



**FACULTAD REGIONAL MENDOZA**  
**MAESTRÍA EN DESARROLLO SUSTENTABLE DEL HÁBITAT HUMANO**  
Mendoza, Argentina 2019

Seminario de Integración  
"Ecodiseño edilicio aplicado"

Estudiante: Arq. Ianina Medico

“Estudio de Caso: Vivienda Campamento Malargüe  
D.N.V ”

## INDICE

Resumen.....	4
Antecedentes.....	5
Relevamiento.....	7
Determinación de estrategias.....	8
Estudio y comparación de estrategias.....	11
Conclusión.....	20
Bibliografía.....	21
Anexo 1.....	22
Anexo2.....	26

## **Resumen**

El presente trabajo final de especialización aborda la oportunidad de aplicación de estrategias energéticas del ecodiseño edilicio en la obra de refuncionalización de una vivienda, la cual se encuentra ubicada en el Campamento Malargüe de la Dirección Nacional de Vialidad.

En el estudio de este caso, se compararon dos modelos, los cuales tienen como fin la reparación de la vivienda, para su posterior uso del personal de Vialidad. En el primer modelo, no se incorporó, ningún cambio a las características constructivas iniciales de la envolvente de la vivienda. En el segundo modelo se incorporó una mejora a las condiciones de aislamiento y posibilidades de ganancia solar interior de la vivienda.

Esta comparativa incluyó el relevamiento completo de la vivienda y sus materiales constructivos, estudio de los conceptos adquiridos de aprovechamiento de recursos energéticos y constructivos y la aplicación de las pautas de diseño generales establecidas en la Norma IRAM 11603 para la zona bioambiental donde se ubica la vivienda. Como resultado de la misma se analizó el comportamiento de la vivienda en cuanto al consumo energético mediante la realización de un balance térmico de cada opción y la verificación de los resultados obtenidos para una temperatura de confort elegida en 18° C.

De esta forma se podrá generar un modelo propio de este organismo, que comprende una serie de pautas y medidas específicas a tomar en edificios de similares características que se incorporará al Pliego de Bases y Condiciones técnicas para obras de arquitectura, que se encuentra en desarrollo en la actualidad, siempre teniendo en cuenta para el diseño la ubicación de cada una de ellas y su correspondiente zona bioambiental.

## **Antecedentes**

Este planteo de análisis para la realización de una obra de reparación de una vivienda existente, surge de la necesidad de dar respuesta a los programas nacionales para edificios públicos existentes, los cuales tienen como objetivo principal: “*propender a un uso eficiente de la energía*”, lo que implica la adecuación de los sistemas de producción, transporte, distribución, almacenamiento y consumo de energía, procurando lograr el mayor desarrollo sostenible con los medios tecnológicos al alcance, minimizando el impacto sobre el ambiente, optimizando la conservación de la energía y la reducción de los costos. Esto es especialmente relevante en edificios públicos, ya que, con los beneficios económicos en la reducción de gastos en energía, existe otro tipo de ganancia asociada al ahorro de recursos no renovables, disminución de emisiones, mejora de confort y generación de conciencia ambiental.

Existen varias medidas tomadas desde los sucesivos gobiernos para la aplicación de estos conceptos de ahorro y eficiencia en las reparticiones públicas, las mismas han sufrido discontinuidad y retrasos a lo largo de los años y escaso avance. Enumeramos alguna de ellas:

- Decreto PEN N° 140 del 21 de diciembre de 2007: se declaró de interés y prioridad nacional el USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA, instruyéndose a la JEFATURA DE GABINETE DE MINISTROS a implementar el “PROGRAMA DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA (PROUREE)” en edificios públicos de todos los Organismos del PODER EJECUTIVO NACIONAL y disposición de acciones en materia de eficiencia energética en coordinación y con el apoyo técnico de la SECRETARIA DE ENERGIA.
  
- Disposición Administrativa JGM N° 393/2009 y su modificatoria N° 48/2010: se creó, en el ámbito de la JEFATURA DE GABINETE DE MINISTROS, la UNIDAD DE EJECUCION Y GESTION para el USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA (UNIRAE) cuya función será realizar las acciones que permitan asegurar la implementación del PROUREE en los edificios públicos de los organismos del PEN a través de la coordinación y asistencia de la SECRETARIA DE ENERGIA del MPFIPyS, que le brindará todo el apoyo técnico que resulte necesario para el cumplimiento de sus funciones.

Es así que en la Dirección Nacional de Vialidad, en base a estas dos medidas, se creó, mediante la Resolución AG N° 332/12, la Unidad de Uso Racional y Eficiente de la Energía (UUREE), con el fin de realizar los cambios necesarios para la optimización de los recursos de La Nación, el mejor cuidado del medio ambiente, e introducción de criterios de eficiencia energética para la adquisición de bienes y servicios.

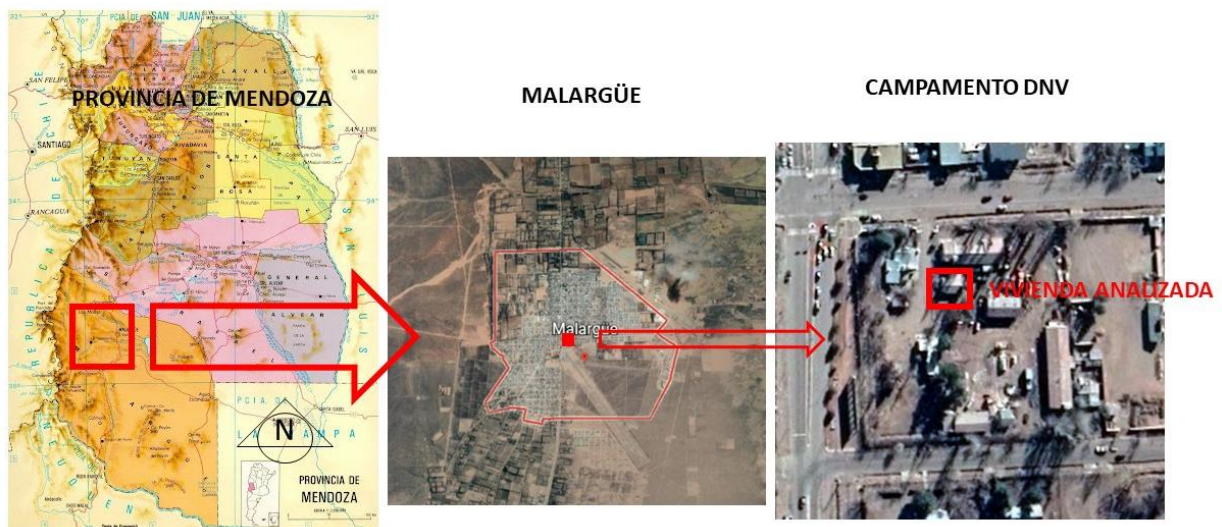
Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación. (2007). Definición y Objetivos. 20/06/2022, [www.minem.gob.ar](http://www.minem.gob.ar). Sitio web:  
<https://www.minem.gob.ar/www/835/26087/definicion-y-objetivos>

## Relevamiento

### 1. Ubicación:

La vivienda sobre la que se realizó el presente trabajo, está ubicada en la localidad de Malargüe provincia de Mendoza, dentro del área urbana, y pertenece al predio de la Dirección Nacional de Vialidad donde se desarrollan tareas administrativas y de campaña para el mantenimiento del corredor vial.

En la actualidad se encuentra en desuso por su estado de deterioro, lo que origino la necesidad de su recuperación y la oportunidad de hacerlo de una forma más eficiente en cuanto al consumo energético para climatización de la misma.

