UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCION REY BALDUINO DE BELGICA

CONCEPCION

PROPUESTA DE DISEÑO DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO PARA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN

CLAUDIO MUÑOZ MELLADO

2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

PROPUESTA DE DISEÑO DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO PARA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CONSTRUCTOR

Alumno: Claudio Alexis Muñoz Mellado

Profesor Guía: Cristopher Pérez M.

2019

RESUMEN DEL PROYECTO

Este trabajo busca responder a la problemática de las condiciones térmicas que presenta el hall de acceso principal de la Universidad Técnica Federico Santa María de la sede Concepción.

El proyecto busca entregar métodos de calefacción y enfriamiento pasivo para el área del hall principal de la sede Concepción.

El trabajo propone desarrollar soluciones constructivas a la infraestructura del hall que den cumplimiento con las exigencias de las normativas del país, ya que la comunidad educativa de la universidad se ve afectada por las condiciones que esta presenta.

Las condiciones térmicas que presenta el hall principal se deben a la alta infiltración, la baja resistencia térmica de la envolvente y la alta concentración de humedad presente al interior de esta área.

Todo esto será respaldado por medio de mediciones de la situación actual del área y compilando la información necesaria para desarrollar las soluciones pertinentes que requiera la infraestructura del hall principal de la sede Concepción.

ÍNDICE

FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA ……... 8

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO……..... 9

METODOLOGÍA PROPUESTA……..... 10

OBJETIVOS DEL PROYECTO……..... 11

MARCO TEÓRICO…… 12

MARCO NORMATIVO……..... 13

CAPITULO1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL QUE PRESENTA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN……..... 14

1.1 UBICACIÓN……..... 15

1.2 ENVOLVENTE TÉRMICA DE LA SITUACIÓN ACTUAL ……..... 16

1.3 MEDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.…….…. 18

1.4 CONDENSACIÓN Y HUMEDAD …….… 20

1.5 NORMA CHILENA NCh853…….. 23

1.6 PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN ATMOSFERICA... 28

1.7 CÁLCULO TÉRMICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL…… 29

CAPITULO 2: PROPUESTAS DE AISLACIÓN TÉRMICA Y ESTRATEGIAS DE ENFRIAMIENTO Y CALEFACCIÓN PASIVA PARA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN …….… 35

2.1 SOLUCIONES PARA PISOS ……. 35

2.2 SOLUCIONES PARA MUROS …….. 37

2.3 SOLUCIONES PARA VENTANAS ……... 39

2.4 HERMETICIDAD ……... 41

2.5 VENTILACIÓN TÉRMICA ……..... 42

2.6 EFECTO INVERNADERO …….... 43

CAPITULO 3: DISEÑO DE MEJORAS DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO PARA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN……... 44

3.1 PLANO DE PLANTA DISEÑO ARQUITECTÓNICO ……. 44

3.2 CÁLCULO VALOR U DEL VENTANAL PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE …… 45

3.3 CÁLCULO VALOR U DEL MURO PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE ……..... 47

3.4 CÁLCULO VALOR U DEL PISO PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE …….… 49

CONCLUSIÓN…….. 52

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS …….. 53

ANEXOS……. 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1…… 15

Figura 2…… 16

Figura 3……... 16

Figura 4……... 17

Figura 5……... 17

Figura 6……... 19

Figura 7……... 19

Figura 8……... 21

Figura 9……... 22

Figura 10…….. 26

Figura 11…….. 27

Figura 12…….. 29

Figura 13…….. 36

Figura 14…….. 36

Figura 15…….. 37

Figura 16…….. 38

Figura 17…….. 38

Figura 18…….. 39

Figura 19…….. 40

Figura 20…….. 40

Figura 21…….. 41

Figura 22…….. 41

Figura 23…….. 42

Figura 24…….. 43

Figura 25…….. 44

Figura 26…….. 45

Figura 27…….. 46

Figura 28…….. 48

Figura 29…….. 50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1…….. 18

Tabla 2…….. 25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1……... 20

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1……... 14

FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA

La Universidad Técnica Federico Santa María, sede Concepción, que inicio su construcción en el año 1969, fue pensada para ser construida en la República del Congo país de África Central donde la temperatura promedio en el día es de 24 ° C y en la noche entre 16 ° C y 19 ° C. El cual es un clima consistente durante las épocas del año.

Por otra parte, como ya sabemos la sede Concepción se encuentra ubicada en la comuna de Hualpén donde el clima es variable durante el año, enero es el mes más cálido del año con una temperatura promedio de 17.4 ° C y Julio tiene la temperatura promedio más baja del año que es de 9.4 ° C.

Los datos de temperaturas indicados son extractos de la página Climate-Data.org que entrega datos climáticos mundiales basados en estaciones meteorológicas repartidas en todo el planeta.

Este trabajo está enfocado en mejorar las condiciones de confort térmico que presenta el hall de acceso principal de la Universidad Santa María sede Concepción ya que este presenta necesidades de mejora latente con respecto a la infraestructura de la envolvente, la cual genera condiciones de baja temperatura y humedad.

El hall principal de la Universidad, es la zona de vinculación principal que conecta gran parte de las áreas de la sede, por lo cual se vuelve relevante realizar mejoras a esta zona para el beneficio de la comunidad educativa.

Lo anterior también es relevante ya que el rector del establecimiento ha solicitado generar un mejoramiento del sector puesto que dentro de las principales misiones de la Universidad se encuentra el mantener un mejoramiento continuo con el fin de brindar la mejor experiencia a los estudiantes.

Todo lo anterior mencionado hace hincapié a una mejora del espacio como punto de encuentro para la comunidad educativa.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Al tomar esta problemática presente en el hall de acceso principal de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Concepción, se busca entregar propuestas de mejora de acondicionamiento térmico, que apunte a reacondicionar el espacio, asegurándose de que se cumplan los parámetro y exigencias de transmitancia térmica estipulados en la norma Chilena NCh.853 y el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la comuna de Concepción.

Este proyecto es viable puesto que fue solicitado por el rector del establecimiento educativo, el cual se muestra preocupado por responder a las demandas actuales que presenta la Universidad y con esto brindar una experiencia agradable a los estudiantes, docentes y demás personas que visiten dicha sede de la Universidad.

METODOLOGÍA PROPUESTA

El método de trabajo para la realización de este proyecto de título se basa primeramente en la obtención de información técnica de las condiciones actuales del hall principal de la Universidad, a través de mediciones de temperatura y humedad, con fin de analizar la información obtenida para poder realizar cálculos de transmitancia térmica de la situación actual envolvente y así poder realizar una comparación con las exigencias establecidas en la norma.

Entregar propuestas de aislación térmica y estrategias tanto de calefacción como de enfriamiento pasivo que dé cumplimiento con las exigencias de la normativa Chilena.

Finalmente ejecutar un diseño arquitectónico que contemple las propuestas de mejoramiento térmico que respondan las necesidades actuales que presenta el área del hall principal.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

- Analizar métodos de acondicionamiento térmico para hall de acceso principal de la Universidad Técnica Federico Santa María en la sede Concepción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de la envolvente térmica del hall de acceso principal de la Universidad Técnica Federico Santa María en la sede Concepción.

- Proponer sistemas de aislación térmica y estrategias de enfriamiento y calefacción pasiva en el hall de acceso principal de la de la Universidad Técnica Federico Santa María en la sede Concepción.

- Diseñar mejoras de acondicionamiento térmico para el hall de acceso principal de la de la Universidad Técnica Federico Santa María en la sede Concepción.

MARCO TEORICO

- Envolvente térmica de un edificio:

Es un conjunto de elementos constructivos los cuales separan el ambiente interior del exterior de un edificio. Está constituida básicamente por los complejos de techumbre, muros, pisos y ventanas.

- Transmitancia térmica U:

Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas ente los dos ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en W/(m2 x K).

- Conductividad Térmica λ:

Cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de una unidad de área en una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando existe una diferencia de temperatura entre sus caras.

- Aislación Térmica:

Es la capacidad de oposición al paso de calor de un material o conjunto de materiales, y que en construcción se refiere esencialmente al intercambio de energía calórica entre el ambiente interior y el exterior.

- Confort higro-térmico:

Sensación de bienestar de los habitantes de un recinto, en relación tanto a la temperatura ambiente como a la humedad relativa existente dentro del recinto.

MARCO NORMATIVO

- Norma Chilena NCh853 – 2007 Acondicionamiento Térmico – Envolvente Térmica De Edificios – Calculo De Resistencias Y Transmitancia Térmicas.

- Norma Chilena NCh1079 – 2008 Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.

- Artículo 4.1.10 OGUC – Ordenanza General De Urbanismo Y Construcción – 2006.

- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción – 2017.

CAPITULO 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL QUE PRESENTA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN

1.1 UBICACIÓN

La sede Concepción de la Universidad Técnica Federico Santa María se encuentra ubicada en la comuna de Hualpén en la región del Biobío. Entre la calle Golondrinas colindante con la entrada norte y la calle Arteaga Alemparte colindante a las entradas oeste y sur.

El hall principal de la sede se encuentra accediendo por la entrada oeste del establecimiento el cual se muestra en la imagen 1.

