

Facultad de Tecnología de la Industria

Propuesta de Metodología de Selección, Aplicación e Instalación de Aislantes Térmicos para la Industria del Frio y Calor en la Industria Nicaragüense.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Elaborado por

Br. Dayrón Keneth
Luis Pérez
Carnet: 2016-1426U

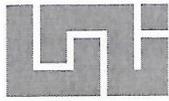
Br. Layhani Salvadora
Parrales Martínez
Carnet: 2015-0754U

Br. Eliezer José
Velásquez Zúniga
Carnet: 2007-21803

Tutor:

Msc. Mario de Jesús
García

18 de octubre de 2023
Managua, Nicaragua



Facultad de
Tecnología de
la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

PARRALES MARTINEZ LAYHANI SALVADORA

Carné: 2015-0754U Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA MECANICA**, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dos días del mes de febrero del año dos mil veinte y tres.

Atentamente,


Msc. Juan Oswaldo Blandino Rayo
Secretario de Facultad



(505) 2240 1653 • (505) 2248 6879
(505) 2251 6271 • (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Arístiz Palacios
Costado Sur de Villa Progresso
Managua, Nicaragua

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

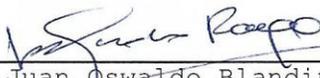
El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

LUIS PÉREZ DAYRON KENETH

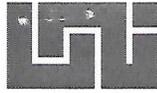
Carné: **2016-1426U** Turno: **Nocturno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA MECANICA**, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y dos días del mes de febrero del año dos mil veinte y tres.

Atentamente,


Msc. Juan Oswaldo Blandino Rayo
Secretario de Facultad





F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

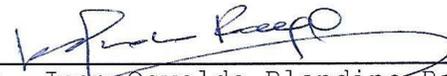
El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

VELASQUEZ ZUNIGA ELIEZER JOSE

Carné: **2007-21803** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA MECANICA**, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y dos días del mes de febrero del año dos mil veinte y tres.

Atentamente,


Msc. Juan Oswaldo Blandino Rayo
Secretario de Facultad



(505) 2240 1655 • (505) 2248 6879
(505) 2251 8271 • (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Áraúz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso
Managua, Nicaragua



Facultad de
Tecnología de
la Industria

DECANATURA

Managua, 06 de octubre de 2022

Brs. Dayrón Keneth Luis Pérez
Layhani Salvadora Parrales Martínez
Eliezer José Velásquez Zuniga

Por este medio, hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **Propuesta de Metodología de Selección, Aplicación e Instalación de Aislantes Térmicos para la Industria del Frio y Calor en la Industria Nicaragüense**, para obtener el título de **Ingeniero Mecánico** y que contará con el **MSc. Mario de Jesús García** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,

MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Decano



C/c Archivo
LACH/art

(505) 2240 1653 - (505) 2248 6879
(505) 2251 8271 - (505) 2251 8276

Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso
Managua, Nicaragua

Managua 05 de junio de 2023

Ingeniero Luis Alberto Chavarría Valverde
Decano de la FTI
Sus manos

Estimado Ing. Chavarría Valverde:

Por este medio le informe que luego de hacer una revisión del documento final, la Monografía titulada "PROPUESTA DE METODOLOGIA DE SELECCIÓN, APLICACIÓN E INSTALACION DE AISLANTES TERMICOS PARA LA INDUSTRIA DEL FRIO Y EL CALOR EN LA INDUSTRIA NICARAGUENSE" esta lista para su presentación t defensa ante el Jurado que Ud. nombre para tal fin, por parte de los bachilleres

1. Layhani Salvadora Parrales Martinez
2. Dayron Keneth Luis Perez
3. Eliezer Jose Velásquez Zúniga

Considero que los Brs. Han cumplido los requerimientos y objetivos planteados por lo que pueden proceder a la presentación exposición y defensa del tema.

Sin otro particular me despido de Ud

Atentamente



Master Ing. Mario de Jesús García
Tutor

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto; por haberme dado salud, ser manantial de vida y darme lo necesario por seguir adelante día a día para lograr mis objetivos.

Agradezco a mi madre María Elena quien me inculco valores, amor a lo que uno hace y la lucha por lograr y cumplir todo lo que nos proponemos; con su recuerdo me motivo ha poder culminar esta etapa de mi vida, de igual manera a mi querida Hermana Eveling Parrales quien es una madre para mí que ha luchado me ha ayudado a cumplir mis metas.

Agradezco a mi tutor Msc. Ing. Mario García por el apoyo y motivación ofrecido en este trabajo monográfico, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje.

A mi amigo Sharston Téllez que compartíamos el mismo sueño de culminar esta etapa juntos le estoy totalmente agradecida ya que sus recuerdos y su fuerza de vivir me dieron la motivación de continuar y llegar a este punto y desde el cielo él está conmigo finalizando esta hermosa etapa

Agradezco a mis compañeros de monografía quienes son personas agradables, responsables y trabajadoras, unas excelentes personas que han luchado por cumplir esta meta y gracias a Dios estamos a un paso de lograrlo.

Finalmente, a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este trabajo monográfico.

Layhani Salvadora Parrales Martínez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por darme la fortaleza y haberme guiado con sabiduría por este sendero, por las múltiples bendiciones, por no dejarme desamparado en los tiempos difíciles le estoy profundamente agradecido.

A mi padre y a mi madre que han formado parte fundamental en esta etapa de mi vida ya que sus consejos y valores inculcados en mí, son las raíces que me mantuvieron firme para poder conquistar esta meta

Agradezco a mi tutor Mario quien nos ha brindado sus conocimientos para poder culminar el trabajo monográfico de igual manera a todos los docentes que aportaron a mi crecimiento profesional con cada una de sus experiencias, sabiduría y paciencia.

A mis compañeros de monografía con los que he compartido varios años de esfuerzo, dedicación y mucha esperanza de algún día poder cumplir todas nuestras metas.

Dayron Keneth Luis

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios todos poderoso, por darme la bendición de cada día, la vida, la salud y las fuerzas para luchar y realizar este tema monográfico el cual me dará un gran propósito y una vida profesional a mi futuro personal y familiar

A toda mi familia por estar ahí en los momentos difíciles, especialmente a mis padres, los cuales me apoyaron desde niño tomando mi mano hasta concluir mis estudios universitarios, a mi esposa y mi hija que son los pilares que sostienen mi vida.

A mis compañeros que hemos trabajado y estudiado arduamente para poder realizar este trabajo monográfico de manera responsable y constantes.

Al ingeniero Mario García nuestro tutor de monografía quien ha sido una persona de apoyo para lograr la culminación de nuestro trabajo monografía

De igual manera gracias a todas las personas y docentes que nos alentaron a continuar con cada una de sus experiencias y palabras de aliento, estamos muy agradecidos por cada uno de estos importantes gestos.

Dios les bendiga

Eliezer José Velásquez Zuniga

RESUMEN

Los materiales aislantes son esenciales en las diferentes ramas de las industrias, necesarios para albergar unas condiciones óptimas en el interior de nuestros edificios y equipos industriales. Desde los primeros descubrimientos de estos materiales, muchos nuevos son los que han aparecido y han mejorado en infinidad las condiciones de eficiencia y confort que día a día incrementan por la demanda de mejora y crecimiento.

El fin de este trabajo es obtener unos conocimientos basados en la experiencia de estos materiales, a través del análisis de un conjunto de parámetros que permitan la selección, instalación y costos de un determinado aislante.

El capítulo uno consta de las generalidades de los aislantes térmicos basándose en los tipos de aislantes orgánicos e inorgánicos los que están constituidos por lana de roca, fibra de vidrio, vermiculita, lana mineral y los diferentes tipos de espumas ya sean de poliuretano poliestireno, así mismo se estará determinando cada una de sus características físicas y químicas

El capítulo dos tiene como objetivo describir cada una de las aplicaciones de los aislantes térmicos en las diferentes industrias: en la industria de calor se determinaran los aislantes que se utilizan en las calderas, equipos que son los más utilizados en la industria nicaragüense tanto en los ingenios como en las empresas dedicadas a la pesca y exportación de mariscos, también en el área de rio como son los equipos de Acondicionamiento de aire, las tuberías y cada uno de los aislantes que se instalan y que necesitan algún tipo de aislamiento para garantizar la eficiencia energética y confort

El capítulo tres estarán constituidos por la evaluación de costos de los aislantes, instalación, montaje, mano de obra. Para cada uno de estos se obtuvo cotizaciones, se visitaron las empresas como frio aire, retecsa y sinsa ellos nos brindaron los tipos de materiales que poseen y el costo de cada uno de ellos.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. JUSTIFICACIÓN	4

4.	OBJETIVOS.....	5
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5.	CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LOS AISLANTES TÉRMICOS.....	6
5.1.	TIPOS DE MATERIALES.....	7
5.1.2.	Aislamiento acústico	7
5.1.3.	Aislantes térmicos inorgánicos.....	7
5.2.	LANA DE VIDRIO	8
5.2.1.	Puesta en obra	8
5.2.2.	Ventajas e inconvenientes.....	8
5.2.3.	Usos del aislante lana de vidrio	9
5.3.	LANA DE ROCA	9
5.3.1.	Puesta en obra	10
5.3.2.	Ventajas e inconvenientes.....	10
5.3.3.	Propiedades ignífugas	10
5.4.	FIBRA VEGETAL.....	10
5.4.1.	Puesta en obra	11
5.5.	VIDRIO CELULAR.....	11
5.5.1.	Puesta en obra	11
5.6.	CORCHO AGLOMERADO.....	12
5.6.1.	Puesta en obra	12
5.7.	PERLITA EXPANDIDA.....	12
5.7.1.	Puesta en obra	13
5.8.	VERMICULITA	13
5.8.1.	Aplicaciones.....	14
5.9.	PLACA DE YESO.....	14
5.10.	Materiales de origen sintético orgánico	15
5.11.	ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.	16
5.11.1.	Ventajas e inconvenientes.....	16
5.11.2.	Puesta en obra	17
5.11.3.	Ventajas e inconvenientes.....	17
5.12.	ESPUMA DE POLIURETANO	17
5.12.1.	Puesta en obra	17
5.12.2.	Ventajas e inconvenientes.....	18
5.13.	ESPUMA DE POLIISOCIANURATO	18

5.13.1.	Puesta en obra	18
5.13.2.	Ventajas e inconvenientes.....	19
5.14.	ARMA FLEX.....	19
5.15.	CHAQUETAS AISLANTES TÉRMICAS	20
5.15.1.	Transmitancia térmica (U)	22
5.15.2.	Propiedades Físicas	22
5.16.	MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	22
5.16.1.	Conducción.....	23
5.16.2.	Conductividad térmica	24
5.16.3.	Convección	25
5.16.4.	Radiación.....	26
6.	CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS EN CUARTOS FRÍOS	27
6.1.	CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	28
6.2.	CUALIDADES QUE TIENE EL POLIESTIRENO	29
6.3.	EDIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	30
6.4.	ESPUMA DE POLIURETANO	31
6.4.1.	Utilidad de la espuma expansiva de poliuretano.....	31
6.4.2.	Correcta aplicación.....	31
6.4.3.	Usos y Aplicaciones	32
6.4.4.	Limpia la espuma de relleno.....	33
6.5.	ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	33
6.6.	ESPUMA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO.....	33
6.7.	ESPUMA DE POLIURETANO	33
6.8.	LANA DE VIDRIO	34
6.9.	LANA DE ROCA	34
6.10.	FIBRA VEGETAL.....	34
6.11.	VIDRIO CELULAR.....	35
6.12.	CORCHO AGLOMERADO	35
6.13.	PERLITA EXPANDIDA.....	35
6.14.	PLACA DE YESO.....	35
6.15.	AISLAMIENTO TÉRMICO EN TUBERÍAS	39
6.16.	EJEMPLO.....	40
6.17.	AISLANTES TÉRMICOS PARA TUBERÍAS INDUSTRIALES	40
6.18.	CALDERAS.....	43
6.18.1.	Calderas pirotubulares	44

6.19.	VENTAJAS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO	52
6.20.	PREVENCIÓN DE INCENDIO	53
6.21.	NORMA UNE EN14303	53
7.	CAPÍTULO 3 : INSTALACION Y MONTAJE DE LOS AISLANTES.....	55
7.1.	aislante acústico.....	55
7.2.	HERMETISMO.....	55
7.2.	EJEMPLO PERFORACIÓN ESTRICTAMENTE NECESARIA	56
7.3.	EJEMPLO DE BUENA EJECUCIÓN	56
7.4.	ELEMENTOS ANTIBRATORIOS	56
7.5.	Ejemplo de silentblock	57
7.6.	las ventajas de realizar una instalación de material aislante correcta	58
7.7.	POLIESTIRENO EXPANDIDO.....	60
7.7.1.	Usos Principales.....	60
7.7.2.	Ventajas.....	60
7.8.	FORMATOS DE PLANCHA	61
7.9.	CUBICACIÓN	61
7.11.	MEDIR.....	62
7.12.	CORTAR	62
7.13.	INSTALAR.....	62
7.14.	POLIESTIRENO EXTRUIDO.....	63
7.15.	ventajas del aislamiento por el exterior	63
7.15.1.	Estas ventajas son:	64
7.16.	ESPUMA DE POLIURETANO	64
7.16.1.	Utilidad de la espuma expansiva de poliuretano.....	64
7.16.2.	Correcta aplicación.....	65
7.16.3.	Usos y aplicaciones.....	65
7.16.4.	limpieza de la espuma de relleno	66
7.17.	ESPUMA DE POLIISOCIANURATO.	66
7.18.	AISLAMIENTO PIR	67
7.18.1.	Aplicaciones de poliisocianurato	67
7.19.	LANA DE VIDRIO	68
7.20.	LANA DE ROCA.	68
7.20.1.	Uso de lana de roca como material aislante del calor	69
7.20.2.	Herramientas para colocar lana de roca en las paredes	69
7.20.4.	Pasos para colocar lana de roca en las paredes	69

7.21.	Vidrio celular	70
7.21.1.	UTILIDAD DEL VIDRIO CELULAR	70
7.21.2.	Usos del vidrio celular como aislante	71
7.21.3.	Ventajas y beneficios de aislar con vidrio celular	71
7.22.	CORCHO AGLOMERADO.....	72
7.23.	PERLITA EXPANDIDA.....	73
7.24.	VERMICULITA	74
7.24.1.	Instalación de vermiculita al colocar chimeneas de bioetanol	74
7.25.	PLACA DE YESO.....	75
7.25.1.	Seleccionar los paneles de yeso	75
7.25.2.	INSPECCIONAR EL LUGAR DE INSTALACIÓN	76
7.25.3.	MEDIR Y CORTAR PANELES DE YESO PARA LA PARED	77
7.25.4.	Empastar y pegar paneles de yeso	79
7.25.5.	Lijar y dar el acabado.....	81
7.26.	ARMAFLEX.....	81
7.26.1.	UTILIDADES DE ARMAFLEX.....	82
7.26.2.	I	82
7.26.3.	Instalación del aislamiento térmico ArmaFlex en “t”	83
7.27.	CHAQUETAS AISLANTES.	84
7.27.1.	Aislantes térmicos en sensores de nivel.....	85
7.27.2.	Aislante térmico en puertas traseras	86
7.27.3.	Aislantes térmicos en puertas delanteras	86
7.27.4.	Aislamiento de puertos de acceso de calderas.....	87
7.27.5.	Aislamiento de bombas de condensado.....	87
7.27.6.	Aislamiento de válvulas de compuerta.....	88
7.27.7.	Aislamiento de válvulas de control.....	88
8.	CAPÍTULO 4: COSTOS.....	89
8.1.	VPN	89
8.2.	TIR	90
8.3.	TAE.....	91
8.4.	Ejercicio 1	99
8.5.	Ejercicio 2	105
4.1.	Energía Calorífica por cámara.....	106
9.	Capítulo 5: METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS.....	109
9.1.	Cotización de la instalación de aislante para tubería	110

10.	CONCLUSIONES	111
11.	RECOMENDACIONES	112
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	113
13.	ANEXO.....	i

INDICE DE FIGURA

FIGURA 1: Aislante térmico	6
FIGURA 2 : Aislante acústico	7
FIGURA 3: Lana de roca	8
FIGURA 4: Lana de roca	10
FIGURA 5: Fibra vegetal.....	11
FIGURA 6: Vidrio celular	11
FIGURA 7: Corcho aglomerado.....	12
FIGURA 8: Perlita expandida	13
FIGURA 9: Vermiculita.....	14
FIGURA 10: Aislamiento con poliestireno eps	17
FIGURA 11: Espuma de poliuretano	18
FIGURA 12: Armaflex.....	19
FIGURA 13: Chaqueta.....	20
FIGURA 14: Conducción	23
FIGURA 16: Conductividad térmica	24
FIGURA 15: Convección.....	25

FIGURA 17: Radiación.....	26
FIGURA 18: CUARTO FRIO Figura 18: Radiación	26
FIGURA 17: RADIACION:.....	26
FIGURA 18: Cuarto frio	27
FIGURA 19: Aislante térmico en tuberías	39
FIGURA 20: AISLANTE PARA CALDERAS FIGURA 19: AISLANTE TERMICO EN TUBERIAS	39
FIGURA 20: Aislante para calderas	44
FIGURA 21: TUBERIAS SIN AISLAR FIGURA 20: AISLANTE PARA CALDERAS	44
FIGURA 21: Tuberías sin aislar.....	45
FIGURA 22: VISTAS DE LA PROTECCIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN TUBERÍAS Y ESQUEMATIZACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN VENAS DE VAPOR FIGURA 21: TUBERIAS SIN AISLAR	45
FIGURA 22: Vistas de la protección del aislamiento térmico en tuberías y esquematización del aislamiento térmico en venas de vapor	46
FIGURA 23: HERMETISMO FIGURA 22: VISTAS DE LA PROTECCIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN TUBERÍAS Y ESQUEMATIZACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN VENAS DE VAPOR	46
FIGURA 23: Hermetismo	55
FIGURA 24: AGUJERO ENTRE PLACAS DE YESO LAMINADO FIGURA 23: HERMETISMO	55
FIGURA 24: Agujero entre placas de yeso laminado	56
FIGURA 25: SILENTBLOCH, TECHOS ACUSTICOS BIEN INSTALADOS FIGURA 24: AGUJERO ENTRE PLACAS DE YESO LAMINADO	56
FIGURA 25: Silentbloch, techos acusticos bien instalados	58
FIGURA 26: SILENTBLOCH, TECHOS ACUSTICOS MAL INSTALADOS FIGURA 25: SILENTBLOCH, TECHOS ACUSTICOS BIEN INSTALADOS	58
FIGURA 26: Silentbloch, techos acústicos mal instalados	58
FIGURA 27: INSTALACIONES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO FIGURA 26: SILENTBLOCH, TECHOS ACUSTICOS MAL INSTALADOS	58
FIGURA 29: Cortar	62
FIGURA 30: PLANCHAS AISLANTES DE POLIESTIRENO EXTRUIDO FIGURA 29: CORTAR	62
FIGURA 28: Medir	62
FIGURA 29: CORTAR Figura 27: Medir	62
FIGURA 28: MEDIR	62
FIGURA 27: Instalaciones de poliestireno expandido.....	62
Figura 27: Medir FIGURA 27: INSTALACIONES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	62
FIGURA 30: Planchas aislantes de poliestireno extruido	63
FIGURA 31: PLANCHAS AISLANTES DE POLIESTIRENO EXTRUIDO, EN EFICIENCIA FIGURA 30: PLANCHAS AISLANTES DE POLIESTIRENO EXTRUIDO	63
FIGURA 31: Planchas aislantes de poliestireno extruido, en eficiencia	63
FIGURA 32: POLIISOCIANURATO FIGURA 31: PLANCHAS AISLANTES DE POLIESTIRENO EXTRUIDO, EN EFICIENCIA	63
FIGURA 32: Poliisocianurato	66
FIGURA 33: LANA DE ROCA FIGURA 32: POLIISOCIANURATO	66
FIGURA 33: Pana de roca	69
FIGURA 34: INSTALACION DE LANA DE ROCA FIGURA 33: LANA DE ROCA	69
FIGURA 34: Instalación de lana de roca	69
FIGURA 35: VIDRIO CELULAR FIGURA 34: INSTALACION DE LANA DE ROCA	69
FIGURA 35: Vidrio celular	71

FIGURA 36: VERMICULITA	FIGURA 35: VIDRIO CELULAR.....	71
FIGURA 36: Vermiculita.....		76
FIGURA 37: ARMAFLEX	FIGURA 36: VERMICULITA.....	76
FIGURA 37: Armaflex.....		82
FIGURA 38: CHAQUETAS AISLANTES	FIGURA 37: ARMAFLEX.....	82
FIGURA 38: Chaquetas aislantes		85
FIGURA 39: AISLAMIENTO TERMICO EN LAS PUERTAS TRASERAS	FIGURA 38: CHAQUETAS AISLANTES.....	85
FIGURA 39: Aislamiento térmico en las puertas traseras		86
FIGURA 40: AISLAMIENTO TERMICO EN LAS PUERTAS DELANTERAS	FIGURA 39: AISLAMIENTO TERMICO EN LAS PUERTAS TRASERAS	86
FIGURA 40: Aislamiento térmico en las puertas delanteras.....		86
FIGURA 41: AISLAMIENTO TERMICO DE PUERTOS DE ACCESO DE CALDERAS	FIGURA 40: AISLAMIENTO TERMICO EN LAS PUERTAS DELANTERAS.....	86
FIGURA 41: Aislamiento térmico de puertos de acceso de calderas		87
FIGURA 42: AISLAMIENTO TERMICOS DE BOMBAS DE CONDENSADO	FIGURA 41: AISLAMIENTO TERMICO DE PUERTOS DE ACCESO DE CALDERAS	87
FIGURA 42: Aislamiento térmicos de bombas de condensado.....		87
FIGURA 43: AISLAMIENTO TERMICO DE VALVULAS DE COMPUERTA	FIGURA 42: AISLAMIENTO TERMICOS DE BOMBAS DE CONDENSADO	87
FIGURA 43: Aislamiento térmico de válvulas de compuerta		88
FIGURA 44: AISLAMIENTO TERMICO DE VALVULAS DE CONTROL	FIGURA 43: AISLAMIENTO TERMICO DE VALVULAS DE COMPUERTA	88
FIGURA 44: Aislamiento térmico de válvulas de control		88
FIGURA 44: AISLAMIENTO TERMICO DE VALVULAS DE CONTROL		88
FIGURA 45: Tasa de interés de retorno		91

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Materiales Aislantes	36
TABLA 3: Materiales Aislantes (Salgado)	38
TABLA 4: Espesores de Aislamiento Térmico de Tuberías (Salgado)	42
TABLA 5: Pérdidas de calor que se presentan en las tuberías de vapor	47
TABLA 6: Información general de los aislantes térmicos (USAID, 2011)	48
TABLA 7: Formato de Plancha	61
TABLA 8: Vermiculitas de diferentes Tamaños	75
TABLA 9: Cotizaciones de la empresa SINSA	92
TABLA 10: Cotizaciones de la empresa FRIO AIRE	92
TABLA 11: Cotización de la empresa RETECSA	97
TABLA 12: Cotización de Instalación de aislamiento para tubería	110

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Propiedades térmicas de los aislantes más comunes	i
Anexo 2: Resistencia térmica con relación al espesor y una comparativa entre rango numérico sobre la conductividad más usual según el tipo de material aislante.....	ii
Anexo 3: Conductividad térmica de algunos materiales a la temperatura ambiente	iii
ANEXO 4: Rango de la conductividad térmica de diversos materiales a la temperatura ambiente.	iv
Anexo 5: Las conductividades térmicas de los materiales varían con la temperatura.....	v
Anexo 6: Variación de la conductividad térmica	vi

1. INTRODUCCIÓN

El continuo incremento del costo de los combustibles y directamente de la energía eléctrica, así como la preocupación de proteger el medio ambiente pone como prioridad la necesidad de reducir las pérdidas de energía y las emisiones del CO₂, el cual es el principal gas que está provocando los grandes cambios climático en la tierra y requiere la obligación de buscar medidas de ahorro que logren una mayor rentabilidad.

Uno de los elementos que ayudan a prevenir grandes pérdidas de energía térmica porcentuales dentro de los procesos productivos y que en Nicaragua se le da poca importancia son los aislantes térmicos, que se usan en la Industria del Calor y el Frio. Existen diferentes tipos de materiales que se caracterizan por su alta resistencia térmica, estableciendo barreras al paso del calor entre dos medios que naturalmente tendrían a igualarse. Existen diferentes tipos de materiales para aislamiento, algunos de ellos son: Espuma de poliuretano, Poliestireno expandido, Poliestireno extruido, Lana de vidrio, Lana de roca. En Nicaragua existen diversas industrias que hacen uso de la energía en forma de calor, como es el caso del vapor como fluido de trabajo; utilizando, tanto para la producción de energía eléctrica y procesos industriales, así mismo en la cadena del frio, que se utiliza para el confort y la conservación de alimentos; tales como: edificios de oficina, hoteles, hospitales, cuartos fríos.

Es muy importante considerar, que una solución de aislamiento debidamente diseñada y mantenida de forma sostenible, no sólo ahorra energía, sino que también mejora el funcionamiento y ciclo de vida de los equipos. En la selección de los Materiales Aislantes en Nicaragua, se debe de tomar en cuenta la normativa NTON 22 001-04 la cual establece las medidas mínimas de protección contra incendios que debe adoptarse para la protección y seguridad de las personas y bienes, de igual manera se toma como referencia la normativa europea UNE EN14303 que especifica los requisitos de los productos manufacturados de lana

mineral que se utilizan para el aislamiento térmico de equipos en edificaciones industriales

El presente trabajo proporcionará una Metodología de selección de aislantes térmicos para las diferentes aplicaciones industriales de Nicaragua con el fin de que se logre elegir el aislante adecuado para cada equipo y se obtenga una disminución energética.

2. ANTECEDENTES

Un primer trabajo corresponde a Valery Garza en el año 2016, quien elaboro la propuesta “**Análisis del ciclo de vida de aislantes térmicos para la aplicación en edificaciones**” elaborado en la Universidad Autónoma de Nuevo León facultad de ingeniería mecánica y eléctrica. El objetivo de esta investigación es mejorar las practicas del uso del poliestireno extruido como aislamiento térmico mediante una adecuada ponderación de sus beneficios ecológicos, sustentados con evaluaciones de impacto ambiental y la huella de carbono cuantificados mediante un estudio del Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

A través de este análisis se desea probar si es factible evaluar de forma objetiva y cuantitativa los beneficios ecológicos del uso del poliestireno extruido como aislamiento térmico en comparación con otros materiales en sistemas constructivos en México, lo que conducirá a la implementación de mejores prácticas para la aplicación de estos productos.

