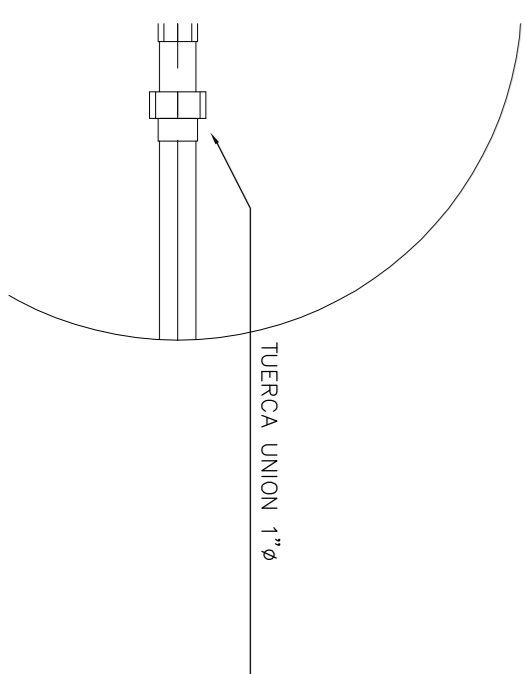
Lima, 02 de junio de 2010.



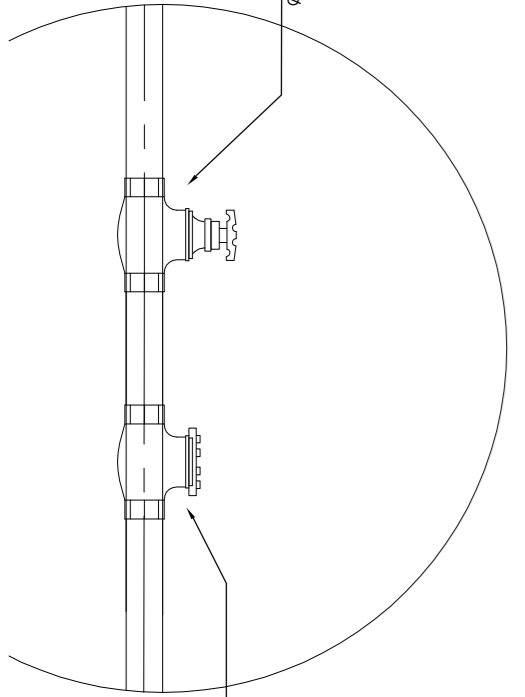
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – ESPECIALIDAD: ING. MECANICA		ESCALA 1:50
TESIS ESQUEMA DE LA VIVIENDA TIPICA		FECHA: 2018.06.24
20094040	ACUÑA URBINA, DARIO ENRIQUE	LAMINA: A2-01



