

# CONFORT EN LA VIVIENDA RURAL SOCIAL

Eficiencia y sustentabilidad en la nueva tipología de MEVIR

**Laboratorio de Vivienda Sustentable**  
3E Enfoques y Enclaves de la Energía

**Universidad de la República**  
Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo



Arq. Virginia Carbone  
Arq. Ana Fernández

## **Equipo docente**

Arq. Alicia Picción  
Mag. Arq. Daniel Sosa Ibarra  
Mag. Arq. Lucía Pereira  
Arq. Magdalena Camacho

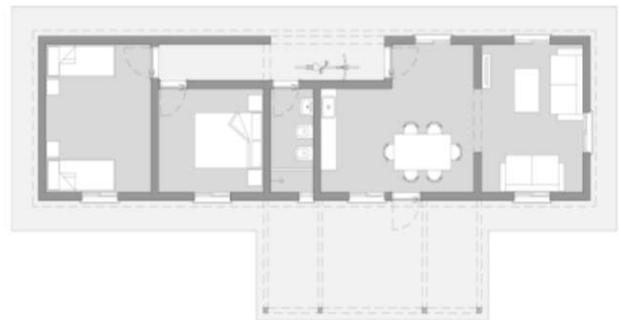
# 1. PRESENTACIÓN y CONCEPTUALIZACIÓN

## Introducción

MEVIR (Movimiento pro erradicación de la vivienda insalubre rural) dentro del Sistema Público de Vivienda es una institución responsable de la construcción de casi cuarenta mil intervenciones constructivas desde que inició su actividad en 1968, construyendo un promedio de 740 intervenciones por año. Desde su creación ha atendido a más de 180.000 habitantes. El diseño arquitectónico del prototipo es de relevancia ya que incide en los aspectos del confort de una importante masa de población, en aspectos sustentables a nivel nacional y de eficiencia energética.<sup>1</sup>

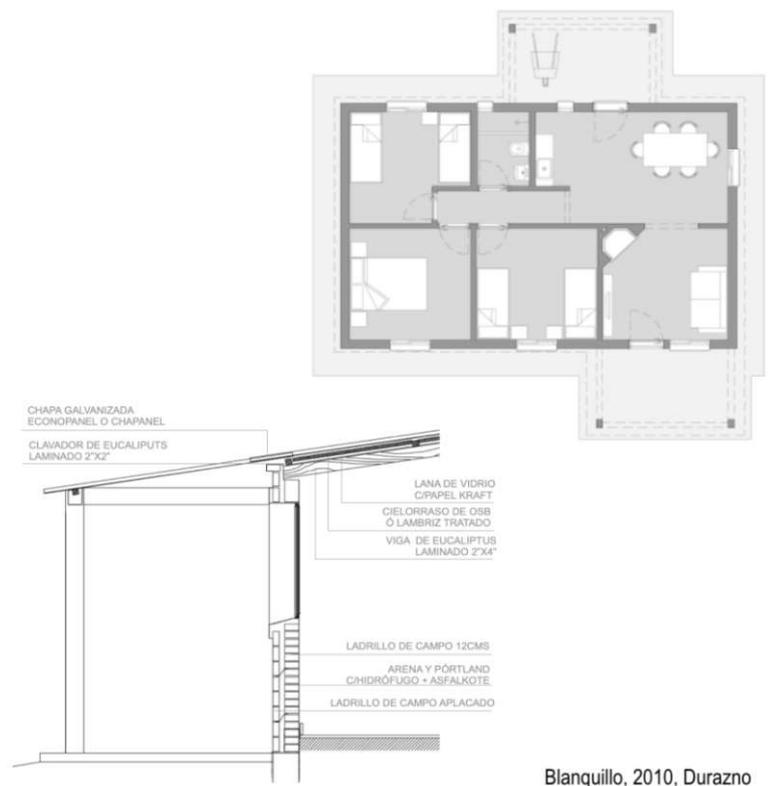
MEVIR en un inicio atendió a la población en sus terrenos propios, realizando intervenciones dispersas para la población rural. Esa modalidad de intervención se fue abandonando, y se comenzó a responder a los problemas de la vivienda rural mayoritariamente asociados a una pequeña localidad donde el trabajador del campo de acuerdo a la “nueva ruralidad” empezó a preferir habitar. El poblador que permaneció en el campo en forma dispersa con necesidad de vivienda se transformó en un pequeño porcentaje de las intervenciones de la institución.

La institución respondió a esas dos necesidades de vivienda mencionadas con dos formatos de actuación; el conjunto de viviendas en pequeñas localidades rurales y la vivienda dispersa del trabajador rural. Se priorizaron en el diseño las condicionantes logísticas, económicas y organizativas de la institución. Se optó por una vivienda eficiente desde el punto de vista constructivo, austera, con sistemas tradicionales que permita la incorporación del participante en el proceso de obra y una máxima racionalización de las compras y disponibilidad de insumos en el medio local (como el ladrillo por ejemplo). Se le dio mucha importancia a los temas higiénicos y sanitarios; fue pionero en realizar un sistema de saneamiento para sus viviendas.



Cerro Colorado, 1971, Florida

<sup>1</sup> Memoria para el futuro MEVIR, 2019



Blanquillo, 2010, Durazno

La adhesión de Uruguay a los objetivos de Desarrollo Sustentable pautados en 2015 por el acuerdo de París, tuvo repercusión en el Plan quinquenal 2015-2019 y MEVIR se vio en la obligación de alinearse a los temas vinculados a la sustentabilidad y eficiencia energética procurando mejorar el confort del beneficiario. Se potenció el área de proyecto y en 2015 la institución obtiene el Premio Nacional de Eficiencia energética por las medidas tomadas en este sentido, con una tipología llamada Tambores.

En 2020 se hace una revisión de los costos del producto realizado y se replantea la tipología para adaptarla a necesidades económicas vigentes. Nace la tipología Cardal, para dar respuestas a estas exigencias, pero conservando la preocupación de responder a los aspectos sustentables y de confort para el participante. Con ella el Estado se propone construir en el quinquenio 2020-2024, tres mil viviendas.