Un segundo trabajo corresponde a Peña Oscar, Roberto Román, Rosaly Edna en el año 2018 quienes realizaron la propuesta “**Diseño de aislantes térmicos a base de fibra naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa**” en la universidad Peruana De Ciencias esta investigación se basa en la implementación de aislantes térmicos de fibras, cola sintética, aserrín y geomallas ya que en Perú el 19% de la población presenta una gran probabilidad de verse afectada por enfermedades respiratorias teniendo porcentajes más altos en departamentos como Apurímac, Ayacucho y Puno. Esta probabilidad aumenta a causa de las heladas, este fenómeno natural hace que las temperaturas lleguen entre 0 a -20°C en promedio, los cuales representan un problema con el que cada año la población de la sierra del Perú tienen que lidiar

La investigación busca un desarrollo sostenible para la población afectada y que el modelo seleccionado sea ecológico y rentable para la población de estas zonas más afectadas del país.

3. JUSTIFICACIÓN

El objeto principal en la elección de este tema: “Propuesta de Metodología de Selección, Aplicación e Instalación de Aislantes para la Industria del Frio y Calor en la Industria Nicaragüense”, es importante ya que dentro de la industria nicaragüense los equipos industriales ameritan una buena selección de estos elementos para poder aprovechar sus funciones y alargar su vida útil. Por otro lado, obviar el tema de aislamiento térmico es como hacer caso omiso a las pérdidas energéticas, deterioro acelerado de los equipos generadores de confort/climatización y vapor, seguridad de las personas involucradas en el proceso, consumo excesivo de energía y por ende la afectación al medio que llevan a un elevado precio en la estructura de costo de la empresa y que ofertan al consumidor final.

Se prevé elaborar una referencia para la elección correcta en dependencia del proceso industrial involucrado; así como las propiedades de cada uno de estos materiales, costos de adquisición e instalación. Elaborar una directriz en los resultados esperados de acuerdo a la ficha técnica del equipo proveída por el fabricante.

Así mismo beneficiar de una manera puntual a técnicos, operadores y personas encargadas de estas áreas importantes dentro de la industria nacional y elevar sus capacidades en la cuantificación de estas pérdidas que representan pérdidas económicas, elevando su potencial y calidad en las funciones cotidianas.

De igual manera lograr con las cotizaciones realizadas, un método que facilite conocer los precios y los lugares donde se pueden encontrar los diferentes tipos de aislantes térmicos en la ciudad de managua además de los sitios mencionados en las figuras 11,12,13, hay otros lugares, pero mediante nuestras investigaciones no tenían disponibles los productos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

“Elaborar una propuesta para la Selección de Aislantes Térmicos utilizados en la Industria Nicaragüense”.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Mencionar los tipos de aislantes térmicos para lograr que la industria nicaragüense aproveche de una mejor manera las propiedades físicas de estos materiales.

- ❖ Definir las propiedades térmicas de los aislantes para controlar las pérdidas de energía por transferencia de calor hacia o desde el ambiente en edificios y equipos industriales.

- ❖ Establecer una metodología de selección de aislantes térmicos en edificaciones e instalaciones industriales cumpliendo con la normativa europea de productos manufacturados de lana mineral UNE EN 14303.

- ❖ Estimar los costos de instalación de los aislantes térmicos en Nicaragua para el debido estudio de la viabilidad económica de las empresas al momento del montaje y funcionamiento de dichos elementos.

5. CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LOS AISLANTES TÉRMICOS

Los aislantes térmicos son materiales utilizados para minimizar o reducir la transferencia de calor ya sea perdida o ganancia según sea su aplicación.

Los Aislantes térmicos tienen la capacidad de oponerse al paso del calor por conducción. La medida de la resistencia térmica o, lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente, se expresa, en el Sistema Internacional de Unidades (SI) en $W/m^2 \cdot K$ (metro cuadrado y kelvin por vatio).

Todos los materiales oponen resistencia, en mayor o menor medida, al paso del

FIGURA 1: Aislante térmico



Fuente: (Material aislante térmico, 2023)

calor a través de ellos. Algunos, muy escasa, como los metales, por lo que se dice de ellos que son buenos conductores; los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media. Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta, se llaman aislantes térmicos específicos o, más sencillamente, aislantes térmicos.

Ejemplos de estos aislantes térmicos específicos pueden ser las lanas minerales como la lana de roca, la fibra cerámica o la fibra de vidrio. (Erica, s.f.).

Los materiales usados como aislantes térmicos, cuentan con una baja conductividad térmica y logran reducir la pérdida o ganancia de calor, el consumo de combustible y mantienen la temperatura que se requiere.

En la construcción tienden a reducir el grosor de techos y paredes, lo que ayuda en el ahorro del consumo de materiales y el peso de las estructuras. Por lo general son usados para el aislamiento del cuerpo de las estructuras residenciales o industriales, así como las superficies de equipos y unidades industriales. Los principales tipos de materiales usados son: los sueltos (en polvo o granulados),

los fibrosos y los rígidos (bloques, placas, ladrillos, conchas y segmentos, entre otros). De acuerdo al tipo de materia prima principal, estos son:

5.1. TIPOS DE MATERIALES

Los aislantes térmicos se construyen de diferentes tipos de materiales siendo su principal objetivo el de reducir la conductividad térmica.

FIGURA 2 : Aislante acústico



Fuente: (OVANCEN)

Pero no todas las soluciones son iguales, sino que los diferentes materiales existentes ofrecerán prestaciones distintas. Así, aunque no hay ningún elemento puro que presente una conductividad térmica igual a cero, sí que hay un ramillete de materiales que muestran valores muy bajos. “Los principales materiales aislantes térmicos son las espumas de poliuretano (PUR), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS) y lanas minerales (MW). (Aislamiento Termico, 2008)

5.1.2. Aislamiento acústico

Aquí se usan materiales para atenuar el sonido y para lograr la reducción del nivel del ruido que llega a penetrar en una habitación desde el exterior. Existen dos clases de materiales de insonorización:

5.1.3. Aislantes térmicos inorgánicos

Estos son la espuma de vidrio, las losas de lana mineral, el hormigón ligero y celular hechos de gas y espuma, la fibra de vidrio, entre otros. Materiales mixtos (tableros de fibra, arbolita, entre otros.): tienen una resistencia más alta al fuego, en comparación con los orgánicos. Son obtenidos mediante la mezcla de aglutinantes minerales y rellenos orgánicos (resina y virutas de madera). (SOPREMA)

5.2. LANA DE VIDRIO

La lana de vidrio es un material aislante mineral a partir de hilos de vidrio solidificados con aglutinantes. Se elaboran fundiendo arena. Se presenta en manta, panel, borra o cañuelas (coquillas) y éstas son sus principales características: Densidad variable entre 12 Kg/m³ y 110 Kg/m³; Escasa resistencia a la compresión;

Es incombustible y un producto inerte, por lo que resiste productos químicos, excepto al ácido fluorhídrico, y es insensible a lejías y ácidos; No corrosivo, imputrescible e inodoro y no atacable por insectos y microorganismos. Tampoco produce moho; Notable elasticidad; Calor específico de 0,2 Kcal/Kg °C.

FIGURA 3: Lana de roca



Fuente: (Distribuidora Termica Acustica)

5.2.1. Puesta en obra

Las mantas se colocan sobre superficies horizontales o inclinadas sin carga, solapando unas con otras y a tope mediante las lengüetas de las que van provistas. En las uniones transversales sin lengüeta, se realiza un solape de 6 cm. y se sella la junta con fijaciones o cintas adhesivas de materiales no transmisores. Los paneles se

emplazan a tope, sellando las juntas con materiales adhesivos o con solape de 6 cm. La borra baquelizada se coloca por inyección.

Finalmente, la borra se usa como relleno de las cámaras de aire entre muro. La versatilidad de este material le permite su aplicación en todo tipo de superficies, ya sean lisas o rugosas, curvas o rectas.

5.2.2. Ventajas e inconvenientes

Los materiales fibrosos (lana de vidrio y lana de roca) tienen una gran aceptación en el mercado gracias a que presentan un precio muy competitivo y son aplicables en múltiples situaciones.

Otra de sus prestaciones reside en su elevada comprensibilidad, ya que se puede conseguir más de un 400% de aumento de la capacidad de almacenamiento, con lo que un camión puede transportar de cuatro a cinco veces más mercancía a la obra, permitiendo ahorrar costes. Y frente a la lana de roca, la lana de vidrio tiene la ventaja de ofrecer una gama más amplia de productos, con referencias más ligeras en igualdad de resistencia térmica. El principal inconveniente de la lana de vidrio es su envejecimiento, ya que la fibra de vidrio se moja con facilidad. Esto incide en el aislamiento del edificio por la migración natural de vapor de agua en los dos sentidos (de fuera adentro y viceversa), de manera que su capacidad aislante disminuye su efecto y actúa como transmisor de frío y calor si el nivel de agua es alto. (Aislamiento Térmico, 2008)

5.2.3. Usos del aislante lana de vidrio

Como aislante acústico: absorbe entre sus cavidades el sonido y reduce su intensidad.

Como aislante térmico: ayuda a regular la temperatura interna de los espacios, previniendo la excesiva pérdida de calor o frío. Contribuye al ahorro de energía hasta con un 15%.

Como barrera de vapor: previene la condensación de los cielos rasos y las superficies de las paredes exteriores

5.3. LANA DE ROCA

Este aislante pertenece al grupo de las lanas minerales y, aunque se descubrió a principios del siglo XX se empezó a extender como uno de los materiales más empleados en el mundo a partir de mediados de siglo. Especialmente cuando se empezó a descubrir que ciertos productos que tradicionalmente se habían empleado como aislantes en vivienda habían resultado ser nocivos para la salud.

La lana de roca es un tipo de lana mineral que se fabrica a partir de roca volcánica, por lo que es normal que se crease en un sitio como Hawái donde no hay precisamente escasez de estas rocas de tipo ígneo. Sin embargo, el principal fabricante mundial de este material lo empezó a comercializar de manera global,

en los años 30 desde Dinamarca. (CANACEL). La lana de roca es un material mineral fabricado a partir de roca volcánica. Se elabora mediante la fundición de rocas basálticas. Se presenta en paneles rígidos y semirrígidos, así como en rollos, mantas, coquillas, etc. Éstas son algunas de sus características: Densidad y espesor variable; Es incombustible, químicamente neutra y no oxida; Hidrófuga, imputrescible y no atacable por insectos, bacterias o roedores; Propiedades mecánicas intactas incluso a temperaturas extremadamente altas (+1.000 °C) por su naturaleza volcánica.

5.3.1. Puesta en obra

Es muy similar a la lana de vidrio, por lo que la colocación es muy parecida.

FIGURA 4: Lana de roca



Fuente: (CANACEL)

5.3.2. Ventajas e inconvenientes

La versatilidad de este material le permite su aplicación en todo tipo de superficies, ya sean lisas o rugosas, curvas o rectas. Hay que tener en cuenta que la lana de roca, junto a su resistencia a altas temperaturas, presenta un buen comportamiento ante la humedad. (Aislamiento Termico, 2008)

5.3.3. Propiedades ignífugas

Por último, la gran capacidad de resistencia al fuego hace de la lana de roca un material ideal para instalar en estructuras. Es un material no combustible hasta el punto de conservar sus propiedades mecánicas constantes incluso a 1000°C de temperatura

5.4. FIBRA VEGETAL

Es un material conformado por virutas de madera aglomerada con cemento o magnesita calcinada, de manera que mantiene ciertas propiedades elásticas naturales de la fibra de madera. Sus características esenciales son: Densidad

FIGURA 5: Fibra vegetal



Fuente: (BEYOND SUSTAINABLE, 2013)

entre 300 y 600 Kg/ m³; Apreciable como material ignífugo; Imputrescible y no atacable por parásitos animales o vegetales; Reacción neutra contra metales y hormigón, además de colorantes y el resto de elementos de la construcción; Resistente a la humedad y la intemperie; Buena adherencia al revoque; Durabilidad ilimitada.

5.4.1. Puesta en obra

Se coloca mediante masillas y colas adhesivas especiales. Se deben emplear anclajes plásticos o con materiales poco conductores para evitar puentes térmicos. (Aislamiento Termico, 2008)

5.5. VIDRIO CELULAR

Es un material mineral compuesto por células cerradas de diámetros entre 0,5 y 2,5 mm., estancas al agua y al vapor de agua, separadas por paneles de vidrio.

Sus principales características son: Buena resistencia al ataque de agentes atmosféricos y estable ante la temperatura y los esfuerzos mecánicos; Densidad aparente de 180 Kg/m³; Incombustible ante el fuego y buena barrera de vapor;

FIGURA 6: Vidrio celular



Fuente: (Araque Maqueda, 2015)

Resistencia química a bases y ácidos, menos el fluorhídrico; Imputrescible y resistente a insectos y roedores; Dilatación térmica 85×10^{-5} por °C.

5.5.1. Puesta en obra

Se emplea adherido mediante yeso negro o emulsiones asfálticas y se puede guarnecer directamente o mediante clavado no conductivo. (Aislamiento

Termico, 2008)

5.6. CORCHO AGLOMERADO

Es un tejido vegetal a partir de la agrupación de células muertas dispuestas regularmente y próximas entre sí, con escasos espacios intercelulares. Sus atributos son: Densidad amplia, entre 80 Kg/m³ hasta 300 Kg/m³, e incluso superior; Resistencia al fuego altamente estimable; Químicamente inerte; Imputrescible y resistente a insectos, roedores y microorganismos. (Aislamiento Termico, 2008)

FIGURA 7: Corcho aglomerado



Fuente: (Arquitectura Sostenible, 2019)

5.6.1. Puesta en obra

Se coloca mediante encolado como revestimiento sobre cualquier superficie (yeso, hierro, madera, vidrio), en paramentos verticales, suelos o techos y suspendido sobre retícula para falsos techos.

Ventajas e inconvenientes Es un material tradicional que se aplica en casos aislados, dado que está limitado por la producción de alcornoque.

5.7. PERLITA EXPANDIDA

Es un aislante mineral, a partir de rocas volcánicas del grupo de las riolitas vítreas, con agua de cristalización en el interior de sus moléculas. Sus propiedades son:

Se expande considerablemente al ser sometido a altas temperaturas;

No contiene ni emite sustancias tóxicas o insalubres; Imputrescible y de higroscopicidad nula; Incombustible y estable químicamente debido a su naturaleza vítrea, Densidad entre 40 y 120 Kg/m³.

5.7.1. Puesta en obra

Se aplica en seco, vertiendo perlita en el espacio a rellenar.

La perlita al ser un mineral expandido contiene alvéolos de aire que le proporcionan una baja densidad y propiedades como aislante térmico. Actualmente, es de gran interés para desarrollar productos en la industria de la construcción, por sus beneficios de ligereza, aislamiento acústico y térmico.

FIGURA 8: Perlita expandida



Fuente: (PERLINDUSTRIA, 2022)

Este material se puede emplear como agregado liviano en morteros, donde puede reemplazar algunas cargas de la formulación. Otro uso relevante es en formulaciones de yesos proyectados, donde su baja densidad aparente permite una aplicación más fácil, dando mayor trabajabilidad al producto final y un acabado deseado.

Adicionalmente, su blancura y su capacidad de resistencia al fuego, favorece su uso en revestimientos de interiores como techos y paredes. Tanto en morteros livianos, como en yesos proyectados, un mayor espesor de producto aplicado dará un mayor aislamiento a cambios de temperatura, debido a su baja conductividad térmica. Esto permite la construcción de estructuras refrescantes y modernas en zonas de altas temperaturas.

La perlita también puede ser empleada como agregado en placas de fibrocemento y también en drywall. En estas aplicaciones, su incorporación proporciona una mejor estabilidad dimensional sumado a su aporte de ligereza (baja densidad aparente), permitiendo la elaboración de placas livianas. (QPROS materias primas, 2021)

5.8. VERMICULITA

Es un aislante mineral del grupo de la mica, compuesto por silicatos de aluminio, hierro y magnesio. Sus características son: Densidad aparente entre 60 y 140 Kg/m³; Resistencia al fuego total, incombustible y químicamente estable a altas

temperaturas; Insensible a los agentes atmosféricos y al paso del tiempo; Estable químicamente, inerte y no higroscópica.

FIGURA 9: Vermiculita



Fuente: (VITCAS)

5.8.1. Aplicaciones

Las variantes de mayor densidad se usan como agregado del yeso y para aislamiento a altas temperaturas. Las de menores densidades se emplean como relleno suelto y como agregado al hormigón. (Aislamiento Termico, 2008)

Es un material con el que se puede trabajar fácilmente utilizando herramientas convencionales. Puede ser perforado, atornillado y lijado. Características principales: Baja conductividad térmica. Fácil de mecanizar. Más fuerte que las placas de fibra cerámica (VITCAS).

Ejemplos de aplicación:

- ❖ Calentadores
- ❖ Placas de puertas en chimeneas
- ❖ Calderas
- ❖ Buques
- ❖ Tanques
- ❖ Chimeneas
- ❖ Estufas

5.9. PLACA DE YESO

Este material está fabricado con yeso, agua y aditivos y recubierto por ambos lados con planchas de cartón. Sus prestaciones son las siguientes: Por su naturaleza inorgánica, es estable y duradero; Densidad en torno a 800 Kg/ m³; Resistencia al choque superior al enlucido tradicional; Permite curvaturas de la placa entre 600 y 1.000 mm.; Buena resistencia al fuego.

Puesta en obra Las juntas de las placas deben coincidir sobre los elementos portantes. Se han de colocar sobre perfiles metálicos, montantes y canales o

perfiles base y carriles. Por otra parte, antes de realizar el trasdosado en muros con ventanas o huecos, es importante que los marcos estén recibidos. Hay que señalar que las placas exigen estar protegidas de la intemperie, por lo que es preciso que los cerramientos y la cubierta del edificio estén terminados, mientras que la carpintería debe estar recibida y acristalada. (Aislamiento Térmico, 2008)

aislantes térmicos orgánicos

5.10. Materiales de origen sintético orgánico

Todos los materiales clasificados en esta familia, comparten en último término similitudes con materiales plásticos donde materias primas como el petróleo se dedica la fabricación de estos compuestos. Estos materiales se fabrican en industrias donde se gestionan largos procesos de producción, con la obtención de los materiales primos o los elementos necesarios para la configuración de estos materiales, se comienza el ciclo de fabricación.

La materia prima se calienta en unas máquinas especiales denominadas preexpansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aprox. 80 y 110°C. En el proceso de Pre-expansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas ligeras de plástico celular que contienen aire en su interior.

Al enfriarse las partículas recién expandidas, se crea un vacío interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación. Este proceso se desarrolla durante el reposo intermedio del material preexpandido en silos ventilados. Al mismo tiempo se secan las perlas.

Las perlas preexpandidas y estabilizadas se transportan a unos moldes donde nuevamente se les aplica vapor de agua y las perlas se sueldan entre sí. De esta forma se pueden obtener grandes bloques (que posteriormente se mecanizan en las formas deseadas como planchas, bovedillas, cilindros, etc..) o productos conformados con su acabado definitivo. En el caso de las espumas se añaden nuevos químicos para la adquisición de dicha configuración. Como hemos

comentado el proceso es distinto en cada material, por lo que se pretende hacer un esquema general de la fabricación por familias. (Marta, 2017)

Si atendemos por naturaleza de las materias primas aislantes, podemos sacar varias conclusiones; los materiales de origen sintético orgánico han tenido un gran desarrollo en España, donde ciudades como Barcelona y Madrid se encargan de su proceso de fabricación y exportan a otros países colindantes, teniendo en el resto de Europa, países como Francia y Alemania, productores de estos materiales. (Marta, 2017)

5.11. ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico derivado del benceno, proveniente de la dilatación de la hulla o del petróleo. Sus principales atributos son: Densidad variable entre 10 y 30 Kg/m³; Dos tipos de material, según su resistencia al fuego: fácilmente inflamable o difícilmente inflamable; Imputrescible y resistente a hongos, bacterias y parásito, pero no ante insectos y roedores; Coeficiente de dilatación térmica 5-7 x 10⁻⁵ por °C; Se disuelve en contacto con ácidos anhidros, gasolinas, base de benceno, hidrocarburos clorados, cetonas y aceites minerales. (Aislamiento Termico, 2008)

5.11.1. Ventajas e inconvenientes

La principal ventaja es su precio. En el lado opuesto, es un producto con capacidad de absorción de agua. (Aislamiento Termico, 2008)

espuma de poliestireno extruido

A partir de poliestireno extruido (XPS) se conforma una espuma rígida de célula cerrada y homogénea, elaborada por extrusión. Sus características son: Estructura cerrada; Resistencia entre 28 y 55 Kg/m³; Difícilmente inflamable y autoextinguible; Imputrescible y no atacable por microorganismos; Resistencia a los ciclos de hielo-deshielo; Estable a los agentes químicos, aunque sensible a los carburantes, alquitranes, aceites minerales y protectores de la madera con materias orgánicas.

5.11.2. Puesta en obra

Su colocación se puede realizar con anclajes expansivos o clips de fijación y también con adhesivos adecuados que no contengan demasiado disolvente.

5.11.3. Ventajas e inconvenientes

Presenta una casi nula absorción de agua y una gran durabilidad en el tiempo. Además, ofrece un elevado nivel de aislamiento térmico con alta resistencia a la compresión. Otra de sus prestaciones es su condición de material autoextinguible. El problema es que es más caro que el EPS y los materiales fibrosos. (Aislamiento Termico, 2008)

5.12. ESPUMA DE POLIURETANO

El poliuretano (PU) es un material plástico poroso que conforma una espuma rígida. Se obtiene de una reacción química compleja de poliisocianatos sobre poliols con la adición de un agente expansivo, como el gas carbónico o HFC.

FIGURA 10: Aislamiento con poliestireno eps



Fuente: (Aislamiento Termico, 2008)

Como explica Álvaro Pimentel, secretario general de la Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado (ATEPA), este material “hizo su aparición como aislamiento térmico en España en los años 70 y, desde entonces, no ha hecho más que ganar mercado, hasta situarse hoy en el 60% de las fachadas aisladas en nuestro país”. Se caracteriza por lo siguiente: Estructura celular abierta si contiene CO₂ y cerrada con HFC; Puede ser duro, semiduro o blando; Relativa resistencia al fuego.

5.12.1. Puesta en obra

Debe realizarse sobre superficies limpias, secas, exentas de grasa y consistentes. Se puede aplicar como placa sobre el paramento, en el caso de prefabricados, o por proyección.

En cerramientos se aplica en la cámara de aire y antes del tabique, mientras que en forjados, tejados, cubiertas inclinadas y terrazas se aplica antes de la formación

de pendientes. Como se explica desde IPUR, el panel sándwich de PU “es el producto más empleado en la construcción de cerramientos -cubiertas y fachadas de establecimientos industriales, por sus características mecánicas, y en la industria del frío y alimentaria, por sus características aislantes e higiénicas”.

5.12.2. Ventajas e inconvenientes

El sistema proyectado permite una gran velocidad de aplicación y evita la necesidad de almacén o movimientos en la obra. Además, hace posible la solución de puentes térmicos o pequeños defectos del soporte.

Uno de sus inconvenientes es que, con las nuevas limitaciones de reacción al fuego que exige el CTE, su precio se eleva, ya que su antigua reacción al fuego era baja. Además, la falta de regularidad de los espesores y la forma de puesta en obra (viento, lluvia, etc.) limita sus propiedades finales. (Aislamiento Termico, 2008)

5.13. ESPUMA DE POLIISOCIANURATO

FIGURA 11: Espuma de poliuretano



Fuente: (Aislamiento Termico, 2008)

atacable por microorganismos.

El poliisocianurato (PIR) es aún un producto en desarrollo que podría crecer en su incorporación al sector de la construcción. Al igual que el PUR, está formado a partir de la mezcla de isocianato y polioliol, sólo que en el PIR la presencia de isocianato es superior. Éstas son algunas de sus características: Estructura celular cerrada; Puede ser no inflamable; Hidrófugo, imputrescible y no

5.13.1. Puesta en obra

Es similar a la espuma de PUR, por lo que se coloca de una manera similar.

5.13.2. Ventajas e inconvenientes

La baja conductividad del PIR hace que sea uno de los productos que ofrece mayor aislamiento en igualdad de espesor. Su principal inconveniente es que presenta un precio superior al de otras soluciones. (Aislamiento Termico, 2008)

5.14. ARMA FLEX

FIGURA 12: Armaflex



Fuente: (NAN Arquitectura, 2023)

Principales beneficios de nuestra solución de aislamiento AF/ArmaFlex

Esta espuma, resistente al agua y al aire, se usa mucho para aislar tuberías de calefacción, aire acondicionado y sistemas de ventilación. Además, el ArmaFlex es resistente a la intemperie y a la acción de los rayos UV, por lo que es adecuado para su uso en exteriores. (NAN Arquitectura, 2023)

El aislamiento térmico AF/Arma Flex es el primero que cuenta con Declaración Ambiental de Producto (EPD).

Este modelo de aislamiento térmico flexible sobresale por su excelente resistencia a la difusión del vapor de agua, reduciendo al máximo la conductividad térmica y el riesgo de corrosión debajo del aislamiento.

EL AF/ArmaFlex proporciona una total seguridad cuando se instala junto con ArmaFix AF y los adhesivos ArmaFlex necesarios para su correcta instalación. Este producto aporta una conductividad térmica estable que lo convierte en un sistema de aislamiento térmico que permite lograr una gran eficiencia a largo plazo. Además, esta solución de aislamiento incorpora protección antimicrobiana activa Microban.

Este sistema de aislamiento cuenta con una amplia gama de productos con espesores conforme al reglamento RITE. Euroclase B/BL-s3, d0 para toda la gama a, y certificación conforme FM y UL. En combinación con el sistema ArmaFix AF aporta continuidad al aislamiento evitando puentes térmicos.

El aislamiento térmico AF/ArmaFlex está fabricado con espuma elastomérica para el control de la condensación. Su baja conductividad térmica y su alta resistencia a la difusión de vapor de agua aseguran una mayor durabilidad y un mejor rendimiento de su instalación. Esta combinación única mantiene sus prestaciones y permite un ahorro energético importante a lo largo de la vida útil de este sistema de aislamiento térmico.