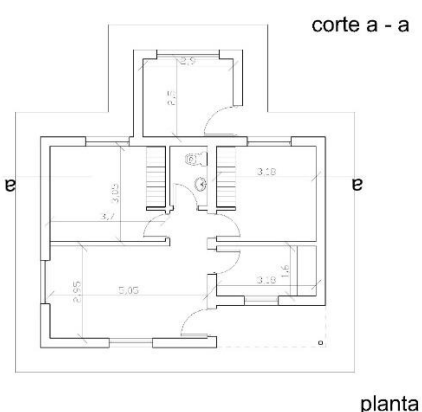


### 2. Clima:

Según lo establecido por la Norma IRAM 11603, que plantea criterios bioambientales para la zonificación de las distintas áreas del país, el caso de estudio, de acuerdo a sus características climáticas, se ubica en el límite de las zonas IV-Templada fría y la zona V-Fría. Tomando también las tablas de datos climáticos para invierno y verano de dicha norma, vemos que para Malargüe se establece una temperatura media en invierno de 4.3°C y en verano de 18.7°C, teniendo mínimas en invierno que pueden alcanzar los -18°C. En base a estos datos, se decide adoptar la opción más desfavorable: zona bioambiental V-fría, que tiene como características inviernos rigurosos de medias del orden de 4°C y mínimas menores a 0°C, veranos frescos, con medias inferiores a 16°C. Esta clasificación ambiental es lo que estableció las pautas de diseño para las mejoras a realizar en la refuncionalización.

### 3. Características constructivas:

La vivienda tiene 67 m<sup>2</sup> cubiertos, todos en una planta, divididos en dos dormitorios, un baño, cocina, comedor y un depósito. La construcción es de mampostería con muros exteriores de 0.30 m de ancho, cubierta a dos aguas de chapa con entablonado de madera y membrana como aislación hidrofuga, la carpintería es de madera v vidrio simple.



### Determinación de estrategias

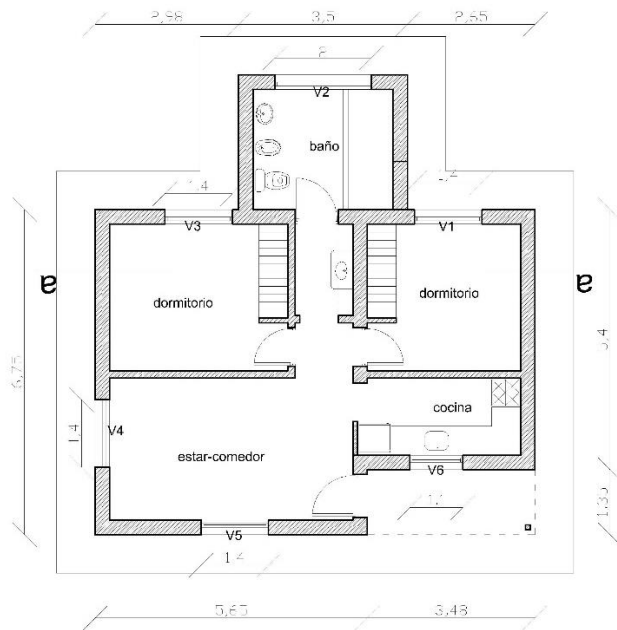
Una vez analizado el estado actual de la edificación y planteando como objetivo la disminución de uso de energía utilizada para la climatización dentro de los edificios pertenecientes a esta repartición pública, se eligieron dos opciones a comparar para la realización de la obra de mejora en la vivienda, a fin de establecer cuál será la mejor opción para mantener iguales niveles de confort con menor gasto energético. Se tomó como temperatura de confort los 18°C y se analizó la estación de invierno que es la más desfavorable para esta zona bioambiental Fría, con temperaturas medias de alrededor de 4°C.

La opción 1 es la utilizada actualmente en la repartición para este tipo de obras y plantea la reparación de la vivienda manteniendo sus características constructivas originales, con la modificación de las viejas carpinterías de madera por carpinterías de aluminio DVH, a fin de mejorar la aislación en los puntos más críticos por donde se pierde el calor interior.

La opción 2 incorporo dos estrategias de mejora, en la primera se aumentó la superficie vidriada al norte para tener ingreso de radiación solar en el ambiente sur con un cambio en las pendientes de la cubierta, esto, no solo apunta a la disminución de uso de energía utilizada en la calefacción, sino que otorga beneficios psico higiénicos y mejora la iluminación. Como segunda estrategia se incorporó la aislación de todos los muros



exteriores, disminuyendo las pérdidas de calor interior por conducción, y el método para lograrlo consistió en reemplazar la carpintería existente por un DVH de aluminio.

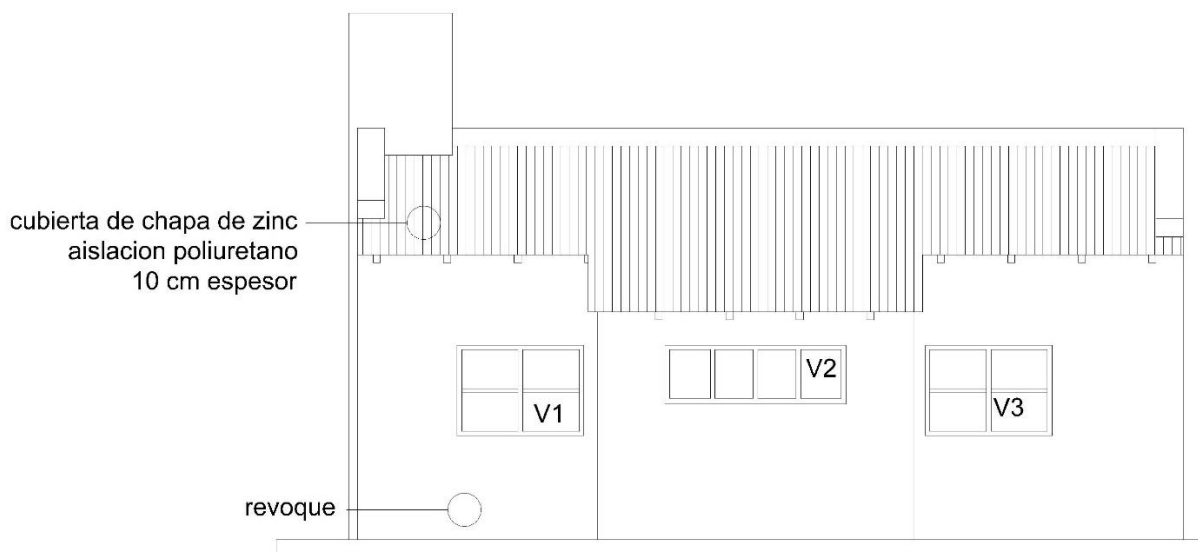


La planta y distribución en ambas opciones del análisis serán iguales.