Imagen 1

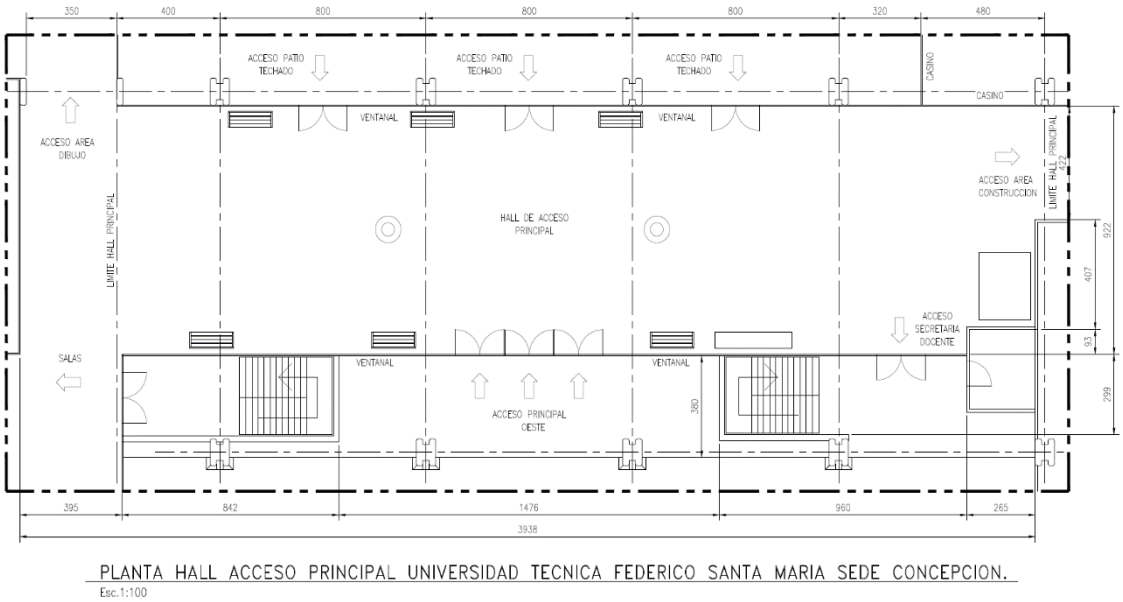
Fuente Fotográfica Propia, 2019

1.2 ENVOLVENTE TÉRMICA DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La composición de la envolvente térmica del hall principal cuenta con muros ventanas y piso. Se excluye el techo de la envolvente puesto que es un elemento en contacto con un piso superior y no con el exterior.

El hall principal comprende un área de 332 m^2 el cual se limita en las áreas indicadas en el plano de planta del hall. Ver figura 1.

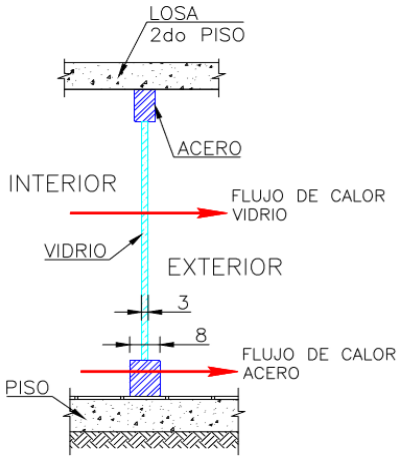
Figura 1



Elaboración propia: Plano planta situación actual del hall principal, 2019.

Los ventanales del hall principal están compuestos por vidrios de 3mm. de espesor y enmarcados con perfiles de acero de 14mm. de espesor. Ver figura 2.

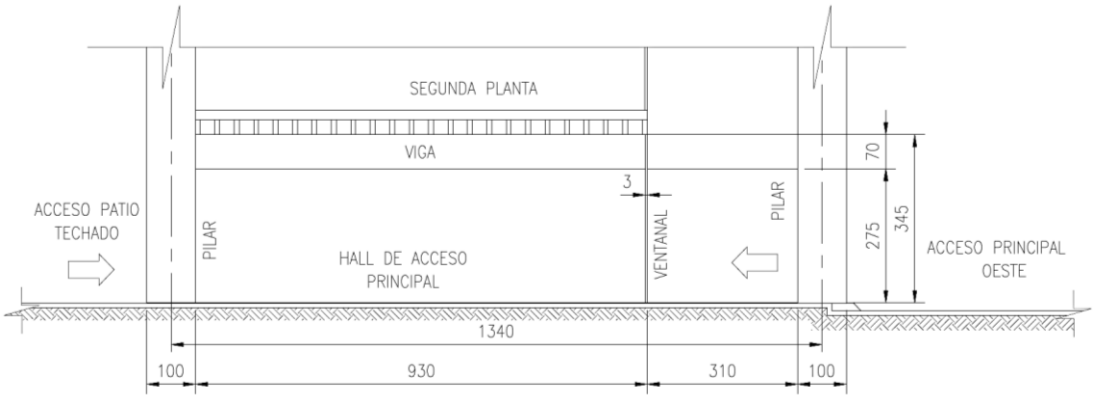
Figura 2



Elaboración propia: Esquema en corte de ventanal de la envolvente

Este elemento abarca una superficie de 195.6 m^2. En la figura 3 se puede ver un corte en elevación del hall principal donde se observa que la altura del elemento es de 3,45m.

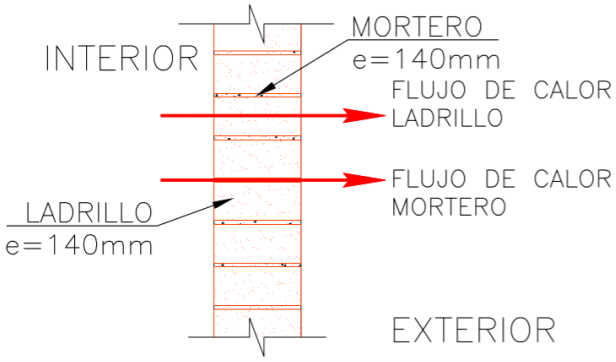
Figura 3



Elaboración propia: Vista en corte de elevación del hall principal, 2019.

Otro elemento vertical encontrado en el hall principal son muros de albañilería compuesto de ladrillos de 29x14x7cm y con espesor de mortero de 2cm. Ver figura 4.

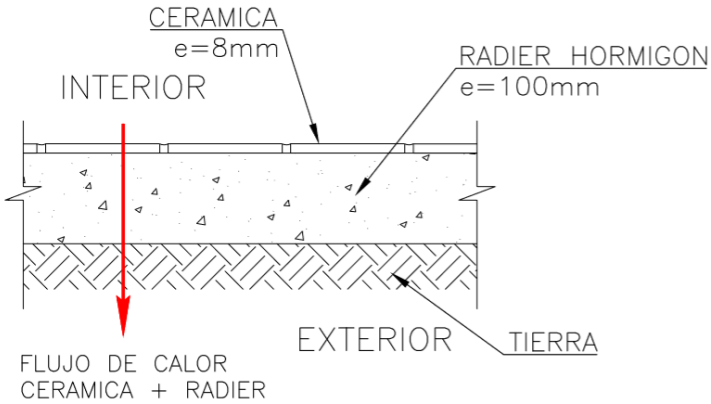
Figura 4



Elaboración propia: Esquema en corte del piso de la envolvente

El piso del hall principal abarca un área de 332 m2, el cual está compuesto de un radier de 100mm. de espesor y baldosas cerámicas de 8mm. de espesor. Ver figura 5.

Figura 5



Elaboración propia: Esquema en corte del piso de la envolvente

1.3 MEDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Con un instrumento llamado Termo higrómetro se lograron obtener las temperaturas y Humedad Relativa del área del hall de acceso principal, en los horarios de mayor circulación de personas, tomando como referencia un día completo de 24 horas. Los horarios evaluados fueron desde las 8:00 am hasta las 22:00 pm en intervalos de 2 horas.

Los resultados obtenidos se ven reflejados en la Tabla 1.

Tabla 1

Hora de Medición	**Temperatura (°C)**	**Humedad Relativa (%)**
8:00	10	68%
10:00	12	65%
12:00	17	60%
14:00	20	59%
16:00	19	60%
18:00	16	62%
20:00	15	65%
22:00	12	66%

Elaboración propia: Tabla de temperatura y humedad relativa

Donde tenemos que las temperaturas más altas del día se ven reflejadas en los horarios de colación, alrededor de las 14:00 horas, y las más bajas en los horarios de entrada de la jornada de estudiantes diurnos, a las 8:00 am y a la salida de los estudiantes vespertinos, a las 22:00 donde las temperaturas rondan entre los 10 °C y los 12 °C.

La temperatura media del día es de 15°C y la humedad relativa ronda entre los 59% a 68%.

En la Tabla B.1 y B.4 del Anexo B de la Norma Chilena NCh1079 – 2008, indican junto a los valores numéricos, una apreciación cualitativa y relativa, en este caso para parámetros de temperatura y humedad relativa. Ver figuras 6 y 7.

Figura 6

B.1 Temperatura media (T)

Muy alta- muy caluroso	19°C	≤	T		
Alta - caluroso	17°C	≤	T	<	19°C
Mediana - templado	12°C	≤	T	<	17°C
Baja – frío	7°C	≤	T	<	12°C
Muy baja – muy frío			T	<	7°C

Norma Chilena Nch1079-2008

En evidencia con lo reflejado en la tabla B.1 se deduce una apreciacion de temperatura mediana-templada ya que la temperatura media día que se obtuvo de la medición se encuentra entre los rangos de 12°C a 17°C.

Figura 7

B.4 Humedad relativa (HR)

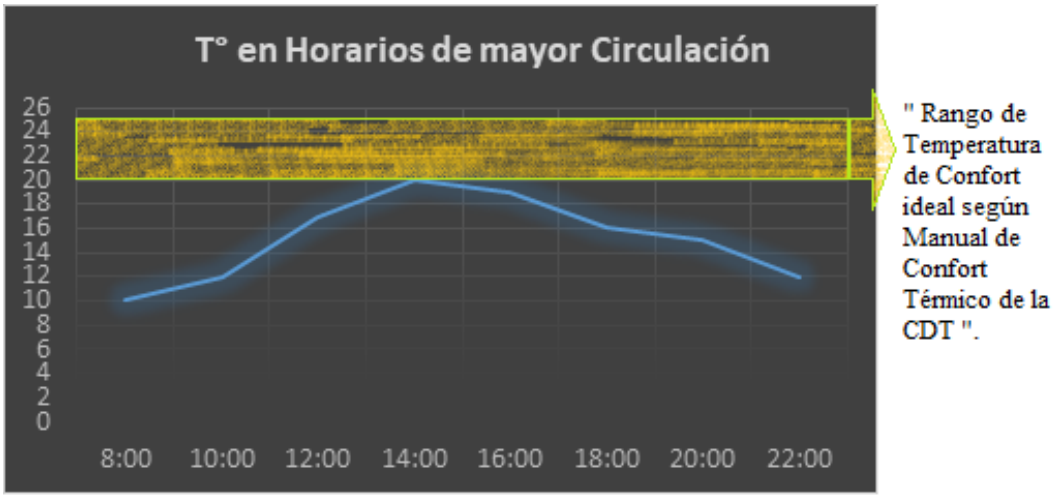
Muy alta	80%	≤	HR		
Alta	65%	≤	HR	<	80%
Normal	45%	≤	HR	<	65%
Baja	35%	≤	HR	<	45%
Muy baja			HR	<	35%

Norma Chilena Nch1079-2008

Por otra parte en la tabla B.2 se deduce una apreciados de humedad relativa normal-alta puesto que los valores obtenidos en las mediciones de la situación actual fluctúan a más del 45% y menos del 80%.