El trabajo se propone analizar en la localidad de Colonia Garibaldi en el Departamento de Salto el desempeño de esta nueva vivienda y proponer estrategias de diseño pasivos para mejorar su desempeño energético poniendo como principal objetivo la mejora del confort del beneficiario.

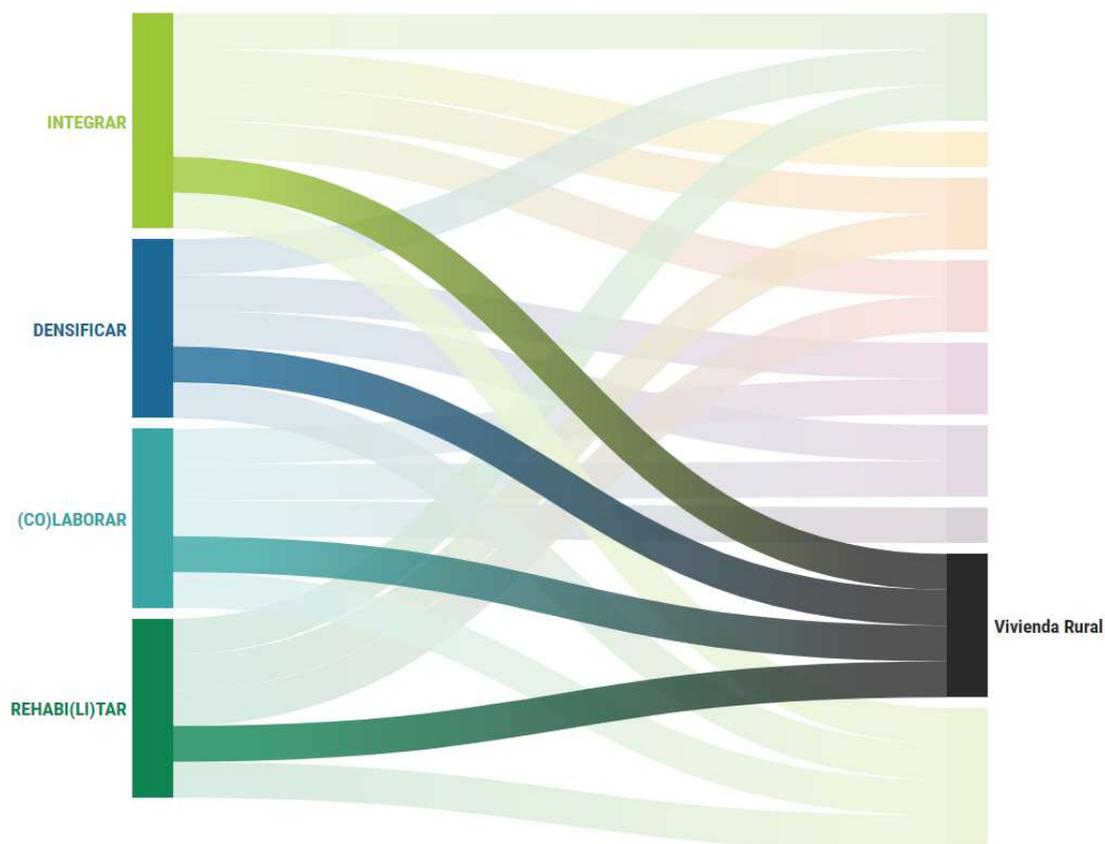
## Cuestionamiento a la propuesta histórica proyectual desarrollada

Para poner en contexto el caso de estudio, se analizaron las lógicas de actuación desarrolladas por MEVIR en sus 50 años de vida. Si bien, el foco de actuación hubiera permitido el desarrollo de posturas donde se pudiera poner en valor lo vernáculo, capitalizando factores físicos y socio culturales para la determinación proyectual, la institución priorizó concepciones “desclimatizadas”, impulsadas por las corrientes positivistas imperantes a mediados del siglo XX, donde el conocimiento, la ciencia y la tecnología se sobreponían a saberes locales alternativos.

Algunas de las debilidades identificadas que creemos importante revisar para comenzar a procesar un cambio de paradigma de actuación son las siguientes:

- MEVIR ha actuado con una voluntad “aculturizante” que desestiman los saberes de la población local.
- No contemplan las formas de vida, ni las relaciones sociales ni de producción de la población. Se responde generando un hábitat homogéneo
- Se subvalora la capacidad de gestión de los usuarios ya que se plantea una forma de cooperación por ayuda mutua pero sin poder de autogestión.
- Se ha simplificado la respuesta tipológica, priorizando pautas higiénicas y económicas y desestimando aspectos del confort
- Existe una descoordinación de las implantaciones con las políticas territoriales, aprovechando tierra donada o barata generando duplicación del saneamiento, redes e infraestructura edilicia.
- Se ha medido el “éxito” en términos cuantitativos y no cualitativos, lo que ha relegado la mejora del producto arquitectónico.

## Matriz lógicas de actuación - Manifestaciones



MEVIR ha desarrollado respuestas esquemáticas en su política de vivienda, producto de que sus lógicas de actuación han sido superadas por la realidad. Un desafío que la institución tiene por delante para transformarse en una entidad enfocada a la producción sustentable, es cambiar de paradigma y operar con lógicas de actuación contemplando el concepto de sustentabilidad a su producción.

Se entiende que esta institución debe repositionar su política de producción de vivienda rural con las lógicas de integración, densificación, colaboración y rehabilitación.

En relación a la INTEGRACIÓN creemos que se deben reconsiderar y priorizar las intervenciones en terrenos propios, dentro de la localidad abandonando la conformación de nuevos barrios homogéneos que dificulta el construcción del tejido social.

Por otro lado este aspecto se vincula con la lógica de la DENSIFICACIÓN ya que el aprovechamiento de parcelas en la trama urbana existente de las pequeñas localidades rurales en donde se interviene, optimiza la utilización de la infraestructura existente, evitando la duplicación de servicios y la extensión del suelo urbanizado.