TUERCA UNION 1" Ø

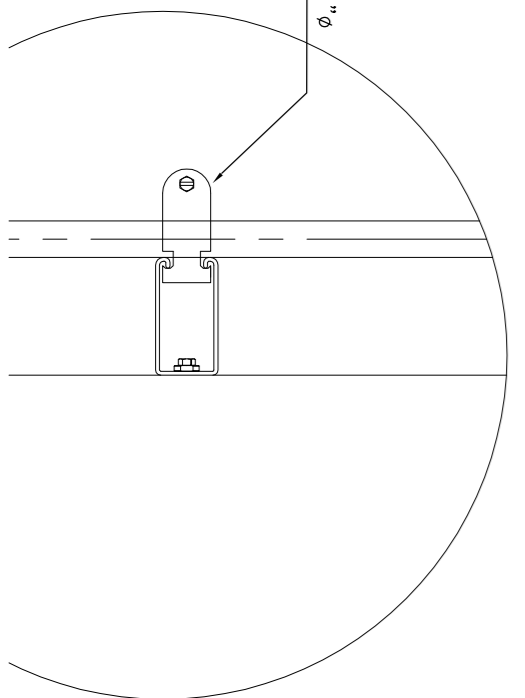


VALVULA COMPUERTA 1" Ø

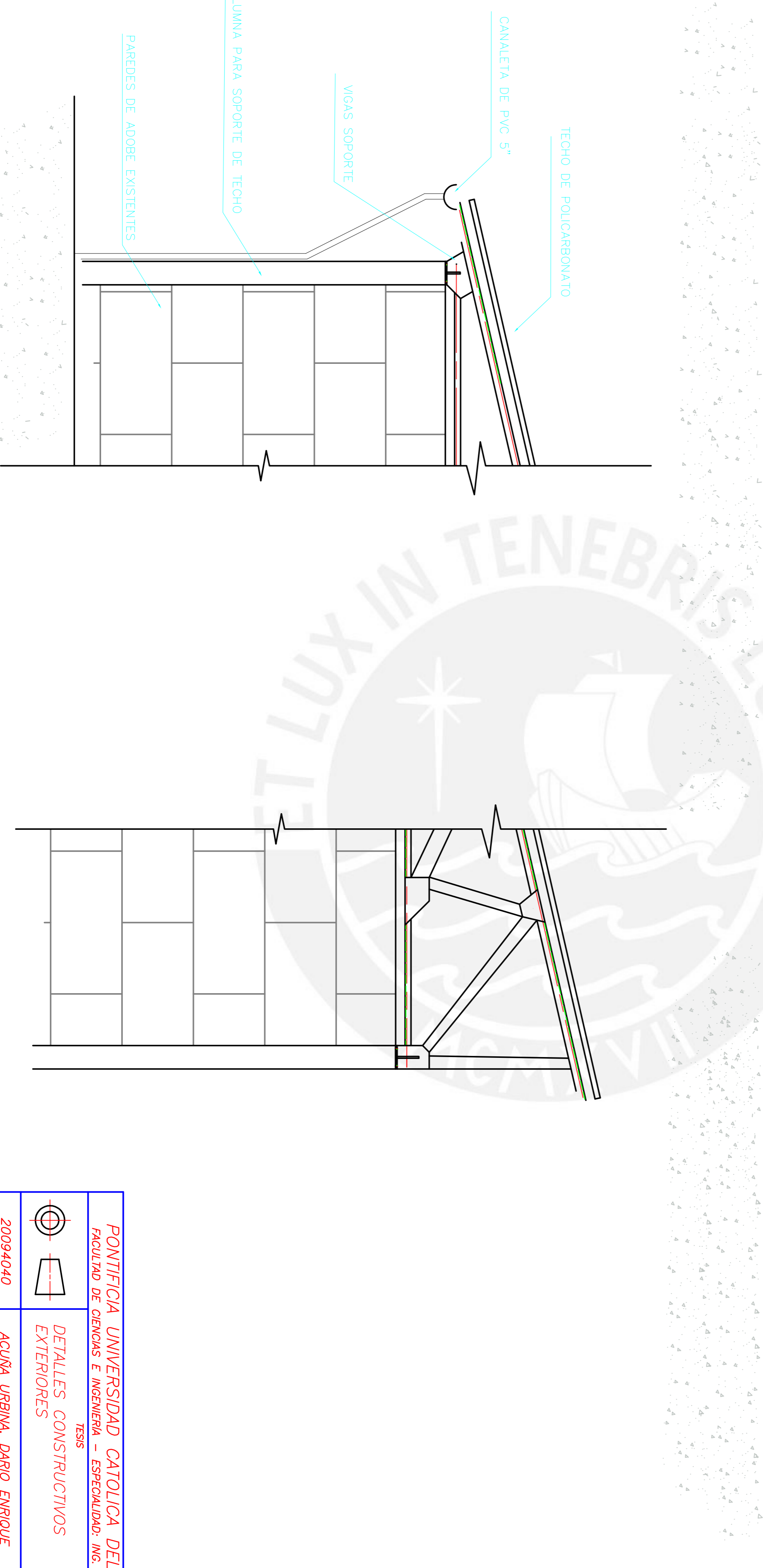
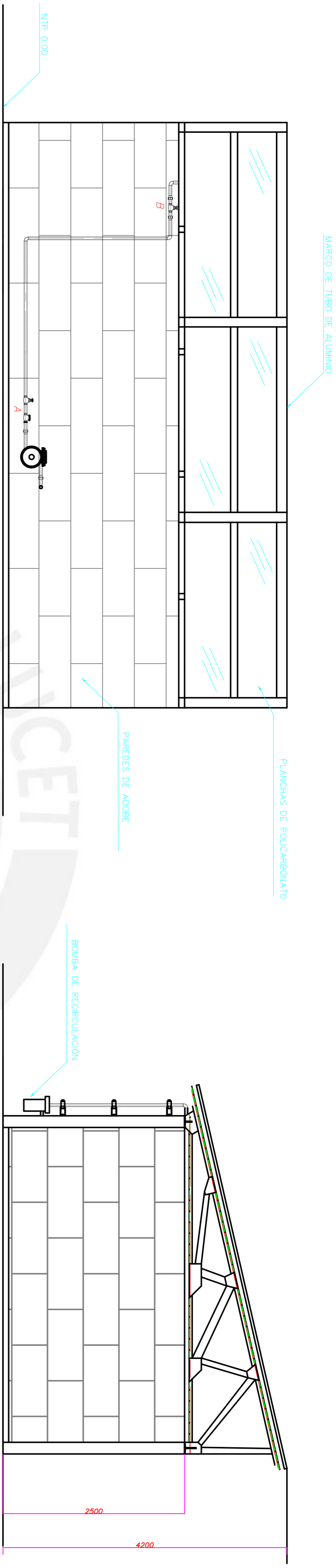