Según el manual térmico de la Cámara Chilena de la Construcción, expresa que la temperatura ideal de confort térmico ronda entre los 20 °C y 25 °C. Ver gráfico 1.

Gráfico 1



Elaboración propia: Grafico en función del horario presentando rango de temperatura de confort térmico

En el grafico se puede observar que la temperatura del hall principal no llega a los rangos de confort térmico ideal estipulados por la corporación de desarrollo tecnológico. El más cercano se encuentra solo en horarios de colación, alrededor de las 14:00 horas.

Por ello se concluye que existe una clara deficiencia de confort térmico en el área del hall de acceso principal.

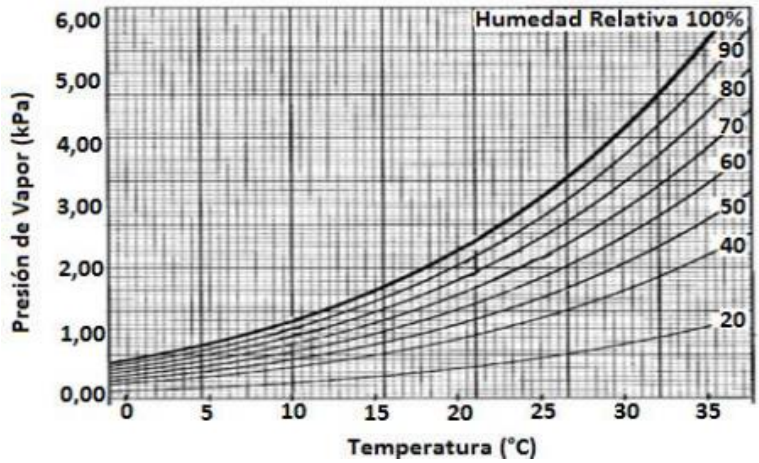
1.4 CONDENSACIÓN Y HUMEDAD

La humedad en la construcción causa diversas patologías, provocando una disminución del confort higrotérmico a la vez que puede comprometer el estado material de la edificación, y hasta afectar la salud de las personas que la habitan. Esta humedad se convierte en un problema al momento que aparece de forma indeseada y en proporciones superiores a las aceptables.

Dentro de la problemática de la humedad existe un concepto importante denominado aire húmedo.

El aire atmosférico normalmente contiene cierto porcentaje de humedad (agua en estado gaseoso) dependiente de la temperatura. Cuando la humedad es máxima (estado saturado) se dice que la humedad relativa es 100%. El gráfico siguiente muestra las curvas de humedad relativa y contenido de humedad absoluta en función de la temperatura, llamado gráfico psicrométrico del aire. Observar Figura 8.

Figura 8



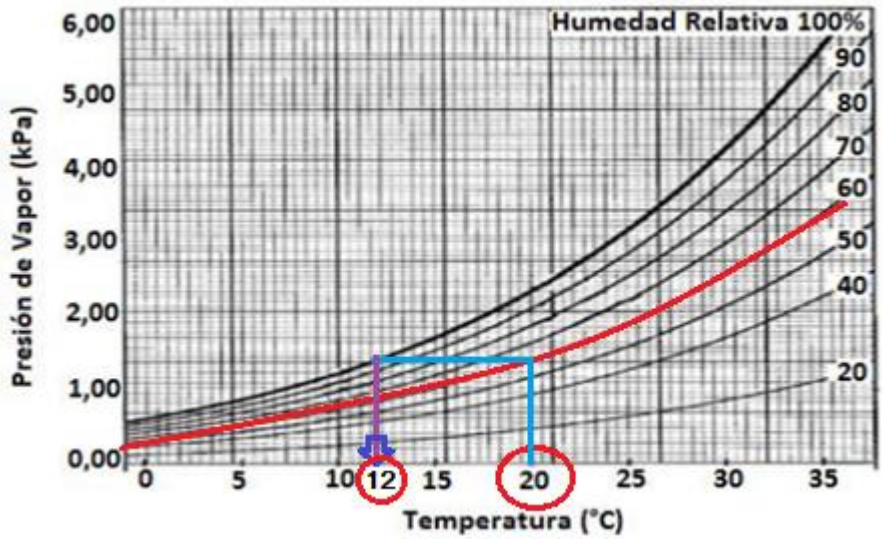
Fuente: PRENGER, J. y LING, P. 2001.

Se tomara como ejemplo para la medición del punto de roció la medición de temperatura más alta, puesto que el valor que se obtenga evidentemente será el más alto.

En la Tabla 1. La temperatura ambiente más alta obtenida es de 20°C y con una humedad relativa del 59%. Si la temperatura baja, la humedad relativa tendrá que aumentar, pero solo puede hacerlo hasta el 100% que es la curva de saturación, en cuyo punto el aire no admite más vapor de agua; si la temperatura sigue bajando el exceso de vapor esta forzado a condensar en agua líquida. A la temperatura en que se produce la condensación se denomina como temperatura de rocío. En el ejemplo que se observa en

la figura 9 al proyectar la medida a la curva de saturación se obtiene que la temperatura de rocío es de 12°C.

Figura 9



Elaboración propia: Grafico psicométrico con intervención propia - 2019

Al utilizar un termómetro infrarrojo logre obtener la temperatura superficial del área vidriada del hall principal. La temperatura superficial obtenida fue de 2°C.

Se comprueba que la superficie vidriada tiene una temperatura más baja a la temperatura de rocío, por lo que el vapor del aire está obligado a condesar en forma de agua líquida.

La humedad ambiental no es tan sólo un problema estético o material sino que también puede atacar la salud de las personas que se encuentran expuestas a ella. La mayoría de las enfermedades asociadas a la humedad son producidas por mohos y esporas que se multiplican en el aire.

Existen personas a las que la combinación de estos agentes les puede generar una serie de efectos nocivos, tales como congestión nasal, irritaciones a la garganta, tos, irritaciones a los ojos, alergias, cuadros asmáticos e infecciones.

En general, la humedad produce enfermedades broncopulmonares que pueden gatillar la aparición de otras enfermedades más críticas.

Otro gran problema son las superficies resbaladizas que genera la condensación producida por las bajas temperaturas superficiales de la envolvente, esto conlleva a colocar señaléticas de precaución puesto que los pisos del hall normalmente están húmedos debido a la condensación producida en estas superficies. Esto puede ocasionar que las personas se encuentren propensas a caídas y que se produzca un accidente.

1.5 NORMA CHILENA NCH. 853

APLICACIÓN DE LA NORMA

Esta norma establece procedimientos de cálculo para determinar las resistencias y transmitancia térmicas de los elementos constructivos de la envolvente térmica tales como muros, techumbres y pisos. Elementos que separan ambientes de temperaturas distintas.

Los valores determinados según esta norma son útiles para el cálculo de transmisión de calor, potencia de calefacción, refrigeración, energía térmica y aislaciones térmicas de envolventes en la edificación.

El cálculo según esta norma es una de las alternativas que ofrece la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones OGUC para demostrar el cumplimiento de la Reglamentación Térmica (véase OGUC Art. 4.1.10 letra 1. B. 3.).

En el sistema chileno de Calificación Energética de Viviendas, el cálculo de los valores U de la envolvente de acuerdo a esta norma es un ejercicio imprescindible.

REGIMEN ESTACIONARIO

En punto 1.2 se especifica que “Los procedimientos de cálculo están basados en el supuesto que el flujo térmico se desarrolla en régimen estacionario”.

Se habla de un régimen estacionario cuando el motor de la transmisión de calor – el gradiente de temperatura – permanece inalterado en el tiempo y en el lugar. Significa que el cálculo no toma en cuenta las fluctuaciones de temperatura entre día y noche, tampoco los efectos de la radiación solar sobre la envolvente ni los procesos de transmisión de calor resultantes al enfriamiento o calentamiento de materiales. Por lo tanto los resultados son teóricos y no representan condiciones reales. No obstante son la mejor aproximación que tenemos a nuestra disposición.

CONTENIDO

La norma contiene las definiciones, símbolos y unidades físicas de los conceptos relacionados con la transmitancia térmica, además los valores de las resistencias térmicas de superficie, y una gran cantidad de ecuaciones para calcular la transmitancia térmica de los elementos constructivos de diferentes características.

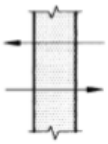
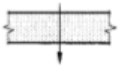
El Anexo A de la norma consiste en un muy útil listado de materiales genéricos con su respectiva densidad y conductividad térmica.

Los Anexos B y C de la norma son dedicados a las cámaras de aire no ventiladas, mientras el Anexo D contiene algunos ejemplos de aplicación de la norma.

RESISTENCIA TERMICA DE SUPERFICIE

En casi todos los cálculos se utilizan los valores de resistencia térmica superficial. Esta depende, por la cara interior, de la dirección del flujo de calor. Por el exterior el valor a utilizar depende solamente de la velocidad del viento. Tabla 2.

Tabla 2

Resistencias térmicas de superficie en m² x K/W							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60º respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60º respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60º respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

NOTAS

1) Estos valores se han obtenido experimentalmente por el método de NCh851.

2) Los valores de esta tabla corresponden a velocidades del viento en el exterior menores que 10 km/h. Para velocidades superiores se debe considerar $R_{se} = 0$.