Gracias a la estructura de célula cerrada y a su concepto de Espesor Técnico Creciente, AF/ArmaFlex garantiza una temperatura superficial constante. Merece destacar también su reducción de la transmisión del ruido estructural hasta 28 dB (A). La protección antimicrobiana Microban y el excelente comportamiento frente a incendios hacen que este producto sea especialmente adecuado para su uso en edificios públicos e industrias de proceso.

Si necesita información adicional o está interesado en nuestro aislamiento térmico AF/ArmaFlex puede contactar fácilmente a través de este formulario de contacto y nuestro departamento técnico le asesorará personalmente.

FIGURA 13: Chaqueta



Fuente: (SHANNON, 2020)

5.15. CHAQUETAS AISLANTES TÉRMICAS

Las Chaquetas Térmicas son elementos empleados como recubrimiento para el aislamiento térmico de las carcasas y superficies de maquinarias y equipos, proporcionando una protección adicional para el personal que labora en tales sitios. Es

empleado en el recubrimiento de escapes de motores de embarcaciones, carcasas de turbinas, compresores, motores, tuberías y accesorios donde se requiera un aislamiento eficiente y de gran calidad

Las Chaquetas Térmicas pueden ser conformadas bajo diferentes combinaciones de materiales y rellenos; los cuales poseen diferentes características: resistencia térmica (hasta ± 1000 °C), mecánica y a la abrasión, así como baja conductividad térmica. Además, se emplean costuras reforzadas con hilos de gran resistencia térmica y mecánica pudiendo resistir las severas condiciones del servicio exigido (SHANNON, 2020)

Los diversos materiales aislantes pueden presentarse en diversos formatos que determinarán la forma en la que deben ser aplicados. Como resumen podemos decir que podemos encontrar:

- ❖ **Placas o paneles.** Pueden ser rígidos o semirrígidos y necesitan fijación a un soporte.
- ❖ **Rollos, mantas y paneles no rígidos.** Habitualmente se presentan en estos formatos los aislantes ecológicos o naturales y los de origen mineral. Se suelen colocar sobre perfilería, en la cámara entre el muro y placas de cartón-yeso, y también entre rastreles de suelos de madera o en falsos techos.
- ❖ **Espuma.** Mediante insuflado y con aparatos especiales se inyectan en las cámaras de aire.
- ❖ **Partículas, bolitas, fibras.** Al igual que en el caso anterior se suelen insuflar en las cámaras de aire. (S&P, 2018).

Los materiales aislantes se encontrarán clasificados por unos parámetros que les harán ser únicos y distintos del resto y los convertirán en óptimos para cada solución concreta en una edificación.

Analizar las características comunes de estos materiales, así como las propiedades que los establecen como singulares dentro del conjunto de los aislantes, nos permitirán acercarnos al entendimiento y objetivo del trabajo.

Estos materiales cuentan con aire en sus cavidades interiores o con algún gas seco encapsulado, en estado inerte y quieto; esto supone una característica

común junto con la baja conductividad térmica que les confiere el título de materiales aislantes.

Es conocido, que cada material aislante presentará unas condiciones únicas, como hemos dicho anteriormente, dentro de la baja conductividad térmica cada uno presentará unos valores mínimos o máximos dentro del límite de consideración de aislante térmico. Otras de las cualidades a destacar de estos elementos:

5.15.1. Transmitancia térmica (U)

Propiedad física que mide la cantidad de energía que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un elemento.

factor de resistencia a la difusión del vapor agua (μ)

Se da especialmente en los aislamientos que pretenden preservar una superficie fría; si el aislamiento permite que la humedad del aire se ponga en contacto con la superficie fría, ésta se irá condensando y mojando todo el aislamiento, creando problemas de pérdidas de capacidad de aislamiento.

5.15.2. Propiedades Físicas

❖ Densidad (ρ)

Masa de material que existe por unidad de volumen.

❖ Calor específico (cp)

Capacidad que tiene un material para acumular energía en su unidad de masa.

Resistencia térmica (Rt)

Cociente entre el espesor y la conductividad térmica del material; cuanto mayor sea su valor mayor es la capacidad aislante. (Marta, 2017)

5.16. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

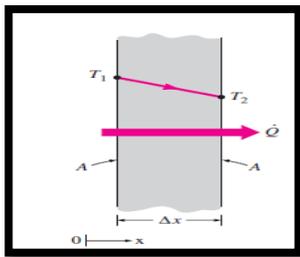
Los aislantes térmicos van de la mano con los mecanismos de transferencia de calor, en el área de trabajo hemos podido observar que se utilizan más de uno de estos elementos.

La transferencia de calor es un proceso donde existe un intercambio de energía de manera que el calor entre diferentes cuerpos o partes. Este se puede transferir de tres maneras, ya sea por convección, radiación o conducción.

A continuación, se realizará una mención específica de los tres mecanismos de transferencia de calor cada uno con sus formulas

5.16.1. Conducción

FIGURA 14: Conducción



Fuente: (Cengel & Afshin)

La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas. La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. En los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio.

En los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas en una retícula y al transporte de energía por parte de los electrones libres. (Cengel & Afshin)

En la imagen numero 15 podemos observar los parámetros que se deben de tomar para realizar los cálculos de conducción térmica. A continuación, se mencionará el significado de la nomenclatura que aparece en la figura

Ecuación 1: ECUACION DE CONDUCCION

$$\dot{Q}_{\text{conduccion}} = -KA \frac{dt}{dx}$$

$$\dot{Q}_{\text{conduccion}} = KA \frac{T_1 - T_2}{L}$$

Fuente: (Cengel & Afshin)

- ❖ $\Delta X = L$ espesor de pared plana
- ❖ A área
- ❖ $\Delta T = T_2 - T_1$ La diferencia de temperatura de uno a otro lado de la pared
- ❖ L espesor de la pared
- ❖ \dot{Q} La razón de la transferencia de calor.

en donde:

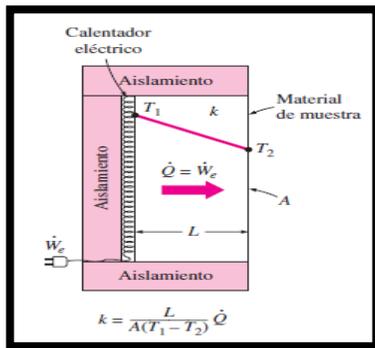
- ❖ La constante de proporcionalidad K es la conductividad térmica del material, que es una medida de la capacidad de un material para conducir calor
- ❖ En el caso límite de $\Delta X \rightarrow 0$, la ecuación que acaba de darse se reduce a la forma diferencial

Aquí

$\frac{dt}{dx}$ es el gradiente de temperatura

5.16.2. Conductividad térmica

FIGURA 15: Conductividad térmica



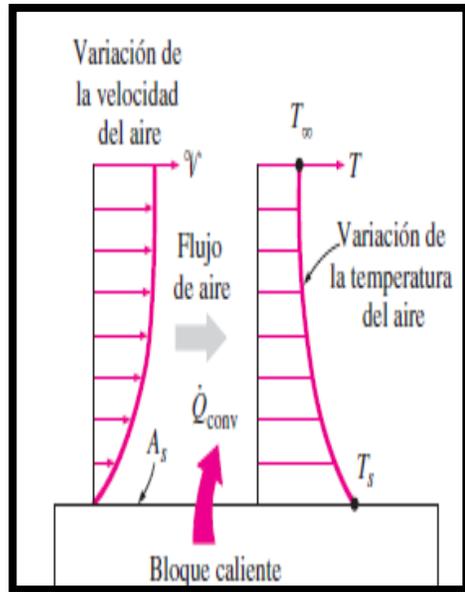
Fuente: (Cengel & Afshin)

La conductividad térmica de un material se puede definir como la razón de transferencia de calor a través de un espesor unitario del material por unidad de área por unidad de diferencia de temperatura.

La conductividad térmica de un material es una medida de la capacidad del material para conducir calor. Un valor elevado para la conductividad térmica indica que el material es un buen conductor del calor y un valor bajo

indica que es un mal conductor o que es un aislante.

FIGURA 16: Convección



Fuente: (Cengel & Afshin)

5.16.3. Convección

Es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento y comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos. Entre más rápido es el movimiento de un fluido, mayor es la transferencia de calor por convección.

En ausencia de cualquier movimiento masivo de fluido, la transferencia de calor

entre una superficie sólida y el fluido

adyacente es por conducción pura. La presencia de movimiento masivo del fluido acrecienta la transferencia de calor entre la superficie sólida y el fluido, pero también complica la determinación de las razones de esa transferencia. (Cengel & Afshin)

Ecuación 3: CONVECCION

$$\dot{Q}_{conveccion} = -hAS(T_s - T_{\infty})$$

Fuente: (Cengel & Afshin)

En donde:

- ❖ h es el coeficiente de transferencia de calor por convección, en $W/m^2 \cdot ^\circ C$ o $Btu/h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$,
- ❖ A_s es el área superficial a través de la cual tiene lugar la transferencia de calor por convección,
- ❖ T_s es la temperatura de la superficie

❖ T_{∞} es la temperatura del fluido suficientemente alejado de esta superficie

5.16.4. Radiación

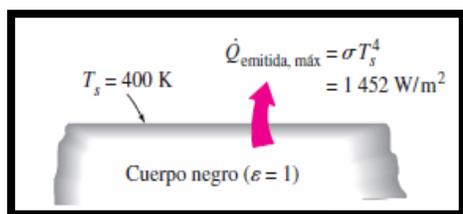
La radiación es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o fotones) como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas.

A diferencia de la conducción y la convección, la transferencia de calor por radiación no requiere la presencia de un medio interventor. De hecho, la transferencia de calor por radiación es la más rápida (a la velocidad de la luz) y no sufre atenuación en un vacío. Ésta es la manera en la que la energía del Sol llega a la Tierra.

La radiación térmica asimétrica es causada por las superficies frías de las ventanas grandes, las paredes no aisladas o los productos fríos, así como por las superficies calientes como los paneles radiantes para calefacción, de gas o eléctricos, colocados en las paredes o el techo, las paredes o techos de mampostería calentados por el Sol y la maquinaria caliente.

La radiación asimétrica causa incomodidad por la exposición de lados diferentes del cuerpo a superficies con temperaturas diferentes y, por lo tanto, a distintas pérdidas o ganancias de calor por radiación. Una persona cuyo lado izquierdo está expuesto a una ventana fría. (Cengel & Afshin).

FIGURA 17: Radiación



Fuente: (Cengel & Afshin)

Ecuación 5:
RADIACION

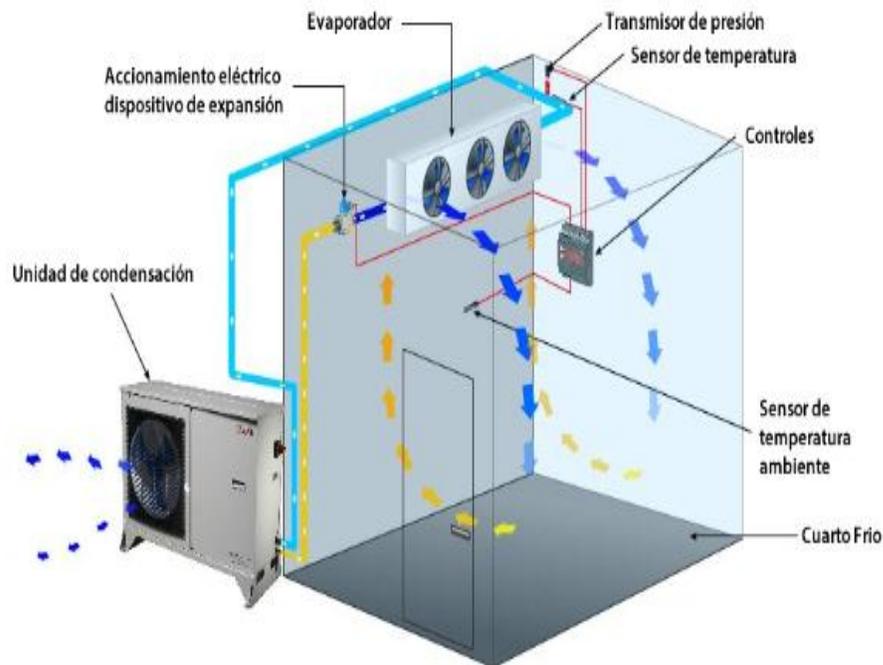
$$\dot{Q}_{\text{Absorbida}} = \sigma \dot{Q}_{\text{incidente}}$$

Fuente: (Cengel & Afshin)

6. CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS EN CUARTOS FRÍOS

Cada uno de los aislantes mencionados en el capítulo 1 tienen su debida aplicación en las diferentes industrias nicaragüense. En este capítulo se abordará los aislantes en los cuartos fríos, calderas, techos, interiores

FIGURA 20: Cuarto frio



Fuente: (CLIMAS DE MONTERREY)

Un cuarto frío es un espacio cerrado y aislado térmicamente que se utiliza para conservar alimentos, productos farmacéuticos, productos químicos, entre otros, a temperaturas bajas y constantes.

Los cuartos fríos funcionan mediante la utilización de sistemas de refrigeración que mantienen la temperatura en el interior del espacio a niveles controlados.

Normalmente están por debajo de los 5°C, aunque puede haber cuartos fríos que alcancen temperaturas de hasta -40°C.

Estos espacios son de gran importancia en la industria alimentaria y farmacéutica. Debido a que permiten la conservación de productos que necesitan mantenerse a bajas temperaturas para preservar su calidad, seguridad y frescura.

También son utilizados para el almacenamiento de productos químicos y otros materiales que requieren de condiciones especiales para su manipulación y conservación.

diferentes aplicaciones para un cuarto frío.

- ❖ Doméstica
- ❖ Comercial
- ❖ Industrial
- ❖ Marina y de Transporte. (Yañez)

6.1. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Para conservar otros materiales que requieren condiciones especiales de almacenamiento.

A lo largo de la historia, estos espacios han evolucionado desde el uso de hielo como medio de refrigeración hasta sistemas de refrigeración más avanzados y eficientes, permitiendo una mayor precisión en el control de la temperatura y la conservación de productos altamente sensibles y delicados

Con el aislamiento térmico se obtiene diferentes tipos de beneficios, a continuación, se mencionarán los más relevantes en las diferentes industrias

- ❖ Economizar energía de refrigeración, reduciéndose las pérdidas o ganancias térmicas a través de la envolvente de la vivienda.
- ❖ Mejorar el confort térmico del interior de la vivienda, evitando la sensación de pared caliente.
- ❖ Evitar condensaciones y humedades en el interior de los edificios.

Una vivienda con aislamiento térmico sobre los muros de las fachadas puede llegar a necesitar la mitad de energía de refrigeración que una vivienda sin ningún

tipo de aislante, lo que se traduce inmediatamente en una inversión más baja al momento de comprar su equipo de aire acondicionado.

Debido al aislamiento térmico de la vivienda, la temperatura de confort perdura por periodos mucho más prolongados y al momento de encender nuevamente sus equipos de aire acondicionado alcanzarán rápidamente la temperatura graduada, lo que beneficia enormemente el ahorro en el consumo de energía eléctrica de los aires acondicionados. (SANCHEZ RECUBRIMIENTO, 2022)

La utilización de los aislantes, se debe, en parte, a que contribuyen a la eficiencia energética, porque son capaces de mantener una temperatura adecuada en los espacios interiores, ya sea de una casa, un área industrial e incluso, en los aviones, que también están hechos de aislantes.

6.2. CUALIDADES QUE TIENE EL POLIESTIRENO

Las propiedades del poliestireno expandido son:

Propiedades de aislamiento térmico: el material tiene una conductividad térmica muy baja debido a su estructura de celda cerrada que consiste en un 98% de aire. Este aire atrapado dentro de las celdas es un conductor de calor muy pobre y por lo tanto proporciona a la espuma sus excelentes propiedades de aislamiento térmico.

Resistencia mecánica: es versátil en cuanto a su resistencia, la cual puede ser ajustada para adaptarse a la aplicación específica. El poliestireno expandido con alta resistencia a la compresión se utiliza para aplicaciones que soportan cargas pesadas, mientras que para la formación de huecos se puede utilizar el mismo material, con una menor resistencia a la compresión. Generalmente, las características de resistencia aumentan con la densidad, sin embargo, las características de amortiguación del embalaje de espuma de poliestireno expandido se ven afectadas por la geometría de la pieza moldeada y, en menor medida.

Estabilidad dimensional: permanece prácticamente inalterado dentro de una amplia gama de factores ambientales.

Propiedades eléctricas: el poliestireno expandido moldeado puede ser tratado con agentes antiestáticos para cumplir con las especificaciones de embalaje de la industria electrónica y militar.

Absorción de agua: cuando se sumerge en agua, sólo absorbe una pequeña cantidad de agua. Como las paredes celulares son impermeables, el agua sólo puede penetrar en la espuma a través de los pequeños canales entre las perlas fundidas.

Resistencia química: el agua y las soluciones acuosas de sales y álcalis no afectan al poliestireno expandido. Sin embargo, es fácilmente atacado por solventes orgánicos.

Resistencia a la intemperie y al envejecimiento: sin embargo, la exposición directa al sol (radiación ultravioleta) provoca un amarillamiento de la superficie que se acompaña de una ligera fragilización de la capa superior. El amarillamiento no tiene importancia para la resistencia mecánica del aislamiento, debido a la baja profundidad de penetración.

Resistencia al fuego: el poliestireno expandido es inflamable. La modificación con retardantes de llama minimiza significativamente la inflamabilidad de la espuma y la propagación de las llamas.

6.3. EDIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

Por otro lado, los usos del poliestireno expandido son los siguientes:

El poliestireno expandido es ampliamente utilizado en la industria de la construcción gracias a sus propiedades de aislamiento, inercia química, resistencia a bacterias y plagas, etc. Su estructura de célula cerrada permite una absorción mínima de agua. Es durable, resistente y puede ser utilizado como sistema de paneles aislantes para fachadas, paredes, techos y pisos en edificios, como material de flotación en la construcción de puertos deportivos y pontones y

como relleno ligero en la construcción de carreteras y ferrocarriles. El poliestireno expandido ofrece beneficios de Aislamiento Térmico en edificios. Además, el aislamiento con este material ofrece numerosas ventajas ambientales, entre ellas: reducción del consumo de energía, contenido reciclado, distribución localizada y mejora de la calidad del aire interior.

6.4. ESPUMA DE POLIURETANO

La espuma de poliuretano expandido es un producto que se ha vuelto muy popular, debido a su fácil uso y la cantidad de aplicaciones que tiene en el mundo del bricolaje y las reformas. A continuación, te explicamos todo sobre la también llamada espuma aislante o espuma de polietileno. ¡Toma nota de cómo aplicar la espuma de poliuretano, como limpiarla y sus usos!

6.4.1. Utilidad de la espuma expansiva de poliuretano

La espuma aislante de poliuretano está hecha a base de resina sintética, capaz de pasar del estado líquido a convertirse en espuma en un momento, llegando a triplicar su volumen cuando está seca. Por eso, se recomienda siempre rellenar los huecos un 30% con la espuma expansible, para que al secarse no sobrepase mucho la superficie.

La espuma proyectable en bote puede tener dos formas. Puedes comprar la espuma de poliuretano en spray o en pistola para proyectar poliuretano. La primera opción cuenta con un tubo o cánula, que deberás limpiar después de cada uso con acetona, porque es por donde sale la espuma de polietileno.

A continuación, te explicamos cómo inyectar la espuma de poliuretano impermeable y algunas de sus aplicaciones más frecuentes.

6.4.2. Correcta aplicación

Los pasos a seguir para usar el sellador de espuma de montaje son los siguientes: Ponte guantes protectores porque el aislante de espuma de poliuretano es nocivo para la piel

Agita el bote y colócalo con la boquilla hacia abajo

Encaja el bote de espuma de poliestireno en la pistola y coloca bien la cánula

Rellena los huecos, sella espacios o realiza la manualidad que sea

Espera a que se seque (1 hora aprox.), luego cortar la espuma que sobresale con un cúter

Tras la aplicación, comprueba que no te hayas manchado con la espuma. Si es así, limpia antes de que se seque del todo.

6.4.3. Usos y Aplicaciones

Entre los usos más destacados están los siguientes:

Se usa habitualmente la espuma de poliuretano para pegar tejas. En efecto, puedes reparar tejas rellenando los huecos entre ellas con esta espuma expansible.

Otro uso habitual es el de rellenar huecos o sellar puertas y ventanas para aislar la casa del frío. Es un producto ideal para esto porque es impermeable y aislante térmico e incluso acústico. Lo cierto es que la espuma de polietileno se puede tratar para añadirle propiedades ignífugas, térmicas, antihumedad y anti fúngicas. En este artículo te hablamos mejor de los tipos de placas de poliuretano, que es otro formato bastante popular en construcción.

Hay quien lo usa también para rellenar huecos y sirve para arreglar goteras, aunque siempre deberás mirar que no haya una causa más profunda antes de tapar huecos con espuma de poliuretano. Por ejemplo, si hubiera una fuga en una cañería, tapar el agujero final con espuma selladora no estaría arreglando el problema. Te recomendamos que, dado este caso, contactes primero con un fontanero.

6.4.4. Limpia la espuma de relleno

La espuma de poliuretano se limpia con acetona. Es muy mala para la piel, por lo que te recomendamos quitar espuma de poliuretano sin mancharse con ella. Para ello, utiliza guantes, delantal, mono de trabajo y todo lo necesario para que tu piel no entre en contacto con esta espuma expansible, ya que no es que sea difícil de quitar, es que es dañina para la salud.

Por otro lado, existe también la espuma ECO ideal para manualidades y respetuosa para la piel. Sin embargo, su efecto ignífugo, acústico y de resistencia máxima no puede compararse con el de otras espumas.

6.5. ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Aplicación Se puede usar en cerramientos verticales, cubiertas planas e inclinadas, soleras y pavimentos. Como explica Javier García, director de Mercado Aislamiento de Texas, uno de sus empleos más frecuentes es en “cámaras de aire o como bovedilla para la elaboración de forjados de edificación”.

6.6. ESPUMA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO

Aplicación Se puede usar como solución en múltiples circunstancias: en forjados, cámaras de aire, muros pantalla de hormigón en contacto con el terreno, cubiertas planas e invertidas, suelo de cámaras frigoríficas, como solución de puentes térmicos, etc. “La aplicación tradicional es en cubiertas planas, colocado sobre la impermeabilización, fachadas en cámaras de aire, soleras y cubiertas inclinadas”.

6.7. ESPUMA DE POLIURETANO

Aplicación La espuma de PUR aplicada in situ por proyección se emplea en la edificación en el aislamiento de fachadas, cubiertas, techos y suelos y también en aislamiento industrial (naves industriales, cámaras frigoríficas, depósitos, barcos, tuberías).

En cerramientos se aplica en la cámara de aire y antes del tabique, mientras que en forjados, tejados, cubiertas inclinadas y terrazas se aplica antes de la formación de pendientes. Como se explica desde IPUR, el panel sándwich de PU “es el

producto más empleado en la construcción de cerramientos -cubiertas y fachadas de establecimientos industriales, por sus características mecánicas, y en la industria del frío y alimentaria, por sus características aislantes e higiénicas”.

espuma de poliisocianurato

Aplicaciones Ofrece una conductividad térmica más baja y una resistencia al fuego superior que el PUR u otros materiales plásticos, por lo que se emplea en situaciones en las que haya una mayor exigencia.

6.8. LANA DE VIDRIO

Aplicaciones Las mantas se utilizan para cámaras de aire horizontales o inclinadas, terrazas y cubiertas entre tabiquillos y falsos techos. Los paneles se utilizan en cerramientos verticales, elementos prefabricados para muros y fachadas, en terrazas sin cámara de aire, en falsos techos suspendidos y en conductos de aire.

Finalmente, la borra se usa como relleno de las cámaras de aire entre muro. La versatilidad de este material le permite su aplicación en todo tipo de superficies, ya sean lisas o rugosas, curvas o rectas.

6.9. LANA DE ROCA

Aplicaciones Por su incombustibilidad, es utilizada en la protección pasiva contra incendios. Se puede usar tanto en cubiertas inclinadas como en planas, en fachadas aisladas por el interior y por el exterior, medianerías, forjados, particiones interiores y en instalaciones y elementos estructurales.

6.10. FIBRA VEGETAL

Aplicaciones Es posible utilizarlo en el aislamiento interior de muros, sobre soleras en contacto con el terreno conformado con espuma de poliestireno, en cubiertas inclinadas o como plafones suspendidos en falsos techos. (Aislamiento Termico, 2008)

6.11. VIDRIO CELULAR

Aplicación Está indicado para cerramientos en contacto con el exterior, con el terreno o como separación con otros edificios o locales no calefactados, en paramentos verticales y horizontales, terrazas y cubiertas. Está especialmente indicado para la solución de puentes térmicos en frente de forjado, pilares y vigas expuestas a la intemperie. En algunos países del norte de Europa también se emplea como aislamiento térmico en cubiertas calientes. (Aislamiento Térmico, 2008)

6.12. CORCHO AGLOMERADO

Aplicaciones Presenta una excelente resistencia mecánica a compresión, por lo que es posible usarlo en lugares con cargas estáticas de compresión como forjados, pavimentos y terrazas de edificios. Además, es una solución apreciable en el aislamiento de tuberías y conducciones.

6.13. PERLITA EXPANDIDA

Aplicaciones Se puede utilizar vertiendo en el hueco entre tabiques, paredes cortafuegos, bloques huecos, cielos rasos o suelos flotantes. Como panel rígido se usa en cubiertas de hormigón, metálicas, en cubiertas transitables o terrazas.

6.14. PLACA DE YESO

Aplicaciones Se usa en la construcción del aislante conformado con otro material, en el interior de cerramientos verticales, en la construcción de falsos techos aislados y en particiones interiores.

A continuación, se muestran una secuencia de tablas que contienen ciertas características de los aislantes térmicos según su origen

Los aislantes de origen sintético orgánico. Son materiales que poseen un complejo proceso de fabricación. Estos materiales poseen conductividades relativamente bajas, en comparación con los otros grupos, de porosidad cerrada la mayoría y con un alto valor en su entropía, como hemos comentado, el proceso de fabricación es costoso.

El segundo grupo que hemos determinado son aquellos materiales que se fabrican a través de materia inerte (arenas, piedras, vidrios reciclados...), aislantes de origen inorgánico. Poseen altas resistencias a compresión, son materiales ignífugos perfectos para sistemas de fachadas ventiladas, que explicaremos más adelante.

La última familia que hemos analizado, son los aislantes de origen natural orgánico. Se fabrican a partir de materia vegetal o animal, o incluso, algunos de ellos son materiales que han sido reciclados. Las conductividades de estos materiales se caracterizan por ser altas, aíslan menos en este caso, pero ofrecen bajos valores en las emisiones de CO₂ y de la entropía del material.