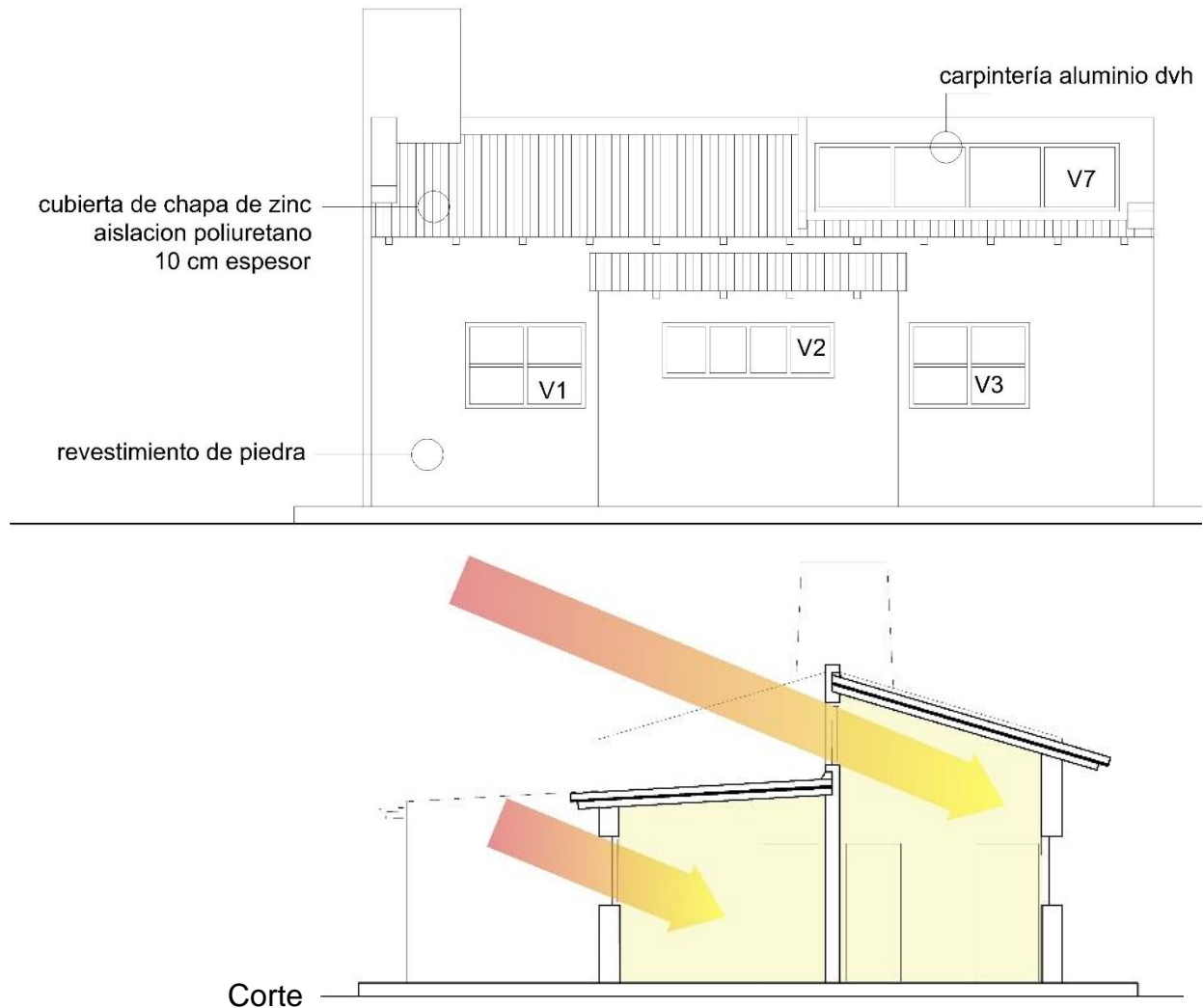
planta

En la cara norte de la vivienda, la opción 2 incorporo, a diferencia de la opción 1 (que mantiene sus características originales de construcción), el incremento de la superficie vidriada, para permitir el ingreso de radiación solar al ambiente que esta al sur, para ello se modificarán las pendientes de la cubierta.

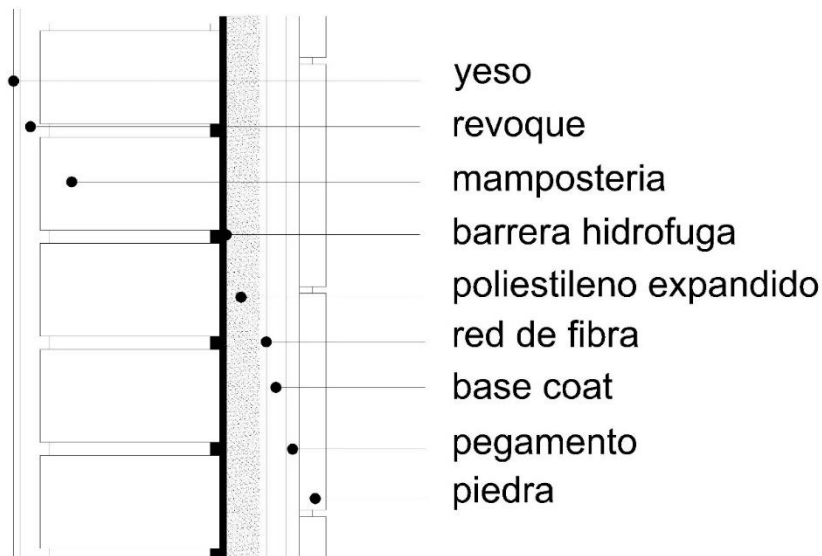
OPCIÓN 1:



## OPCIÓN2:



Por último, se incorporó también en la opción 2, la aislación en toda la superficie exterior de la vivienda, tanto en muros como en cubierta, con 5 cm y 10 cm de aislación respectivamente, para lograr disminuir la pérdida de calor interior por conducción. En este croquis podemos ver las capas de las cuales quedaran formados los muros exteriores:



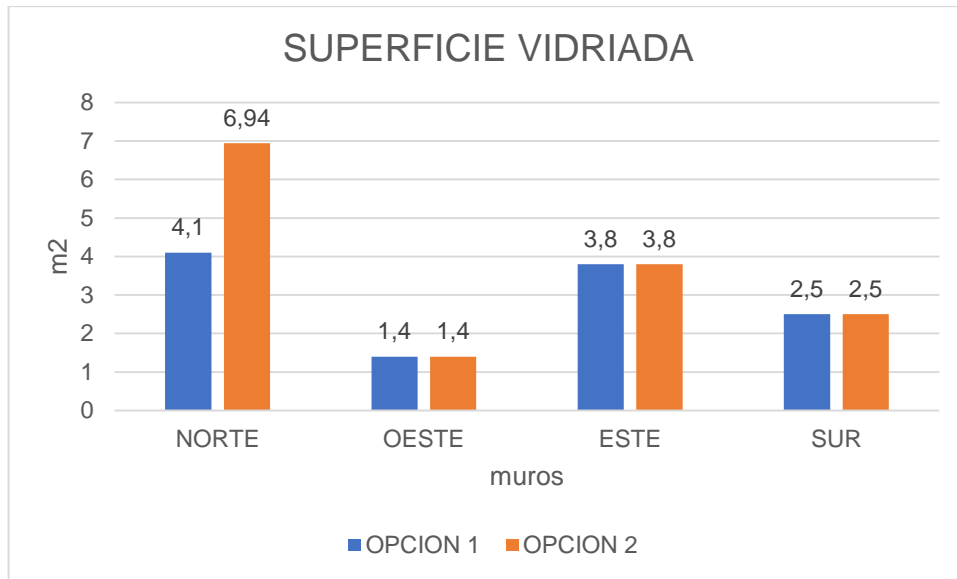
### Estudio y comparación de estrategias

El análisis de las dos opciones se inició con la realización de las planillas de relevamiento de cada componente de la envolvente. En dichas planillas se plasman las dimensiones de cada cara de la vivienda, muros norte, sur, este, oeste y techo, como así también la superficie vidriada en cada una de ellas y el espesor de cada uno de sus componentes (anexo 1).