En el medio rural, de acuerdo a informes procesados por MEVIR en base a datos del último censo de vivienda del año 2011 se constató que existe un déficit de 9638 mientras que el déficit cualitativo es de 36069 viviendas. En ese sentido la REHABILITACIÓN se muestra como una lógica fundamental de actuación de corte sustentable recuperando y poniendo en servicio nuevamente gran cantidad de viviendas rurales que de no atender, se transformarían en desperdicios y demandaría la construcción de nuevas unidades.<sup>2</sup>

Por último se hace necesario que MEVIR abra paso a una modalidad de autogestión potenciando la COLABORACIÓN de los participantes, valorizando sus saberes y permitiendo que se desplieguen infinitas posibilidades de formas de habitar de acuerdo a la conformación del grupo de participantes.

## Caso de Estudio

El proyecto de estudio es una obra de 35 viviendas actualmente en ejecución, ubicada en el Departamento de Salto, en la Colonia Garibaldi a 18 km de la capital departamental. El conjunto es el último iniciado con la tipología Tambores. El tipo de muro construido no es el original proyectado de la vivienda, ya que en vez del muro de 30 con aislación térmica que proponía la tipología original se construyó un muro de 22 cm con aislación térmica.

Se optó por hacer las mediciones en la vivienda más comprometida del conjunto. Se trata de una vivienda con orientación Oeste - Este (acceso principal orientado al Oeste), exenta, de 2 dormitorios, con un área de 57 m<sup>2</sup>, con cubierta liviana a dos aguas

La línea de base para el estudio está compuesta por:

- Muros doble (22 cm de espesor) de ladrillo de campo con cámara y con placa de poliestireno expandido de 35 mmn como aislamiento térmico; terminación exterior e interior bolseado y pintado (color claro). Muro exterior de ladrillo colocado "a sogá".
- Cubierta liviana de estructura de madera laminada, con aislamiento térmico (lana de vidrio de 2" con foil de aluminio); terminación interior de chapón fenólico y exterior de chapa trapezoidal Econopanel (color acero natural).
- Aberturas de vidrio simple claro de 4mm y carpintería de aluminio (aluminio Serie 25, terminación anodizado en tono natural, colocación a plomo interior). Con cortina de enrollar.
- Puerta principal batiente línea "Probbá", de aluminio terminación anodizado tono natural, con colocación a plano interior

## Evaluación integral

De acuerdo a la evaluación que proporciona la herramienta Sherpa, la que evalúa el desempeño de un proyecto de acuerdo a los parámetros ambientales, culturales, económicos y sociales midiendo la respuesta del proyecto a las aspiraciones transformadoras de la Nueva Agenda Urbana, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París, los resultados obtenidos de la urbanización de Colonia Garibaldi de MEVIR son poco alentadores. El proyecto está alejado de esas aspiraciones, considerando que no alcanza el 50 % en ninguno de los parámetros que se miden.