La tabla número 1 se encargan de mostrar el nombre de los aislantes la conductividad térmica, resistencia a la compresión y el precio por pie que se refleja en euros.

En la tabla 2.1 se representa el nombre de los aislantes, la producción de CO₂, la entropía y la reciclabilidad

TABLA 1: Materiales Aislantes

MATERIALES AISLANTES	Conductividad K (W/m. K)	Resistencia a Compresión (KPa)	Precio (€)	N°	ORIGEN ORGANICO
2	Poliestireno extruido	0.032	200	11.62	
3	Poliuretano	0.028	200	17.81	
4	Espuma fenólica	0.021	200	8.6	

5	Espuma Elastómera	0.035	200	26.94
6	Espuma de polietileno	0.035	200	19.12
7	Espuma de polipropileno	0.032	250	16
8	Espuma de melamina	0.035	20	60
9	Espuma de Poliisocianurato	0.022	300	16
10	Policarbonato celular	0.021	800	29.95
ORIGEN INORGANICO				
11	Lana de vidrio	0.034	16	6.2
12	Lana de roca	0.036	68	14.84
13	Vidrio Celular	0.048	785	50
14	Arcilla Expandida	0.008	700	15
15	Vermiculita	0.05	200	15
16	Perlita	0.035	1200	55
17	Hormigón Celular	0.09	2900	13
18	Aerogel	0.013	130	200
ORIGEN NATURAL ORGANICO				
19	Corcho Negro	0.04	180	16.25
20	Corcho Natural	0.045	180	40
21	Fibra de Madera	0.036	290	20
22	Fibra de Cáñamo	0.039	147	30
23	Fibra de Lino	0.039	5	20
24	Pasta de Celulosa	0.038	78	25.7
25	Lana de Oveja	0.04	68	20

TABLA 2: Materiales Aislantes (Salgado)

MATERIALES AISLANTES		Producción de CO2 (kgCO2/kg)	
N°	ORIGEN SINTETICO ORGANICO		
1	Poliestireno Expandido	18.18	si
2	Poliestireno extruido	51.81	si
3	Poliuretano	103.32	si
4	Espuma Fenólica	4.95	no
5	Espuma elastómera	19.18	si
6	Espuma de polietileno	21.34	si
7	Espuma de polipropileno	22	si
8	Espuma de melamina	7	no
9	Espuma de poliisocianurato	14	si
10	Policarbonato celular	22	si
ORIGEN INORGANICO			
11	Lana de vidrio	10.73	si
12	Lana de roca	17.04	si
13	Vidrio Celular	8.3	si
14	Arcilla expandida	2.78	si
15	Vermiculita	12.25	no
16	Perlita	16.1	si
17	Hormigón celular	0.43	si
18	Aerogel	4.2	si
ORIGEN NATURAL ORGANICO			
19	Corcho negro	16.5	si
20	Corcho natural	16.5	si

21	Fibra de madera	1.89	si
22	Fibra de cáñamo	5.45	si
23	Fibra de lino	3.05	si
24	Pasta de celulosa	1.29	si
25	Lana de oveja	1.55	40 no

6.15. AISLAMIENTO TÉRMICO EN TUBERÍAS

Para aislar térmicamente tuberías, se pueden tener en cuenta dos posibilidades: usar productos tipo cañuelas o utilizar productos tipo manta para hacer el desarrollo sobre la tubería.

FIGURA 21: Aislante térmico en tuberías



Fuente: (Salgado)

Por lo general, para cualquier diámetro de tubería lo más recomendable es utilizar cañuelas, que son secciones de aislamiento con forma de tubo que se ajustan por completo a la superficie de la tubería. En muchos casos, por motivaciones económicas se elige una manta, teniendo implicaciones diferentes en diámetros pequeños y grandes.

En diámetros pequeños una manta no logra ajustarse a todo el perímetro de la tubería y quedan espacios en la superficie sin estar en contacto con el aislamiento.

En otros casos, se trata de hacer esta misma labor con materiales de muy baja densidad que al amarrarlos ceden en espesor (y eficiencia) además de quedar en muchas partes fuera de contacto con la superficie de la tubería

La recomendación general limita la aplicación de mantas o productos en rollos para diámetros de tubería mayores a 6". Para diámetros menores a 6" se deben utilizar cañuelas. Otro problema es que los aislamientos tipo manta en tuberías tienden a descolgarse, disminuyendo el espesor en la parte superior y separándose de la superficie del tubo en la parte inferior.

Cuando se especifica una manta o un producto en rollo para una tubería, se debe garantizar que el aislamiento quede en contacto con toda la superficie caliente, que mantenga su espesor y que con el paso del tiempo su deformación sea mínima. Para una mejor compresión se presenta en el siguiente ejemplo

6.16. EJEMPLO

Una tubería de 6" de diámetro con manta instalada. La chaqueta protectora no muestra evidencia de abuso mecánico. Sin embargo, la temperatura en la parte superior de la tubería se encuentra 30°C por encima de la temperatura en la parte baja. Buscando una solución a este problema se desarrolló una manta que tiene las fibras orientadas en forma de bucles.

Esta configuración de la fibra hace que su resistencia mecánica y su resiliencia sean notablemente superiores en comparación con materiales con una disposición de fibras por capas. El resultado es contar con un producto que mantiene su espesor y que cuenta con un foil de aluminio que mantiene la configuración de las fibras.

Ya sea para tuberías de diámetros menores o mayores a 6", el éxito del mantenimiento de la eficiencia depende de la correcta especificación del producto a utilizar. A corto plazo, hemos encontrado aplicaciones de aislamientos en tuberías que a los 2 años presentan temperaturas superficiales por encima de 70°C, cuando en aislamientos esto se espera como mínimo cada 10 años. (Salgado)

6.17. AISLANTES TÉRMICOS PARA TUBERÍAS INDUSTRIALES

Es importante saber cómo aislar tuberías industriales, y para ello es imprescindible conocer los productos más adecuados para su preservación.

En la industria, el PUR (poliuretano) y el PIR (poliisocianurato) son dos de los productos más utilizados.

En este punto, es importante aclarar que existen dos opciones: por un lado, la rehabilitación de antiguas instalaciones y, por otro, la disposición de otras nuevas con sistemas de aislamiento ya integrados.

Así como los revestimientos de poliuretano pueden utilizarse para recubrir conducciones de fábricas, y en labores de rehabilitación, los responsables de las empresas pueden adquirir conducciones que, ya desde fabricación, integrarán los correspondientes aislantes.

Por ejemplo, si deseamos aislar una tubería industrial, una de las posibilidades más interesantes es adquirir directamente una tubería de alta temperatura. Este tipo de conducciones están conformadas por materiales ultra resistentes y que no permiten un trasvase del calor. Éste se quedará concentrado en el interior del conducto y no habrá pérdidas.

Por su parte, las tuberías llamadas de frío, resultan ser aplicadas en sistemas de aire acondicionado, tanto para inmuebles residenciales o institucionales como comerciales. Los materiales de aislamiento que integran estas conducciones están diseñados para una adecuada conservación del frío, evitando también pérdidas y trasvases. La versatilidad de estos elementos es grande, pudiendo obtener tramos de muy diferentes dimensiones y diámetros.

tuberías industriales que deben aislarse

Es fundamental saber qué tuberías industriales deben aislarse, y cómo. Con frecuencia, los responsables de esta área de las empresas, se ocupan de aislar las conducciones de alimentación de vapor.

Indudablemente se trata de tuberías que deben ser aisladas. Pero no hay que quedarse ahí. Los conductos de retorno también deben ser protegidos, pues de este modo se logrará disminuir el gasto de combustible. Las tuberías de retorno de agua fría también deberán ser tenidas en cuenta por los especialistas en este ámbito.

Conocidas como marmitas, este tipo de recipientes se aplican a productos farmacéuticos u otros que nunca deben verse afectados por la humedad o condensación. Se trata de un aislamiento térmico específico en el que el sellado ha de ser total.

También deben aislarse térmicamente las conducciones de refrigeración de agua helada. De no ser convenientemente protegidas, estas tuberías y los dispositivos vinculados, estarían en continuo funcionamiento, con los consiguientes gastos energéticos. Para solventar cualquier duda sobre aislamiento térmico de tuberías industriales, es recomendable contactar con especialistas altamente profesionalizados en este complejo sector. Esta magnitud, aportada por los fabricantes en milímetros, está estrechamente relacionada con los requerimientos normativos del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), en los que se fijan los espesores a emplear, en función de la temperatura de trabajo y los diámetros de la tubería.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestra una tabla con los espesores del fabricante del material de apartado anterior en función de los rangos de temperaturas y los diámetros de las tuberías:

TABLA 3: Espesores de Aislamiento Térmico de Tuberías (Salgado)

Espesores de aislamiento para tuberías en funciones del diametro						
Diámetro Interior de la Cañuela (coquilla)	Espesor(mm)Según Temperatura Fluido (Cumplimiento RITE)	Según Temperatura Fluido			Longitud(m)	
		40 a 65 °C	66a 101°C	102a 120°C		
Pulgadas	mm					
1/2	21					
3/4	27	25	25	25	1.2	
1	34					
1 1/4	42					
1 1/2	48					
2	60	30	30	40		
2 1/2	76					
3	89					

4	114			
5	140			
6	169	40	40	50
8	219			

Especialmente relevante en la elección de un aislamiento para tuberías, es el espesor del material. Lógicamente, cuanto mayor sea este valor, mejor comportamiento térmico se obtiene.

reacción al fuego del aislamiento térmico del aislamiento térmico de tuberías

Aunque no es un dato a tener en cuenta para la eficiencia y ahorro energético, sí lo es en cuanto a seguridad y adecuación a la normativa sobre materiales empleados en las instalaciones y su reacción al fuego.

Las clasificación en cuanto a su reacción al fuego, debe ser la correspondiente a la norma UNE EN 13501-1:2007+A1:2010 y los requerimientos exigidos en el documento básico DB SI del Código Técnico de la Edificación.

Eficiencia energética que aporta el aislamiento térmico de las tuberías Tanto en obra nueva como en las rehabilitaciones o mejoras energéticas de edificios, la instalación de un aislamiento térmico adecuado aporta un ahorro energético considerable con un período de amortización muy reducido (entre 6 meses y un año). Para ofrecer datos concretos, el ahorro máximo que se puede conseguir está en torno a un 85-90% con respecto a una instalación sin aislar. En la siguiente gráfica, se indican los ahorros en función del espesor y diámetro de las tuberías.

6.18. CALDERAS

Una caldera es una máquina capaz de, mediante el consumo de algún combustible, calentar agua para generar vapor y usarlo para diversos fines.

Las calderas generadoras de energía en las centrales termoeléctricas, las calderas pirotubulares, las calderas de cocina industrial, las calderas del área de

la salud, las calderas para calentar fluidos en el sector petrolífero, y las calderas de calefacción y ACS (agua caliente sanitaria).

6.18.1. Calderas pirotubulares

Son aquellas en las que los gases de combustión circulan al interior de los tubos, los cuales se encuentran sumergidos en el agua, la que a su vez se encuentra en un gran recipiente, lo que limita la presión de generación, ya que, a mayor presión de la caldera, más gruesas deberían ser las paredes del recipiente y, por lo tanto, más costosas, lo que las haría inviables económicamente. Este tipo de calderas es el llamado tipo paquete. Existen de dos, tres y cuatro pasos. Por lo general son de capacidades bajas y medianas, van desde 20 CC hasta 900 CC.

FIGURA 24: Aislante para calderas



Fuente: (USAID, 2011)

La instalación de aislamiento térmico en tuberías calientes que carecen de éste, sobre todo en aquellas con temperaturas superiores a 100°C, que conducen vapor, son altamente rentables, con períodos simples de recuperación de la inversión menores a un año.

Como resultado del trabajo realizado en el marco del Programa CAFTA-DR, se obtuvo que, en promedio, las empresas participantes lograron ahorrar, alrededor del 2% del combustible total de la caldera, al colocar el aislamiento faltante en las tuberías de vapor que carecían de éste.

Esta práctica se enmarca dentro de las actividades de mantenimiento y mejoramiento de instalaciones. En el caso de tuberías calientes con temperaturas menores a 100°C, pero superiores a 60°C, la instalación de aislamiento térmico

es medianamente rentable, ya que presenta periodos simples de recuperación de la inversión superior a los dos años.

Resulta más rentable la implementación de aislamiento térmico en tuberías que carecen de éste, a medida que es más alta la temperatura en la tubería y/o a medida

que se incrementa la presión del vapor, además de que esto resulta en protección para el personal.

En las instalaciones de vapor de las empresas, se llega a encontrar que el sistema de distribución de vapor (tuberías de vapor) no cuenta con aislamiento térmico, o bien, por cuestiones de la operación cotidiana, el aislamiento térmico se daña, por lo que algunas secciones de tuberías quedan expuestas al ambiente y las cuales no son reparadas (ver figura 22). En otras ocasiones, el aislamiento fue retirado debido a que “estorbaba” la realización de alguna actividad, y en la mayoría de las veces, éste no se vuelve a colocar. La carencia de aislamiento térmico en las tuberías y venas, que conducen vapor ocasiona, además de pérdidas de energía, 18 otros tipos de problemas, tanto operativos como de seguridad laboral en el sitio de trabajo. Algunos de ellos se anuncian a continuación:

- ❖ Condensación excesiva en las tuberías de distribución de vapor, disminuyendo substancialmente su capacidad de distribución y por ende su capacidad térmica;
- ❖ Golpes de ariete en las líneas y una mayor corrosión en las mismas debido a la condensación;
- ❖ Mayor demanda de vapor para compensar la condensación formada;
- ❖ Superficies expuestas con una temperatura mayor a 60°C, por lo que incrementa el riesgo laboral, tanto por la posibilidad de quemadura directa,

como por crear condiciones ambientales con temperaturas altas que perjudican el desempeño laboral.

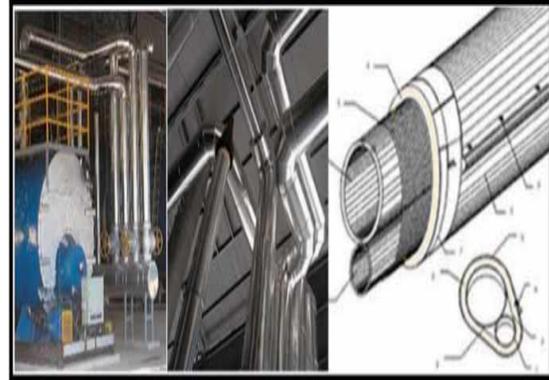
FIGURA 27: Tuberías sin aislar



Fuente: (USAID, 2011)

Un buen aislamiento térmico puede reducir las pérdidas de energía entre un 70% a un 90%, así como disminuir los problemas de golpe de ariete, mantener la presión requerida por los equipos de la planta y reducir el riesgo laboral debido a tuberías calientes expuestas al personal. Por lo anterior, se recomienda llevar a cabo un programa de inspección para evaluar si el aislamiento térmico tiene que ser sustituido parcial o totalmente en la línea de

FIGURA 30: Vistas de la protección del aislamiento térmico en tuberías y esquematización del aislamiento térmico en venas de vapor



Fuente: (USAID, 2011)

vapor. Esta práctica debe de estar enmarcada en el programa de mantenimiento rutinario. Con esta medida de ahorro se logra reducir costos de operación innecesarios. Los puntos de mejora que se presentan comúnmente en las líneas de distribución de vapor, son los siguientes:

- ❖ Falta de aislamiento en tuberías
- ❖ Aislamiento no repuesto
- ❖ Aislamiento húmedo
- ❖ Rupturas en la cubierta del aislamiento
- ❖ Presencia de arrugas o deformaciones, en el aislamiento de la línea de vapor
- ❖ Aislamiento dañado por tráfico de personal o maquinaria.

Por regla general, se debe colocar aislamiento térmico en todas aquellas tuberías cuyas temperaturas se encuentren por arriba de los 60°C, tanto en las de vapor como en las que transporten producto proveniente de alguna operación. Esto sobre todo para reducir los riesgos laborales. En la imagen 23 se aprecia el acabado de la lámina protectora sobre el aislamiento térmico. Dicho acabado es una protección de aluminio o acero, que cubre al aislamiento. También se

presenta una ilustración de cómo se aísla una tubería que lleva producto y que va acompañada de una vena de vapor. (USAID, 2011)

Por otra parte, es importante señalar que después de que las líneas de vapor han sido aisladas térmicamente, los cambios en el flujo de calor pueden influenciar el comportamiento de otras partes del sistema de vapor, haciéndolas más eficientes, toda vez que reciben vapor de mejor calidad. Beneficios energéticos, económicos y período de recuperación de la inversión

Se muestran las pérdidas de calor que se presentan en las tuberías de vapor de diferentes diámetros, por cada metro lineal sin aislamiento. A manera de ejemplo, se puede apreciar que en una tubería de una pulgada de diámetro y a una presión de vapor de 15 psig, las pérdidas de energía son de, aproximadamente, 5 MBtu por año, por cada metro Lineal. Por esta razón, si una empresa tiene una tubería de 10 metros, las pérdidas serán de 46 MBtu por año, o alrededor de 325 galones de bunker o 354 galones de Diesel por año, respectivamente. (USAID, 2011)

TABLA 4: Pérdidas de calor que se presentan en las tuberías de vapor

Diámetro la línea de distribución (pulgadas)	Pérdida de calor por cada metro de línea de vapor sin aislamiento (MBtu/año)			
	Presión de vapor (psig)			
	15	150	300	600
1	4.6	9.4	12.3	16.2
2	7.7	15.7	20.7	27.6
4	13.6	27.9	36.7	49.2
8	24.3	50.5	66.6	89.4
12	34.6	72.2	95.5	128.6

La experiencia ha demostrado que este tipo de medidas presenta un período simple de recuperación de la inversión menor a dos años. Complementario a lo anterior, y como es lógico suponer, es más rentable el colocar aislamiento térmico

en tuberías cuyas temperaturas sean mayores a los 100°C (que corresponden a los sistemas de vapor) y en segundo plano, a las tuberías de menos de 100°C, pero mayores a 60°C, que corresponden a los sistemas de retorno de condensados. El nivel de inversión es relativamente bajo, y es normal que las empresas cuenten con una partida presupuestal anual considerada en sus gastos de mantenimiento. (USAID, 2011)

En la Tabla 5 se presenta un resumen con los principales aislamientos térmicos, o termoaislantes, utilizados, así como información general sobre estos y su rango de temperatura de aplicación.

TABLA 5: Información general de los aislantes térmicos (USAID, 2011)

Tipo	Información general	Temperatura máxima de uso (°C)
Silicato de calcio	<p>Es un termoaislante granular hecho a partir de silicato de calcio hidratado, con fibras orgánicas e inorgánicas y moldeado en formas rígidas</p> <p>Es un material que absorbe agua, por lo que su uso se recomienda en aplicaciones a temperaturas superiores a los 250°C. Tiene pobre estabilidad</p>	Hasta 815°C

	<p>dimensional y debe colocarse con recubrimiento protector.</p> <p>Es no inflamable.</p>	
Fibra de vidrio	<p>Es un termoaislante hecho a partir de la fusión de una mezcla de arenas con alto contenido de sílice. Según su proceso de manufactura se presenta en dos formas:</p> <p>(a) Con aglutinantes orgánicos que poseen estructura propia y preformas que dan lugar a medias cañas y placas rígidas y semirrígidas.</p> <p>(b) Con aceites minerales que evitan abrasión entre fibras y que dan lugar a colchonetas.</p> <p>Tiene bajos costos de instalación y buena absorción de ruido. Se debe proteger con recubrimiento (es común el uso de lámina de aluminio y/o de acero inoxidable)</p>	<p>Código NC-2, Medias cañas y Código NC-3, placas rígidas y semirrígidas</p> <p>Clase I hasta 232°C</p> <p>Clase II hasta 454°C</p> <p>Código NC-4, colchonetas</p> <p>Clase I hasta 454°C</p>

	<p>contra la intemperie y el abuso mecánico.</p>	
<p>Vidrio Espumado</p>	<p>Es un termoaislante celular, rígido sin aglutinantes ni fibras de refuerzo. Se presenta en forma de medias cañas, placas, segmentos curvos y preformados para accesorios de tuberías. Presenta una total impermeabilidad al agua y al vapor, no absorbe fluidos, resiste a los ácidos, se deteriora en medios alcalinos, buena estabilidad dimensional y alta resistencia a la compresión. Puede instalarse sin enchaquetado metálico y en instalaciones subterráneas.</p>	<p>Temperatura máxima de aplicación 482°C</p>
<p>Lana de roca</p>	<p>Es un termoaislante hecho a partir del estado de fusión de roca tipo basáltica o semejante, con alto contenido de aluminio-</p>	<p>Código NC-6, Medias cañas Clase III hasta 650°C Código NC-7, Placas rígidas y semirrígidas Clase I hasta 232°C</p>

silicatos. Según su proceso de manufactura se presenta en dos formas:

(c) Con aglutinantes orgánicos posee estructura propia y preformada. Dan lugar a medias cañas y placas rígidas y semirrígidas.

(d) Con aceites minerales que evitan abrasión entre fibras y que dan lugar a colchonetas.

Bajos costos de instalación y buena absorción de ruido. Se debe proteger con recubrimiento (es común el uso de lámina de aluminio y/o de acero inoxidable) contra la intemperie y el abuso mecánico

Clase II hasta 454°C
Clase III hasta 538°C
Clase IV hasta 750°C
Clase V hasta 982°C
Código NC-8,
Colchonetas

Clase II hasta 650°C

Está fabricada a partir de un mineral silicato complejo de tipo ígneo llamado perlita, cuya forma granular se expande

Código NC-9

**Perlita
expandida**

por la explosión que produce la humedad contenida en la molécula al exponerse a alta temperatura repentina. Es repelente al agua, otorga facilidad de corte, corroe al acero inoxidable sujeto a esfuerzo, densidad media, es dimensionalmente estable. Se protege con enchaquetado de aluminio.

**Clase I hasta 649°C
(con adhesivos orgánicos)**
**Clase II hasta 649°C
(con adhesivos inorgánicos)**

6.19. VENTAJAS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Cuando ya has decidido utilizar un aislante térmico para las paredes interiores de tu vivienda, debes saber que has tomado la mejor decisión; a continuación, te mostramos algunos de sus beneficios.

Protege la vivienda del frío y el calor: de esta forma, puedes elegir el tipo de caldera o de aire acondicionado que desees y ahorrar al máximo en tu factura de la luz.

Resistentes al calor: consigue mantener la temperatura de la vivienda estable durante todo el año, evitando la entrada del calor durante los meses de verano.

Aislante acústico: como hemos visto, algunos materiales también permiten absorber el ruido exterior.

Ignífugos: los aislantes térmicos para paredes interiores sirven para proteger la vivienda contra el fuego (ALBERTO, 2019).

6.20. PREVENCIÓN DE INCENDIO

Los aislantes térmicos pueden jugar un papel importante en la protección ante incendios, ya que algunos de ellos disponen de baja inflamabilidad o incluso llegan a ser incombustibles. Los materiales aislantes forman parte de los diferentes sistemas constructivos y cerramientos de los edificios y, como parte de ellos, deben estar diseñados para no contribuir al desarrollo de incendios. Deben ser materiales seguros frente al fuego, no propagar la llama y no emitir gases tóxicos ante el desarrollo de un fuego, para no poner en peligro la integridad de las personas ocupantes de los edificios.

Dentro de la familia de los aislamientos térmicos se pueden encontrar en el mercado materiales con diferentes clasificaciones de reacción al fuego. Es decir, materiales con clasificación 'A1' productos no combustibles sin contribución hasta materiales con clasificación 'F' clase dada a un producto sin clasificar. En la actualidad, se están elaborando normas europeas para los productos aislantes térmicos donde en un futuro se puedan declarar las clasificaciones de los materiales en sus condiciones finales de uso, es decir, tal y como se incorporan al edificio, pudiendo incluir las clasificaciones de los elementos constructivos además de la clasificación de material desnudo. (termofoam, 2018)

6.21. NORMA UNE EN14303

Esta norma europea especifica los requisitos de los productos manufacturados de lana mineral que se utilizan para el aislamiento térmico de equipos en edificación e instalaciones industriales, con un rango de temperatura de trabajo aproximadamente de 0 °C a + 800 °C.

Para temperaturas de trabajo inferiores a la del ambiente pueden requerirse medios especiales contra la difusión del vapor de agua y la acumulación de agua por flujo de aire. Para temperaturas de trabajo inferiores a -50 °C, se aconseja realizar ensayos especiales sobre la idoneidad de los productos para la aplicación prevista (por ejemplo, licuefacción de oxígeno). En todos los casos deberían respetarse las recomendaciones del fabricante.

Los productos se fabrican con o sin revestimientos o acabados, en forma de rollos, planchas, paneles, placas, mantas, fieltros, mantas acolchadas, mantas reforzadas, paneles lamela, placas biseladas y coquillas.

Esta norma europea describe las características del producto e incluye procedimientos de ensayo, evaluación de la conformidad, marcado y etiquetado. Los productos objeto de esta norma también se utilizan en sistemas de aislamiento térmico prefabricados y paneles compuestos; el comportamiento de los sistemas que incorporan estos productos está fuera del campo de aplicación de esta norma.

Esta norma europea no especifica el nivel necesario que debe alcanzar una propiedad determinada del producto para demostrar su adecuación a una aplicación particular. Los niveles necesarios para una determinada aplicación pueden encontrarse en reglamentaciones y pliegos de condiciones.

Los productos con una conductividad térmica declarada superior a $0,065 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ no están dentro del campo de aplicación de esta norma. Esta norma europea no se aplica a productos para aislamiento (inyectados o proyectados) o productos para el aislamiento de la estructura del edificio.

Esta norma europea no se aplica a los siguientes aspectos acústicos: aislamiento a ruido aéreo directo e índice de transmisión de ruido de impacto. (productos aislantes termicos para equipos en edificacion e instalacion industriales , 2021)

7. CAPÍTULO 3: INSTALACION Y MONTAJE DE LOS AISLANTES.

7.1. aislante acústico.

Es La Instalación De Material Aislante Acústico

La instalación de un buen material aislante acústicos en nuestros hogares e industrias, es una de las soluciones que mejores resultados nos pueden ofrecer dado que, por su eficacia y eficiencia contra los problemas que causa la contaminación acústica se presentan como uno de los factores fundamentales que determinan su instalación, principalmente en la reducción o directamente erradicación de cualquier molesto ruido. (AEMA, 2021)

7.2. HERMETISMO

El primer punto donde debemos poner especial atención para obtener una alta eficiencia en la instalación acústica es el hermetismo. Las instalaciones deben ser “acústicamente” herméticas.