3) Bajo condiciones de pérdidas térmicas por parte del local (invierno), en general, el flujo de calor es ascendente a través de complejos de techumbres y descendente a través de los pisos.

4) Bajo condiciones de ganancias térmicas por parte del local (verano), en general, el flujo de calor es ascendente a través de los pisos y descendente a través de las techumbres.

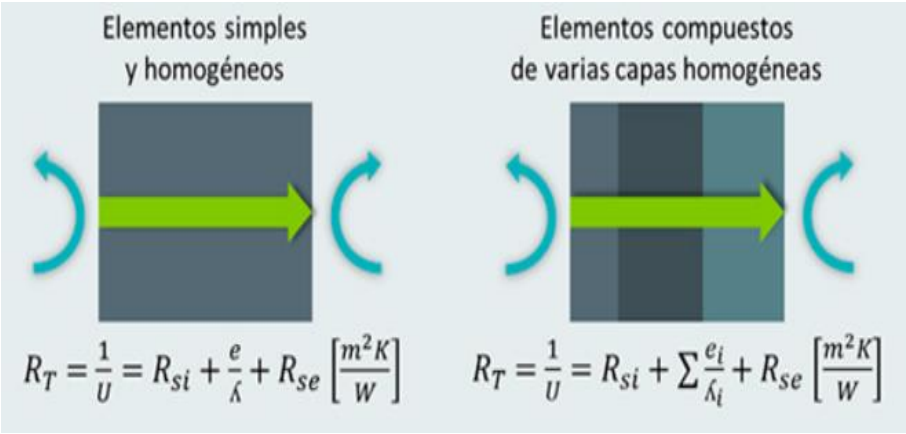
Norma Chilena - NCh853-2007

ELEMENTOS DE CAPAS HOMOGENEAS

Las principales ecuaciones de la norma son para los elementos simples homogéneos y los elementos compuestos por varias capas homogéneas.

El elemento homogéneo tiene la misma composición a cualquier altura de una línea paralela al flujo de calor. Ver figura 10.

Figura 10



Fuente: www.arquitecturayenergia.cl

Rt: Resistencia térmica total (m^2*K/W)

U: Transmitancia térmica (W/m*K)

Rsi: Resistencia térmica de superficie al interior, (m^2*K/W)

Rse: Resistencia térmica de superficie al exterior, (m^2*K/W)

e: Espesor del material, (m). (es muy importante trabajar en metros)

λ: Conductividad térmica del material, (W/(m*K)

e/λ: Resistencia térmica de solidos (m2*K/W)

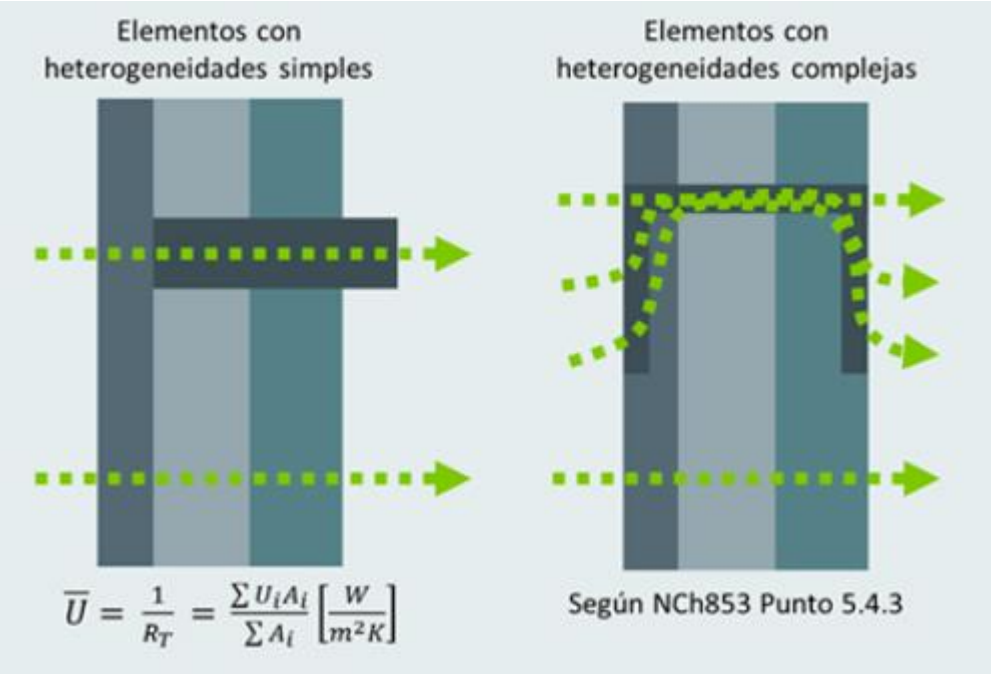
Respecto a las soluciones constructivas más comunes, es posible identificar elementos homogéneos y elementos heterogéneos simples.

ELEMENTOS DE CAPAS HETEROGENEAS

Se habla de elementos con heterogeneidades simples en el caso de muros con pilares o de techos con vigas macizas, donde los flujos de calor son siempre perpendiculares a las caras del elemento. En este caso se pondera las transmitancia térmicas de los diferentes sectores de la superficie.

Los elementos heterogéneos complejos son aquellos donde se generan flujos de calor en direcciones no perpendiculares a las caras del elemento. Son por ejemplo perfiles metálicos con nervio y alas. En este caso la norma considera que por sobre los valores calculados son válidos los resultados de ensayos. Ver figura 11.

Figura 11



Fuente: www.arquitecturayenergia.cl

PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

La norma introduce la transmitancia térmica lineal, permitiendo un cálculo simplificado donde entra principalmente el largo del perímetro exterior del piso. Esto corresponde al hecho que es por el exterior del zócalo donde el edificio pierde más calor, por sobre la cara inferior del piso.

ELEMENTOS CON CAMARAS DE AIRE

Las fórmulas y figuras para elementos con cámaras de aire no son fáciles de usar. Se dan para cámaras de aire no ventiladas, medianamente ventiladas y muy ventiladas.

Si una cámara de aire está conectada solo con el exterior, pero no está bien ventilada, puede provocar la acumulación de humedad provocando daños a la construcción.

Si una cámara de aire está conectada tanto con el ambiente interior como con el exterior, estamos ante infiltraciones de aire que aumentan considerablemente las pérdidas de calor de un edificio.

PROTECCION DE LA HUMEDAD

Más efectivos que cámaras de aire son cámaras rellenas con materiales aislantes. La ventilación mal controlada de cámaras de aire puede generar patologías graves por efectos de humedad.

Los valores de conductividad térmica y las ecuaciones entregadas por la NCh.853 son válidos solo para materiales secos. Sin embargo, la humedad en los materiales de construcción aumenta considerablemente la conductividad térmica.

1.6 PLAN DE PREVENSIÓN Y DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

El PPDA establece que para los proyectos de acondicionamiento térmico de un recinto existente, se deberá verificar las exigencias establecidas en la Figura 12, que entrega los valores de transmitancia térmica máxima que deberá cumplir la envolvente térmica del recinto.

Figura 12

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U [W/(m²K)]	0,33
Muro		0,60
Piso ventilado		0,60
Ventana		3,60
Puerta		1,70

Fuente: Plan de Prevención y descontaminación Atmosférica – 2017

1.7 CÁLCULO TÉRMICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) es el documento que rige los valores máximos de transmitancia térmica que deben cumplir las partes de la envolvente térmica de un recinto tanto para viviendas como también para edificios de uso público.

Para poder realizar los cálculos de transmitancia térmica se deben tener conocimiento de ciertos términos y exigencias determinados por la normativa vigente del país.

Debemos tener claro que es la Resistencia Térmica, Conductividad Térmica y la Transmitancia Térmica.

Resistencia Térmica es la oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción.

Para una capa de material de caras planas y paralelas, de espesor e, conformadas por un material homogéneo de conductividad térmica λ, la resistencia térmica queda dada por:

$R = \frac{e}{\lambda}$ e: Espesor del material, (m).

λ: Conductividad térmica del material, (W/(m*K)

La Conductividad Térmica se define como la cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en W/(m x K).

Por otra parte la Transmitancia Térmica se define como el Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas ente los dos ambientes separados por dicho elemento. A esto se le denomina valor U de transmitancia térmica y se expresa en W/(m2xK).

Para determinar el U de transmitancia térmica de la envolvente del hall principal de debe considerar la siguiente formula:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

Rsi: Resistencia térmica de superficie al interior, (m2 K/W) según Tabla 2

Rse: Resistencia térmica de superficie al exterior, (m2 K/W) según Tabla 2

e: Espesor del material, (m). (es muy importante trabajar en metros)

λ: Conductividad térmica del material, (W/(m K)

Para determinar el valor U de transmitancia térmica de la envolvente actual que presenta el hall, se creó un esquema que representa las capas de los elementos de la envolvente. (Ver Figura 7 Y 8).

Con los datos indicados en los esquemas mencionados se pueden obtener los valores de conductividad y la densidad de los materiales existentes y así poder aplicarlos a la fórmula de transmitancia térmica.

DETERMINACION VALOR U DEL VENTANAL DE LA ENVOLVENTE ACTUAL

En la figura 2, pag.16 se puede identificar que corresponde a un elemento simple y homogeneo, compuesto de vidrio de 3mm y marcos de acero de 8mm. de espesor.

Con lo anterior mencionado podemos encontrar la conductividad termica de los materiales (Ver Anexo B) y aplicarlos a la formula.

Para vidrio plano el valor de conductividad es de 1,2(W/(m*K), y para fundicion y acero el valor de conductividad termica es de 58(W/(m*K).

Según la Tabla 2. Para flujo horzontal en elementos verticales los valores para Rsi y Rse son 0,12(m^2*K/W) y 0,05(m^2*K/W) respectivamente.

Este caso debe llevarse a cabo por medio de un U de transmitancia ponderado, ya que el ventanal consta de 2 elementos.