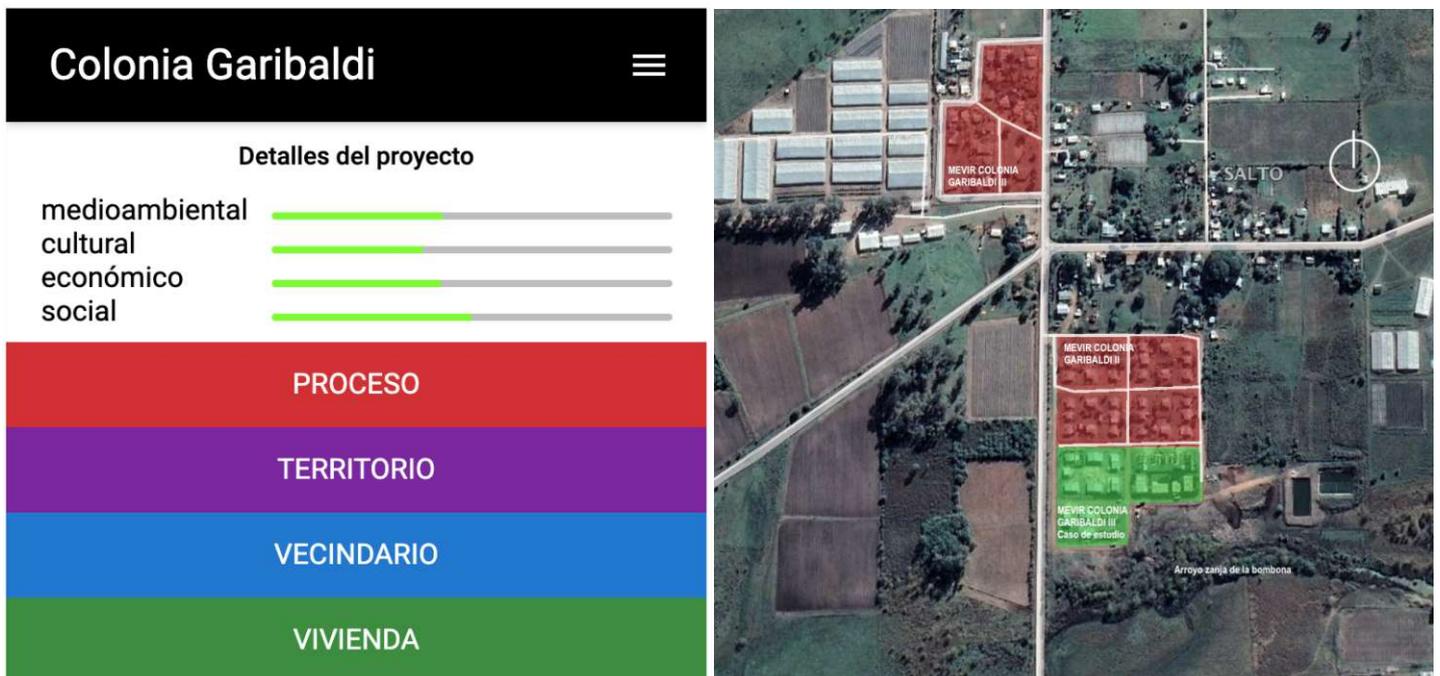


Imagen aérea del SIT-MVOT. En verde intervención de MEVIR, en estudio

# Vivienda Rural MEVIR

## Caso de estudio N°1 Colonia Garibaldi, Salto

Situación más comprometida  
Tipología "Tambores" 2 dormitorios  
Aislada



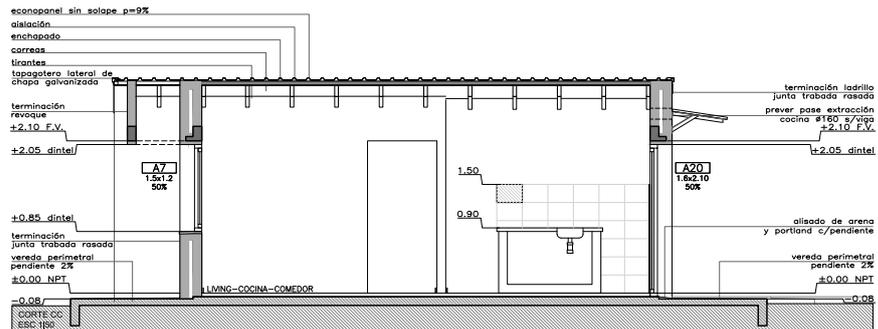
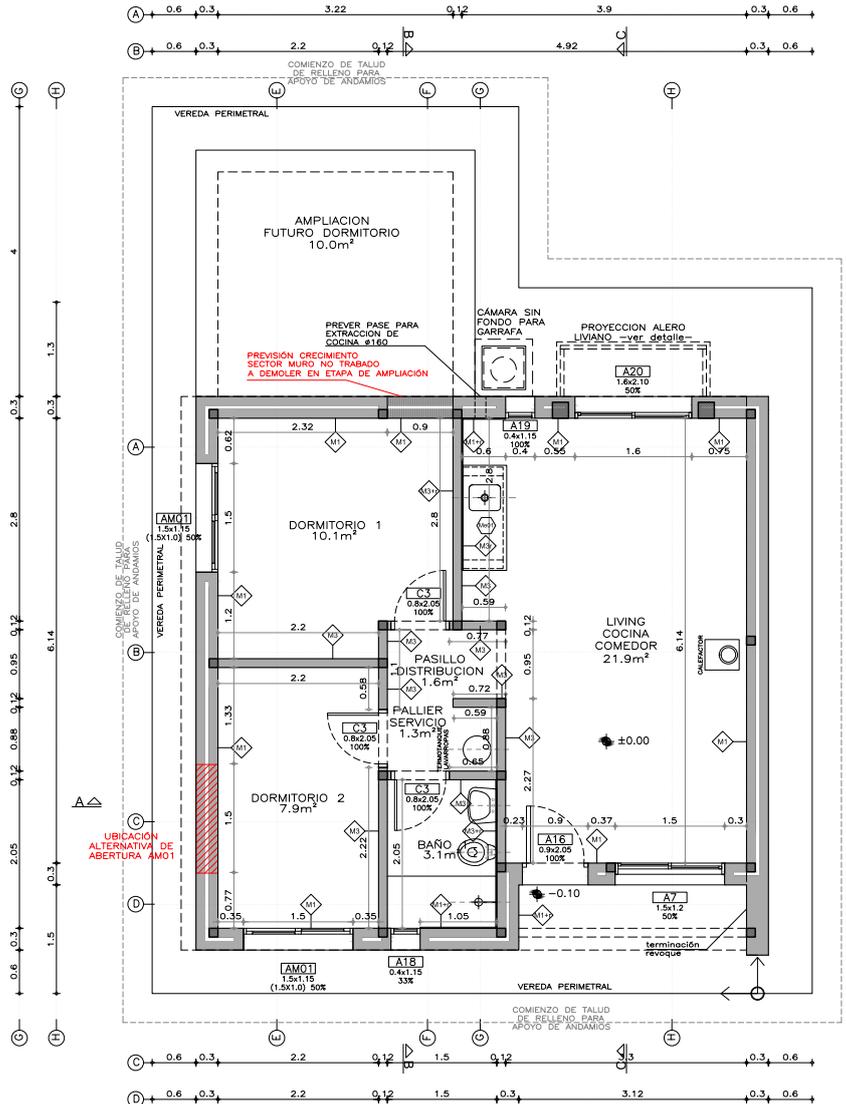
# 1.1\_Colonia Garibaldi, Salto - Con medidas de eficiencia energética

Tipología proyectada "Tambores" 2 dormitorios  
Situación más comprometida, aislada

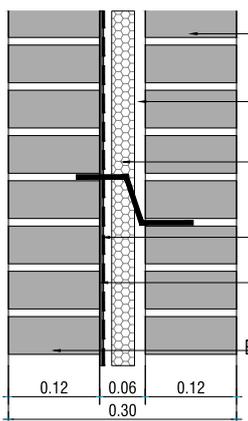
Características:

- Área: 56,8m<sup>2</sup>
- Muro exterior doble de ladrillo e=30cm
- Aleros
- Cubierta Econopanel + aislación
- Colector solar
- Estufa de alto rendimiento
- Bombitas led

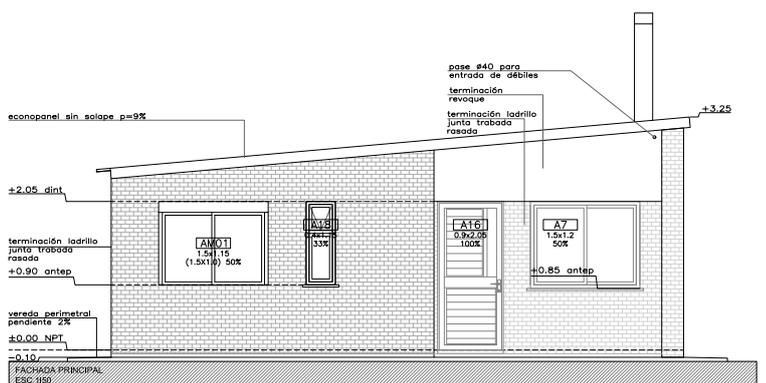
Nota: Se consideran ventanas de dormitorio hacia el norte en este caso



e=30cm



- Ladrillo junta trabada, bolseado y pintado
- Cámara de aire
- Cámara de aire con espuma de poliestireno expandido e=3cm
- Arena y portland con hidrófugo 5mm
- Emulsión asfáltica
- Ladrillo 12x12x5cm junta trabada, bolseado y pintado