FIGURA 33: Hermetismo



Fuente: (dB certificaciones acusticas, 2023)

Debemos tener en cuenta que cualquier agujero por el que puede colarse el agua, también lo hará el sonido. Por lo tanto, no pueden existir agujeros en las instalaciones por los que se pueda propagar el sonido, las soluciones deben ser estancas.

Se recomienda que no se perfore el techo acústico y/o trasdosado acústico si no es estrictamente

necesario.

Realizar el paso de instalación eléctrica y/o conductos por debajo del techo acústico. Estas instalaciones han de quedar “vistas”.

7.2. EJEMPLO PERFORACIÓN ESTRICTAMENTE NECESARIA

En caso que sea imprescindible perforar el techo acústico para suspender conductos y/o maquinaria de elevado peso, se deben perforar las placas del techo acústico, insertar unas varillas en el forjado (convenientemente aisladas) y volver a sellar estancamente al diámetro de la varilla.

7.3. EJEMPLO DE BUENA EJECUCIÓN

Conductos y equipos de climatización suspendidos del forjado de modo estanco.

Defectos en instalación comunes, agujeros en instalaciones:

Varilla no sellada acústicamente

Agujeros entre placas de yeso laminado

FIGURA 36: Agujero entre placas de yeso laminado



Fuente: (dB certificaciones acusticas, 2023)

Esto debe aplicarse a todos los puntos de contacto entre falsos techos, trasdosados, suelos flotantes y los paramentos del local a aislar.

Uno de los defectos más frecuentes es atornillar el perímetro del falso techo acústico a las paredes. Al atornillarlo rigidizamos la unión entre el techo acústico y los paramentos base del local a aislar y el techo acústico ve reducida su función principal de amortiguar el sonido.

Defectos en instalación comunes: Banda acústica mal instalada.

7.4. ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS

Los elementos anti vibratorios son elementos que amortiguan la vibración. Cada elemento anti vibratorio debe ser calculado para el peso específico que va a soportar y para el rango frecuencial donde queremos que empiece a aislar.

Al instalar un trasdosado acústico, en ausencia de suelo y techo aislado, lo ideal sería no establecer puntos de contacto con la pared y solamente realizar anclajes a suelo y techo mediante banda acústica. Si la altura del local es elevada y se requiere de anclajes a pared, estos deben ser anclajes del tipo anti vibratorio.

Un suelo flotante puede realizarse con distintos materiales que ofrecen respuestas al aislamiento de impacto diferentes. Pueden realizarse mediante mantas continuas o mediante tacos anti vibratorios en función del nivel de aislamiento al ruido de impacto que se quiera conseguir. En el caso de elección de tacos anti vibratorios, debe calcularse la razón de distribución para que el suelo flotante soporte el peso de los objetos que se situarán sobre él.

El techo acústico debe ir suspendido del forjado con elementos anti vibratorios. El tipo de silent-block y la razón de distribución de los muelles debe estar calculado para el peso específico que tenga el techo acústico teniendo en cuenta la sobrecarga variable (techo absorbente, conductos, etc). Si los muelles anti vibratorios están sobrecargados o infra cargados, la solución perderá eficiencia y puede

llegar a suponer una unión rígida entre techo y falso techo, anulando el efecto de la solución a ciertas frecuencias.

7.5. Ejemplo de silentblock

Silentblock techo acústico bien instalado

Silentblock techo acústico mal instalado Como podéis observar, existen muchos factores que influyen en el buen resultado de un tratamiento acústico. En consecuencia, os recomendamos que, en caso de necesitar algún tratamiento para vuestro negocio, siempre contéis con una empresa especializada que os garantice que al final no habrá sorpresas, ya que pasar la prueba del sonómetro es imprescindible para poder desarrollar la actividad sin problemas, y si no se supera la prueba, el arreglo suele ser muy costoso en cuanto a tiempo y dinero se refiere. (dB plusacoustics, 2023)

7.6. las ventajas de realizar una instalación de material aislante correcta

La salud es uno de los principales aspectos que se ve afectado por la contaminación acústica, por lo que realizar una instalación correcta y adecuada

FIGURA 39: Silentbloch, techos acústicos bien instalados



Fuente: (dB certificaciones acusticas, 2023)

puede ayudarnos a adquirir una serie de condiciones mucho más óptimas y beneficiosas para nuestro bienestar, además, de reportarnos otras ventajas como, por ejemplo:

- ❖ El aislamiento térmico también se presenta en muchos de los elementos de aislamiento, dándole así un beneficio adicional por los materiales empleados en la industrias u hogares.

- ❖ El hecho de instalar aislante le da a la vivienda e industrias un valor más

FIGURA 42: Silentbloch, techos acústicos mal instalados



Fuente: (dB certificaciones acusticas, 2023)

- ❖ El hecho de evitar la entrada y la salida de ruidos mediante la instalación de este tipo de materiales, nos ayudarán a conciliar el sueño, pudiendo descartar adecuadamente.

- ❖ Mejora las relaciones con vecinos y familiares al no existir posibles controversias o disputas.

Siendo estas solo algunas de las ventajas que podemos conseguir mediante la instalación de un buen material aislante en nuestra vivienda, por lo que, con todo ello, no solo podremos mejorar nuestra calidad de vida, sino que

podríamos considerarlo como una solución muy acertada y beneficiosa de cara a múltiples facetas de nuestro día a día.

A su vez, dentro de la ejecución de una instalación de este calado, indudablemente es de suma importancia que la misma se efectúe correcta y adecuadamente, dado que hacerlo únicamente de esta manera nos va a permitir poder disfrutar de estos beneficios, o lo que es lo mismo, que una

Mala instalación del aislante puede presentar más problemas para quienes habitan en la vivienda que beneficios, si no es colocado e instalado de la forma correcta y adecuada.

Muchos hogares en la actualidad están llevando a cabo este tipo de instalaciones en sus hogares, en especial aquellos que buscan agregar más beneficios, como lo es el aislante térmico, el cual, además de mantener nuestro hogar alejado de cualquier tipo de molesto ruido, también nos permite conseguir una mejor y más eficiencia energética.

Es más, actualmente las viviendas se han visto cada vez más afectadas por la contaminación acústica, el ruido molesto emitido y procedente de algún vecino o directamente de actividades de obras de remodelación, o construcción, han llevado a mucho a decantarse por la ejecución e instalación de estos aislamientos para poder erradicar y poner fin de una vez por todas a estas molestias.

Es por ello que, la instalación de materiales aislantes se ha convertido en las últimas décadas en algo prácticamente obligatorio, precisamente debido a las múltiples ventajas y beneficios que de su instalación pueden derivarse.

Es decir, en los últimos años, por la forma de vida que llevamos y la tendencia que todo ello conlleva, podemos asegurar que, de un modo u otro, cualquiera de nosotros nos hemos visto afectados, en mayor o menor proporción por algún ruido molesto ocasionado por algún vecino o a consecuencia de alguna obra, remodelación o reparación.

Por ello, tomar medidas a tiempo, y sobre todo invertir en nuestra salud, son las claves fundamentales para poder tomar la decisión y decantarnos en realizar una buena instalación acústica en nuestra vivienda. (AEMA, 2021)

7.7. POLIESTIRENO EXPANDIDO.

El poliestireno expandido es un aislante térmico aplicable en cualquier entramado vertical, horizontal o inclinado: tabique, cielo, pisos, techumbres y muros perimetrales de cualquier material del mercado (madera, Metalcon, vulcometal, etc.). Se caracteriza por su ligereza, resistencia a la humedad y capacidad de absorción a los impactos. Conozca en esta guía cómo es la instalación de poliestireno expandido.

7.7.1. Usos Principales.

En el sector habitacional e industrial, como material recomendado para soluciones constructivas que contemplen aislación térmica y acondicionamiento acústico.

Como refuerzo para impermeabilizaciones.

7.7.2. Ventajas.

- ❖ Excelente aislante térmico debido a su baja conductibilidad.
- ❖ Absorbente acústico.
- ❖ Evita el paso del agua.
- ❖ Alta resistencia a la intemperie.
- ❖ Se aplica rápida y fácilmente.
- ❖ No es peligroso en su presentación comercial ni una vez instalado.
- ❖ No usa solventes.
- ❖ No desprende olores.
- ❖ Suave y limpio al tacto.
- ❖ Evita filtraciones de aire al interior de los recintos.
- ❖ Los recintos aislados con este material llegan a índices de ahorro energético de hasta un 40%.

7.8. FORMATOS DE PLANCHA

Panel rígido y autosustentable, sin ningún tipo de recubrimiento. Existen diferentes dimensiones y densidades.

TABLA 6: Formato de Plancha

Medidas	Densidad aparente (*)
1.000 x 500 x 20 mm	10 kg / m ³ (D-10)
1.000 x 500 x 30 mm	10 kg / m ³ (D-10)
1.000 x 500 x 40 mm	10 kg / m ³ (D-10)
1.000 x 500 x 50 mm	10 kg / m ³ (D-10)
1.000 x 500 x 80 mm	10 kg / m ³ (D-10)
1.000 x 500 x 100 mm	10 kg / m ³ (D-10)
2.000 x 1.000 x 50 mm	10 kg / m ³ (D-10)

7.9. CUBICACIÓN

Para calcular la cantidad de poliestireno expandido necesario para una cubierta, se debe dividir la superficie a cubrir por el rendimiento por m² de plancha

Rendimiento plancho: plancha de 1 x 2 m = 2 m²

7.10. FIJACIONES

Normalmente el poliestireno expandido no se fija. En caso de ser necesario, se puede utilizar algún adhesivo.

Ejemplo: para una superficie de cubierta de 100 m² $100/2 = 50$ planchas

Importante superficie total: Largo x Ancho. Se debe considerar un 10% de pérdida por geometría y calces. El poliestireno expandido acepta cualquier pendiente de techumbre.

FIGURA 45: Cortar



Fuente: (SODIMAC)

cartonero.

FIGURA 48: Medir



Fuente: (SODIMAC)

FIGURA 51: Instalaciones de poliestireno expandido



Fuente: (SODIMAC)

7.11. MEDIR.

Para instalar poliestireno expandido como aislante de techumbres, se deberá medir el espacio existente entre las cerchas, vigas o listoneado de cielo, de acuerdo con la estructura.

7.12. CORTAR

Una vez definida la cantidad y forma de los elementos: cortar el aislante con una sierra de punta o con un cuchillo cartonero.

7.13. INSTALAR

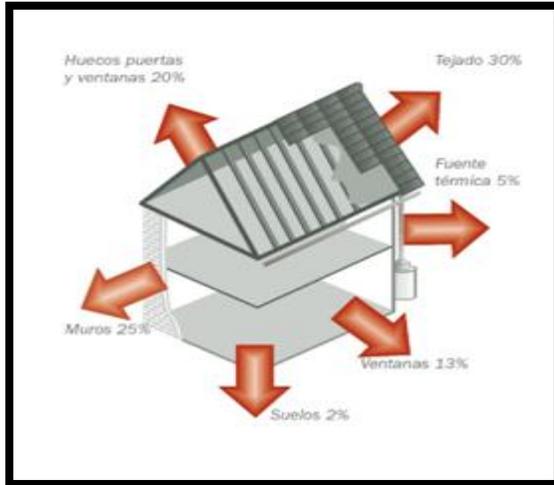
Disponer las placas, cubriendo totalmente la superficie del cielo, sin dejar espacio entre los paneles, para evitar puentes térmicos (*), y asegurar un 100% de rendimiento en la aislación.

Datos: Puente térmico El concepto de "puente térmico" se asigna a materiales (como pie derecho, viga o pilar, entre otros) que dada su conductividad térmica

permiten el traspaso de energía desde un punto a otro. Por lo tanto, que dicha conectividad dependerá del tipo de material que se esté utilizando, de su disposición en la construcción y de si éste se encuentra protegido o no (por un aislante que genere la rotura del puente). (falabella)

7.14. POLIESTIRENO EXTRUIDO.

FIGURA 56: Planchas aislantes de poliestireno extruido, en eficiencia



Fuente: (Quinto, 2022)

es clave para reducir la demanda energética. De ahí que sea necesario una buena aplicación de las planchas aislantes sobre la superficie exterior de la fachada o medianera existente.

El aislamiento por el exterior con poliestireno extruido (SATE XPS) es la solución más efectiva ya que un mínimo de inversión permite rentabilizar el ahorro energético a lo largo de toda la vida útil del edificio.

7.15. ventajas del aislamiento por el exterior

Tanto en obra nueva como rehabilitación, la colocación del producto de aislamiento por el exterior de la hoja principal, presenta grandes ventajas frente a los sistemas tradicionales de aislamiento en cámara o por el interior.

El sistema de aislamiento térmico por el exterior con planchas aislantes de poliestireno extruido, consiste en la aplicación, sobre la superficie exterior de la fachada o medianera existente, de las planchas aislantes, que van después revestidas por una capa protectora y de acabado ejecutada con morteros especiales por instaladores cualificados.

La correcta ejecución del sistema

FIGURA 53: Planchas aislantes de poliestireno extruido



Fuente: (Quinto, 2022)

7.15.1. Estas ventajas son:

Se minimizan los puentes térmicos, el aislamiento se adapta a las geometrías del mismo sin discontinuidad.

La continuidad del aislamiento evita las diferencias de temperatura entre los distintos puntos de los elementos constructivos y en consecuencia los movimientos de origen térmico que pueden ocasionar fisuras y grietas.

Se evitan los choques térmicos, suprimiendo las variaciones grandes de temperatura en el grueso de la obra.

Se reduce el riesgo de

Condensaciones superficiales e intersticiales.

El cerramiento puede aprovechar mejor su inercia térmica, de esta manera se estabiliza térmicamente la construcción, contribuyendo a conseguir una temperatura constante durante todo el año.

El proceso constructivo es más sencillo y rápido, ya que sólo hay que aplicar el SATE sobre un muro soporte compuesto de una sola hoja.

Este sistema ocupa menor espacio en planta que otras soluciones (tradicionales o fachadas con cámara). (Quinto, 2022)

7.16. ESPUMA DE POLIURETANO

La espuma de poliuretano expandido es un producto que se ha vuelto muy popular, debido a su fácil uso y la cantidad de aplicaciones que tiene en el mundo del bricolaje y las reformas. A continuación, te explicamos todo sobre la también llamada espuma aislante o espuma de polietileno. ¡Toma nota de cómo aplicar la espuma de poliuretano, como limpiarla y sus usos!

7.16.1. Utilidad de la espuma expansiva de poliuretano

La espuma aislante de poliuretano está hecha a base de resina sintética, capaz de pasar del estado líquido a convertirse en espuma en un momento, llegando a

triplicar su volumen cuando está seca. Por eso, se recomienda siempre rellenar los huecos un 30% con la espuma expansible, para que al secarse no sobrepase mucho la superficie.

La espuma proyectable en bote puede tener dos formas. Puedes comprar la espuma de poliuretano en spray o en pistola para proyectar poliuretano. La primera opción cuenta con un tubo o cánula, que deberás limpiar después de cada uso con acetona, porque es por donde sale la espuma de polietileno.

A continuación, te explicamos cómo inyectar la espuma de poliuretano impermeable y algunas de sus aplicaciones más frecuentes.

7.16.2. Correcta aplicación

Los pasos a seguir para usar el sellador de espuma de montaje son los siguientes:

Ponte guantes protectores porque el aislante de espuma de poliuretano es nocivo para la piel

Agita el bote y colócalo con la boquilla hacia abajo

Encaja el bote de espuma de poliestireno en la pistola y coloca bien la cánula

Rellena los huecos, sella espacios o realiza la manualidad que sea

Espera a que se seque (1 hora aprox.), luego cortar la espuma que sobresale con un cúter

Tras la aplicación, comprueba que no te hayas manchado con la espuma. Si es así, limpia antes de que se seque del todo

7.16.3. Usos y aplicaciones

Entre los usos más destacados están los siguientes:

Se usa habitualmente la espuma de poliuretano para pegar tejas. En efecto, puedes reparar tejas rellenando los huecos entre ellas con esta espuma expansible.

Otro uso habitual es el de rellenar huecos o sellar puertas y ventanas para aislar la casa del frío. Es un producto ideal para esto porque es impermeable y aislante térmico e incluso acústico. Lo cierto es que la espuma de polietileno se puede tratar para añadirle propiedades ignífugas, térmicas, antihumedad y anti fúngicas. En este artículo te hablamos mejor de los tipos de placas de poliuretano, que es otro formato bastante popular en construcción.

FIGURA 59: Poliisocianurato



Fuente: (ACH, 2022)

Hay quien lo usa también para rellenar huecos y sirve para arreglar goteras, aunque siempre deberás mirar que no haya una causa más profunda antes de tapar huecos con espuma de poliuretano. Por ejemplo, si hubiera una fuga en una cañería, tapar el agujero final con espuma selladora no estaría arreglando el problema. Te recomendamos que, dado este caso, contactes primero con un fontanero.

7.16.4. limpieza de la espuma de relleno

La espuma de poliuretano se limpia con acetona. Es muy mala para la piel, por lo que te recomendamos quitar espuma de poliuretano sin mancharse con ella. Para ello, utiliza guantes, delantal, mono de trabajo y todo lo necesario para que tu piel no entre en contacto con esta espuma expansible, ya que no es que sea difícil de quitar, es que es dañina para la salud.

Por otro lado, existe también la espuma ECO ideal para manualidades y respetuosa para la piel. Sin embargo, su efecto ignífugo, acústico y de resistencia máxima no puede compararse con el de otras espumas. (servel estacio)

7.17. ESPUMA DE POLIISOCIANURATO.

Nos encontramos ante un material cuyas propiedades avalan su gran éxito dentro del sector:

Gran rigidez y poco peso.

Nula absorción de agua debido a su estructura de celda cerrada de polímero. Haciendo que su propiedad aislante no disminuya.

Facilidad de manejabilidad y trabajo.

No propaga la llama.

Nivel de humo que genera en caso de incendio es muy bajo o casi nulo.

Hace que los paneles sándwich de los que forma parte sean ligeros y fáciles de manipular.

Gran resistencia mecánica.

Estructura celular cerrada que permite la conservación del recinto en óptimas condiciones.

7.18. AISLAMIENTO PIR

Una de las características más destacada del aislamiento de poliisocianurato o aislamiento PIR es el gran aislamiento térmico que tiene y la facilidad de dar continuidad evitando puentes térmicos. Este aislamiento da una mayor resistencia a los cambios en la temperatura y la humedad, lo que hace que el ahorro energético sea mayor, ya que la temperatura, dentro del hogar o el establecimiento donde se use este tipo de material, se mantendrá estable. (ACH, 2022)

El aislamiento PIR es muy ligero minimizando la carga estructural.

7.18.1. Aplicaciones de poliisocianurato

El poliisocianurato tiene una gran cantidad de aplicaciones y una de las razones es por las grandes propiedades de este material:

- ❖ Fachadas ventiladas
- ❖ Conductos de aire acondicionado y ventilación.
- ❖ Extracciones de aire.

- ❖ Instalaciones térmicas industriales
- ❖ Aislamiento térmico para la construcción de camiones frigoríficos.
- ❖ Intervalo de temperatura de trabajo:

temperaturas por debajo 0°C hasta 80°C.

- ❖ Aislamiento térmico de suelos de cámaras frigoríficas y de túneles de congelación.
- ❖ Soporte para tuberías y bombas, mecanizado en forma de medias coquillas.

Aislamiento térmico en paneles sándwich con chapa metálica, poliéster, madera, fibrocemento, etc.

Naves industriales, aeropuertos, edificios de administración, casetas y casas prefabricadas, hoteles, vestíbulos de exhibición y recintos feriales, laboratorios, salas blancas y quirófanos, salas de pintura, centrales eléctricas, plantas de reciclaje y plantas incineradoras de desechos, polideportivos, grandes superficies comerciales, cubiertas y fachadas de viviendas, salas de conservación, salas de proceso, etc.

7.19. LANA DE VIDRIO

Si el problema es colocar un buen aislante térmico para techos de madera, en este artículo te mostramos los pasos para saber cómo instalar lana de vidrio para aislar del calor y el frío a un techo de madera.

7.20. LANA DE ROCA.

La lana de roca se fabrica calentando ciertos minerales hasta su punto de fusión y luego haciendo girar los minerales hasta que se solidifican en forma de finos hilos. El aislamiento de lana de roca también puede ser conocido como lana de roca o aislamiento de lana de roca. El tipo específico de roca que se usa para hacer aislamiento de lana de roca es el basalto, una roca volcánica que se derrite a aproximadamente 3,000 grados Fahrenheit.

7.20.1. Uso de lana de roca como material aislante del calor

FIGURA 62: Pana de roca



Fuente: (Aislantes termico)

Además, la lana de roca se utiliza para el aislamiento acústico, también conocido como insonorización.

El aislamiento de lana mineral está hecho de una mezcla de piedra y escoria, por lo que también se le llama aislamiento de lana de roca, aislamiento de lana de roca o aislamiento de lana de escoria. La piedra o escoria se calienta en un horno hasta que se funde. Luego, en un proceso similar a la fabricación de

algodón de azúcar, la roca fundida o escoria se hace girar hasta que se enfría en la formación de fibras largas y delgadas. A continuación, las fibras se colocan densamente una encima de la otra. (Aislantes termico)

7.20.2. Herramientas para colocar lana de roca en las paredes

FIGURA 65: Instalación de lana de roca



Fuente: (Aislantes termico)

- ❖ Guantes
- ❖ Llana
- ❖ Espátula
- ❖ Sierra
- ❖ Materiales para colocar lana de roca en las paredes:
- ❖ Adhesivo especial
- ❖ Paneles de lana de roca

7.20.4. Pasos para colocar lana de roca en las paredes

Lo primero que debemos hacer es tener todo nuestros materiales y herramientas necesarias para poder colocar la lana de roca como paneles en nuestras paredes

o repisas, de tal manera que tengamos todo a nuestra disposición al momento de realizar esta práctica dentro de nuestros hogares. A continuación, explicamos el paso a paso:

Aplicar un extendido del adhesivo en toda la superficie de una de las caras de un panel aislante de lana de roca.

- ❖ Trasladar el panel aislante y colocarlo en la pared que deseamos cubrir con lana de roca. Los paneles deben colocarse a romper juntas, sin dejar aberturas.
- ❖ Presionar el panel aislante y fijarlo con la ayuda de una llana.
- ❖ Luego utilizamos le echamos una capa de lámina para cubrir el espacio y formar una capa, para poder cubrir los espacios
- ❖ Alinear los paneles aislantes ya colocados en la pared.
- ❖ Consejos adicionales:
- ❖ Para evitar la formación de puentes térmicos, eliminar por completo el mortero adhesivo entre las juntas de los paneles o aberturas de inmediato.
- ❖ Para colocar los paneles que tocan las esquinas de la pared, cortarlos previamente con una sierra adecuada. (como colocar lana de roca en las paredes)

7.21. Vidrio celular

El vidrio celular directamente espumado a partir de residuos de vidrio tiene un precio comparable con la lana mineral de densidad equivalente y se convierte en el socio preferido de los tejados planos con espumas de polímero para aumentar la resistencia al fuego y la dureza bajo las membranas impermeabilizantes. Pero también el techo invertido tiene un nuevo futuro cuando se instala una fina capa de vidrio celular de bajo coste bajo la membrana impermeabilizante.

7.21.1. UTILIDAD DEL VIDRIO CELULAR

El vidrio celular es un material de espuma de vidrio, que se forma a partir de una reacción entre el vidrio y el carbono a altas temperaturas. La espuma de vidrio

tiene una estructura celular y es impermeable. Tiene buenas propiedades térmicas y por lo tanto puede ser utilizado como aislante térmico.

Su alta impermeabilidad lo hace ideal como barrera contra la humedad del suelo. Debido a que la espuma de vidrio está totalmente hecha de materiales inorgánicos, no es inflamable. El vidrio de espuma también tiene una alta resistencia a la compresión, lo que hace que el material sea muy adecuado para el aislamiento de techos planos que están cubiertos con betón de otras sustancias

FIGURA 68: Vidrio celular



Fuente: (termico)

pesadas. Por otro lado, la espuma de vidrio no es adecuada para el aislamiento de suelos de madera, debido a su alta impermeabilidad.

7.21.2. Usos del vidrio celular como aislante

❖ El aislamiento térmico con este material se utiliza mucho en el ámbito industrial, sobre todo para:

- ❖ Sistemas criogénicos.
- ❖ Tuberías, equipos, tanques y recipientes de baja temperatura.
- ❖ Tuberías y equipos de media y alta temperatura.
- ❖ Tanques de almacenamiento de aceite caliente y asfalto caliente.
- ❖ Sistemas de fluidos de transferencia de calor.
- ❖ Sistemas de procesamiento de hidrocarburos.
- ❖ Sistemas de procesamiento químico.
- ❖ Tuberías de vapor y de agua fría en superficie y subterráneas.
- ❖ Tuberías y conductos comerciales.

7.21.3. Ventajas y beneficios de aislar con vidrio celular

Los siguientes puntos son los que hacen que usar este material sea conveniente, según la necesidad:

Tiene una estructura de vidrio de célula cerrada homogénea que resiste la humedad tanto en forma líquida como de vapor y da como resultado una eficacia aislante constante y a largo plazo.

Es no combustible ya que es 100% vidrio y no contiene aglutinantes ni rellenos, no se puede quemar. No absorbe líquidos o vapores inflamables.

Resistente a la corrosión, puesto que no se ve afectado por los productos químicos comunes ni por la mayoría de las atmósferas corrosivas. No promueve la corrosión del metal y su resistencia a la humedad ayudará a evitar que el agua llegue a los equipos y tuberías.

No se hincha, deforma, encoge ni distorsiona de ninguna otra manera. La integridad del aislamiento permanece intacta incluso en los extremos del servicio criogénico.

Es resistente a los insectos, así como a los microbios y al moho.

Puede soportar cargas que aplastan la mayoría de los demás materiales aislantes. En un sistema de tuberías correctamente diseñado, elimina la necesidad de un tratamiento especial en las cunas de las tuberías. Proporciona una base de fuego para las membranas del techo, chaquetas o retardadores de vapor, y puede prolongar su vida útil.

Ecológico y sostenible. Ha sido reconocido formalmente como un material de construcción sostenible y respetuoso con el medio ambiente. (Aislamiento termico)

7.22. CORCHO AGLOMERADO.

La instalación de losetas de corcho es una de las posibles soluciones para el aislamiento acústico de una vivienda. Su colocación se establecerá en varios pasos:

Trazado de líneas para dividir las paredes en cuatro partes.