VALVULA CHECK 1" Ø

ABRAZADERA UNISTRUT 1" Ø

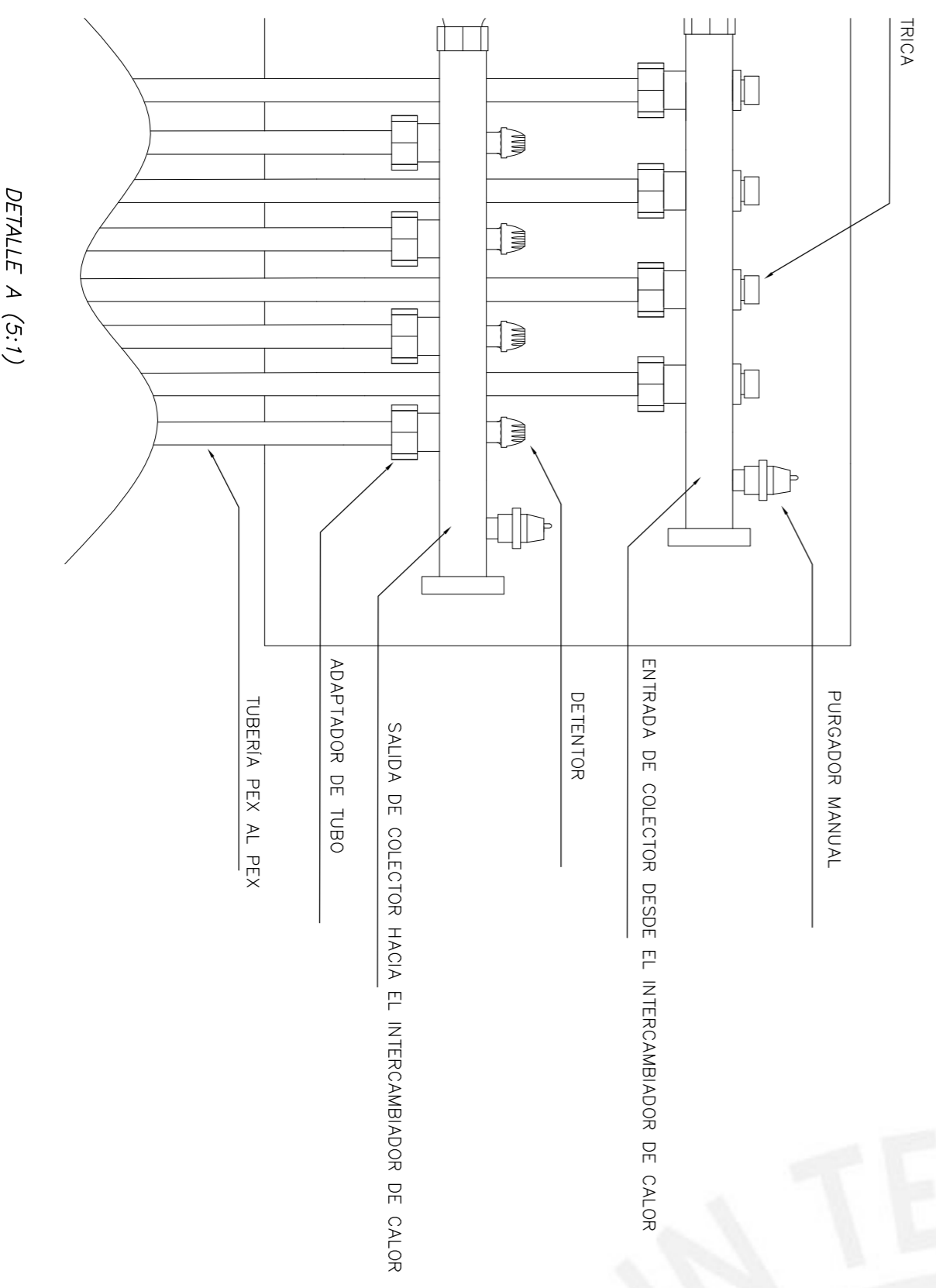