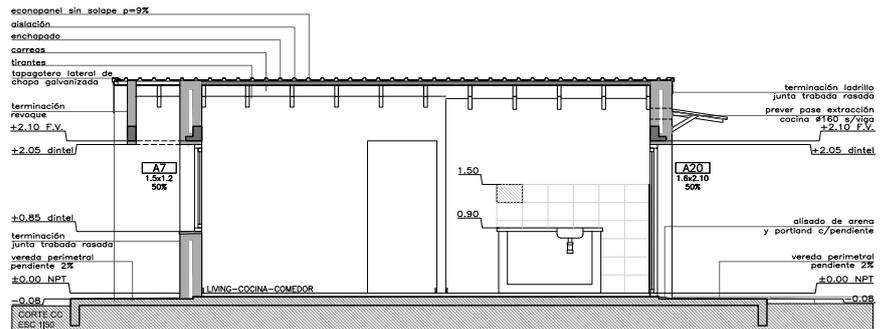
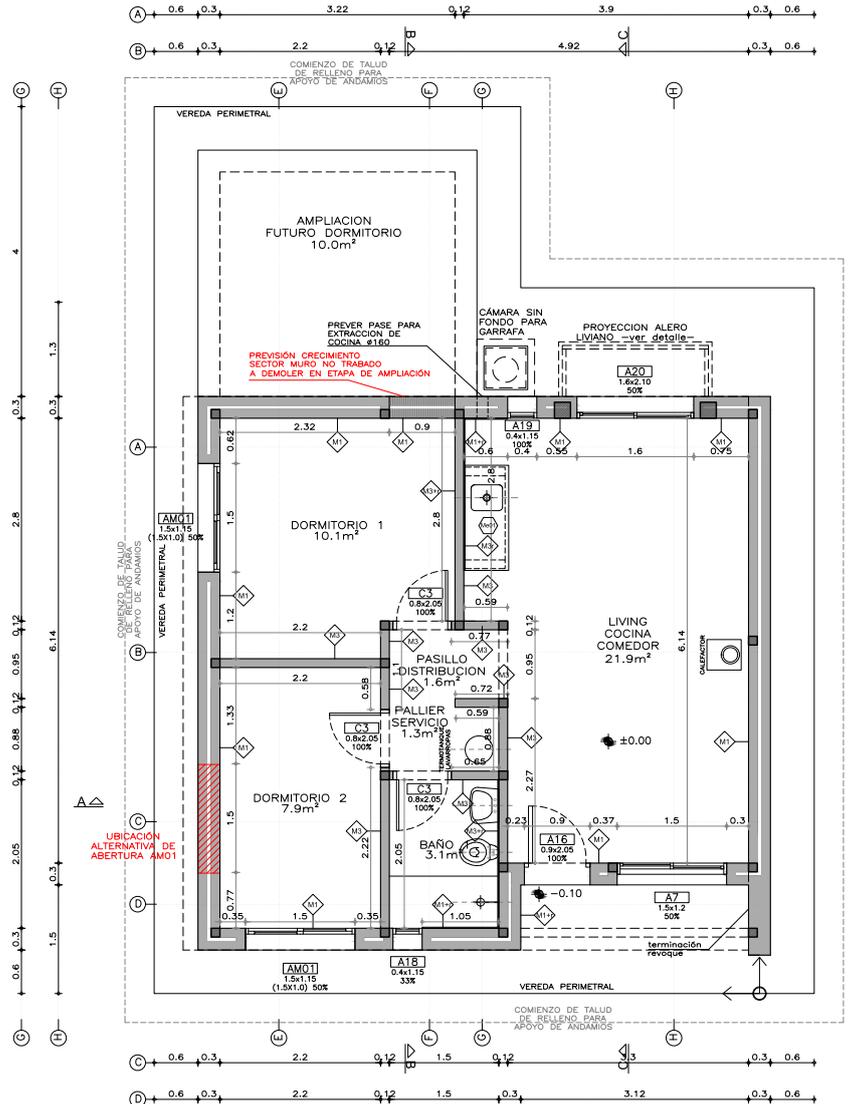
## 1.2\_Colonia Garibaldi, Salto - Línea Base

Tipología construida "Tambores" 2 dormitorios  
Situación más comprometida, aislada

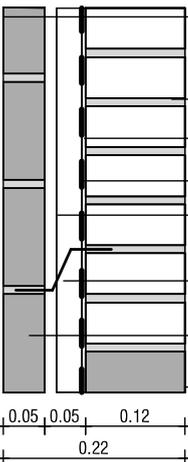
Características:

- Área: 56,8m<sup>2</sup>
- Muro y medio de ladrillo, con cámara de aire, e=22cm
- Cubierta Econopanel + aislación
- Aleros
- Calefón
- Bombitas led

Nota: Se consideran ventanas de dormitorio hacia el norte en este caso



e=22cm

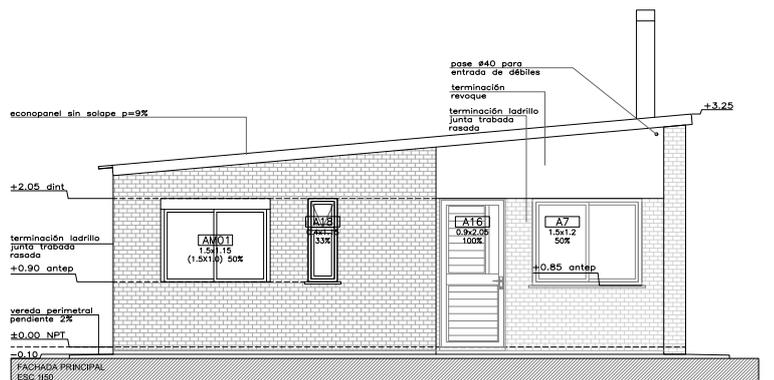


Terminación exterior:  
ladrillo junta trabada  
bolseado pintado

Ladrillo 12x25x5cm  
Arena y portland con  
hidrófugo  
Emulsión asfáltica  
Camara de aire