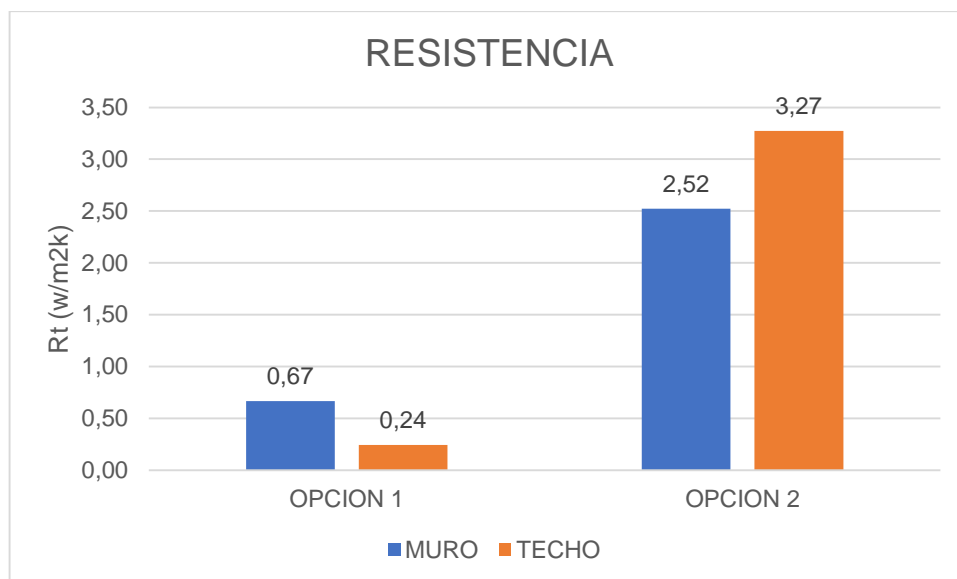
Junto con los valores de conductividad térmica sacados de la Tabla A.1 de la Norma ISO 11601:2002, se realizó el cálculo de ganancia y pérdida de energía para el balance térmico.

Las principales diferencias que se encontraron entre ambas opciones son las relacionadas con las dimensiones de sus ventanas y las características de las componentes de los muros y techo.

El siguiente gráfico muestra la comparación de los metros cuadrados de superficie vidriada que tienen las dos opciones para cada una de las caras de la envolvente a la vivienda:



Otro de las grandes diferencias entre las opciones es la composición de la envolvente, lo que se ve reflejado en los valores de resistencia para cada caso:



Una vez detalladas las características de las dos opciones del análisis se desarrolló el análisis de los flujos de energía que se producen en las mismas, contemplando todas las ganancias o pérdidas. Siempre buscando llegar al equilibrio para no tener que recurrir a sistemas de climatización forzada para lograr el confort térmico.

El confort térmico se expresa como:

$$Q_s + Q_i \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_{inf} \pm Q_m - Q_e = 0$$

Donde:

**Qs:** ganancia solar, que se produce cuando la radiación solar incidente atraviesa las superficies transparentes. La radiación es una forma de propagación del calor que no requiere de medio material para hacerlo, involucra la transferencia de energía de un cuerpo a otro de menor temperatura por medio de ondas electromagnéticas que atraviesan el medio que los separa.

**Qi:** ganancia interna, surge de sumar la energía transmitida del metabolismo de las personas, la de los artefactos de iluminación y cualquier otro aparato que aporte energía al medio interno.

**Qc:** ganancia o pérdida por conducción, que considera: radiación incidente solar, absorptancia del material y conductividad del material. La conducción es la transferencia de energía desde partículas más energéticas a menos energéticas, y es diferente para todos los materiales por lo que hay materiales que conducen más rápido el calor que otros. Para el cálculo de esta debo saber resistencia de todos los materiales que forman la envolvente de la vivienda, utilizando datos de tabla de resistencia superficial de muros/techos, conductividad térmica de las capas de la envolvente en relación al espesor, la temperatura sol aire (definida como la temperatura del aire exterior que transmitiría la misma cantidad de calor y daría la misma distribución de temperatura a través de una construcción que los efectos combinados de la radiación solar y la diferencia de temperatura del aire interior y exterior), absorptancia tomada de la tabla de características radiantes superficiales de materiales y conductancia (que es la inversa de su resistencia) y por último el delta de temperatura interior/ exterior.

**Qv:** ganancia o pérdida por ventilación, es la que se produce al renovar el aire interior para mantener una calidad adecuada, y por lo cual se produce un intercambio térmico.

**Qinf:** flujo de calor por infiltraciones, es la ventilación no deseada que se produce a través de las ventilaciones, puede ser sensible (cuando aumenta temperatura) y latente (cuando cambia estado).

**Qm:** ganancia o pérdida por sistema mecánico, es cuando se debe realizar un aporte o una quita de energía para que el edificio presente condiciones de confort, en general se utilizan sistemas mecánicos, como los de calefacción, refrigeración o aire acondicionado.

**Qe:** pérdida por enfriamiento evaporativo. Flujo de calor negativo, que se da al evaporarse el agua para lo que absorbe una cantidad de energía, que es conocida como el calor latente de vaporización.

El balance térmico en este caso de estudio se realizó tomando la temperatura y los niveles de radiación más desfavorables de invierno en la localidad de Malargüe, los datos de radiación incidente sobre cada plano, se obtuvieron de geosol para el día 21 de junio a las 16 hs. en esta ubicación, en donde, por el ángulo de incidencia, es cuando menos radiación ingresa a la vivienda. Con este dato, más la superficie y el factor ganancia de 0,88 adoptado, se calculó la energía obtenida por radiación para cada muro. Se realizó el cálculo de pérdida o ganancia de energía para cada una de las caras de la envolvente en las dos opciones a comprar (anexo2).

El cálculo de ganancia solar se expresa de la siguiente manera:

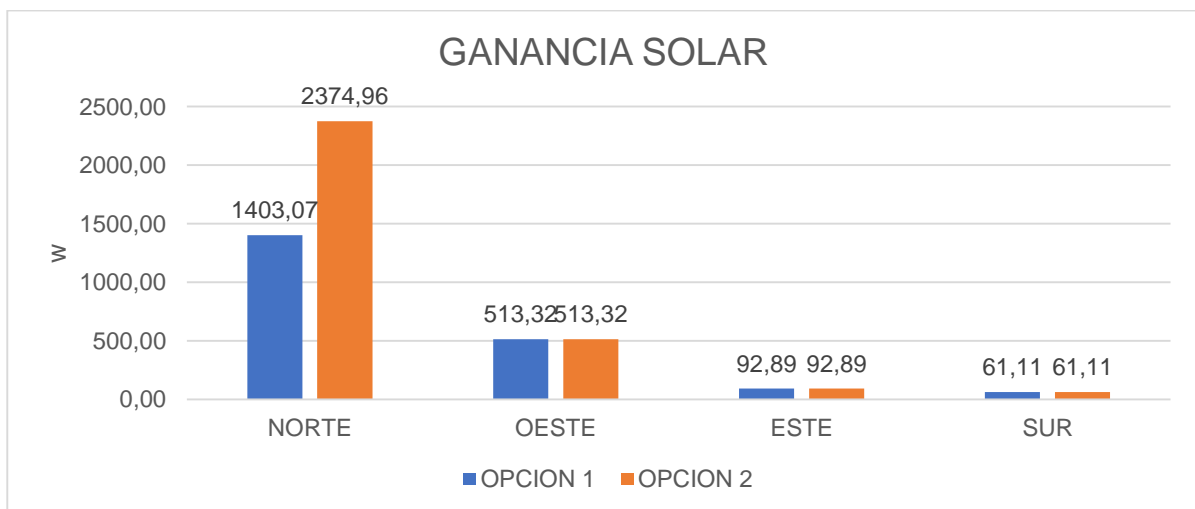
$$Q_s = A \cdot H \cdot FG$$

A: área transparente atravesada por la radiación solar (m<sup>2</sup>)

H: radiación solar incidente en el plano en estudio (W/m<sup>2</sup>)

FG: factor de ganancia solar que tiene en cuenta las características de transparencia de la superficie y el ángulo de radiación solar incidente.