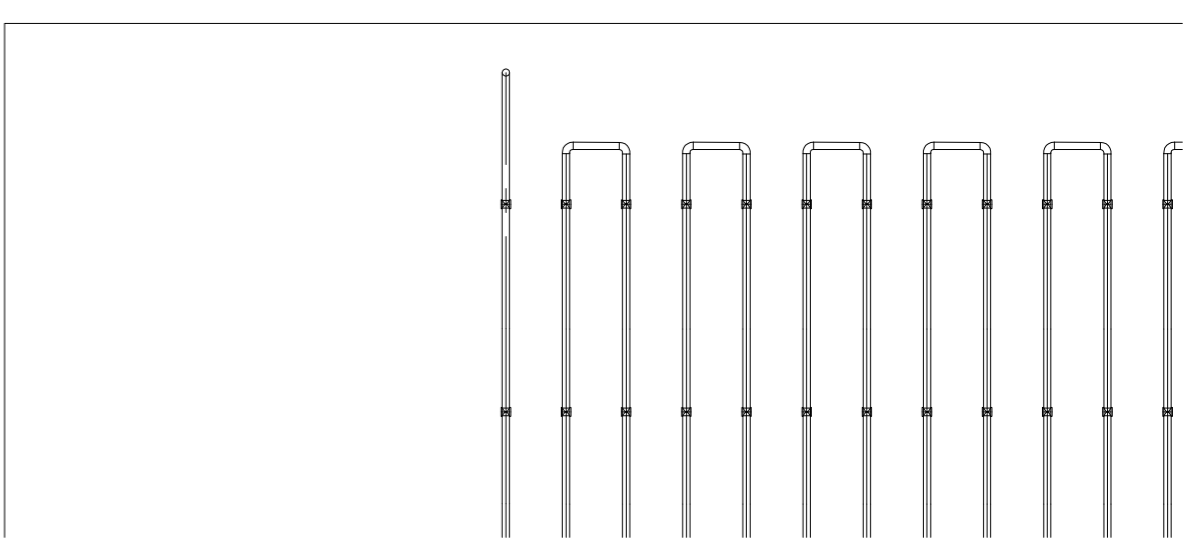