Formula de U de transmitancia termica Ponderado:

$$U = \frac{(Uv * Av) + (Ua * Aa)}{Aa + Aa}$$

Uv: Valor U de transmitancia termica del vidrio (W/(m*K).

Av: Area del vidrio (m2).

Ua: Valor U de transmitancia termica del acero (W/(m*K).

Aa: Area acero (m2).

Valor U de transmitancia termica del vidrio.

$$Uv = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}003}{1{,}2} + 0{,}05} = 5{,}13\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

Valor U de transmitancia termica del acero.

$$Ua = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}008}{58} + 0{,}05} = 5{,}84\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El área del vidrio es 167,44m2 y el área del acero es de 28,16m2. Al agregar los valores anteriores a la fórmula de U ponderado obtenemos:

$$U = \frac{(5{,}84 * 28{,}16) + (5{,}13 * 167{,}44)}{28{,}16 + 167{,}44}$$

$$U = 5{,}23\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica exige como máximo 3,6 W/m^2*K de transmitancia térmica para vidrios, por lo que la situación actual de las ventanas del hall de la sede Concepción de la Universidad se encuentra fuera de la norma.

DETERMINACION VALOR U DE MURO DE LA ENVOLVENTE ACTUAL

En la figura 4, pag.17 se puede identificar que corresponde a un elemento simple y homogeneo, compuesto de ladrillo de 29x14x7cm. y mortero de 2cm. de espesor.

Con lo anterior mencionado podemos encontrar la conductividad termica de los materiales (Ver Anexo B) y aplicarlos a la formula.

Para ladrillo el valor de conductividad es de 5,2(W/(m*K), y para mortero de cemento el valor de conductividad termica es de 1,4(W/(m*K).

Según la Tabla 2. Para flujo horzontal en elementos verticales los valores para Rsi y Rse son 0,12(m^2*K/W) y 0,05(m^2*K/W) respectivamente.

Este caso debe llevarse a cabo por medio de un U de transmitancia termica ponderado, ya que el muro consta de 2 elementos.

Formula de U de transmitancia termica Ponderado:

$$U = \frac{(Ul * Al) + (Um * Am)}{Al + Am}$$

Ul: Valor U de transmitancia termica del ladrillo (W/(m*K).

Al: Area del ladrillo (m2).

Um: Valor U de transmitancia termica del mortero (W/(m*K).

Am: Area mortero (m2).

Valor U de transmitancia termica del ladrillo.

$$Ul = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}14}{0{,}52} + 0{,}05} = 2{,}28\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

Valor U de transmitancia termica del mortero.

$$Ul = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}14}{1{,}4} + 0{,}05} = 3{,}7\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El área de un ladrillo es de 0,0203m2 y el área del mortero para un ladrillo es de 0,0076m2.

Al agregar los valores anteriores a la fórmula de U ponderado obtenemos:

$$U = \frac{(2{,}28 * 0{,}0203) + (3{,}7 * 0{,}0076)}{0{,}0203 + 0{,}0076}$$

$$U = 2{,}67\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica exige como máximo 0,60 W/m^2*K de transmitancia térmica para muros, por lo que la situación actual del muro del hall de la sede Concepción de la Universidad se encuentra fuera de la norma.

DETERMINACION VALOR U DE PISO DE LA ENVOLVENTE ACTUAL

En la Figura 5, pag.17 se puede identificar que corresponde a un elemento compuesto de 2 capas homogeneas, desde el interior al terreno estos serian baldosas ceramicas de 8mm. y radier de hormigon de 100mm. de espesor.

Con lo anterior mencionado podemos encontrar la conductividad termica de los materiales (Ver Anexo B) y aplicarlos a la formula.

La conductividad termica para baldosas ceramicos es de 1,75(W/(m*K) y la conductividad termica para hormigon en masa con grava normal(con aridos vibrados) es de 1,63(W/(m*K).

Según la Tabla 2. Pag.27 Para flujo descendene en elementos horizontales los valores para la Resistencia termica superficial interior (Rsi) y la Resistencia termica superficial exterior (Rse) son 0,17(m^2*K/W) y 0,05(m^2*K/W) respectivamente.

Al aplicarlo a la formula para determinar el U de transmitancia termica de este elemento obtenemos:

$$\mathrm{U} = \frac{1}{0{,}17 + \frac{0{,}008}{1{,}75} + \frac{0{,}10}{1{,}63} + 0{,}05}$$

$$U = 3{,}5 \ \ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica exige como máximo 0,60 (W/m^2*K) de transmitancia térmica para pisos ventilados, por lo que la situación actual del piso del hall de la sede Concepción de la Universidad se encuentra fuera de la norma.

CAPITULO 2: PROPUESTAS DE AISLACIÓN TÉRMICA Y ESTRATEGIAS DE ENFRIAMIENTO Y CALEFACCIÓN PASIVA PARA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL DE LA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA EN LA SEDE CONCEPCIÓN.

En este capítulo se llevó a cabo la descripción y el estudio de las posibles soluciones de aislación térmica para la envolvente térmica del hall principal de la Universidad.

La principal función de la envolvente térmica es limitar el flujo de energía entre el interior y el exterior del edificio. Esto significa, reducir la pérdida de calor en épocas invernales que se da a través del piso, los muros y ventanas del hall por medio de la conducción de energía.

Para ello, es importante que las soluciones constructivas consideren materiales de baja conductividad térmica en su conformación, es decir, materiales que tengan la capacidad de oponerse al paso del calor.

2.1 SOLUCIONES PARA PISOS

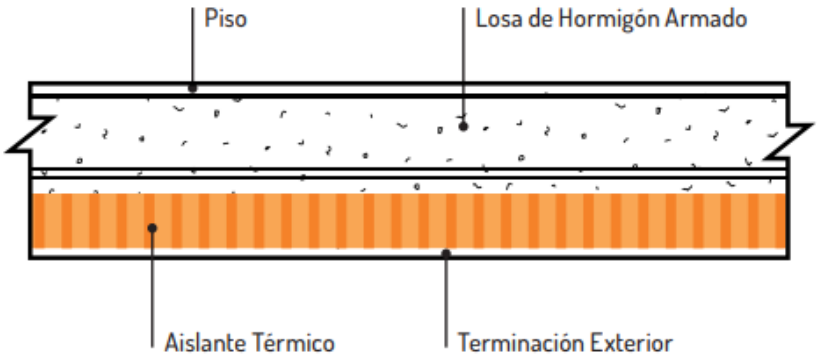
Los pisos están encargados de separar el interior de la vivienda del terreno natural, o bien, del ambiente exterior cuando se trata de un volumen superior sobresaliente. Adicionalmente, existe la variante denominada piso ventilado, cuando el conjunto de piso no está en contacto con el terreno.

Resulta complejo mejorar térmicamente los pisos y losas una vez construidos. Sin embargo, es una solución económica y efectiva considerarla durante el proceso constructivo.

A continuación se identificaran 2 posibles soluciones según el tipo de piso que comprende al edificio.

Piso con losa con Aislación Térmica en cara Exterior. Ver Figura 13.

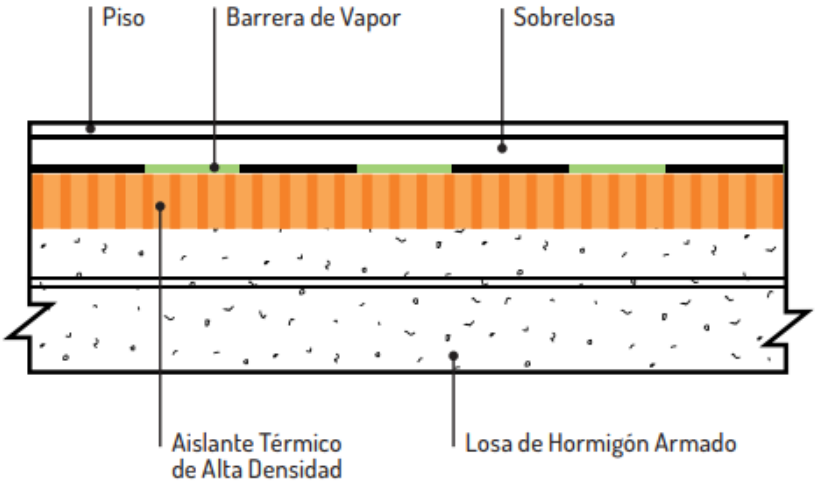
Figura 13



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

Piso con Losa de Hormigón Armado con Aislante térmico adosado en la cara interior. Ver Figura 14.

Figura 14



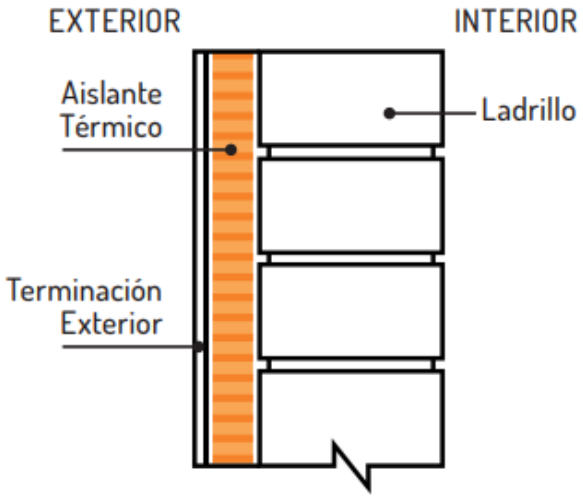
Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

2.2 SOLUCIONES PARA MUROS

Los muros o tabiques perimetrales tienen la función de aislar la vivienda del exterior, o de una edificación vecina, pudiendo además cumplir funciones estructurales. Pueden estar construidos en diferentes materiales, destacando los tabiques con entramado de madera o metálicos, y muros de albañilería y hormigón armado. La ubicación y forma de instalación de la solución de aislación, dependerá de la materialidad que cuenten los muros.

Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Adosado a Cara Exterior. Ver Figura 15.