Colocación de la primera de las losetas en el centro de la pared y el resto de forma sucesiva. Para adherir el corcho a la pared, utilizaremos cola de contacto.

Ajustar las losetas con golpes de martillo, interponiendo entre el martillo y la superficie de aislamiento un taco de goma para evitar que se rompa el corcho.

Por último, al terminar el aislamiento térmico con corcho tendremos que pasar un rodillo sobre la superficie para eliminar cualquier posible burbuja que pudiera quedar.

El aislamiento acústico con rollos de corcho diferirá ligeramente del realizado con losetas. Es un proceso similar al que haremos cuando colocamos papel pintado en las paredes. Lo primero que tenemos que hacer es realizar una línea vertical en el centro de la pared. Sobre ella colocaremos el borde derecho de la tira de corcho para colocar seguidamente el resto de las tiras alineadas. La cola de vinilo especial servirá para fijar el corcho gracias a que se pueden realizar correcciones cuando el corcho ya está colocado.

Nuestros expertos le aconsejarán el mejor aislamiento térmico para su vivienda. Consúltenos y aíse su vivienda de las temperaturas extremas, evitando la pérdida de energía. (ECOGREENHOME)

7.23. PERLITA EXPANDIDA.

Aplicaciones de la perlita expandida en construcción

En notas anteriores hemos presentado a la perlita expandida enfocados en sus propiedades como aislante térmico y en aplicaciones de Stonewash para la industria textil. En esta ocasión, profundizaremos en sus aplicaciones como agregado liviano y aislante térmico en la industria de la construcción.

La perlita al ser un mineral expandido contiene alvéolos de aire que le proporcionan una baja densidad y propiedades como aislante térmico. Actualmente, es de gran interés para desarrollar productos en la industria de la construcción, por sus beneficios de ligereza, aislamiento acústico y térmico. Este material se puede emplear como agregado liviano en morteros, donde puede

reemplazar algunas cargas de la formulación. Otro uso relevante es en formulaciones de yesos proyectados, donde su baja densidad aparente permite una aplicación más fácil, dando mayor trabajabilidad al producto final y un acabado deseado. Adicionalmente, su blancura y su capacidad de resistencia al fuego, favorece su uso en revestimientos de interiores como techos y paredes. Tanto en morteros livianos, como en yesos proyectados, un mayor espesor de producto aplicado dará un mayor aislamiento a cambios de temperatura, debido a su baja conductividad térmica. Esto permite la construcción de estructuras refrescantes y modernas en zonas de altas temperaturas.

La perlita también puede ser empleada como agregado en placas de fibrocemento y también en drywall. En estas aplicaciones, su incorporación proporciona una mejor estabilidad dimensional sumado a su aporte de ligereza (baja densidad aparente), permitiendo la elaboración de placas livianas. (QPROS, 2021)

7.24. VERMICULITA

La vermiculita es un material aislante que tiene numerosas aplicaciones en estufas, chimeneas y, en general, en la instalación de productos de calefacción.

7.24.1. Instalación de vermiculita al colocar chimeneas de bioetanol

A la hora de instalar una chimenea de bioetanol en un material inflamable o delicado como puede ser la madera, se pueden usar las placas de vermiculita como aislante para evitar que los materiales sobre los que se instala la chimenea se dañen. Además de placas de vermiculita, también se pueden usar otros materiales aislantes como lana de roca para instalación de chimeneas de bioetanol en pladur, madera, etc.

Existen placas de vermiculita de diferentes tamaños. Los más frecuentes en el mercado son:

TABLA 7: Vermiculitas de diferentes Tamaños

100	610	25mm	Placa completa
495	610	25mm	Media placa
495	300	25mm	Cuarto de placa
330	610	25mm	Tercia de placa

Un aspecto importante a la hora de comprar vermiculita es fijarse en la densidad del producto. Si la densidad de las placas de vermiculita es de 600 Kg/m³ (Dureza D600) estamos ante un producto de calidad.

Por último, hay que destacar que las planchas de vermiculita son fáciles de cortar con una sierra para adaptarlas a las medidas necesarias. Así podremos utilizarlas tanto en una instalación nueva de chimenea como para sustituir cualquier placa de nuestra estufa si se estropea y necesitamos cambiarla.

7.25. PLACA DE YESO

Instalar paneles de yeso, también conocidos como tabiquería de cartón yeso, es una parte importante de construir una casa. Antes del uso generalizado de los paneles de yeso, tomaba grandes cantidades de tiempo construir una cimentación que soportara pintura o empapelado. Ahora, puedes instalar fácilmente tus propios paneles de yeso en solo unas horas, dependiendo de cuán grande sea la habitación.

7.25.1. Seleccionar los paneles de yeso

Comprende que los paneles de yeso normalmente vienen en paneles de 10 x 20 cm (4 x 8 pulgadas). Paneles más grandes de 10 x 30 cm (4 x 12 pulgadas) están disponibles, pero es más difícil trabajar con ellos y generalmente los usan profesionales con la ayuda de otras personas. Estos paneles más grandes tienden a romperse fácilmente durante el transporte al lugar de trabajo, aunque

normalmente requieren menos trabajo porque, si los paneles son más grandes, significa que hay menos juntas que pegar.

Los paneles de yeso normalmente se instalan horizontalmente, pero pueden instalarse verticalmente si deseas.

Sé consciente de que los grosores van desde 0,6 cm hasta 1,6 cm (0,25 a 0,625 pulgadas), siendo 1,2 cm (0,5 pulgadas) el más popular. Los paneles de 0,6 cm a menudo se usan como revestimientos para paneles de yeso existentes y no están diseñados para usarse en nuevas construcciones. Revisa tu reglamento de construcción local para conocer los requerimientos en tu localidad.

FIGURA 71: Vermiculita



Fuente: (VERMICULITA, 2021)

Presta atención a la composición de los paneles de yeso. Al seleccionar paneles de yeso, usa composiciones que encajen con el ambiente en donde se instalarán. Por ejemplo, existen varios productos resistentes a la humedad, conocidos comúnmente como "placa verde", diseñados para instalarse en áreas con alta humedad,

como garajes y baños. Averigua en tu tienda local de artículos de construcción antes de comprometerte a comprar.

Instalar placas verdes en toda la casa puede ser un exceso, pero podría ser útil en áreas de alta humedad, como los baños, con tal de que no se usen para forrar la tina o ducha. Los paneles de yeso de placa verde no son muy buenos en lugares en donde es probable que se mojen. En su lugar, usa un tablero de cemento reforzado con vidrio alrededor de las baldosas de la ducha o la bañera.

7.25.2. INSPECCIONAR EL LUGAR DE INSTALACIÓN

Prepara el área de la pared de forma que vaya a sostener los paneles de yeso. Retira cualquier panel de yeso, clavos o tornillos viejos y cualquier otra cosa

que evite que los nuevos paneles de yeso se coloquen pegados sobre los travesaños.

Inspecciona y repara los posibles daños ocultos. Revisa que el entramado suelto, el daño por humedad, las termitas u otros problemas no hagan que la instalación se vuelva un problema también. No te sorprendas si encuentras travesaños de acero en lugar de madera. Los travesaños de acero generalmente son buenos, ya que el acero proporciona una fuerza adicional, y son a prueba de termitas y resistentes al fuego. Al usar travesaños de acero, la única diferencia es que tendrás que usar tornillos para paneles de yeso en lugar de clavos al colgar los paneles.

Inspecciona el aislamiento que está engrapado a los travesaños. Usa cinta adhesiva Kraft para reparar el papel desgarrado en la base para maximizar la eficiencia energética.

Usa espuma de expansión triple para sellar grietas y huecos en las paredes exteriores. Busca espumas que sean permanentes, rígidas, a prueba de o resistentes al agua, y que no se encojan. No apliques espuma alrededor de puertas o ventanas.

7.25.3. MEDIR Y CORTAR PANELES DE YESO PARA LA PARED

- ❖ Marca la ubicación de todos los travesaños usando un detector de vigas. No te confíes de que todos los travesaños estarán en centros de 40 o 60 cm (16 o 24 pulgadas) como deberían estar. Algunos travesaños están a 1,2 cm (0,5 pulgadas) fuera de alineación en cualquier dirección, a veces debido a que el constructor realizó un trabajo de carpintería descuidado. Una buena idea es colocar cinta protectora a lo largo del suelo mientras los travesaños están expuestos y marcar la línea central de cada travesaño con un plumón de alta visibilidad.
- ❖ Mide la pared contra un pedazo de un panel de yeso para determinar si el extremo encajará en el centro de un travesaño. Nuevamente, es probable que

tengas que cortar algunas piezas del panel de yeso para centrar los extremos en un travesaño.

- ❖ Al cortar paneles de yeso, usa una regla T y una cuchilla para marcar una línea a un lado del papel del panel de yeso. Coloca tu rodilla en el lado opuesto del corte y rápidamente jala el pedazo del panel de yeso hacia ti mientras al mismo tiempo empujas la rodilla hacia afuera, partiendo el panel de yeso en una línea recta. Limpia el papel restante a lo largo del pliegue recién formado con la cuchilla.
- ❖ Coloca una gota de pegamento a lo largo de cada pieza de empalme o viga sobre la cual se colocará el panel de yeso. Hazlo justo antes de cuando planees colgar los paneles.
- ❖ Con la ayuda de alguien, eleva el panel de yeso hacia la pared y, usando un taladro, instala cinco tornillos en el travesaño en el centro del panel de yeso. Comienza en el centro y trabaja hacia afuera. Clava cinco tornillos por cada travesaño.
- ❖ Los tornillos adicionales pueden ayudar en algunas situaciones, pero generalmente son un exceso; requerirán un empastado y lijados adicionales que puede restarle al acabado final.
- ❖ Considera usar una broca para atornillador accionada con resorte para paneles de yeso. Estas están diseñadas para encastrar cada tornillo para paneles de yeso a exactamente la misma profundidad antes de ajustar la broca del tornillo, como una señal para detenerte y retirar el taladro.
- ❖ Usa una sierra para paneles de yeso para realizar cortes a lo largo de aberturas irregulares, como arcos. Continúa instalando paneles de yeso sobre aberturas para ventanas y puertas. Podrás cortar el exceso de paneles de yeso más adelante. Al mismo tiempo, sé consciente de que ninguna unión se alinea con la esquina de una puerta o ventana, y no ajustes todavía los paneles a los marcos alrededor de las aberturas.
- ❖ Una buena práctica al instalar paneles de yeso sobre tuberías sobresalientes es colocar el panel de yeso contra la tubería y golpetearlo ligeramente con un bloque plano de madera para hacer hoyos en la parte trasera. Luego, retira el

panel de yeso y usa un cortador circular para paneles de yeso o una sierra perforadora para paneles de yeso para cortar un agujero perfecto por el contorno del hoyo en la parte trasera. Es mucho más fácil darle el acabado a esto que si perforas un agujero grande que requiera 3 o 4 capas de empastado para darle el acabado.

- ❖ Continúa pegando, elevando y atornillando los paneles de yeso de esta forma hasta que una fila del techo esté completamente cubierta. Comienza la siguiente fila al borde de la pared, junto a la fila anterior.
- ❖ Corta cualquier pedazo de panel de yeso que esté colgando sobre marcos de puertas o ventanas. Ajusta el panel de yeso alrededor de la ventana o puerta y luego corta la sección apropiada usando un taladro rotativo o una sierra para paneles de yeso.

7.25.4. Empastar y pegar paneles de yeso

- ❖ Mezcla la capa inicial del compuesto del panel de yeso, o empastado, hasta obtener la consistencia de crema agria. Hacer la primera capa de empastado (la cual aplicarás directamente sobre la unión) un poco más líquida de lo normal permitirá que la cinta adhesiva se una bien con el empastado.
- ❖ Usa un cuchillo para paneles de yeso para aplicar una cantidad generosa de empastado a una unión. No tienes que preocuparte por que sea perfecto la primera vez; limpiarás el exceso después de aplicar la cinta. Asegúrate de cubrir la unión por completo.
- ❖ Coloca cinta para paneles de yeso sobre toda la unión a la que le aplicaste el empastado. Usa una espátula de 15 o 20 cm (6 u 8 pulgadas) para paneles de yeso para aplanar la cinta, comenzando por un extremo y jalándola hacia ti en un movimiento fluido.
- ❖ Corta la cinta con anticipación y humedécela ligeramente con agua limpia. No debes remojarla demasiado.
- ❖ Algunos contratistas evitan las cintas perforadas y de fibra, ya que no producen un acabado perfecto y requieren montones de empastado y lijados adicionales

- para hacer bien el trabajo. Haz lo que funcione mejor para ti y lo que se ajuste a tu presupuesto.
- ❖ Limpia el empastado alrededor de la cinta con el cuchillo para paneles de yeso. Limpia el exceso de empastado de forma que la superficie de la unión esté lisa y aplanada.
 - ❖ Inspecciona la unión recién pegada en busca de burbujas de aire. Moja la hoja del cuchillo y aplanas las burbujas con otra pasada si es necesario.
 - ❖ Para esquineras, considera usar una herramienta para esquinas disponible tanto para esquinas interiores como exteriores. Esto le dará al trabajo un acabado profesional.
 - ❖ Aplica empastado y cinta de forma similar. Aplica una cantidad generosa del compuesto. Si aún no lo has hecho, pliega la cinta perfectamente por el centro y refuerza el pliegue un par de veces. Aplica la cinta de forma que el centro del pliegue encaje directamente en la esquina de la pared. Limpia el exceso del compuesto con el cuchillo para paneles de yeso.
 - ❖ Aplica por lo menos dos a tres capas más usando una espátula ligeramente más ancha para cada aplicación. Deja que el empastado se seque entre cada capa, porque burbujeará si lo apresuras.
 - ❖ Muchas capas delgadas de empastado te darán mejores resultados, pero se requiere paciencia para dejarlas secar.
 - ❖ No apliques ningún empastado sobre juntas recién pegadas. Deja que se sequen completamente por un día entre capas a menos que vayas a usar empastado caliente que se secará en una hora. Una gran idea es usar un empastado rosado que se vuelve blanco al secarse, indicando que está listo para otra capa.
 - ❖ No olvides aplicar una capa sobre cada tornillo. No debes notar ningún borde después de cribar el empastado sobre la línea de una junta o el hoyo de un tornillo. Asegúrate de sujetar la hoja pegada al panel de yeso y jalar hacia ti en movimientos fluidos pero firmes. Practica en un pedazo viejo de panel de yeso para afinar tu técnica.

- ❖ Nivelar el empastado sobre cualquier imperfección pequeña en el panel de yeso que pueda ocurrir durante la instalación, como agujeros de clavos o tornillos que hayas omitido.

7.25.5. Lijar y dar el acabado

- ❖ Usa una lijadora de poste con papel de lija para paneles de yeso para lijar las juntas difíciles de alcanzar después de que la capa final se haya secado. No te dejes llevar y lijes hasta que espongas el papel. Este paso transcurre rápidamente porque el empastado se lija fácilmente.
- ❖ Usa una lijadora portátil para paneles de yeso con papel de lija de grano fino para lijar todo lo demás. Nuevamente, la precaución es la clave. Un par de raspadas rápidas sobre las juntas es todo lo que necesitas.
- ❖ Con una linterna y un lápiz, revisa todas las superficies que tengan compuesto aplicado e inspecciónalas en busca de fallas. La luz te ayudará a detectar las imperfecciones. Circula cualquier área problemática con el lápiz. Usa una lijadora de esponja o portátil para lijar cualquier área con fallas.
- ❖ Aplica una capa de imprimación a las paredes, luego lija otra vez. Aplica una capa de imprimación a las paredes, luego lija toda el área ligeramente usando una lijadora de poste. Aunque la mayoría de principiantes omite este paso, es crítico para obtener un acabado agradable y parejo y para evitar un residuo vellosos de papel y pelusas del lijado inicial.
- ❖ No lijes en exceso. Lijar puede ser satisfactorio y divertido, pero a veces la gente lija innecesariamente hasta que atraviesa la cinta. Si esto sucede, aplica un poco más de empastado y vuelve a lijar cuando se seque.

7.26. Armaflex

ArmaFlex es un sistema de aislamiento térmico desarrollado por la empresa Armacell, siendo su principal fabricante.

Está compuesto por una serie de productos, que garantizan el control de la condensación en las instalaciones. Ayuda a incrementar la eficiencia energética de los edificios al tener una excelente resistencia a la difusión del vapor de agua y una baja conductividad térmica.

Esta espuma, resistente al agua y al aire, se usa mucho para aislar tuberías de calefacción, aire acondicionado y sistemas de ventilación. Además, el ArmaFlex es resistente a la intemperie y a la acción de los rayos UV, por lo que es adecuado para su uso en exteriores.

Estas características lo convierten en el material perfecto para ofrecer excelentes resultados a largo plazo.

7.26.1. Utilidades de armaflex

Entre las funciones más destacadas de la instalación de este aislamiento térmico en cualquier obra, está la de incrementar el ahorro y mejorar la eficiencia energética.

Por esta razón es cada vez más frecuente encontrarla implementada en techos, paredes y otros elementos arquitectónicos.

Aunque no es su única aplicación, también sirve como aislamiento térmico para equipos y tuberías.

Esto ayuda a ahorrar energía durante el transporte de fluidos fríos o calientes, provenientes de la calefacción, climatizadores o placas solares, entre otros.

FIGURA 74: Armaflex



Fuente: (NAN Arquitectura, 2023)

El material más utilizado para este tipo de sistema es la espuma elastomérica de célula cerrada, la lana mineral y el polietileno.

7.26.2. Instalación del ArmaFlex

La instalación del sistema ArmaFlex es un proceso relativamente

sencillo, por lo que podrás realizarlo en casa, utilizando las siguientes herramientas:

- ❖ metro
- ❖ tiza para marcar
- ❖ bolígrafo con una mina de plata
- ❖ compás
- ❖ calibre de compás
- ❖ regla de hojalata
- ❖ cuchillo corto
- ❖ cuchillo largo
- ❖ piedra de afilar
- ❖ cuchillo cortador ArmaFlex con cuchillas
- ❖ tijeras
- ❖ pincel con cerdas cortas y duras
- ❖ espátula (opcional)
- ❖ extremos de tubos afilados para usarlo como perforadores
- ❖ y rodillo para aplicar adhesivo.

7.26.3. Instalación del aislamiento térmico ArmaFlex en “t”

- ❖ Toma la medida con una tira de la manta.
- ❖ Coge la dimensión de la tira con el flexómetro
- ❖ Calcula el perímetro (P), el diámetro (D) y el radio (R).
- ❖ Realiza la plantilla que vas a utilizar.
- ❖ A partir del “P”, traza un semicírculo con el “R”.
- ❖ Desde el cruce de “R” con la vertical, señala “R” en el semicírculo.
- ❖ Traza una línea paralela a la horizontal pasando por la intersección.
- ❖ En relación con el eje horizontal que mide “P/4”, mide la distancia “P/12”.
- ❖ Ahora, traza una vertical.
- ❖ Marca una horizontal con esta vertical señalada.
- ❖ Marca una recta en el punto marcado y la medida “R+P/12” en la horizontal.

- ❖ Une el punto “R” con el punto de intersección calculado, utilizando una regla flexible.
- ❖ Corta la plantilla.
- ❖ Con esta plantilla, marca la forma en la manta ArmaFlex.
- ❖ Ahora, corta el aislamiento.
- ❖ Aplica el adhesivo e instálalo en la pieza.
- ❖ Con la plantilla haz el cuerpo de la T y remárcalo en la plancha ArmaFlex.
- ❖ Remarca y corta el aislamiento y coloca el adhesivo.
- ❖ Ahora envuélvelo en el tubo.
- ❖ Coloca más adhesivo si es necesario.

En resumen, el ArmaFlex es un material aislante térmico y acústico de alta calidad y durabilidad que se utiliza frecuentemente en la construcción para aislar sistemas de tuberías y reducir la transmisión de ruido. (NAN Arquitectura, 2023)

7.27. CHAQUETAS AISLANTES.

Mantas de aislamiento extraíbles para componentes calientes: se utilizan para evitar que el calor se escape de los componentes al cubrir la superficie del componente con materiales aislantes que ralentizan la transferencia de calor.

Un aislamiento removible es una cubierta hecha de capas de materiales de aislamiento térmico que se sujeta a un componente mecánico para maximizar su eficiencia, regular su temperatura y mejorar la seguridad en el lugar de trabajo.

El uso de tales mantas asegura que el componente cubierto sea fácilmente accesible y útil, a diferencia del aislamiento tradicional permanente.

Las mantas aislantes removibles también se conocen como almohadillas aislantes removibles, cubiertas aislantes removibles y chaquetas aislantes removibles. Las chaquetas aislantes removibles.

se pueden instalar en muchos componentes interiores y exteriores, como calderas, trampas de vapor, tuberías, válvulas, bridas y más.

Por lo general, se utilizan para evitar que el calor se escape de los componentes calientes; sin embargo, también se pueden utilizar para evitar la congelación o el calentamiento de componentes fríos.

FIGURA 77: Chaquetas aislantes



Fuente: (PROINDESA)

Los materiales de aislamiento utilizados varían según las temperaturas ambientales externas, las temperaturas internas de funcionamiento y más. (PROINDESA)

Las chaquetas aislantes cumplen funciones importantes en el aislamiento de calderas ya que generalmente en las instalaciones de las calderas dejan desnudas las superficies que se encuentran a altas temperaturas y esto conlleva a la disminución de la eficiencia

A continuación, mencionaremos las partes de las calderas que se pueden aislar con chaquetas térmicas

7.27.1. Aislantes térmicos en sensores de nivel

Los sensores de nivel están inundados de vapor a alta temperatura y generalmente están desnudos. La superficie está caliente a casi la misma temperatura de vapor además de que tienen pérdidas de calor mientras la caldera esta apagada.

Las chaquetas de aislamiento térmico permiten darle servicio al sensor de nivel y ser reusado después.

7.27.2. Aislante térmico en puertas traseras

Las puertas traseras de las calderas de espalda seca y espalda húmeda tienen un aislamiento interno, por lo general su superficie externa permanece en altas temperaturas.

El aislamiento térmico de chaqueta no es de difícil desmontaje ya que es de fácil visibilidad y después de los diferentes mantenimientos se puede reutilizar.

FIGURA 80: Aislamiento térmico en las puertas traseras



Fuente: (PROCOEN, 28)

7.27.3. Aislantes térmicos en puertas delanteras

Las puertas delanteras de las calderas generalmente no se encuentran a altas temperaturas y no justifica usar aislamiento. Sin embargo, el extremo frontal del cuerpo cilíndrico generalmente está a altas temperaturas.

Esta superficie tiene una combinación de área grande, alta temperatura y largos tiempo de operación por lo que los ahorros de energía por aislarlo son de gran impacto.

FIGURA 83: Aislamiento térmico en las puertas delanteras



Fuente: (PROCOEN, 28)

7.27.4. Aislamiento de puertos de acceso de calderas

Los puertos de acceso a las calderas conocidos popularmente como «tortugas» tienen una superficie a alta temperatura sin aislamiento por lo que las pérdidas de calor son considerables. El aislamiento disminuye las pérdidas de calor y además protege a los operarios contra quemaduras.

Las chaquetas de aislamiento se instalan en minutos y tienen una larga vida útil.

FIGURA 86: Aislamiento térmico de puertos de acceso de calderas



Fuente: (PROCOEN, 28)

7.27.5. Aislamiento de bombas de condensado

Las bombas de condensado tienen válvulas y accesorios a altas temperatura y normalmente se encuentran desnudos.

Generalmente las bombas tienen coladores, válvulas, juntas flexibles completamente desnudos.

Con aislamiento térmico se disminuyen los costos de energía y además se evita el choque térmico en la caldera.

La configuración de los accesorios es muy variable por lo que el cálculo del ahorro depende de cada caso.

FIGURA 89: Aislamiento térmicos de bombas de condensado



Fuente: (PROCOEN, 28)

7.27.6. Aislamiento de válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta son generalmente usadas en los sistemas de transporte y uso de vapor. Generalmente no se toma en cuenta aislar estas válvulas sin tener en cuenta que el área de transferencia de calor es grande.

Se aconseja aislar la totalidad de la válvula incluyendo el bonete para minimizar las pérdidas de calor. Una válvula de compuerta desnuda equivale a varios metros de tubería desnuda por lo que deben aislarse.

FIGURA 92: Aislamiento térmico de válvulas de compuerta



Fuente: (PROCOEN, 28)

7.27.7. Aislamiento de válvulas de control

Las válvulas de control son usadas para controlar el flujo en procesos industriales.

Al igual que las válvulas de compuerta, estas válvulas tienen una gran área desnuda y se aconseja aislar.

Al ser el aislamiento térmico desmontable puede ser usado nuevamente cuando la válvula requiere mantenimiento.

FIGURA 95: Aislamiento térmico de válvulas de control



Fuente: (PROCOEN, 28)

Las válvulas no necesitan ser de gran tamaño para que sea rentable aislarlas.

8. CAPÍTULO 4: COSTOS

En este capítulo se analizan los costos de instalación de aislantes térmicos que incluye el material y la mano de obra. Las herramientas aquí descritas pueden usarse para análisis detallados, sin embargo, en Nicaragua se hace de una forma más simple, básicamente utilizando la Tasa interna de retorno, cuando son instalaciones viejas. Por lo que se describirá el procedimiento utilizado en Nicaragua.

A continuación se describen algunos conceptos utilizados en análisis financieros

8.1. VPN

La definición del Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN) es la suma del valor presente de los flujos de efectivo individuales. Traducido, ¿qué nos aporta? Es una herramienta que nos permite determinar la viabilidad de una inversión o de un proyecto.

Consiste en restar la cantidad invertida inicialmente con el valor presente de los flujos que se esperan recibir en diferentes periodos del futuro. Así, podremos obtener una previsión incluso a medio-largo plazo. Para calcular el Valor Presente Neto tendremos que tener en cuenta los siguientes factores:

Inversión inicial (I^0): desembolso que se plantea hacer en el momento. Al ser una inversión aparecerá en negativo en la fórmula. Inversiones durante el proceso: si se realizan nuevas inversiones además de la inicial.

Flujos netos de efectivo (F): diferencia entre ingresos y gastos que se prevén a lo largo de la vida útil del proyecto. Tasa de oportunidad (k): también conocida como tasa de descuento, es la rentabilidad mínima que se espera obtener al invertir. Se

$$VPN = -I^0 + [F_1 \div (1 + K)_1 + [F_2 \div (1 + K)_2]] + [F_3 \div (1 + k)_3] + [F_4 \div (1 + k)_4] + \dots + [F^n \div (1 + k)^n]$$

Fuente: (Instituto Europeo de Posgrado , s.f.)

mide con un porcentaje. Periodo (n): número de periodos que dura el proyecto.