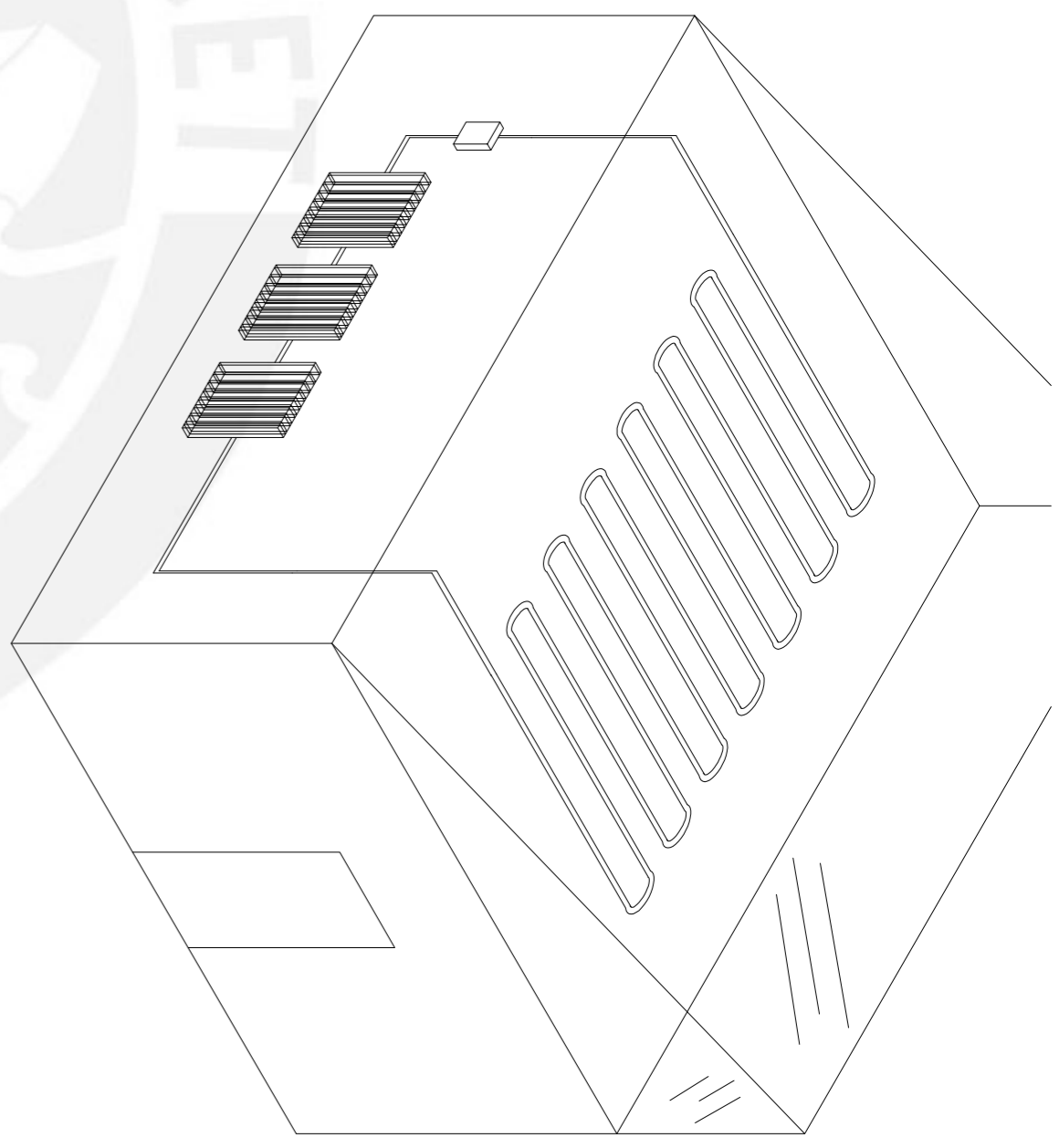
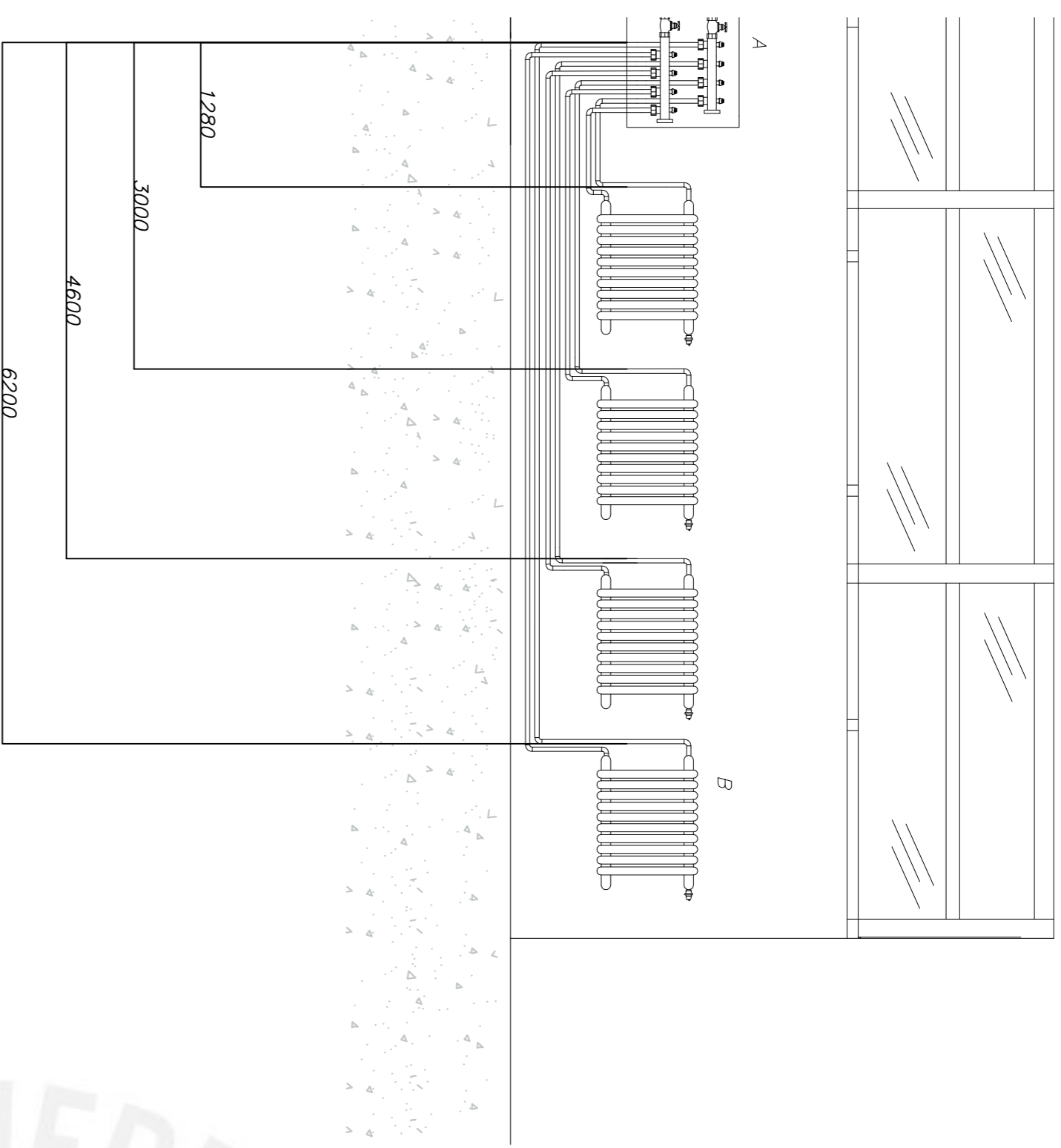