Bigote Ø6 amurado con  
arena y portland  
Ladrillo 12x25x5cm

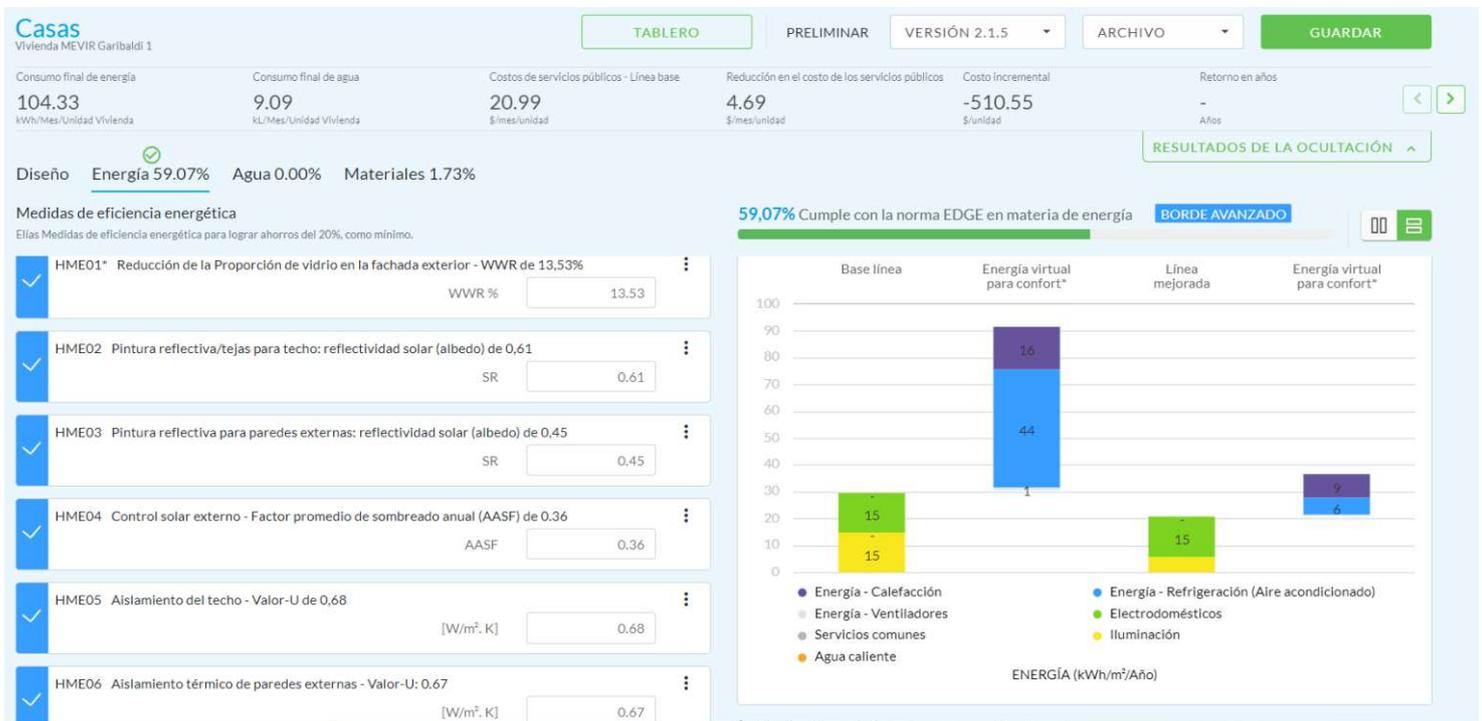
Terminaciónb ladrillo junta  
trabada bolseado pintado