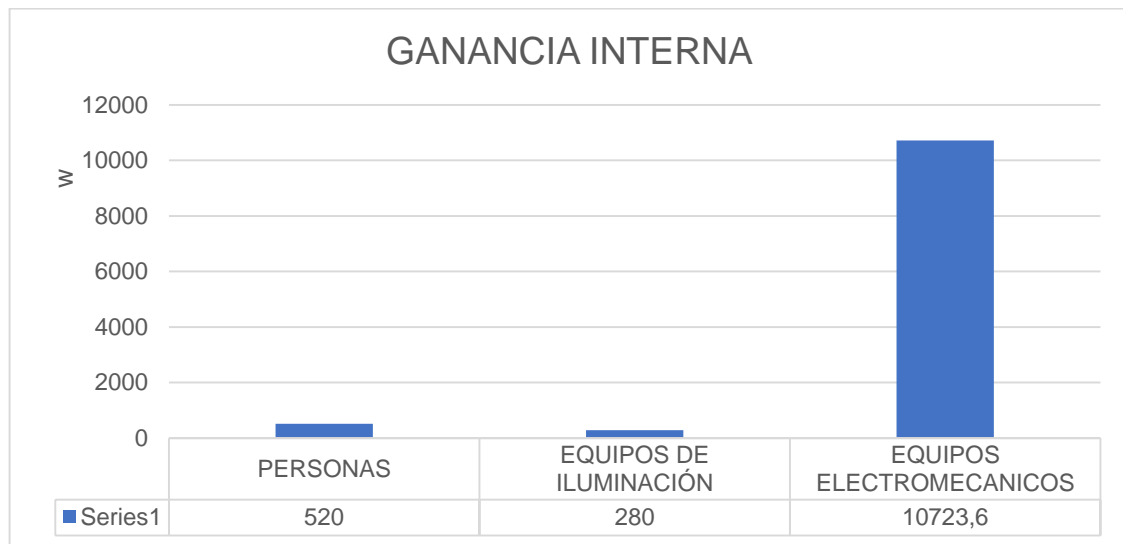
En este relevamiento vemos como este incremento de la superficie vidriada al norte para la opción 2 se ve reflejado en la ganancia de energía por radiación solar al interior de la vivienda, con valores para esta de alrededor de un 50% más ganancia de energía que para la primera.



El siguiente paso fue determinar la ganancia interna de la vivienda, que será igual para ambos casos, se contó: la ocupación, iluminación y electrodomésticos.

La ganancia interna se calcula sumando las energías aportadas al interior de la vivienda:

$$Q_i = (\text{N}^\circ \text{ de personas} \times \text{disipación metabólica}) + (\text{N}^\circ \text{ de equipos de iluminación} \times \text{potencia}) + (\text{N}^\circ \text{ de equipos electromecánicos} \times \text{potencia})$$



Lo siguiente que se analizó fueron las ganancias o pérdidas por ventilación que se calcularon a partir del volumen de aire interior y las veces que este se renueva por hora, adoptándose en este caso dos cambios por hora.

$$Q_v = m \cdot c_p \cdot (T_o - T_i)$$

$$m = \rho \cdot V \cdot N / 3600$$

m: Flujo másico de aire (kg/seg)

T<sub>o</sub> y T<sub>i</sub>: Temperatura exterior e interior

C<sub>p</sub>: calor específico del aire (1.0065 KJ/Kg°C)

ρ: densidad del aire (1.18 Kg/m<sup>3</sup>)

V: Volumen del espacio (m<sup>3</sup>)

N: N° de cambios de aire por hora

No se realizó la comparación de la eficiencia de las carpinterías utilizadas en cada opción, ya que se utiliza en ambas el mismo tipo de carpintería, por lo cual el cálculo del flujo de calor por infiltración, es el mismo para las dos opciones con valores estándar elegidos.

$$Q_{infs} = m \cdot C_p \cdot (t_{ext} - t_{int})$$

$$Q_{infL} = m \cdot H_{vap} \cdot (W_{ext} - W_{int})$$

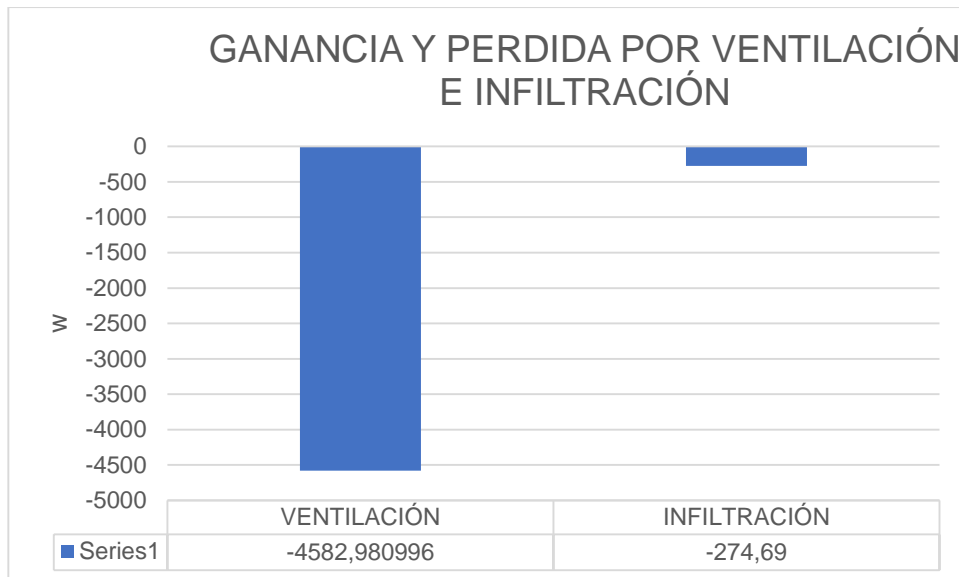
m: masa de aire recambiada por infiltración (kg/s)

C<sub>p</sub>: calor específico del aire (1,0065 KJ/Kg°C)

H<sub>vap</sub>: calor latente de vaporización (2468 KJ/Kg°C)

W<sub>ext</sub>: Humedad específica exterior (kg agua/kg aire)

W<sub>int</sub>: Humedad específica interior (kg agua/kg aire)



No se tomaron valores de ganancia o pérdida por sistemas mecánicos ya que se buscó comparar el comportamiento de los materiales utilizados en los muros y cubierta. Para las pérdidas por enfriamiento evaporativo se tomó el valor de acuerdo a lo establecido para la ganancia interna por cantidad de personas que ocupan el lugar.