36	1	LAMINA DE POLETILENO P3
35	1	BATERIA 12V 12Ah
34	1	INVERSOR DE 12V 220V, 500W
33	1	PANEL SOLAR 100W-12V
32	1	BOMBA PARA RECIRCULACION
31	4	JUNTA PARA TAPON Y RED
30	4	JUNTA 1" UNION ELEMENT
29	4	REDUCTOR 1" x 1/2" DCH
28	4	REDUCTOR 1" x 1/2" IZD
27	4	TAPON 1" ROSCA DCHA
26	4	TAPON 1" ROSCA IZDA
25	4	PURGADOR DE EMISION 1"
24	4	ENLACE DETENTOR HOMEN
23	4	MANGUITO GEBO OR PARA
22	4	PURGADOR MANUAL PARA
21	1	ARMARIO PARA COLECTOR
20	2	DISTANCIADOR DE COLECT
19	1	COLECTOR COMPACTO HMV
18	1	VALVULA DE CORTE 1" CO
17	1	VALVULA DE CORTE 1"
16	4	VALVULA DE CORTE 1"
15	4	RAJADORES LASAM RIDEM
14	1	TUBERIAS PEX-AL-PEX D=
13	1	TUBERIAS PEX-AL-PEX D=
12	32	TORNILLO HEXAGONAL M12
11	48	ABRAZADERA STRUT D=28r
10	1	VALVULA GLOBO D=28mm
9	1	VALVULA DE DRENADO D=
8	1	VALVULA COMPUERTA D=2i
7	1	VALVULA CHECK D=28mm
6	10	TUERCA UNION D=28mm
5	16	CORDOS 180" D=28mm
4	7	TUBOS DE ACERO D=28mm
3	2	ACEITE TERMICO SHELL TH
2	7	TUBOS DE ALUMINIO 30x3r