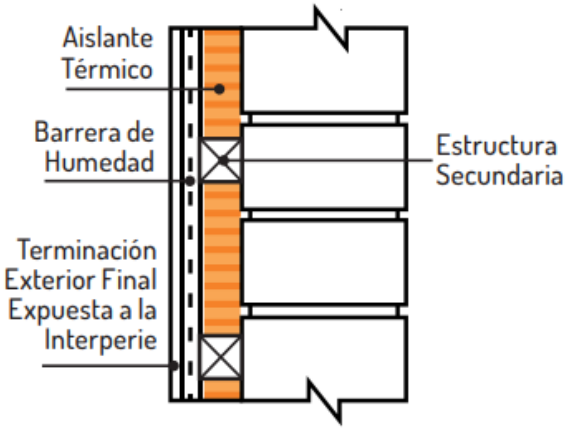
Figura 15



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Confinado en Cara Exterior. Ver figura 16.

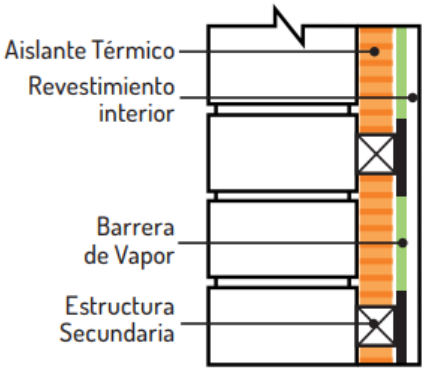
Figura 16



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Confinado en Cara Interior. Figura 17.

Figura 17



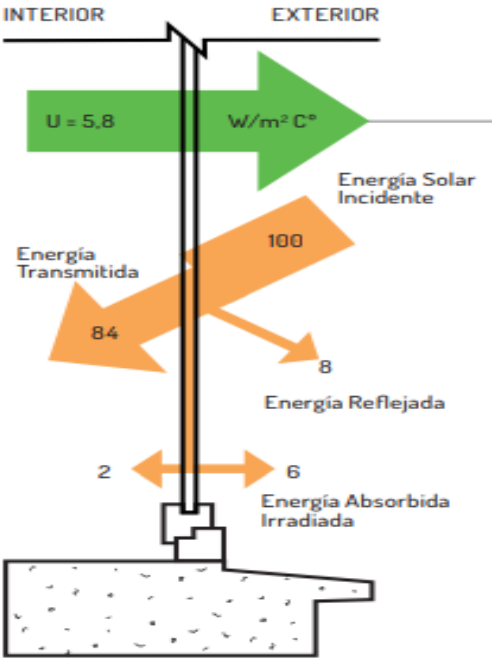
Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

2.3 SOLUCIONES PARA VENTANAS

Una de las formas más simples de reacondicionar térmicamente una vivienda, es mediante la sustitución de ventanas simples por ventanas con doble vidrio hermético (DVH) o termo panel, pero no es la más económica. Esto permite aumentar la resistencia térmica que ofrece la ventana, además de aumentar su aislación acústica.

Vidriado Simple Claro. Ver figura 18.

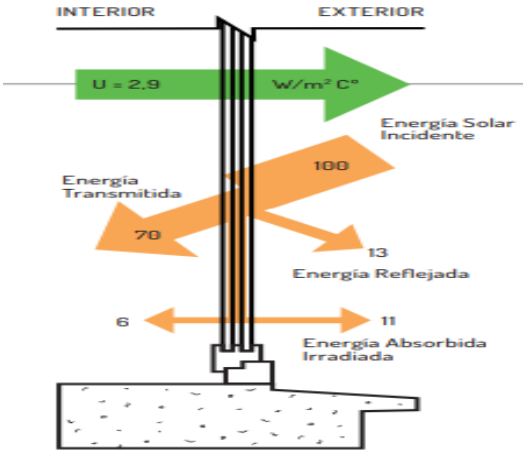
Figura 18



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

Doble Vidriado Hermético (Vidrio Claro). Ver figura 19.

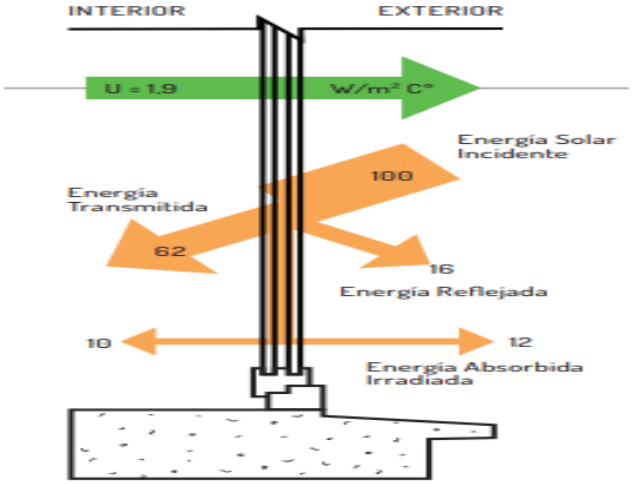
Figura 19



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

Doble Vidriado Hermético (Vidriado Baja Emisividad). Ver Figura 20.

Figura 20

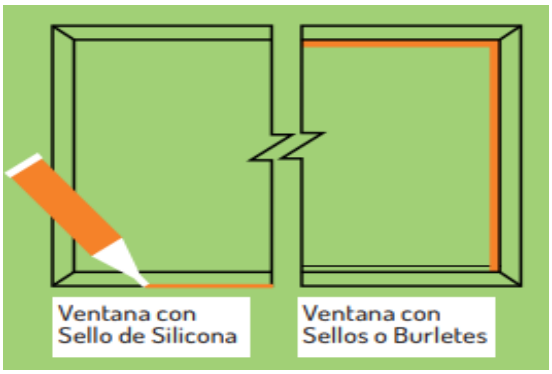


Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

2.4 HERMETICIDAD

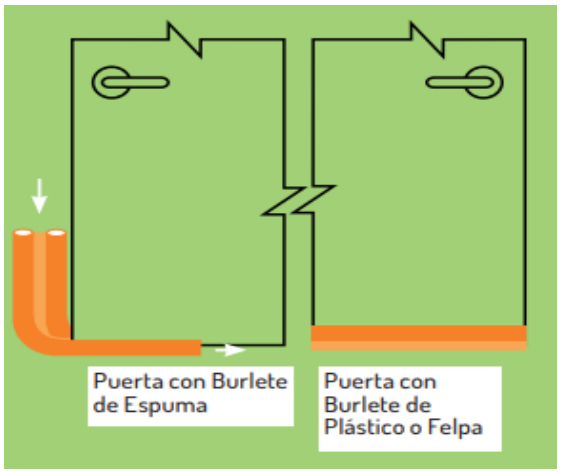
Para mejorar la hermeticidad de puertas y ventanas, se deben considerar soluciones de sellado tales como silicona para juntas entre marcos y muros, sellos de espuma o caucho entre marcos y puertas o ventanas, y burletes de espuma (ver Figura 21 y 22)

Figura 21



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

Figura 22



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

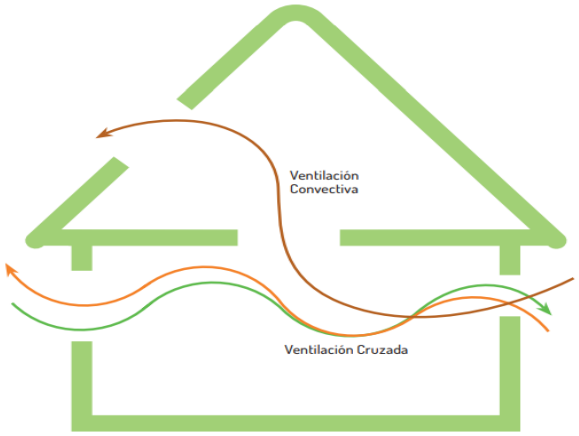
2.5 VENTILACIÓN TÉRMICA

Cuando las condicionantes exteriores lo permiten (temperatura, velocidad del viento, ruido, etc.) el medio más simple para enfriar los ambientes es la ventilación térmica.

Esta se logra mediante la abertura de ventanas en fachadas opuestas, las que por diferencia de presiones de viento, generan movimiento y renovación de aire en el interior de la vivienda.

Existe además la posibilidad de utilizar la ventilación convectiva, haciendo uso de las diferencias de altura en una vivienda y de la estratificación de aire que se produce por su temperatura y densidad. A medida que el aire se calienta, se vuelve menos denso y tiende a subir, pudiendo ser extraído por medio de aberturas y reemplazado por aire fresco que ingresa, preferentemente, por aberturas situadas en la parte inferior de la vivienda o felpa para aberturas en la parte inferior de puertas. Ver figura 23.

Figura 23



Fuente: Manual de (Re) Acondicionamiento Térmico- 2016

2.6 EFECTO INVERNADERO

Una excelente propuesta como sistema de calefacción pasiva es la denominada Chiflonera el cual es un elemento no estructural presente antes de un acceso a un recinto. Este elemento puede cumplir varias funciones según el diseño que a este se le dé. Ver figura 24.

Figura 24

Fuente: Cristopher Perez - Construccion Sustentable – 2018

El diseño de la chiflonera para este proyecto deberá funcionar como sistema de calefacción y enfriamiento pasivo para el recinto y también tendrá una tercera función de evitar la infiltración de aire para prevenir el enfriamiento involuntario en el área del hall principal.