Por último, se realizó el cálculo de la ganancia o pérdida por conducción. Se calculo la resistencia térmica de los muros, ventanas y cubierta de techo, sumando las resistencias de cada una de las capas de diferentes materiales perpendiculares al flujo de calor que forman cada plano, las cuales se obtienen conociendo sus espesores y su conductividad. Esto se calcula de la siguiente manera:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

U: coeficiente global de transferencia de calor

$$U = 1/R_t \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

$$R_t = 1/h_0 + e_1/k_1 + e_2/k_2 + e_3/k_3 + \dots + e_n/k_n + 1/h_i$$



$h_0$ : conductancia superficial exterior ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )

$h_i$ : conductancia superficial interior ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )

$e$ : espesor del material (m)

$k$ : Conductividad térmica del material ( $W/m^\circ C$ )

$A$ : área del muro, techo y ventana del mismo tipo expuesto al exterior

$\Delta T$ : diferencia de temperaturas ( $^\circ C$ )

$$\Delta T = T_{sa} - T_i$$

$T_{sa}$ : temp sola aire

$T_i$ : temp interior ambiente

$$T_{sa} = T_e + H \alpha / h_0$$

$T_e$ : temp aire exterior

$H$ : Radiación incidente en el plano en estudio ( $W/m^2$ )

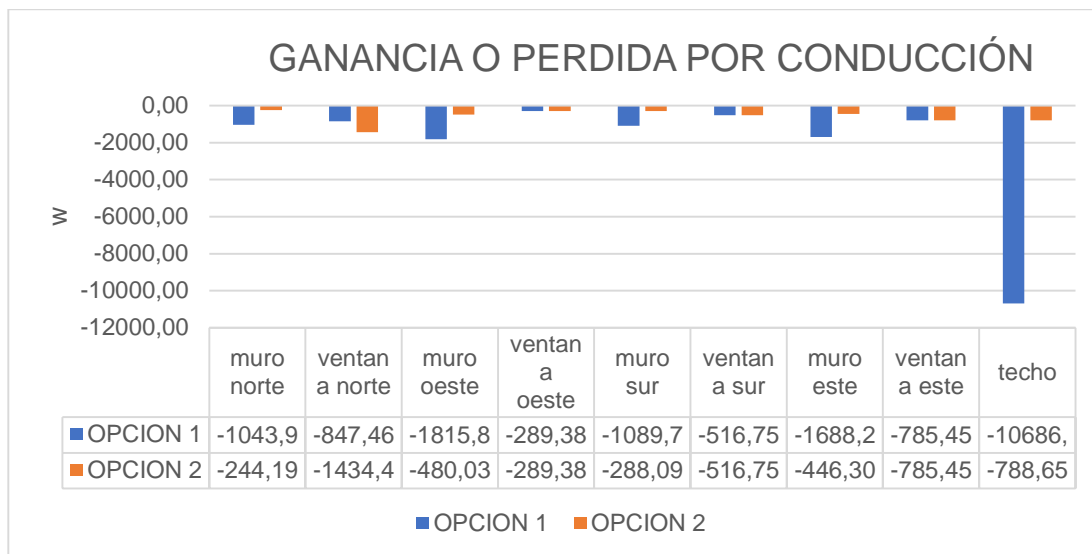
$\alpha$ : Absortancia del elemento exterior (%)

$h_0$ : Conductancia superficial exterior ( $W/m^2^\circ C$ )

Una vez determinada la resistencia de cada plano colindante con el exterior para las dos opciones, se determinó la diferencia entre la temperatura de confort determinada de  $18^\circ C$  y la temperatura sol aire en cada plano.

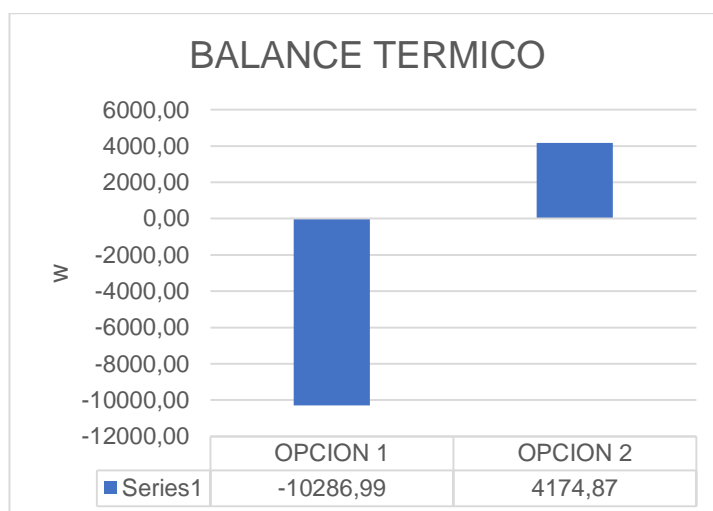
Tsa temperatura sol aire							
Te ( $^\circ C$ )	H ( $w/m^2$ )	$\delta$ (%)	ho ( $w/m^2^\circ C$ )	<b>Tsa</b>	<b>Ti</b>	<b><math>\Delta T</math></b>	
-18	388.89	0.5	25	-10.22	18.00	-28.22	NORTE
-18	27.78	0.5	25	-17.44	18.00	-35.44	ESTE
-18	27.78	0.5	25	-17.44	18.00	-35.44	OESTE
-18	416.67	0.5	25	-9.67	18.00	-27.67	SUR
-18	97.22	0.3	25	-16.83	18.00	-34.83	TECHO
						<b>-161.61</b>	

Una vez obtenidos todos los datos se calculó la ganancia o pérdida por conducción de cada uno de los planos colindantes con el exterior para las dos opciones, es en este análisis donde se ven las mayores diferencias ya que intervienen las características de los materiales que se incorporaron a la opción 2 para la reforma de la vivienda. La resistencia térmica de los muros en la opción 2, que incluye la incorporación de una capa de aislante, lo que supera por arriba de tres veces los valores obtenidos en el muro común de ladrillo, y, en el caso de la cubierta de techo, esta diferencia es aún mayor, esto y la pérdida de energía en cada cara puede verse reflejado en el siguiente gráfico:

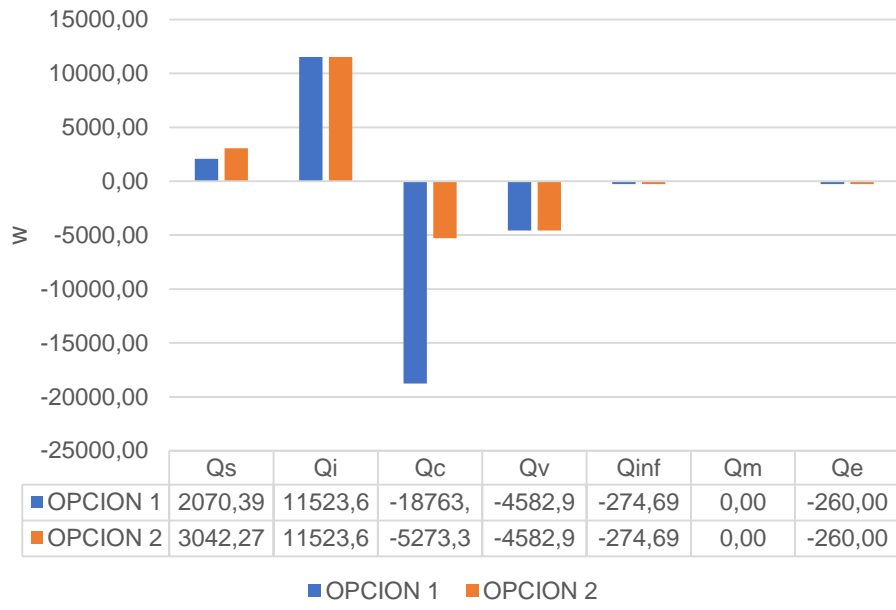


Por último, fue realizada la sumatoria de todos los valores obtenidos de pérdida o ganancia energética a través de las diferentes formas de transmisión de calor para ambos casos, es decir, el balance térmico.