La fórmula sería la siguiente, atendiendo al sumatorio de cada entrada y salida del efectivo a la que se descuenta su Valor Presente:

8.2. TIR

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el valor actualizado neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado.

La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento. El principal problema radica en su cálculo, ya que el número de periodos dará el orden de la ecuación a resolver. Para resolver este problema se puede acudir a diversas aproximaciones, utilizar una calculadora financiera o un programa informático.

Cálculo de la TIR

También se puede definir basándonos en su cálculo, la TIR es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero:

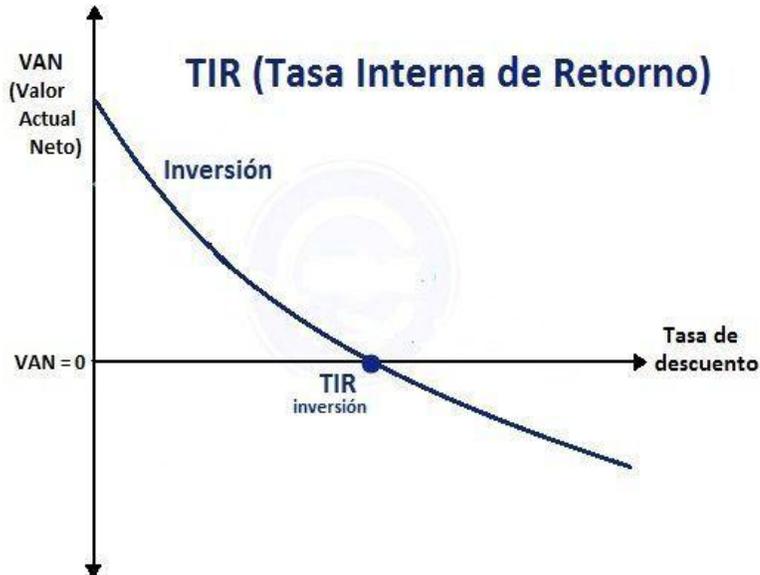
F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo (Conomipedia , 2014)

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_1}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

FIGURA 97: Tasa de interés de retorno



La Tasa Interna de Retorno es el punto en el cual el VAN es cero. Por lo que si dibujamos en un gráfico el VAN de una inversión en el eje de ordenadas y una tasa de descuento (rentabilidad) en el eje de abscisas, la inversión será una curva descendente. El TIR será el punto donde esa inversión cruce el eje de abscisas, que es el lugar donde el VAN es igual a cero. (Conomipedia , 2014)

8.3. TAE

El acrónimo TAE responde a Tasa Anual Equivalente o Tasa Anual Efectiva. Nos ofrece un valor más cercano a la realidad del coste (en caso de un préstamo) o rendimiento (si se trata de un depósito) del producto financiero contratado.

La TAE nos ofrece un valor más fiel que el que revela la tasa de interés nominal (TIN), ya que incluye en su cálculo, además del tipo de interés nominal, los gastos y comisiones bancarias y el plazo de la operación.

Aunque siempre tendremos que tener en cuenta que estamos comparando. Por ejemplo, la TAE de una hipoteca siempre va a ser más alta que la de un préstamo personal con la misma tasa de interés nominal (TIN), porque la hipoteca suele conllevar más comisiones (comisión de estudio, de apertura...). Ver diferencia entre TIN y TAE.

Por tanto, la TAE nos proporciona un dato más fiel pero no exacto, aunque en su cálculo incluye más premisas que el tipo de interés nominal, no incluye todos los gastos. Por ejemplo, no incluye gastos notariales, impuestos, gastos por transferencia de fondos, gastos por seguros o garantías, etc.

Esto se traduce en que, una vez contratado el depósito, sabrás la cantidad que has invertido, la TAE de la operación, el vencimiento y poniendo en común todos estos datos obtendrás un valor que se supone debiera ser el rendimiento de la operación.

Fórmula de la TAE

La fórmula de la TAE es la siguiente:

Dónde:

r: Tipo de interés del préstamo. Es decir, el tipo de interés nominal (TIN)

$$TAE = \left(1 + \frac{r}{f}\right)^f - 1$$

Fuente: (Conomipedia , 2014)

f: Se trata de la frecuencia de pagos durante un año. Si se paga una vez al mes, en un año, serán 12 pagos (1 pago cada mes). Si se paga cada trimestre (tres meses), se pagaría 4 veces al año: $f = 4$. Si se paga de forma anual: $f = 1$. (Conomipedia , 2014)

TABLA 8: Cotizaciones de la empresa SINSA

TABLA 9: Cotizaciones de la empresa FRIO AIRE

TABLA DE PRECIOS DE MATERIALES DE DUCTERIAS TERMICAS.

TABLA DE PRECIOS DE MATERIALES DE DUCTERIAS TERMICAS.

PRECIO DE EMPRESA SINSA

COTIZACION No**Q0024025018105**



CODIGO	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANTIDA D	P UNIT USD	IMPORT E USD
1009281 13	AISLANTE TERMICO DE ESPUMA PRODEX ROLLO: 1.22MTSX20MTSX10MTS ALUMINIO/BLANCO	1.00	\$201.6 9	\$201.69
1009281 21	AISLANTE TERMICO DE ESPUMA PRODEX ROLLO: 1.22MTSX20MTSX10MTS ALUMINIO/ALUMINIO	1.00	\$214.8 9	\$214.89
1006218 91	TAPE ELECTRICA F. VIDRIO 1/2X20MTS SCOTCH 27 3M-EA	1.00	\$51.25	\$51.25
SUB TOTAL USD:				\$467.83
IVA USD:				\$70.17
TOTAL:				\$538.00

PRECIO DE EMPRESA FRIO

AIRE

COTIZACION No 885650

CODIGO	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANTIDAD	P UNIT USD	IMPORT E USD
21FN02	PERFIL INVISIBLE EN PVC 20MM X 4MT PARA DUCTO P3	1.00	\$8.20	\$8.20
21FN04	BAYONETA EN H DE POLIMETRO 2MT PARA DUCTOS P3	1.00	\$2.23	\$2.23
21FN05	TAPAJUNTAS EN POLIMETRO 20MM PARA DUCTOS P3	1.00	\$1.07	\$1.07
21FS03	BANDA AISLANTE PARA JUNTAS 12MM X 100MM X METRO P3	1.00	\$2.60	\$2.60
21GN04	PERFIL DE ALUMINIO PARA TELA 4 METROS P3	1.00	\$11.70	\$11.70
21GN05	TELA CUBIERTA CON PVC 100MM X METRO P3	1.00	\$4.23	\$4.23
21NS05	CINTA ALUMINIO 3 X 50MT PARA DUCTOS P3	1.00	\$16.25	\$16.25
21PR01	PERFIL EN U EN ALUMINIO 20MM X 4M P3	1.00	\$9.30	\$9.30
21PR02	PERFIL EN FORMA DE SILLITA EN ALUMINIO 20MM X 4M P3	1.00	\$13.65	\$13.65
21PR03	PERFIL EN F DE ALUMINIO 4 METROS P3	1.00	\$12.09	\$12.09
21PR04	PERFIL PARA REJILLAS EN ALUMINIO 20MM X 4M P3	1.00	\$16.25	\$16.25

21RF01	DISCO DE ALUMINIO 100MM DE DIAMETRO P3	1.00	\$1.30	\$1.30
21RF02	PERFIL DE ALUMINIO PARA REFUERZOS 4M P3	1.00	\$11.70	\$11.70
21RF03	TORNILLOS AUTORROSCANTES GALVANIZADOS DE 6,3 X 60MM P3	1.00	\$0.49	\$0.49
21SQ0 1	ESCUADRA DE REFUERZOS EN ALUMINIO 20MM PARA DUCTOS P3	1.00	\$0.39	\$0.39
21SQ0 3	CUBREANGULOS PARA PERFIL EN F 20MM P3	1.00	\$2.67	\$2.67
22PD0 1	BASE DE PORTACUCHILLAS PARA CORTE EN V P3	1.00	\$105.3 2	\$105.32
22PD1 6	SOPORTE DE CUCHILLA DOBLE 15 P3	1.00	\$70.66	\$70.66
22PD2 3	SOPORTE DE CUCHILLA DOBLE 22.5 P3	1.00	\$69.72	\$69.72
22PD4 6	SOPORTE DE CUCHILLA DOBLE 45 P3	1.00	\$94.26	\$94.26
22PL01	CUCHILLA PARA CORTE A 45 IZQUIERDA P3	1.00	\$74.11	\$74.11
22PL02	CUCHILLA PARA CORTE A 45 DERECHA P3	1.00	\$74.11	\$74.11
22PL03	CUCHILLA PARA CORTE A 90 P3	1.00	\$74.11	\$74.11
22SM0 1	ENCOLADORA MANUAL P3	1.00	\$9.34	\$9.34
22SQ0 7	ESCUADRA DE ALUMINIO 700MM P3	1.00	\$102.7 2	\$102.72

22SQ1	ESCUADRA DE ALUMINIO	1.00	\$109.5	\$109.55
2	1200MM P3		5	
22VL08	SET DE HERRAMIENTAS PARA	1.00	\$725.4	\$725.46
	DISEÑO DE DUCTO P3		6	
444336	FIBRA FLEX 3075 ALUMINIO R-5	1.00	\$0.92	\$0.92
TRAS	ESPEJOR 1 1/2 PIE OWENS			
	CORNING			
628126	ESPUMA RIGIDA FOAMULAR F-	1.00	\$53.96	\$53.96
	250 2 X 48 X 96 PULG OWENS			
	CORNING			
703692	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 10 X 25	1.00	\$29.52	\$29.52
	OWENS CORNING			
801951	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 6 X 25	1.00	\$20.97	\$20.97
	OWENS CORNING			
801960	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 8 X 25	1.00	\$26.99	\$26.99
	OWENS CORNING			
801973	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 10 X 25	1.00	\$34.44	\$34.44
	OWENS CORNING			
801977	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 12 X 25	1.00	\$39.12	\$39.12
	OWENS CORNING			
801978	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 14 X 25	1.00	\$40.57	\$40.57
	OWENS CORNING			
802000	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 18 X 25	1.00	\$70.52	\$70.52
	OWENS CORNING			
802007	DUCTO FLEXIBLE BOLSA 16 X 25	1.00	\$48.04	\$48.04
	OWENS CORNING			
			SUB TOTAL USD:	\$1,988.5
				3
			IVA USD:	\$298.28

TOTAL: \$2,286.8
1

TABLA 10: Cotización de la empresa RETECSA

PRECIO DE EMPRESA

RETECSA

CENTROAMERICA

COTIZACION No PCG-

01421



CODIG O	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANTIDA D	UM	P UNIT USD	IMPORT E USD
10-AIS- FC- 15143	FIBRA CERAMICA 1 GROSOR X 2 ANCHO 6LB/PIES SUPERWOOL PLUS	25.00	PIE	\$4.84	\$121.00
10-AIS- FC- 12518	FIBRA CERAMICA 2 GROSOR X 2 ANCHO 8LB/PIES SUPERWOOL PLUS	12.50	PIE	\$10.7 1	\$133.88
10-AIT- FM- 12192	CAÑUELA FIBRA MINERAL 4 X 1 G X 1 ML	6.00	UN D	\$26.2 3	\$157.38
10-AIT- FM- 12331	CAÑUELA FIBRA MINERAL 6 X 1 G X 1 ML	6.00	UN D	\$42.3 3	\$253.98

TOTAL, MERCADERIA	\$666.24
10.00% DESCUENTO	\$66.62
SUB TOTAL USD:	\$599.61
IVA USD:	\$89.94
TOTAL:	\$689.55



8.4. Ejercicio 1

En el siguiente ejercicio se presenta un caso de aislamiento de tubería que conduce vapor saturado. Este ejercicio tiene como objetivo presentar la diferencia entre una tubería desnuda y una tubería aislada correctamente, demostrando el ahorro que conlleva el uso correcto de aislantes.

Una tubería de distribución de vapor de 180 metros de longitud, conduce vapor saturado a 10 kg/cm². La tubería tiene un diámetro interior de 202 mm, y un diámetro exterior de 210 mm, y está cubierta con un aislante de fibra de vidrio de 2 ½” de espesor. Determine las pérdidas de calor anuales, considerando los siguientes datos:

DATOS DEL EJERCICIO		
Temperatura ambiente promedio anual:	Ta	28 °C
Temperatura del vapor 10Kg/cm ²	Tv	179.5 °C
Coeficiente interior de transferencia de calor:	hi	146.200 kcal/h-m ² - °C
Coeficiente exterior de transferencia de calor:	he	10.320 kcal/h-m ² - °C
Conductividad térmica del acero:	kt	40.423 kcal/hr-m-°C
Conductividad térmica del aislante:	ka	0.034 kcal/hr-m-°C
Radio interior del tubo	ri	0.101 m
Radio exterior del tubo	r	0.105 m
Radio exterior del aislamiento	re	0.1685 m
Longitud del tubo	L	180 m ²
Área interior del tubo	Ai	5.77 m ²
Área exterior del aislamiento	Ae	16.06 m ²
Eficiencia	ηc	0.8
Costo del gas	Cg	8 USD/MMBtu

Cálculo de la resistencia térmica.

$$R_t = \frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(r/r_i)}{2 \pi k t L} + \frac{\ln(r_e/r)}{2 \pi k_a L} + \frac{1}{h_e A_e}$$

Convección con el vapor
Conducción a través de la tubería
Conducción a través del aislante
Convección con el exterior

$$R_t = \frac{1}{(146.20)(5.77)} + \frac{\ln\left(\frac{0.105}{0.101}\right)}{2\pi (40.42 * 180)} + \frac{\ln\left(\frac{0.1685}{0.105}\right)}{2\pi (0.034 * 180)} + \frac{1}{(10.320)(16.06)}$$

Rt = 0.01287 h-°C / kcal

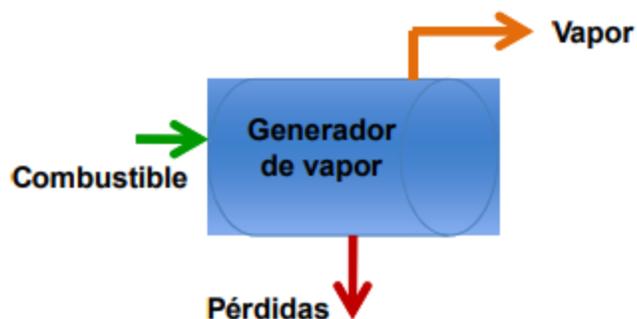
CALCULO DEL CALOR PERDIDO POR LA PARED

$$Q = \frac{\Delta T}{R_t} \rightarrow Q = \frac{(179.5-28)}{0.01287} = 11,772 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q = 11,772 \frac{Kcal}{h} * 3.968 \frac{Btu}{Kcal} * 8760 \frac{H}{año} \rightarrow Q = 409.19 * 10^6 \frac{Btu}{Año}$$

Convirtiendo las pérdidas de calor en la tubería en pérdidas equivalentes de combustible y dinero.

Por medio de la eficiencia del generador de vapor.



$$\eta_c = \frac{\text{Calor ganado por el vapor}}{\text{Calor suministrado por el combustible}}$$

$$\text{Perdidas de combustible} = \frac{\text{Perdidas de calor ganado en el vapor}}{\eta_c}$$

$$\text{Perdida Economica} = [\text{Perdida de combustible}] * [\text{Costo del combustible}]$$

De los datos obtenidos de la tabla del ejercicio:

$$\text{Perdidas de combustible} = \frac{409.2 \text{ MMBtu/año}}{0.8} = 511.5 \text{ MMBtu/año}$$

$$\text{Perdida Economica} = [511.5 \text{ MMBtu/año}] * [8 \text{ USD/MMBtu}]$$

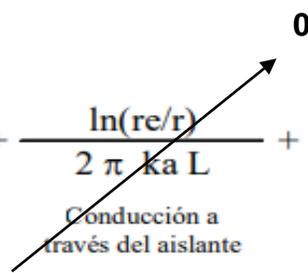
Pérdida económica= 4,092 USD/Año

Realización del cálculo de calor sin aislantes.

Cálculo de la resistencia térmica.

$$R_t = \frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(r/r_i)}{2 \pi k t L} + \frac{\ln(r_e/r)}{2 \pi k_a L} + \frac{1}{h_e A_e}$$

Convección con el vapor
Conducción a través de la tubería
Conducción a través del aislante
Convección con el exterior



$$R_t = \frac{1}{(146.20)(5.77)} + \frac{\ln\left(\frac{0.105}{0.101}\right)}{2\pi (40.42 * 180)} + \frac{1}{(10.320)(16.06)}$$

$$R_t = 0.007219^\circ\text{C} / \text{kcal}$$

CALCULO DEL CALOR PERDIDO POR LA PARED

$$Q = \frac{\Delta T}{R_t} \rightarrow Q = \frac{(179.5-28)}{0.007219} = 20986.2861 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q = \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} * 3.968 \frac{\text{Btu}}{\text{Kcal}} * 8760 \frac{\text{H}}{\text{año}} \rightarrow Q = * 10^6 \frac{\text{Btu}}{\text{Año}}$$

$$\eta_c = \frac{\text{Calor ganado por el vapor}}{\text{Calor suministrado por el combustible}}$$

$$\text{Perdidas de combustible} = \frac{\text{Perdidas de calor ganado en el vapor}}{\eta_c}$$

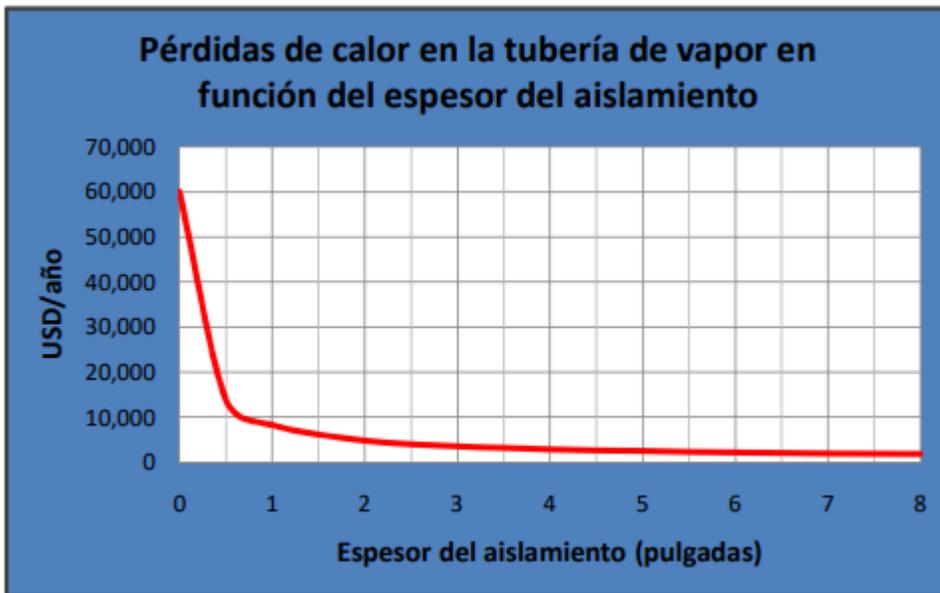
$$\text{Pérdida Económica} = [\text{Pérdida de combustible}] * [\text{Costo del combustible}]$$

De los datos obtenidos de la tabla del ejercicio:

$$\text{Pérdidas de combustible} = \frac{\text{Btu/año}}{0.8} = \text{Btu/año}$$

$$\text{Pérdida Económica} = [511.5 \text{ MMBtu/año}] * [8 \text{ USD/MMBtu}]$$

Pérdida económica= 4,092USD/Año



Aislamientos.

Para reducir las pérdidas de calor, existen muchos tipos de aislantes con propiedades y rangos de temperatura diferentes, lo que ocasiona que los costos varíen ampliamente, razón por lo cual es necesario que antes de seleccionar un aislante se consideren los siguientes puntos:

- Propiedades térmicas del aislamiento a la temperatura de operación.
- Propiedades mecánicas y susceptibles a peligros mecánicos.
- Resistencia al fuego.
- Resistencia al agua, químicos, aceite y otros materiales.
- Costo de compra y costo de instalación

MATERIAL	FORMA	MAX-TEMPERATURA ° C	CONDUCTIVIDAD W/m ° C
Fibra de Vidrio	Laminas de Fibra	510	0.048 (1)
Magnesia al 85%	Laminas Preformadas	310	0.058 (1)
Silicato de calcio LA	Laminas	650-1,100	0.061 (1)
Silicato de calcio LA	Laminas	650-1,101	0.085 (2)
Fibra mineral (roca)	Sacos completos	760-950	0.054 (1)
Fibra Silica	Sacos completos	980	0.063 (2)
Isocianurato	Espuma	145	0.024 (3)
Polihuretano	Espuma Rígida	100	0.024 (3)

Características de algunos aislantes y sus aplicaciones.

Tipos de Aislamientos	Margen de Temperatura ° C	Conduct. (Kcal/h °C m ² / m)	Densidad (Kg/ m ³)	Aplicación
Espuma Uretano	167 a 107	0.014 a 0.018	33	Depósitos y Recipientes
Mantas de Fibra de Vidrio	167 a 232	0.022 a 0.076	10 a 50	Enfriadote, depósitos (calientes y frios), equipos procesadores
Hojas elastomericas	40 a 104	0.032 a 0.034	7,5 a 100	Depósitos y enfriadores
Planchas de Fibra de Vidrio	ambiente	0.029 a 0.045	27 a 100	Calderas a, Depósitos y enfriadores

Tipos de Aislamientos	Margen de Temperatura ° C	Conduct. (Kcal/h °C m ² / m)	Densidad (Kg/ m ³)	Aplicación
Planchas y Bloques de Silicato calcico	232 a 650	0.028 a 0.075	100 a 170	Forros de calderas, cajas de humos y chimeneas
Bloques de Fibra mineral	hasta 1.030	0.046 a 0.114	385	calderas y depósitos
Bloques de vidrio celular	212 a 260	0.025 a 0.095	115 a 4160	depósitos y tuberías
Mantas envolventes de fibra de vidrio	84 a 285	0.19 a 0.068	10 a 50	tuberías y accesorios para ellas
Piezas prefabricadas de fibra de vidrio	51 a 230	0.28 a 0.048	10 a 50	tuberías calientes y frias

Tipos de Aislamientos	Margen de Temperatura ° C	Conduct. (Kcal/h °C m²/ m)	Densidad (Kg/ m³)	Aplicación
Membranas de fibra de vidrio	100 a 370	0.026 a 0.048	10 a 50	tuberías y accesorios para ellas
Piezas prefabricadas y cintas elastoméricas	40 a 104	0.032 a 0.034	75 a 100	tuberías y accesorios para ellas
Camisa de fibra de vidrio con barrera de vapor	28 a 65	0.025 a 0.040	11 a 34	líneas refrigerantes, líneas para temperatura doble, líneas de agua enfriada, tuberías de combustóleo.
Camisa de Fibra de Vid. Sin barrera de vap.	hasta 260	0.025 a 0.040	25 a 50	tuberías calientes.
Bloques y planchas de vidrio celular	21 a 65	0.014 a 0.018	115 a 160	tuberías calientes

Tipos de Aislamientos	Margen de Temperatura ° C	Conduct. (Kcal/h °C m²/ m)	Densidad (Kg/ m³)	Aplicación
Bloques y planchas de espuma de uretano	93 a 150	0.030 a 0.08	25 a 67	tuberías calientes
Piezas prefabricadas de fibra mineral	hasta 650	0.030 a 0.08	134 a 165	tuberías calientes
Mantas de Fibra mineral	hasta 760	0.033 a 0.711	134	tuberías calientes
Fibras de vid. camisas de aplicación en obra para líneas al aire libre	208 a 426	0.026 a 0.070	40 a 100	tuberías calientes
Bloques de lana mineral	454 a 980	0.45 a 0.0114	184 a 260	tuberías calientes
Bloques de silicato calcico	650 a 980	0.042 a 0.091	165 a 230	tuberías calientes

8.5. Ejercicio 2

Este ejercicio consta del cálculo de pérdidas y ganancias de calor de una cámara frigorífica iniciando con el diseño se recomienda el tipo de aislante de poliuretano de 2 pulgadas con un diseño de puerta de sándwich.

El área que se dispone para realizar los cálculos en Pos del diseño de la cámara frigorífica presenta las siguientes características.

Pared (Punto Cardinal)	Largo (m)	Alto (m)	Tem p. Exterior (°C)	Aislamiento	Puerta	Dimensiones
Norte	7.92	2.9	36	Poliuretano 2"	Tipo Sándwich	Altura: 2.9 m
Este	6.75	2.9	36			Ancho: 1.2 m
Sur	7.92	2.9	36			Profundidad
Oeste	6.75	2.9	36			0.8 m

Tabla 2. Características de local.

La temperatura bajo los parámetros en los que se diseñará la cámara será:

$$T_{EXTERNA} = 36^{\circ}\text{C}; T_{INTERNA} = 2^{\circ}\text{C}$$

El tiempo de abatimiento para llevar el producto de 36 °C de temperatura ambiente a 2 °C de almacenamiento será:

$$t_{ABATIMIENTO} = 16h$$

Se tomará en cuenta que, por petición del dueño del local, el sistema trabajará con 230V/3F/60Hz.

4.1. Energía Calorífica por cámara.

$$A_{CAMARA} = Largo \times Ancho$$

$$A_{CAMARA} = 7.92 \text{ m} \times 6.75 = 53.46 \text{ m}^2$$

$$V_{CAMARA} = A_{CAMARA} \times Altura$$

$$V_{CAMARA} = 53.46 \text{ m}^2 \times 2.9 \text{ m} = 155.034 \text{ m}^3$$

La densidad del aire la podemos obtener de la Ilustración 1.

Temperatura	Densidad	Viscosidad dinámica	Viscosidad cinemática	Velocidad del sonido
°C	ρ kg/m ³	μ N.s/m ² 10 ⁻⁵	ν m ² /s 10 ⁻⁵	c m/s
-30	1,452	1,56	1,08	312
-20	1,394	1,61	1,16	319
-10	1,342	1,67	1,24	325
0	1,292	1,72	1,33	331
10	1,247	1,76	1,42	337
20	1,204	1,81	1,51	343
30	1,164	1,86	1,60	349
40	1,127	1,91	1,69	355
50	1,092	1,95	1,79	360
60	1,060	2,00	1,89	366

Ilustración 6. Propiedades del Aire a Diferentes temperaturas.