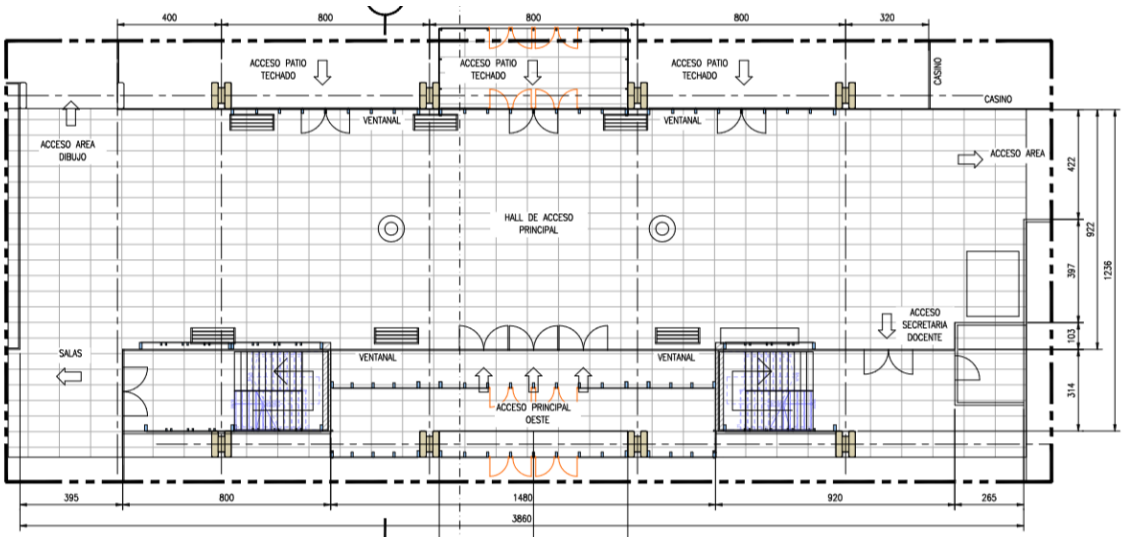
CAPITULO 3: DISEÑO DE MEJORAS DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO PARA EL HALL DE ACCESO PRINCIPAL DE LA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA EN LA SEDE CONCEPCIÓN.

En este capítulo se presentara el nuevo diseño del hall en el cual se habrán aplicado las mejoras mencionadas en el capítulo anterior. La envolvente será evaluada con los cálculos de transmitancia térmica para evidenciar el cumplimiento con la normativa.

3.1 PLANO DE PLANTA DISEÑO ARQUITECTONICO

El nuevo diseño contempla las propuestas de aislación térmica y estrategias de enfriamiento y calefacción pasiva mencionados en el capítulo anterior. En este fueron adquiridos Ventanales con doble vidriado hermético, aislante térmico para pisos y muros de albañilería y un módulo de chiflonera en el acceso al patio techado de la sede.

Figura 25

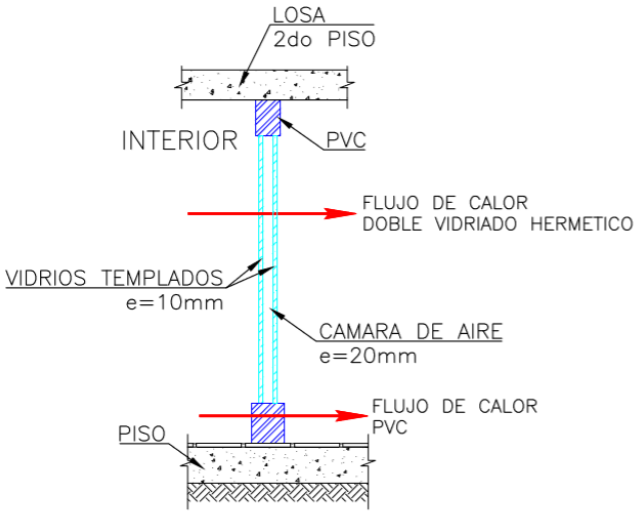


Elaboración propia: Plano planta situación actual del hall principal, 2019.

3.2 CÁLCULO VALOR U DEL VENTANAL PROPUESTO PARA MEJORAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE

En la figura 25, se puede identificar que corresponde a un elemento compuesto de 3 capas homogeneo, que corresponde a 2 vidrios templados de 10mm de espesor, una camara de aire no ventilada de 20mm de espesor y marcos de PVC de 8mm. De espesor.

Figura 26



Elaboración propia: Esquema en corte del Vidriado Doble Hermético para nueva envolvente

Con lo anterior mencionado podemos encontrar la conductividad termica de los materiales (Ver Anexo B) y aplicarlos a la formula.

Para vidrio plano templados el valor de conductividad es de 1,05(W/(m*K), y para PVC el valor de conductividad termica es de 0,16 (W/(m*K).

Según la Tabla 2. Para flujo horzontal en elementos verticales los valores para Rsi y Rse son 0,12(m^2*K/W) y 0,05(m^2*K/W) respectivamente.

Este caso debe llevarse a cabo por medio de un U de transmitancia ponderado, ya que el doble vidriado hermetico consta de 2 elementos.

Formula de U de transmitancia termica Ponderado:

$$U = \frac{(Uv * Av) + (Upvc * Apvc)}{Avidriada + Apvc}$$

Uv: Valor U de transmitancia termica del vidrio más la camara de aire (W/(m*K).

Av: Area vidriada (m2).

Upvc: Valor U de transmitancia termica del PVC (W/(m*K).

Apvc: Area PVC (m2).

Según la Nch853-2008 en el caso general para materiales corrientes tales como madera, hormigon, ladrillos, vidrio, etc. El valor E de emisividad total de una camara de aire es de 0,82. Ver figura 25. en funcion del valor E y el espesor de la camara de aire se puede obtener la resistencia termica de la camara para poder agregarla a la formula de transmitancia.

Figura 27

Espesor de la cámara, mm	Emisividad total, E			
	0,82	0,20	0,11	0,05
	Resistencia térmica, R_g, m² x K/W			
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,140	0,28	0,32	0,38
15	0,155	0,35	0,43	0,51
20	0,165	0,37	0,46	0,55
25	0,165	0,37	0,46	0,55
30	0,165	0,37	0,46	0,55
35	0,165	0,37	0,46	0,55
e ≥ 40	0,165	0,37	0,46	0,55

Norma Chilena - NCh853-2007

Valor U de transmitancia termica del vidrio más camara de aire.

$$Uv = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}01}{1{,}05} + 0{,}165 + \frac{0.01}{1{,}05}0{,}05} = 2{,}82\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

Valor U de transmitancia termica del PVC.

$$Upvc = \frac{1}{0{,}12 + \frac{0{,}05}{0{,}16} + 0{,}05} = 2{,}07\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El área del vidrio es 167,44m2 y el área del acero es de 28,16m2. Al agregar los valores anteriores a la fórmula de U ponderado obtenemos:

$$U = \frac{(2{,}07 * 28{,}16) + (2{,}82 * 167{,}44)}{28{,}16 + 167{,}44}$$

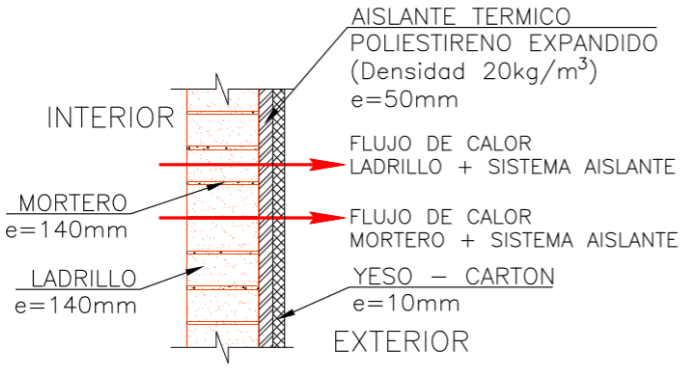
$$U = 2{,}7\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica exige como máximo 3,6 W/m^2*K de transmitancia térmica para ventanas, por lo que la propuesta de mejora de ventanales del hall de la sede Concepción de la Universidad cumple con la normativa vigente del país.

3.3 CÁLCULO VALOR U DEL MURO PROPUESTO PARA MEJORAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE

En la figura 26, se puede identificar que corresponde a un elemento heterogeneo simple, que contempla ladrillo de 140mm espesor, un aislante termico de poliestireno expandido de 50mm de espesor y yeso carton de 10mm. De espesor.

Figura 28



Elaboración propia: Esquema en corte del muro con aislación para nueva envolvente

Con lo anterior mencionado podemos encontrar la conductividad termica de los materiales (Ver Anexo B) y aplicarlos a la formula.

La resistencia termica del ladrio más el mortero equivale a 3,7 (W/(m*K), este dato ya tiene incluido los valores de resistencia termica interior y exterior.

Para poliestireno expandido con densidad de 20kg/m3 el valor de conductividad termica es de 0,0384 (W/(m*K).

Y la conductividad termica del yeso carton es de 0,24 (W/m*K).

Formula de U de transmitancia termica Ponderado:

$$U = \frac{1}{Rtlm + \frac{ep}{\lambda p} + \frac{ey}{\lambda y}}$$

Rtlm: Resistencia termica del ladrillo más mortero (W/(m*K).

ep: Espesor poliestire expandido (mm).

λp: Conductividad termica poliestireno expandido (W/(m*K).

ey: Espesor yeso carton (mm).

λy: Conductividad termica yeso carton (W/(m*K).

Al agregar los valores anteriores a la fórmula de U de transmitancia obtenemos:

$$U = \frac{1}{0{,}37 + \frac{0{,}05}{0{,}0384} + \frac{0{,}01}{0{,}24}}$$

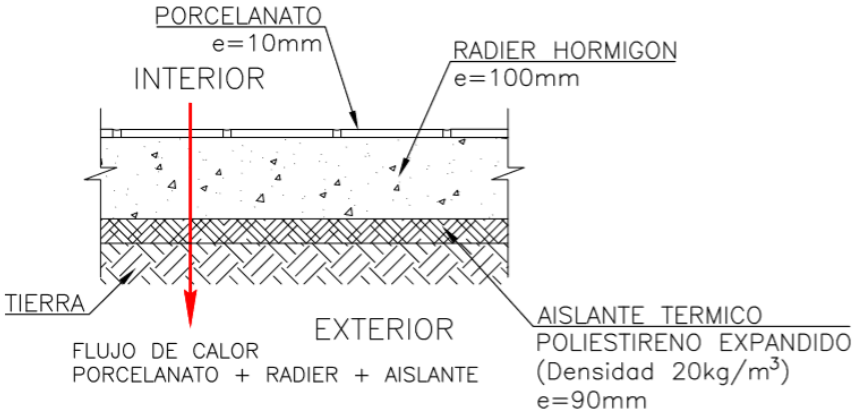
$$U = 0{,}58\ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica exige como máximo 0,6 W/m^2*K de transmitancia térmica para muros, por lo que la propuesta de mejora de muros para hall principal de la sede Concepción de la Universidad cumple con la normativa vigente del país.