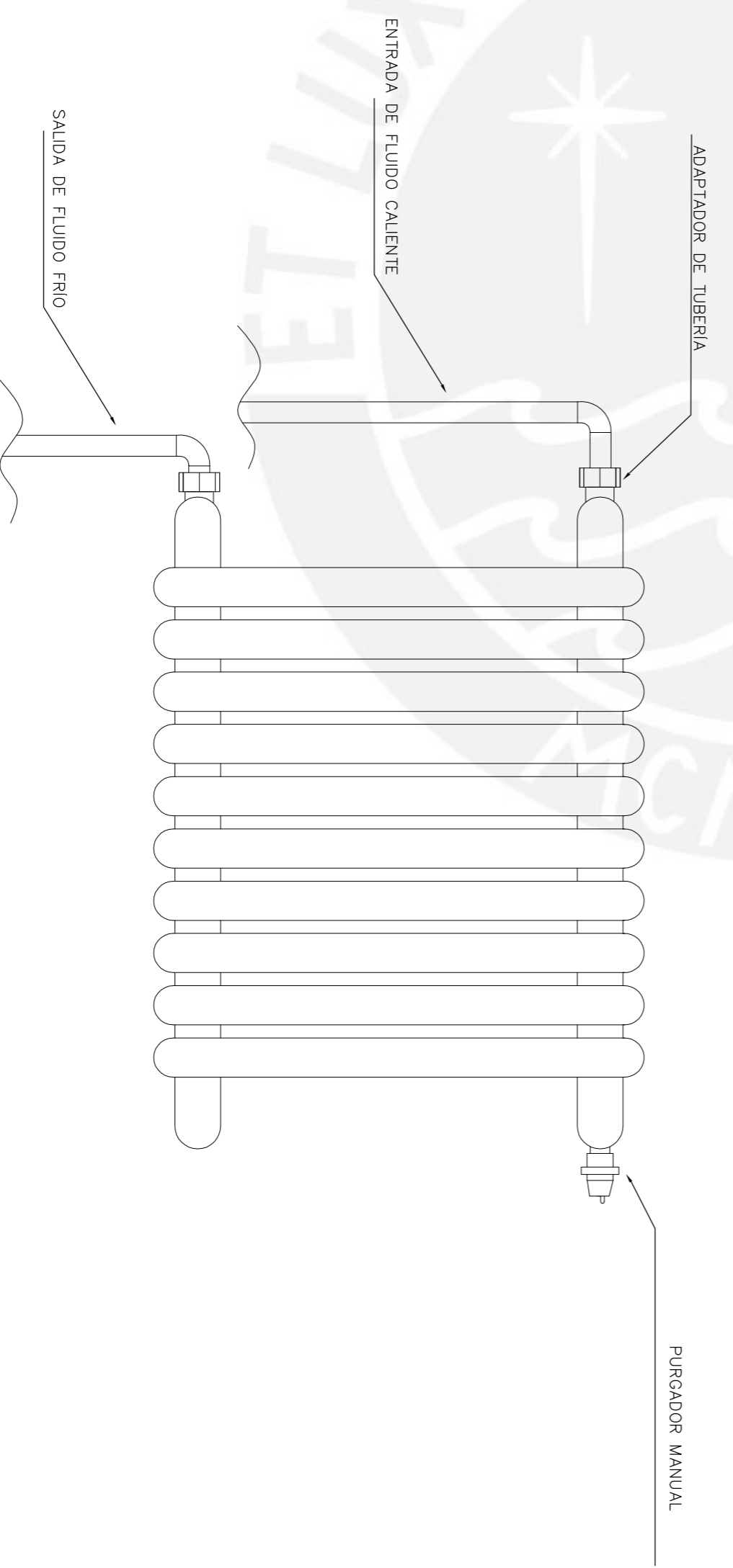


SECCIÓN A-A (1:25)

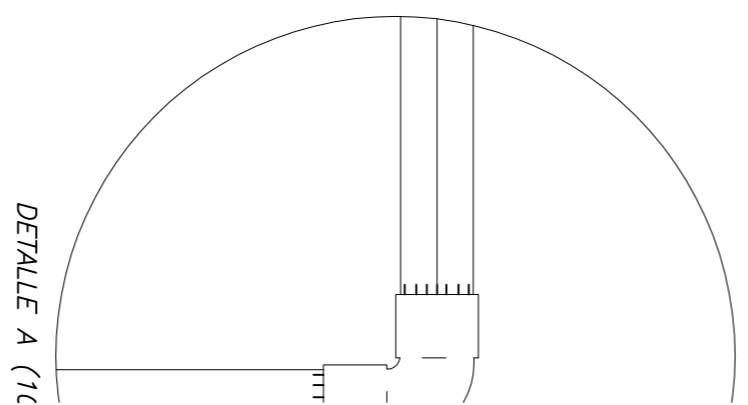
		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – ESPECIALIDAD: ING. MECANICA	
TESIS DETALLES CONSTRUCTIVOS EXTERIORES		ESCALA 1:50	
20094040	ACUÑA URBINA, DARIO ENRIQUE	FECHA: 2018.06.24	LAMINA: A2-03



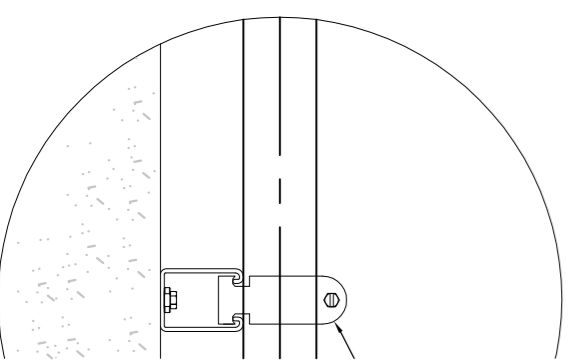
DETALLE A (5:1)