Se obtuvieron valores negativos en la opción 1 lo que indica que se deberá realizar un aporte de energía a través de sistemas mecánicos para lograr la temperatura de confort elegida, y valor por arriba del 0 para la opción 2 lo que indica que se supera la temperatura deseada sin ningún aporte externo.



## DETALLE BALANCE TERMICO



## **Conclusión**

En este trabajo se realizó la comparación de dos alternativas para la ejecución de una obra de mejora en una vivienda existente en la localidad de Malargüe.

La necesidad de volver habitable este edificio, que en la actualidad se encuentra abandonado por su nivel de deterioro, es lo que da la oportunidad de que esta no solo actualice sus instalaciones básicas, cubierta y cierre, sino que también se mejoren las condiciones de habitabilidad y eficiencia energética.

Al tratarse de una mejora se encuentra la dificultad de que no pueden modificarse las condiciones iniciales de implantación, elección de materiales constructivos estructurales, distribución de los espacios y ubicaciones de las aberturas. En este caso donde la calefacción es uno de los puntos a optimizar, por su zona de implantación y uso de la vivienda, del resultado del balance térmico realizado se puede concluir que la mejora en las aislaciones de los planos colindantes con el exterior, y aumento en la captación de radiación solar, es una opción de la que se obtienen resultados favorables para el ahorro energético, sin realizar grandes cambios estructurales.

En el cuadro de balance térmico final puede observarse que la ganancia de energía por radiación solar dentro de la vivienda en la opción 2 aumenta al doble con respecto a la opción 1 que mantiene las características originales de la construcción, con la incorporación de 2.84 m<sup>2</sup> de superficie vidriada al norte.

La gran mejora en este balance final se obtiene a través de la incorporación de una capa de aislante térmico de 5 cm para muros y 10 cm para techo, esto reduce en gran medida la pérdida de energía por conducción, lo que hace que se mantengan dentro de la vivienda niveles de energía necesarios para mantener la vivienda en temperaturas de confort durante el día sin la necesidad de utilizar sistemas de calefacción mecánicos.

Estos cambios y mejoras representan un mayor gasto de obra para la opción 2, lo que se compensaría con la reducción de gastos de consumo de energía durante la vida útil de la vivienda. A fin de confirmar esto, se debería realizar el análisis de ciclo de vida para poder comparar con mayor profundidad las dos opciones, ya que el balance térmico realizado durante este trabajo nos indica el consumo energético para cada caso cuando la vivienda sea habitada, pero no contempla el ciclo de vida de todos los materiales utilizados para la obra.

## **Bibliografía:**

IRAM 11601 TERCERA EDICION (2002)

Norma IRAM 11601 (2002). Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

IRAM 11603 (1996)

Norma IRAM 11603 (1996). Acondicionamiento térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

IRAM 11604 SEGUNDA EDICION (2001)

Norma IRAM 11604 (2001). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente global de pérdidas. Cálculo y valores límites.

Gelardi. D., Esteves. A, Barea. G., (2012). Ampliación bioclimática de vivienda urbana con tecnología no tradicional. Mendoza: Asades.

Blasco. L., Albarracín. O., Hoesé. L. (\*). Procedimiento de evaluación bioclimática de viviendas. San Juan: Universidad Nacional de San Juan.

## ANEXO 1

### RELEVAMIENTO GEOMETRICO:

#### OPCIÓN 1

##### MURO NORTE

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
revoque	3.15	9.13	28.7595	0.035
mampostería	3.15	9.13	28.7595	0.3
revoque	3.15	9.13	28.7595	0.035
yeso	3.15	9.13	28.7595	0.01

VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
V1	1	1.4	1.4	
V2	1.45	2	2.9	
V3	1	1.4	1.4	
sup. Vidriada			5.7	

##### MURO OESTE

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
enlucido		9.55	35.55	0.02
mampostería		9.55	35.55	0.3
enlucido		9.55	35.55	0.02
yeso		9.55	35.55	0.01

VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
V4	1	1.4	1.4	
sup. Vidriada			1.4	

##### MURO ESTE

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
enlucido		9.55	35.55	0.02
mampostería		9.55	35.55	0.3
enlucido		9.55	35.55	0.02
yeso		9.55	35.55	0.01

VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
P1	0.9	2	1.8	
P2	1	2	2	
sup. Vidriada			3.8	

MURO SUR

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
enlucido	3.15	9.13	28.7595	0.02
mampostería	3.15	9.13	28.7595	0.3
enlucido	3.15	9.13	28.7595	0.02
yeso	3.15	9.13	28.7595	0.01

VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
V5	1	1.4	1.4	
V6	1	1.1	1.1	
sup. Vidriada			2.5	

TECHO

NORTE

	largo(m)	ancho (m)	largo(m)	ancho (m)	m2	e (m)
membrana liquida	9.13	3.52	2.8	3.5	41.94	0.001
chapa	9.13	3.52	2.8	3.5	41.94	0.002
machimbre	9.13	3.52	2.8	3.5	41.94	0.01

SUR

	largo(m)	ancho (m)	m2	e (m)
membrana liquida	9.13	3.52	32.14	0.001
chapa	9.13	3.52	32.14	0.002
machimbre	9.13	3.52	32.14	0.01

OPCIÓN 2

MURO NORTE

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
base coat	3.15	9.13	28.7595	0.003
red de fibra	3.15	9.13	28.7595	0.001
poliestireno expandido	3.15	9.13	28.7595	0.05
barrera hidrofuga	3.15	9.13	28.7595	0.001
mampostería	3.15	9.13	28.7595	0.3
revoque	3.15	9.13	28.7595	0.035
yeso	3.15	9.13	28.7595	0.01

VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
V1	1	1.4	1.4	
V2	0.65	2	1.3	
V3	1	1.4	1.4	
V7	0.8	3.55	2.84	

6.94

## MURO OESTE

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
base coat		9.55	35.55	0.003
red de fibra		9.55	35.55	0.001
poliestireno expandido		9.55	35.55	0.05
barrera hidrofuga		9.55	35.55	0.001
mampostería		9.55	35.55	0.3
revoque		9.55	35.55	0.035
yeso		9.55	35.55	0.01
VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
V4	1	1.4	1.4	
			1.4	

## MURO ESTE

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
base coat		9.55	35.55	0.003
red de fibra		9.55	35.55	0.001
poliestireno expandido		9.55	35.55	0.05
barrera hidrofuga		9.55	35.55	0.001
mampostería		9.55	35.55	0.3
revoque		9.55	35.55	0.035
yeso		9.55	35.55	0.01
VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
P1	0.9	2	1.8	
P2	1	2	2	
			3.8	

## MURO SUR

MATERIALES	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
base coat	3.15	9.13	28.7595	0.003
red de fibra	3.15	9.13	28.7595	0.001
poliestireno expandido	3.15	9.13	28.7595	0.05
barrera hidrofuga	3.15	9.13	28.7595	0.001
mampostería	3.15	9.13	28.7595	0.3
revoque	3.15	9.13	28.7595	0.035
yeso	3.15	9.13	28.7595	0.01
VENTANAS	alto (m)	ancho (m)	m2	e (m)
V5	1	1.4	1.4	
V6	1	1.1	1.1	



## TECHO

	largo(m)	ancho (m)	largo(m)	ancho (m)	m2	e (m)
NORTE chapa	9.13	3.52	2.8	3.5	41.94	0.002
poliestireno expandido	9.13	3.52	2.8	3.5	41.94	0.1
membrana	9.13	3.52	2.8	3.5	41.94	0.004
machimbre	9.13	3.52	2.8	3.5	41.94	0.01

	largo(m)	ancho (m)	m2	e (m)
SUR chapa	9.13	3.52	32.14	0.002
poliestireno expandido	9.13	3.52	32.14	0.1
barrera hidrofuga	9.13	3.52	32.14	0.004
machimbre	9.13	3.52	32.14	0.01