3.4 CÁLCULO VALOR U DEL PISO PROPUESTO PARA MEJORAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE

En la figura 27, se puede identificar que corresponde a un elemento homogeneo compuesto de 3 capas, que contempla porcelanato de 10mm espesor, radier de hormigon de 100mm. De espesor. Y un aislante termico de poliestireno expandido de 90mm de espesor .

Figura 29



Elaboración propia: Esquema en corte del piso con aislación para nueva envolvente

Con lo anterior mencionado podemos encontrar la conductividad termica de los materiales (Ver Anexo B) y aplicarlos a la formula.

La conductividad termica para baldosas ceramicos es de 1,75(W/(m*K), la conductividad termica para hormigon en masa con grava normal(con aridos vibrados) es de 1,63(W/(m*K) y para poliestireno expandido con densidad de 20kg/m3 el valor de conductividad termica es de 0,0384 (W/(m*K).

Según la Tabla 2. Pag.27 Para flujo descendene en elementos horizontales los valores para la Resistencia termica superficial interior (Rsi) y la Resistencia termica superficial exterior (Rse) son 0,17(m^2*K/W) y 0,05(m^2*K/W) respectivamente.

Al aplicarlo a la formula para determinar el U de transmitancia termica de este elemento obtenemos:

$$\mathrm{U} = \frac{1}{0{,}17 + \frac{0{,}01}{1{,}75} + \frac{0{,}10}{1{,}63} + \frac{0{,}09}{0{,}0384} + 0{,}05}$$

$$U = 0{,}406 \ \ (\mathrm{W}/m^2 * \mathrm{K})$$

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica exige como máximo 0,60 (W/m^2*K) de transmitancia térmica para pisos, por lo que la propuesta de mejora del piso para hall principal de la sede Concepción de la Universidad cumple con la normativa vigente del país.

CONCLUSIÓN

Durante la ejecución de este proyecto se realizó un diagnóstico de la situación actual del hall principal, a través de la medición de temperatura y humedad relativa, ademas se elaboro un levantamiento planimetrico del hall principal. Durante esta instancia se detectaron bajas condiciones termicas en cuanto a la envolvente térmica de este espacio, en relación a los muros, pisos y ventanas, por las que se generan temperaturas entre 10°C y 20°C que estan por debajo del confort termico ideal estipilado por manual de confort termico de la corporacion de desarrollo tecnologico.

Al momento de comparar las transmitancia termica de la situacion actual de la envolvente, estos datos se encontraban sobre lo que exige el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosferica, 5,23 (W/m2*K) por sobre los 3,6(W/m2*K) exigidos como U de tranmitancia maximo para ventanas según el PPDA. Para muros de albañileria actual del hall tiene 2,67 (W/m2*K) por sobre los 0,6(W/m2*K) exigidos como U de tranmitancia maximo para muros según el PPDA. Y para el piso actual del hall tiene 3,5 (W/m2*K) por sobre los 0,6(W/m2*K) exigidos como U de tranmitancia maximo para pisos según el PPDA.

Por lo que se presentaron posibles propuestas de aislacion termica y estrategias de enfriamiento y calefaccion pasivo que puedes aplicarse a un diseño arquitectonico, con finalidad que generen un mejoramiento del acondicionamiento termico del hall principal.

Se realizaron cálculos de transmitancia térmica a los elementos de la envolvente termica aplicanndo las propuestas de re acondicionamiento termico con aislantes termicos y estrategias de calefaccion y enfriamiento pasivo, con finalidad de encontrar un U de transmitancia termica que cumpla con las exigencias del PPDA.

Los resultados para la propuesta de envolvente termica del ventanal es de 2,7 (W/m2*K) que esta por debajo de los 3,6(W/m2*K) exigidos como U de tranmitancia maximo para ventanas según el PPDA. Para la propuesta de envolvente termica de muros de albañileria se obtuvo 0,58 (W/m2*K) por debajo de los 0,6(W/m2*K) exigidos como U de tranmitancia maximo para muros según el PPDA. Y para la propuesta de envolvente termica en el piso del hall resulto un 0,406 (W/m2*K) por debajo de los 0,6(W/m2*K) exigidos como U de tranmitancia maximo para pisos según el PPDA.

Tomando en consideraciones las propuestas de mejoramiento que se plantearon en esta investigación se puede obtener un diseño arquitectonico de la envolvente del hall principal que cumpla con las exigencias establecidas por la normativa vigente, la cual sea capaz de entregar bienestar y confort a los miembros de la comunidad educativa, lo cual es de suma importancia ya que se encuentra ligado en la mision de la Universidad y se recalca y destaca en la formación académica de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007. Norma Chilena NCh853 – Acondicionamiento Térmico – Envolvente Térmica De Edificios – Calculo De Resistencias Y Transmitancia Térmicas, Chile.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2008. Norma Chilena NCh1079 – Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico, Chile.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018. Ordenanza General De Urbanismo Y Construcción, Chile.

4.3. ANEXOS

ANEXO A

TABLA CONDUCTIVIDAD TERMICA DE MATERIALES

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Agua líquida a 0ºC	1 000	0,59
Agua líquida a 94ºC	1 000	0,69
Aire quieto a 0ºC	0,0012	0,024
Aire quieto a 100ºC	-	0,031
Adobe	1 100 - 1 800	0,90
Aluminio	2 700	210
Arcilla	2 100	0,93
Arcilla expandida	300	0,09
Arcilla expandida	450	0,11
Arena	1 500	0,58
Aserrín de madera	190	0,06
Asfaltos	1 700	0,7
Azulejos	-	1,05
Baldosas cerámicas	-	1,75
Betún	1 050	0,16
Bronce	8 500	64
Cascote de ladrillo	1 300	0,41
Capotillo de arroz	117	0,06
Cebada	470	0,07
Cobre	8 930	380
Escorias	800	0,25
	1 000	0,29
	1 200	0,34
	1 400	0,41
Enlucido de yeso	800	0,35
	1 000	0,44
	1 200	0,56
Enlucido de yeso con perlita	570	0,18
Fibro-cemento	920	0,22
	1 000	0,23
	1 135	0,23
Fundición y acero	7 850	58
Grava rodada o de machaqueo	1 700	0,81
Hormigón armado (normal)	2 400	1,63
Hormigón con áridos ligeros	1 000	0,33

(continúa)

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Hormigón con áridos ligeros	1 400	0,55
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,34
Hormigón celular con áridos silíceos	1 000	0,67
Hormigón celular con áridos silíceos	1 400	1,09
Hormigón celular sin áridos	305	0,09
Hormigón en masa con grava normal:		
- con áridos ligeros	1 600	0,73
- con áridos ordinarios, sin vibrar	2 000	1,16
- con áridos ordinarios, vibrados	2 400	1,63
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,12
Hormigón en masa con arcilla expandida	1 500	0,55
Hormigón con cenizas	1 000	0,41
Hormigón con escorias de altos hornos	600	0,17
	800	0,22
	1 000	0,30
Hormigón normal, con áridos silíceos	600	0,34
	800	0,49
	1 000	0,67
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	0,26
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	0,12
	400 - 500	0,14
	500 - 600	0,16
Hormigón liviano a base de cascarilla de arroz	570	0,128
	780	0,186
	850	0,209
	1 200	0,326
Hormigón liviano a base de poliestireno expandido	260	0,088
	320	0,105
	430	0,134
	640	0,214
	840	0,269
	1 100	0,387
Ladrillo macizo hecho a máquina	1 000	0,46
	1 200	0,52
	1 400	0,60
	1 800	0,79
	2 000	1,0

(continúa)

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Ladrillo hecho a mano	-	0,5
Láminas bituminosas	1 100	0,19
Lana de amianto	100	0,061
	200	0,063
	400	0,12
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042
	50	0,041
	70	0,038
	90	0,037
	110	0,040
	120	0,042
Lana mineral granulada	20	0,069
	30	0,060
	40	0,055
	60	0,048
	80	0,044
	100	0,041
	120	0,042
	140	0,042
Linóleo	1 200	0,19
Maderas		
- álamo	380	0,091
- alerce	560	0,134
- coigüe	670	0,145
- lingue	640	0,136
- pino insigne	410	0,104
- raulí	580	0,121
- roble	800	0,157
Maderas, tableros aglomerados de partículas	400	0,095
	420	0,094
	460	0,098
	560	0,102
	600	0,103
	620	0,105
	650	0,106
Maderas, tableros de fibra	850	0,23
	930	0,26
	1 030	0,28
Mármol	2 500 - 2 850	2,0 - 3,5

(continúa)

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Moquetas, alfombras	1 000	0,05
Morteros de cal y bastardos	1 600	0,87
Mortero de cemento	2 000	1,40
Papel	1 000	0,13
Perlita expandida	90	0,050
Plancha de corcho	100	0,040
	200	0,047
	300	0,058
	400	0,066
	500	0,074
Plomo	11 300	35
Poliestireno expandido	10	0,0430
	15	0,0413
	20	0,0384
	30	0,0361
Poliuretano expandido	25	0,0272
	30	0,0262
	40	0,0250
	45	0,0245
	60	0,0254
	70	0,0274
Productos minerales en polvo		
(kieselgur, polvo mineral)	200	0,08
	400	0,12
	600	0,16
	800	0,21
	1 000	0,27
	1 200	0,34
	1 400	0,40
Rocas compactadas	2 500 - 3 000	3,50
Rocas porosas	1 700 - 2 500	2,33
Vermiculita en partículas	99	0,047
Vermiculita expandida	100	0,070
Vidrio plano	2 500	1,2
Yeso-cartón	650	0,24
	700	0,26
	870	0,31