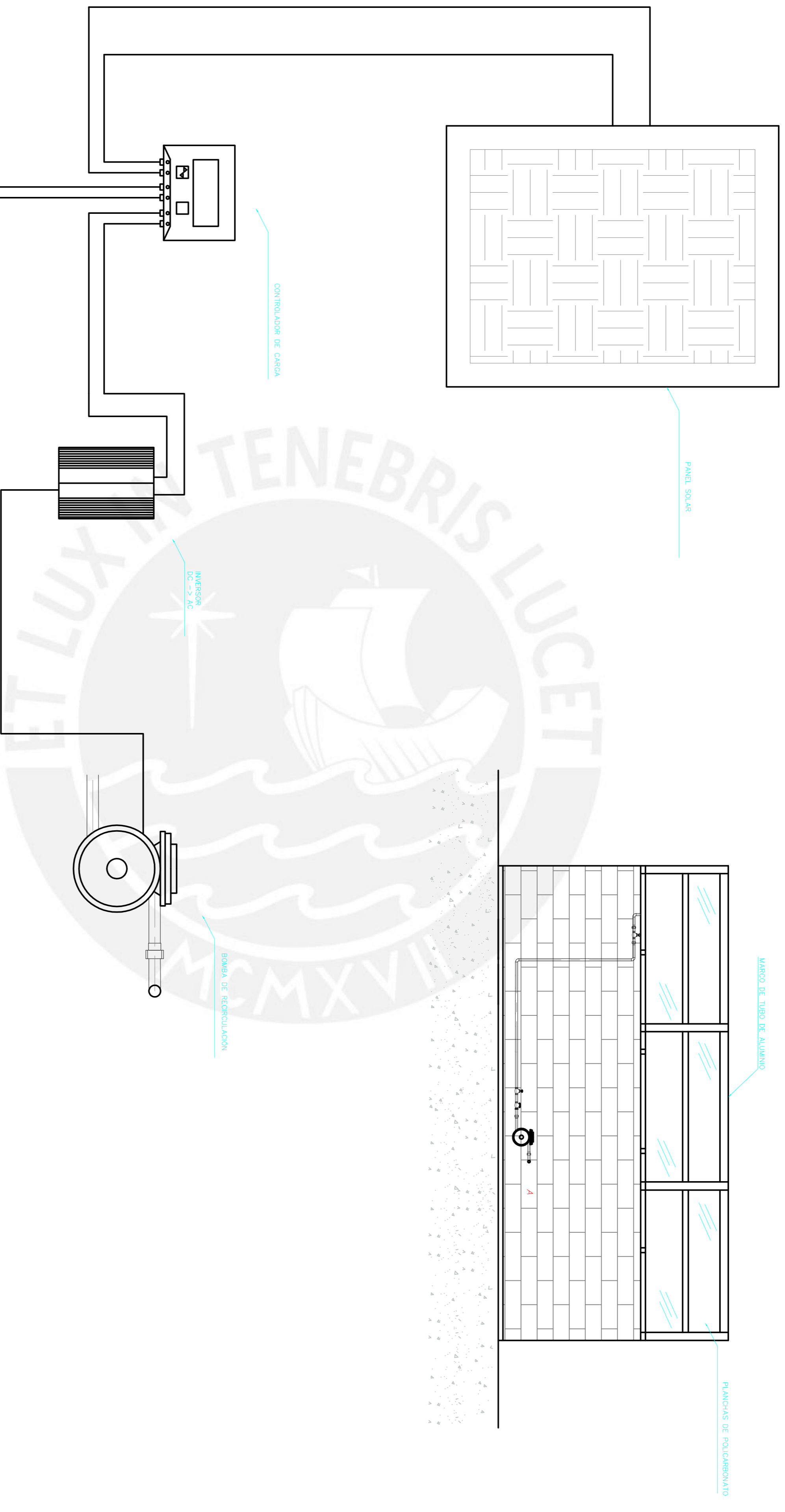
DETALLE B (5:1)



DETALLE A (1:1)



DETALLE B (1:1)



DETALLE A (5:1)

		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – ESPECIALIDAD: ING. MECANICA	
20094040	ACUÑA URBINA, DARIO ENRIQUE	TESIS ESQUEMA DEL SISTEMA DE RECIRCULACION	ESCALA -- --
FECHA: 2018.06.24 LAMINA: A2-05			