## ANEXO 2

### CALCULOS DE GANANCIA O PERDIDA DE ENERGIA

#### ganancia solar (OPCIÓN 1)

	<b>A</b> - área transparente (M2)	<b>H</b> - radiación solar incidente (w/m2)	<b>Fg</b> - factor de ganancia	
muro				
norte	4.1	388.88	0.88	1403.07
sur	2.5	27.78	0.88	61.11
este	3.8	27.78	0.88	92.89
oeste	1.4	416.66	0.88	513.32
			<b>Qs (w)</b>	2070.39

#### ganancia solar (OPCIÓN 2)

	<b>A</b> - área transparente (M2)	<b>H</b> - radiación solar incidente (w/m2)	<b>Fg</b> - factor de ganancia	
muro				
norte	6.94	388.88	0.88	2374.96
sur	2.5	27.78	0.88	61.11
este	3.8	27.78	0.88	92.89
oeste	1.4	416.66	0.88	513.32
			<b>Qs (w)</b>	3042.27

#### Ganancia interna

	N° personas	disipación metabólica	total
	4	130	520
	N° equipos iluminación	potencia	
	7	40	280
	N° equipos electromecánicos	potencia	
cocina	1	8373.6	8373.6

heladera	1	2350	2350
<b>Qi (w)</b>			11523.6

### Ganancia o pérdida por ventilación

<b>m- flujo másico de aire (Kg/seg)</b>			
p - densidad del aire (kg/m3)	volumen del espacio (m3)	numero de cambios de aire por hora	
1.18	192.94	2	0.12648289
<b>cp- calor especifico del aire (kj/kg°C)</b>			
			1.0065
<b>To y Ti - temperatura exterior e interior</b>			
	To	Ti	
	-18	18	-36
<b>Qv</b>			-4.58
			-4582.981

kj/s  
w

### Flujo de calor por infiltración

<b>m- flujo másico de aire (Kg/seg)</b>			
p - densidad del aire (kg/m3)	volumen del espacio (m3)	numero de cambios de aire por hora	
1.18	192.74	0.12	0.00758111

m (kg/s)	Cp (kj/kg°C)	Text (°C)	Tint (°C)	<b>Qinf s</b>
0.0076	1.0065	-18	18	-0.2747

m (kg/s)	Hvap (kj/kg°C)	Wext (Kg agua/Kg aire)	Wint (Kg agua/Kg aire)	<b>Qinf l</b>
	2468			0

<b>Qinf</b>	-0.2747
	-274.69

Ganancia o pérdida por conducción OPCIÓN 1

MUROS

Resistencia total  $R_t$  (w/m<sup>2</sup>k)

material	e (m)	k (w/m°C)	
revoque	0.035	1.4	0.03
mampostería	0.3	0.73	0.41
revoque	0.035	1.4	0.03
yeso	0.01	0.28	0.04
	ho (w/m <sup>2</sup> °C)		hi (w/m <sup>2</sup> °C)
	0.04		0.13
		<b>Rt</b>	0.67

VENTANAS

Resistencia total  $R_t$  (w/m<sup>2</sup>k)

material	e (m)	k (w/m°C)	
vidrio	0.003	0.72	0.0042
	ho (w/m <sup>2</sup> °C)		hi (w/m <sup>2</sup> °C)
	0.04		0.13
		<b>Rt</b>	0.17

CUBIERTA

Resistencia total  $R_t$  (w/m<sup>2</sup>k)

material	e (m)	k (w/m°C)	
membrana liquida	0.001	200	0.000005
chapa	0.002	110	1.8182E-05
machimbre	0.01	0.14	0.07142857
	ho (w/m <sup>2</sup> °C)		hi (w/m <sup>2</sup> °C)
	0.04		0.13
		<b>Rt</b>	0.24

MUROS

Resistencia total  $R_t$  (w/m<sup>2</sup>k)

material	e (m)	k (w/m°C)	
base coat	0.003	0.2	0.02
poliestireno expandido	0.05	0.033	1.52
barrera hidrofuga	0.001	200	0.35
mampostería	0.3	0.73	0.41
revoque	0.035	1.4	0.03
yeso	0.01	0.28	0.04
	ho (w/m <sup>2</sup> °C)		hi (w/m <sup>2</sup> °C)

	0.04				0.13
			<b>Rt</b>		2.52

VENTANAS

Resistencia total Rt (w/m2k)

material		e (m)	k (w/m°C)		
vidrio		0.003	0.72	0.0042	
	ho (w/m2°C)				hi (w/m2°C)
	0.04				0.13
			<b>Rt</b>		0.17

MUROS

Resistencia total Rt (w/m2k)

material		e (m)	k (w/m°C)		
chapa		0.002	110	1.81818E-05	
poliestireno expandido		0.1	0.033	3.03030303	
membrana		0.004	200	0.00002	
machimbre		0.01	0.14	0.071428571	
	ho (w/m2°C)				hi (w/m2°C)
	0.04				0.13
			<b>Rt</b>		3.27

Tsa temperatura sol aire

Te (°C)	H (w/m2)	δ (%)	ho (w/m2°C)	Tsa	Ti	ΔT
-18	388.89	0.5	25	-10.22	18.00	-28.22
-18	27.78	0.5	25	-17.44	18.00	-35.44
-18	27.78	0.5	25	-17.44	18.00	-35.44
-18	416.67	0.5	25	-9.67	18.00	-27.67
-18	97.22	0.3	25	-16.83	18.00	-34.83
						<b>-161.61</b>

NORTE  
ESTE  
OESTE  
SUR  
TECHO

opción 1				
	A	$\Delta T$	Rt	Qc
muro norte	24.66	-28.22	0.67	-1043.91
ventana norte	4.10	-36.00	0.17	-847.46
muro oeste	34.15	-35.44	0.67	-1815.82
ventana oeste	1.40	-36.00	0.17	-289.38
muro sur	26.26	-27.67	0.67	-1089.76
ventana sur	2.50	-36.00	0.17	-516.75
muro este	31.75	-35.44	0.67	-1688.22
ventana oeste	3.80	-36.00	0.17	-785.45
techo	74.08	-34.83	0.24	-10686.55
				<b>-18763.30</b>

opción 2				
	A	$\Delta T$	Rt	Qc
muro norte	21.82	-28.22	2.52	-244.19
ventana norte	6.94	-36.00	0.17	-1434.49
muro oeste	34.15	-35.44	2.52	-480.03
ventana oeste	1.40	-36.00	0.17	-289.38
muro sur	26.26	-27.67	2.52	-288.09
ventana sur	2.50	-36.00	0.17	-516.75
muro este	31.75	-35.44	2.52	-446.30
ventana oeste	3.80	-36.00	0.17	-785.45
techo	74.08	-34.83	3.27	-788.65
				<b>-5273.33</b>

## BALANCES TERMICOS

OPCIÓN 1							
Qs	Qi	Qc	Qv	Qinf	Qm	Qe	(w)
2070.39	11523.60	-18763.30	-4582.98	-274.69	0.00	-260.00	<b>-10286.99</b>
OPCIÓN 2							
Qs	Qi	Qc	Qv	Qinf	Qm	Qe	(w)
3042.27	11523.60	-5273.33	-4582.98	-274.69	0.00	-260.00	<b>4174.87</b>