Donde nuestra T: 36°C, interpolando obtenemos que:

$$\rho_{aire \ 36^\circ C} = 1.1418 \frac{Kg}{m^3}$$

Obtenemos la masa de aire en la cámara:

$$m_{aire \ camara} = V_{camara} * \rho_{aire \ 36^\circ C} \rightarrow m_{aire \ camara} = 155.034 \text{ m}^3 * 1.1418 \frac{kg}{m^3}$$

$$m_{aire \ camara} = 176.7388 \text{ kg}$$

Transformando el $T_{abatimiento}$ (h) a (s):

$$T_{abatimiento} = 16 \text{ h} * 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 57600 \text{ Seg.}$$

Flujo másico de aire en la cámara es:

$$\dot{m}_{aire \text{ camara}} = \frac{m_{aire \text{ camara}}}{T_{abatimiento}} \rightarrow \dot{m}_{aire \text{ camara}} = \frac{176.7388 \text{ kg}}{57600 \text{ seg}} = 0.003068 \frac{\text{Kg}}{\text{Seg}}$$

Usando la Ilustración 2, Obtenemos el Calor específico del aire.

Gas	Fórmula	Constante de gas, R kJ/kg · K	C_p kJ/kg · K	C_v kJ/kg · K	k
Aire	—	0.2870	1.005	0.718	1.400
Argón	Ar	0.2081	0.5203	0.3122	1.667

Ilustración 7. Propiedades del Aire.

$$CP_{aire} = 1.005 \frac{\text{Kj}}{\text{kg} * \text{k}} = 1005 \frac{\text{J}}{\text{kg} * \text{k}}$$

Para nuestro diferencial de temperatura, respecto a la temperatura interna de la cámara y la temperatura exterior, tenemos que:

$$\Delta T = T_{EXT} - T_{INT} = 36^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C} = 34\text{K}$$

Usando la EQ.de calor.

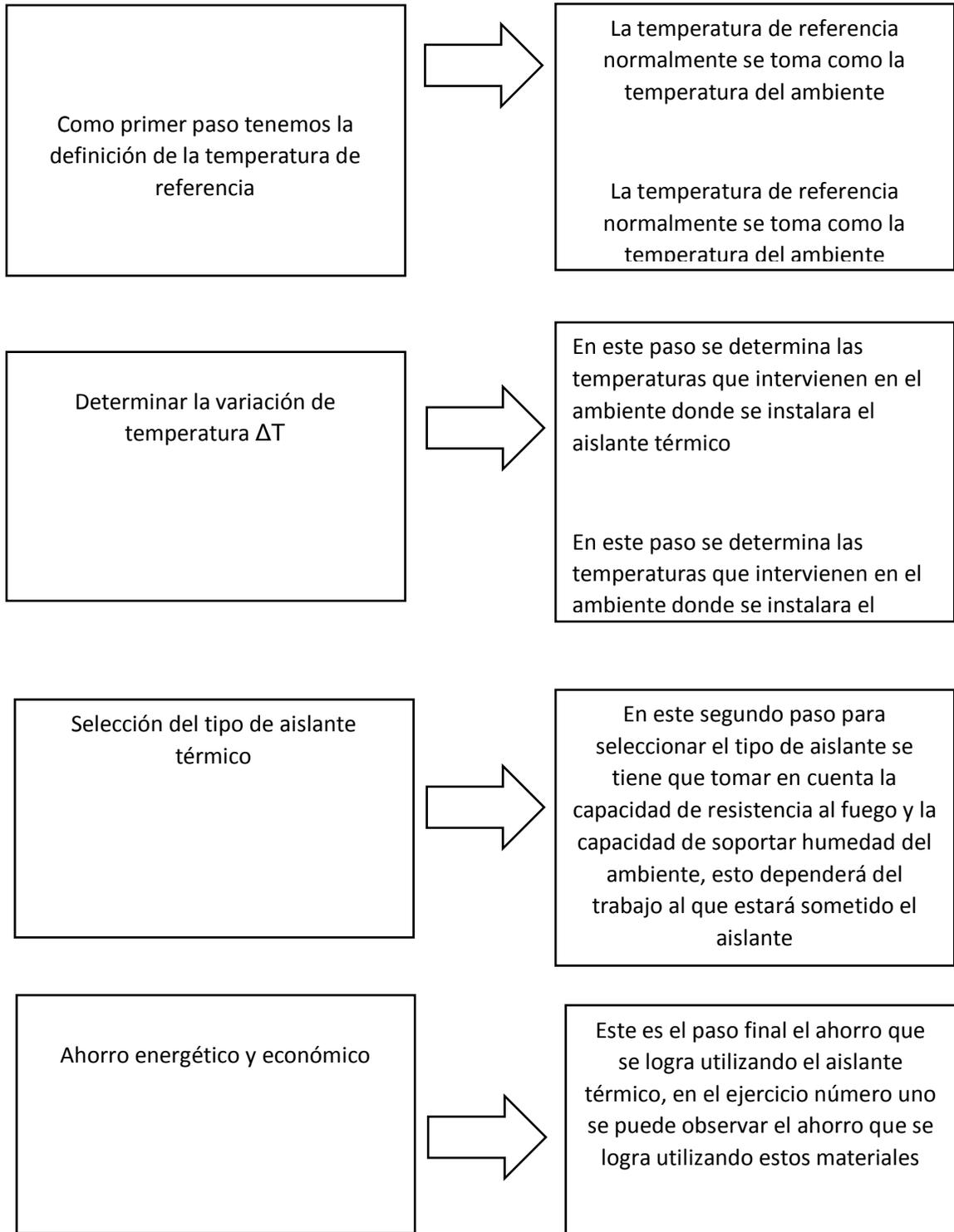
$$Q_{camara} = \dot{m}_{aire \text{ camara}} * CP_{aire} * \Delta T$$

$$Q_{camara} = 0.003068 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 1005 \frac{\text{J}}{\text{kg} * \text{k}} * 34\text{k} \rightarrow Q_{camara} = 104.8466 \frac{\text{J}}{\text{Seg}}$$

El resultado lo necesitamos en BTU/h, procedemos a convertirlo.

$$Q_{camara} = 104.8466 \frac{J}{Seg} * 3.4128 \frac{Btu}{h} = 357.8204 \frac{Btu}{h}$$

9. **Capítulo 5: METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS**



El tipo de enfoque que se desarrollará en nuestra investigación será cuantitativo dado que se basa en investigaciones previas. En nuestro estudio se realizaron consultas de información de diferentes bibliografías para poder desarrollar un plan de selección y costos de diferentes tipos de aislantes en la industria de frio y calor en Nicaragua.

9.1. Cotización de la instalación de aislante para tubería

Esta empresa se dedica a la instalación de aislantes térmicos contando con la Licencia de higiene y seguridad: LHST 1157-12-2021. Esta cotización fue brindada por el ingeniero Fabio Ramírez con el objetivo de dar una idea más concreta del precio de la instalación de un tipo de aislante térmico en la industria nicaragüense.

TABLA 11: Cotización de Instalación de aislamiento para tubería

Descripción del trabajo	cantidad	Precio unitario	Precio total
Aislamiento de tubería de diámetro de 3 1/8" con aislante de poliuretano de 5" de espesor y recubrimiento de lámina de aluminio			U\$ 5,160.00
		Descuento	U\$ 250.00
		Sub total	U\$ 4,910.00
		Imp 15%	U\$ 736.50
		Valor total	U\$ 5,646.50

10. CONCLUSIONES

Al culminar con el trabajo monográfico se han cumplido los objetivos planteados al inicio del proceso, cada uno de ellos está compuesto por parámetros que ayudan a mejorar la metodología de selección de los diferentes tipos de aislantes en la industria nicaragüense.

Se mencionaron los tipos de aislantes térmicos, tomándose en cuenta la composición química, física sus respectivas divisiones según su origen, ventajas y desventajas de los materiales aislantes logrando obtener de manera concreta información detallada que ayudo a continuar con la siguiente parte del documento monográfico

Se definieron las diferentes propiedades térmicas de altas y bajas temperaturas según la aplicación de los diferentes aislantes térmicos en las industrias de frio y calor, se establecieron medidas de ahorro energético según el tipo de industria y el aislante adecuado, realizando una guía de pasos de una correcta instalación para cada uno de los aislantes térmicos.

Se detalla la metodología de selección de aislante térmicos para alta y baja temperatura utilizando la normativa UNE EN 14303 la más común en Europa, esta normativa se incluyó para que sea tomada en cuenta como un parámetro importante la industria nicaragüense.

Se estimaron los costos de los aislantes térmicos existentes en el departamento de managua, cuatro empresas fueron las que proporcionaron información de los costos de ellos, una de las empresas se dedica a la instalación ellos proporcionaron los costos de instalación de un tipo de aislantes como referencia para el trabajo monográfico.

11. RECOMENDACIONES

- 1.- Proponer una Normativa Nacional, donde se incluyan todos los aspectos necesarios para la selección e instalación de estos materiales ya que esta norma no abarca los parámetros de aislamiento a ruido aéreo directo e índice de transmisión de ruido de impacto.
- 2.- Se debe fomentar la capacitación en escuelas técnicas sobre el uso y montaje de aislante térmicos en la Industria, dado que no existe nada actualmente

12. BIBLIOGRAFÍA

- ACH. (28 de abril de 2022). *POLIISOCIANURATO: DEFINICIÓN, PROPIEDADES Y APLICACIONES*.
Obtenido de <https://panelesach.com/blog/poliisocianurato-definicion-propiedades-y-aplicaciones/>
- AEMA. (09 de agosto de 2021). *Cómo Es La Instalación De Material Aislante Acústico En Vivienda*. Obtenido de <https://aema.info/instalacion-de-material-aislante/>
- Aislamiento Termico*. (30 de 09 de 2008). Obtenido de Aislamiento Termico:
<http://proarquitectura.es>
- Aislamiento termico. (s.f.). *vidrio celular*. Obtenido de
<https://www.aislamientotermico.com.ar/materiales-aislantes/vidrio-celular>
- Aislantes termico. (s.f.). *Lana de Roca: propiedades y guía de instalación en techos y paredes*.
Obtenido de <https://www.aislamientotermico.com.ar/materiales-aislantes/lana-de-roca>
- ALBERTO. (14 de Noviembre de 2019). *Tipos de aislantes térmicos para paredes interiores*.
Obtenido de <https://decogas.com/blog/caldera/tipos-aislantes-termicos-paredes-interiores/>
- ALEJANDRE, V. J. (mayo de 2016). *ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE AISLANTES*. Obtenido de
<http://eprints.uanl.mx/14146/1/1080237848.pdf>
- Araque Maqueda. (29 de Octubre de 2015). *Aislamiento termico de vidrio celular*. Obtenido de
Aislante termico de vidrio celular: <https://www.araquemaqueda.com/>
- Arquitectura Sostenible. (11 de Febrero de 2019). *El corcho, un material sostenible con múltiples ventajas para la construcción*. Obtenido de El corcho, un material sostenible con
múltiples ventajas para la construcción: <https://arquitectura-sostenible.es/>
- BEYOND SUSTAINABLE. (13 de Noviembre de 2013). *Tipos de Asilamientos Térmicos*. Obtenido
de LOS AISLAMIENTOS TÉRMICOS DE ORIGEN VEGETAL:
<https://beyondsustainablearchitecture.wordpress.com/>
- CANACEL. (s.f.). Obtenido de Aislantes: Lana de roca: <https://www.canxel.es/blog/aislantes-lana-de-roca/>
- Cengel , Y., & Afshin, G. (s.f.). Transferencia de calor y masa. En Y. Cengel, & G. Afshin,
Transferencia de calor y masa (pág. 26). McGRAW.
- Coltefinanciera*. (08 de 12 de 2014). Obtenido de Educacion financiera :
<https://www.coltefinanciera.com>
- como colocar lana de roca en las paredes*. (s.f.). Obtenido de
<https://reformasbarcelonaweb.com/como-colocar-lana-de-roca-en-las-paredes/>
- conceptos inversion* . (s.f.). Obtenido de Inversion : <https://conceptodefinicion.de/inversion/>

Conomipedia . (15 de 07 de 2014). Obtenido de Tasa interna de retorno :
<https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>

Conomipedia . (31 de 03 de 2014). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/tasa-anual-equivalente-tae.html>

dB certificaciones acusticas. (25 de Mayo de 2023). *Instalaciones acústicas: Consejos para conseguir buenos resultados*. Obtenido de Instalaciones acústicas: Consejos para conseguir buenos resultados: <https://www.dbplusacoustics.com>

dB plusacoustics. (05 de mayo de 2023). *Instalaciones acústicas: Consejos para conseguir buenos resultados*. Obtenido de <https://www.dbplusacoustics.com/instalaciones-acusticas-consejos/>

Diagramas de flujo de efectivo. (24 de 05 de 2021). Obtenido de <https://diagramasdeflujo.net/efectivo/>

Distribuidora Termica Acustica. (s.f.). *Lana de Vidrio Iso-Acustic*. Obtenido de <https://www.dtamexico.com>

ECOGREENHOME. (s.f.). *El corcho es un aislante térmico eficaz*. Obtenido de <https://ecogreenhome.es/el-corcho-es-un-aislante-termico-eficaz/>

Erica. (s.f.). *Aialamiento Térmico* . Obtenido de Aialamiento Térmico : <http://www.eric.es>

falabella. (s.f.). *Instalación de poliestireno expandido*. Obtenido de <https://sodimac.falabella.com/sodimac-cl/page/instalacion-de-poliestireno-expandido>

Fernando Calvarro. (04 de 06 de 2020). Obtenido de Diferencias tasa nominal, real y efectiva: <https://www.rankia.mx/blog/indicadores-economicos-mexico/3241787-diferencias-tasa-nominal-real-efectiva>

home solution . (02 de Agosto de 2020). *Mejores aislantes térmicos para techos según su estructura*. Obtenido de <https://homesolution.net/blog/aislantes-termicos-para-techos/>

Instituto Europeo de Posgrado . (s.f.). Obtenido de Que es el VPN en finanzas : <https://www.iep-edu.com.co/que-es-vpn-en-finanzas/>

konfio. (s.f.). Obtenido de Interes : <https://konfio.mx/tips/diccionario-financiero/que-es-el-interes/>

Marlan Restrepo. (19 de 04 de 2021). *Rankia*. Obtenido de Qué es el interés simple y compuesto: <https://www.rankia.co/blog/mejores-cdts/3622869-que-interes-simple-compuesto-formulas>

Marta, P. C. (17 de junio de 2017). *Aislantes termicos seleccion por requerimientos energeticos*. Obtenido de https://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf

NAN Arquitectura. (02 de 01 de 2023). *¿Qué es el armaflex y para qué sirve?* Obtenido de <https://nanarquitectura.com/2023/01/02/que-es-armaflex-utilidades/22910>

- NAN Arquitectura. (02 de ENERO de 2023). *¿Qué es el armaflex y para qué sirve?* Obtenido de <https://nanarquitectura.com/2023/01/02/que-es-armaflex-utilidades/22910>
- OVANCEN. (s.f.). *Materiales aislantes: Propiedades, tipos y cuándo utilizarlos en rehabilitación.* Obtenido de propiedades de los materiales aislantes : <https://ovacen.com/materiales-aislantes/>
- Peña Ramírez, O. R. (23 de Marzo de 2018). *Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales.* Obtenido de file:///C:/Users/perez/Downloads/null%20(2).pdf
- PERLINDUSTRIA. (2022). *SACOS DE PERLITA: MINERAL Y PROCESO DE EXPANSIÓN.* Obtenido de venta de la perlita expandida: <https://perlindustria.com>
- PINTEREST. (s.f.). *Aislantes termicos .* Obtenido de <https://www.pinterest.es/>
- productos aislantes termicos para equipos en edificacion e instalacion industriales .* (17 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.normadoc.com/spanish/une-en-14303-2017.html>
- PROINDESA. (s.f.). *Chaquetas Aislantes Removibles.* Obtenido de <https://www.proindesa.com/aislamiento-termico/chaquetas-aislantes-removibles>
- QPROS. (02 de septiembre de 2021). Obtenido de Aplicaciones en construccion de perlita expandida: <https://qpros.co/aplicaciones-perlita-expandida-construccion/>
- QPROS materias primas. (02 de 09 de 2021). *Aplicaciones de la perlita expandida en construcción.* Obtenido de <https://qpros.co/aplicaciones-perlita-expandida-construccion/>
- Quinto, D. M. (08 de febrero de 2022). *Sistema de aislamiento térmico exterior –SATE– con poliestireno extruido (XPS). Características e instalación.* Obtenido de <https://tectonica.archi/articulos/sistema-de-aislamiento-termico-exterior-sate-con-poliestireno-extruido-xps-caracteristicas-e-instalacion/>
- Rivas, P. (17 de 02 de 2020). *AHORRO ENERGÉTICO CON AISLAMIENTO TÉRMICO PARA TUBERÍAS.* Obtenido de <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/aislamiento-termico-para-tuberias/>
- S&P. (01 de 10 de 2018). *Materiales aislantes térmicos: tipos y aplicaciones.* Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/materiales-aislantes-termicos/>
- Salgado, A. (s.f.). *CORRECTA SELECCIÓN DE AISLAMIENTOS TERMICOS COMO FACTOR.* Obtenido de <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/14.-F%C3%81BRICA.pdf>
- SANCHEZ RECUBRIMIENTO. (2022). Obtenido de Aislamientos Térmicos: <https://sanchezgronskirecubrimientos.com/aislamientos-termicos/>
- servel estacio. (s.f.). *ESPUMA DE POLIURETANO: ¿CÓMO APLICAR Y USOS?* Obtenido de <https://serveiestacio.com/blog/espuma-de-poliuretano-como-aplicar-y-usos/>

- SHANNON. (25 de mayo de 2020). *Chaquetas de aislamiento acústico*. Obtenido de <https://procoen.com/productos/aislamiento-shannon/>
- SODIMAC. (s.f.). *Instalación de poliestireno expandido*. Obtenido de Instalación de poliestireno expandido: <https://sodimac.falabella.com>
- SOPREMA. (s.f.). *MATERIALES UTILIZADOS PARA EL AISLAMIENTO*. Obtenido de <https://www.soprema.es/es/article/consejos/materiales-utilizados-para-el-aislamiento#:~:text=Org%C3%A1nico%3A%20es%20obtenido%20mediante%20el,no%20mayor%20a%20los%2015%C2%BAC>.
- termico, A. (s.f.). *¿Cómo colocar lana de vidrio en techos de madera?* Obtenido de <https://www.aislamientotermico.com.ar/como-colocar-lana-de-vidrio-en-techos-de-madera.html>
- termofoam. (09 de 10 de 2018). *El correcto aislamiento en Cámaras Frigoríficas*. Obtenido de <https://www.termofoam>
- USAID. (JUNIO de 2011). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS*.
- VERMICULITA. (13 de Agosto de 2021). Obtenido de VERMICULITA: <https://www.chimeneasybarbacoas.com/>
- VITCAS. (s.f.). Obtenido de Aislante térmico: <https://www.archiexpo.es/prod/vitcas/product-104965-995225.html>
- Yañez, G. (s.f.). *CUARTO FRÍO | CÁMARA DE REFRIGERACIÓN*. Obtenido de <https://www.gildardoyanez.com/cuarto-frio/>

13. ANEXO

ANEXO 1: Propiedades térmicas de los aislantes más comunes

Denominación		Origen	Conductividad (λ) W/(m.K)	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Inflamable ¹	Precio aproximado €/m ²	Formato	Medidas de protección en su instalación	Coste energético de producción MJ/kg ²	Contenido de producto reciclado (0-3) ³	Biodegradable ⁴
	Lanas minerales (MW)	Lana de roca (SW)	0,03 - 0,05	1	NO	Δ5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	15 - 25	1	No
		Lana de vidrio (GW)	0,03 - 0,05	1 - 1,3	NO	Δ5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	15 - 50	2	No
	Poliestireno expandido (EPS)		0,029 - 0,053	20 - 40	SI	Δ5	Panel y a granel	No	75 - 125	1	No
	Poliestireno extruido (XPS)		0,025 - 0,04	100 - 220	SI	<15	Panel	Guantes	75 - 125	1	No
	Poliuretano o Polisocianurato (PUR)		0,019 - 0,040	60 - 150	SI	<10	Panel y espuma	Ojos, sistema respiratorio y piel	70 - 125	1	No
	Perlita Expandida (EPB)		0,040 - 0,060	3 - 8	NO	Δ5	Panel, rollo, espuma y a granel	Protección frente al polvo	5 - 20	0	No
	Vidrio celular (CG)		0,035 - 0,055	Infinita	NO	Δ60	Panel y espuma	No	10 - 75	3	Si
	Lana de oveja (SHW)		0,035 - 0,050	1 - 2	SI	<25	Rollo y a granel	No	10 - 40	0	Si

(OVANCEN)

ANEXO 2: Resistencia térmica con relación al espesor y una comparativa entre rango numérico sobre la conductividad más usual según el tipo de material aislante.

	Denominación	Origen	Conductividad (λ) W/(m.K)	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Inflamable ¹	Precio aproximado €/m ²	Formato	Medidas de protección en su instalación	Coste energético de producción MJ/kg ²	Contenido de producto reciclado (0-3) ³	Biodegradable ⁴
	Algodón (CO)	Vegetal	0,029 - 0,040	1 - 2	Autoextingible	<10	Rollo	No	40 - 50	0-3	Si
	Cáñamo (HM)	Vegetal	0,037 - 0,045	1 - 2	NO	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	No	1 - 40	0	Si
	Celulosa (CL)	Vegetal	0,034 - 0,069	1 - 2	Autoextingible	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	Protección frente al polvo	1 - 25	3	Si
	Corcho (ICB)	Vegetal	0,034 - 0,100	5 - 30	NO	<25	Panel, rollo y a granel	No	1 - 25	0	Si
	Fibras de coco (CF)	Vegetal	0,043 - 0,047	1 - 2	NO	<40	Panel y rollo	No	1 - 10	0	Si
	Lino (FLX)	Vegetal	0,037 - 0,047	1 - 2	NO	<25	Panel, rollo y proyectado	No	25 - 40	0	Si
	Virutas de madera (WF)	Vegetal	0,038 - 0,107	1 - 10	SI	<40	Panel, proyectado y a granel	No	5 - 25	0-2	Si

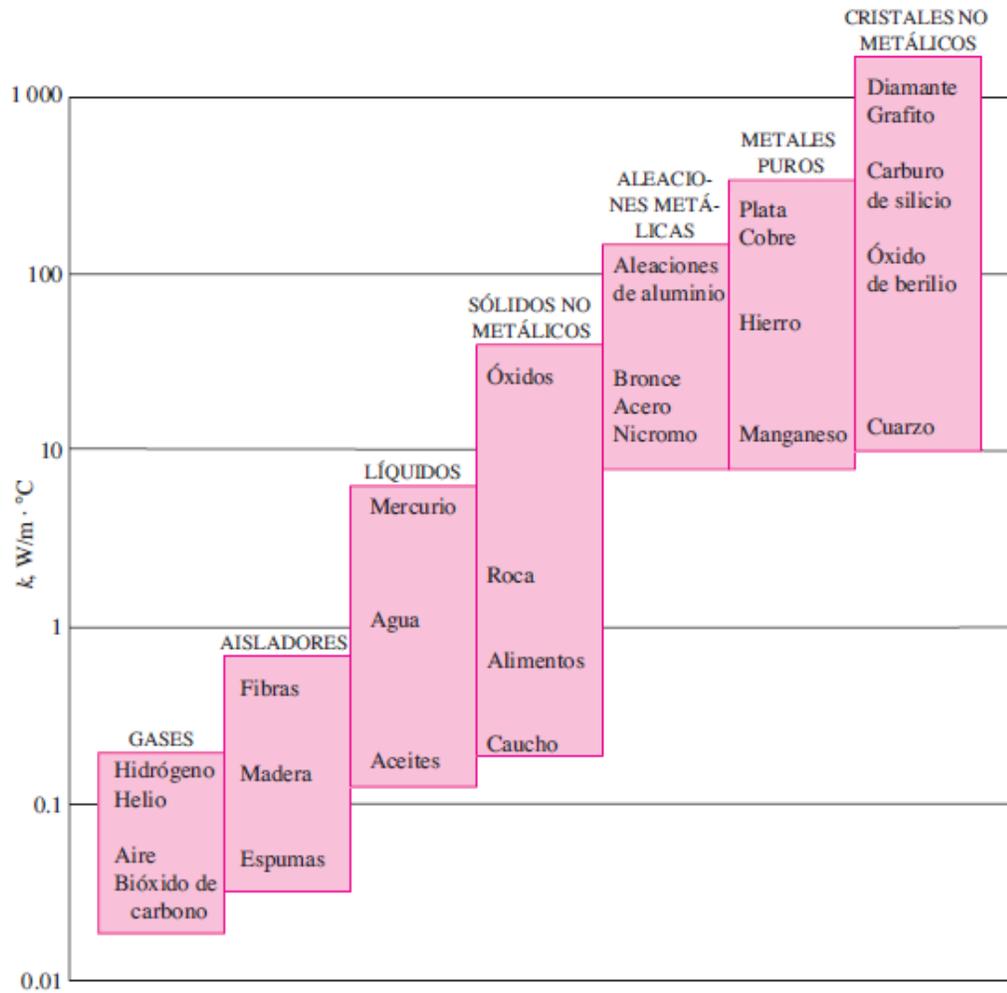
(OVANCEN)

ANEXO 3: Conductividad térmica de algunos materiales a la temperatura ambiente

Conductividades térmicas de algunos materiales a la temperatura ambiente

Material	k , W/m · °C*
Diamante	2 300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80.2
Mercurio (l)	8.54
Vidrio	0.78
Ladrillo	0.72
Agua (l)	0.607
Piel humana	0.37
Madera (roble)	0.17
Helio (g)	0.152
Caucho suave	0.13
Fibra de vidrio	0.043
Aire (g)	0.026
Uretano, espuma rígida	0.026

ANEXO 4: Rango de la conductividad térmica de diversos materiales a la temperatura ambiente.



ANEXO 5: Las conductividades térmicas de los materiales varían con la temperatura

Las conductividades térmicas de los materiales varían con la temperatura

T, K	$k, W/m \cdot ^\circ C$	
	Cobre	Aluminio
100	482	302
200	413	237
300	401	237
400	393	240
600	379	231
800	366	218

ANEXO 6: Variación de la conductividad térmica