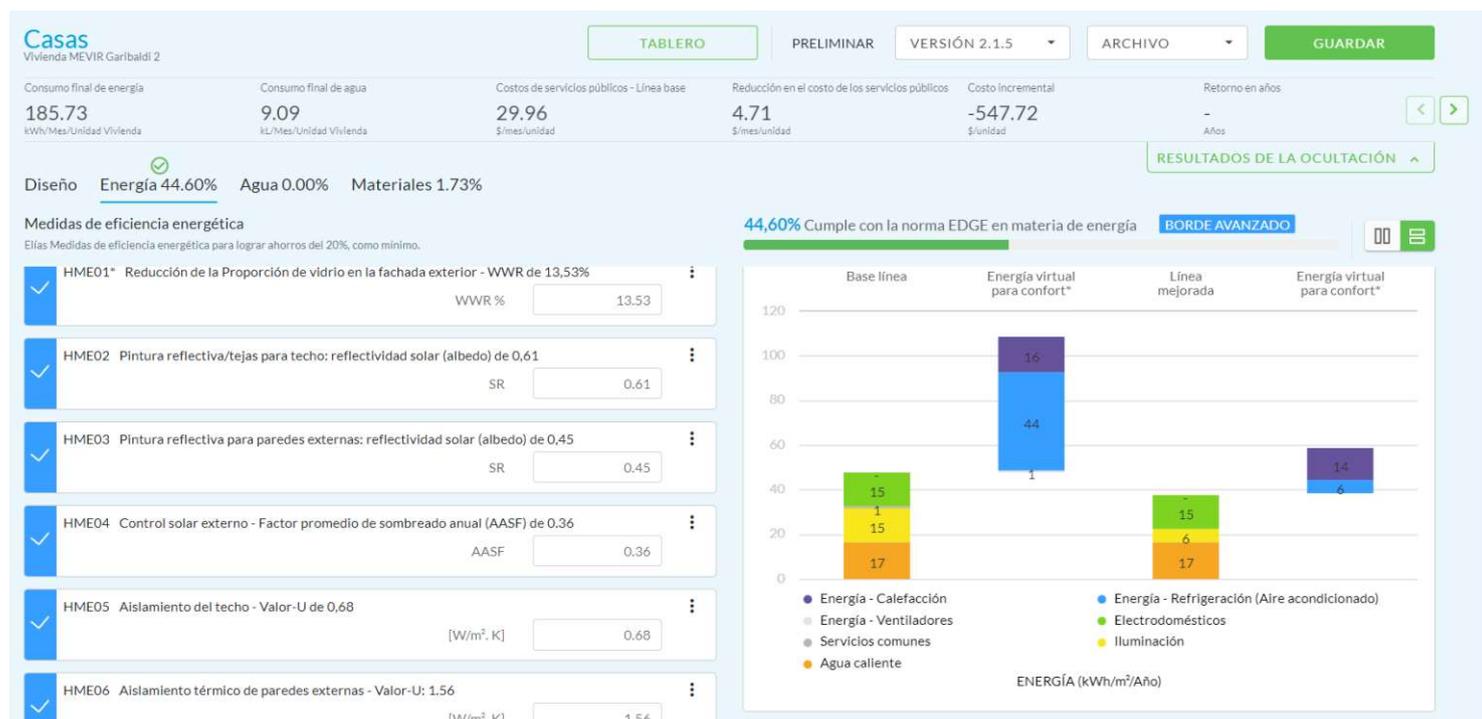
## 2. DIAGNÓSTICO y PROPUESTAS

### Resultados Evaluación EDGE

#### 1.1\_Colonia Garibaldi, Salto - Con medidas de eficiencia energética



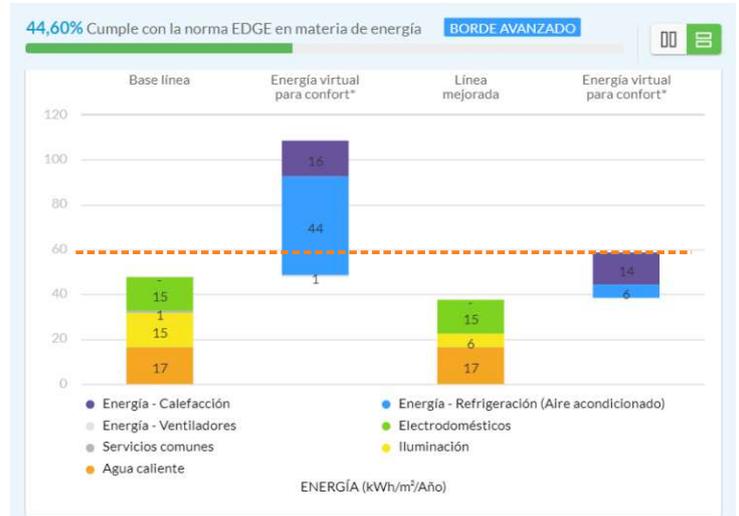
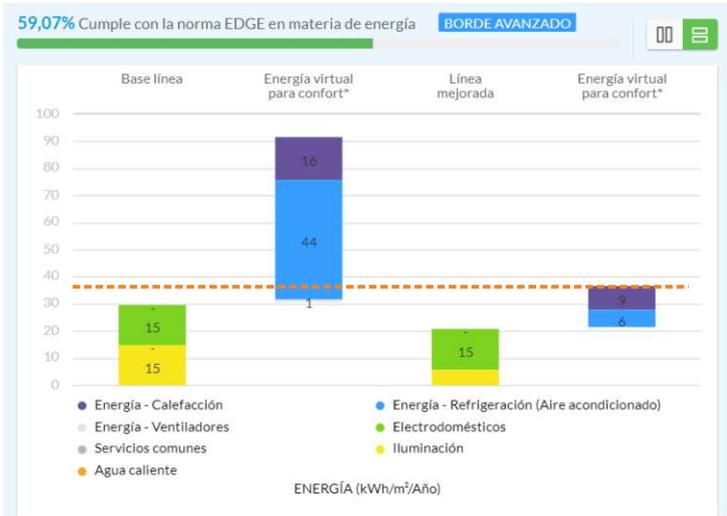
#### 1.2\_Colonia Garibaldi, Salto - Línea Base 2020



# Vivienda MEVIR

## Comparativas 1.1 y 1.2

### Resultados Evaluación EDGE



#### 1.1. Con medidas de mejora de eficiencia energética

Consumo energético total anual: 37kWh/m2

Calefacción: 24% (8.88 kWh/m2)

Refrigeración: 16% (5.92 kWh/m2)

#### 1.2. Línea Base

Consumo energético total anual: 59 kWh/m2

Calefacción: 24% (14.16 kWh/m2)

Refrigeración: 10 % (5.9 kWh/m2)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m2 (17.1 kWh/m2)

De la comparación de los gráficos anteriores se puede concluir:

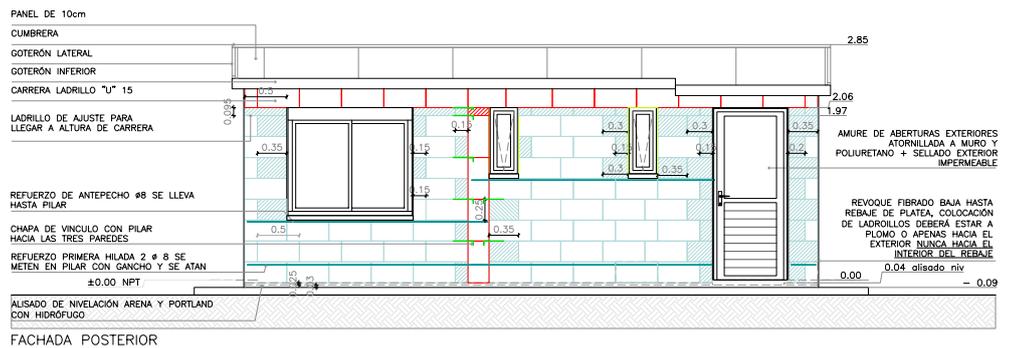
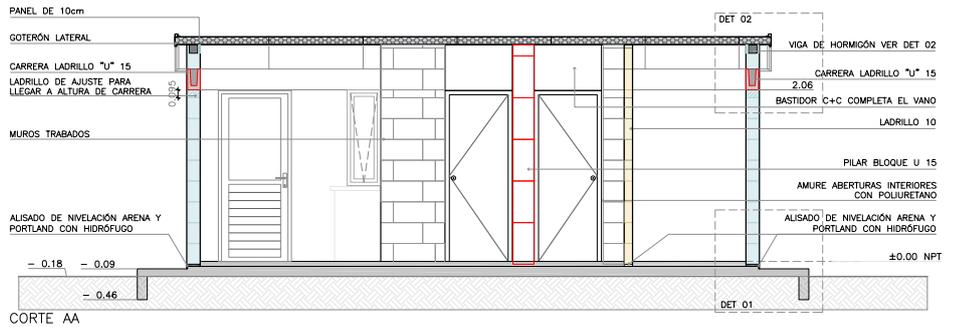
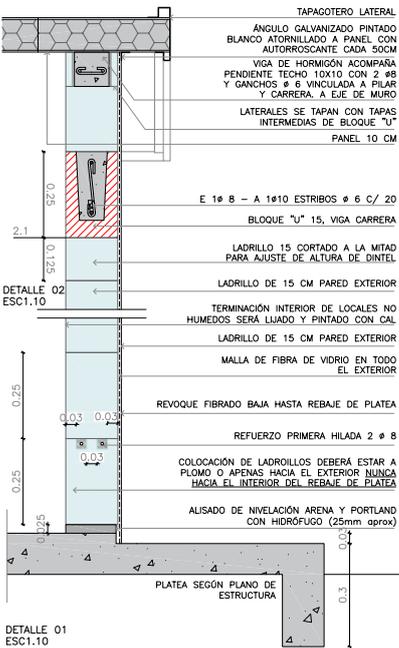
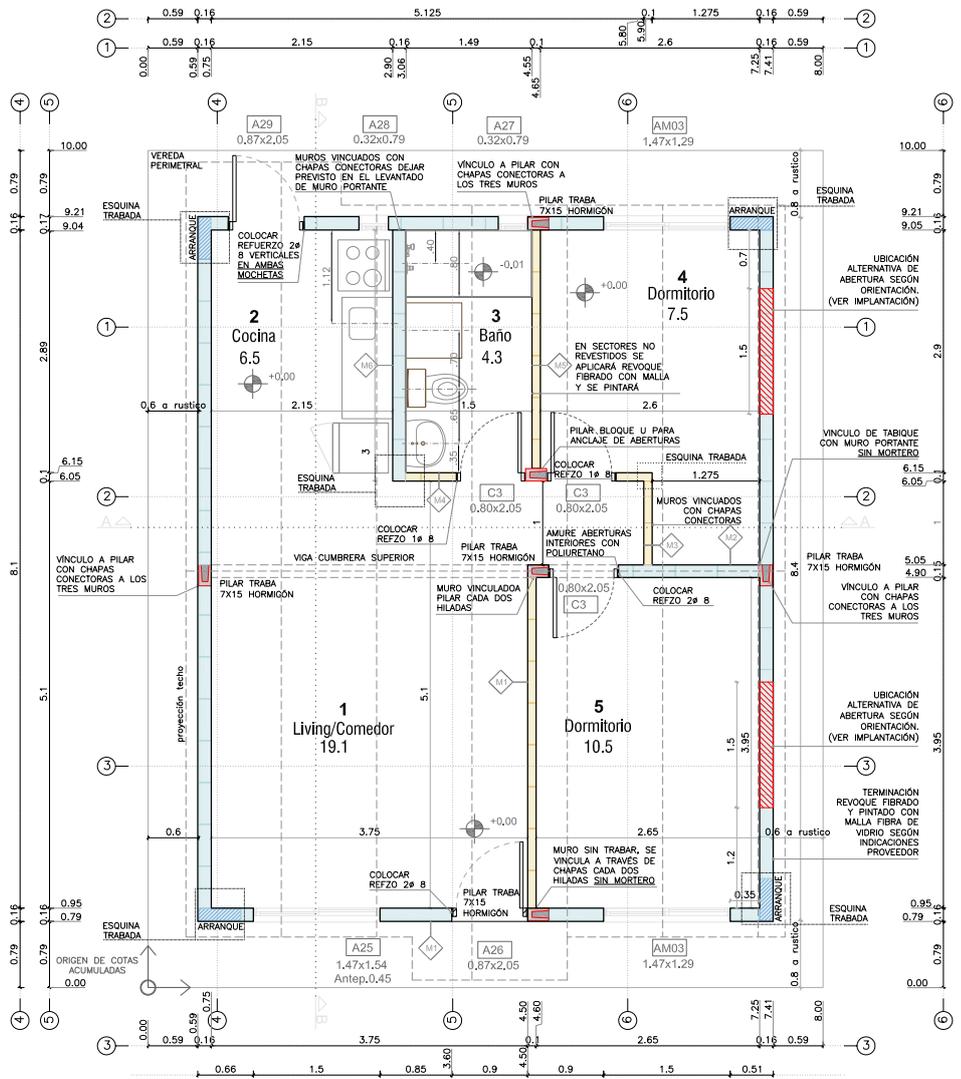
1. El consumo energético del caso 1.1 (vivienda con medidas de eficiencia energética) es de 37 kWh/m2 y en el caso 1.2 vivienda sin medidas de eficiencia es de 59kWh/m2.
2. En el primer caso, baja el promedio total del consumo por la incorporación del colector solar para el calentamiento del agua.
3. En relación a la calefacción se observa una importante mejora en el caso 1.1 probablemente por la estufa de alto rendimiento.
4. En la refrigeración no observamos diferencias.

# Vivienda Rural MEVIR

## Caso de estudio N°2 Colonia Garibaldi, Salto

Situación más comprometida  
Tipología "Cardal" 2 dormitorios, aislada

Nota: Se consideran ventanas de dormitorio hacia el norte en este caso



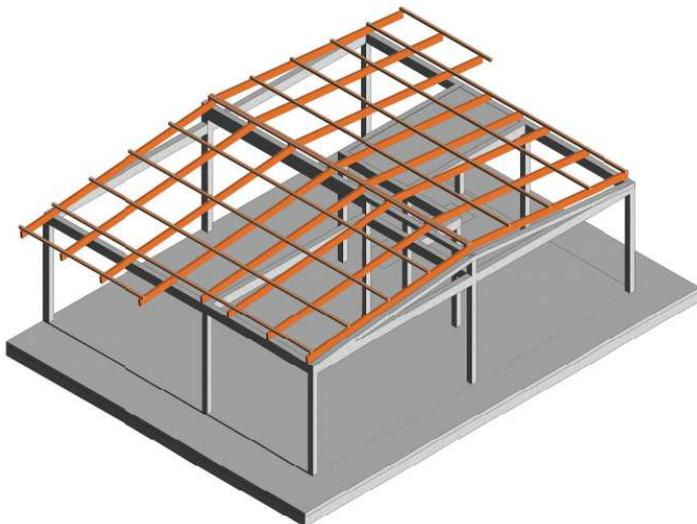
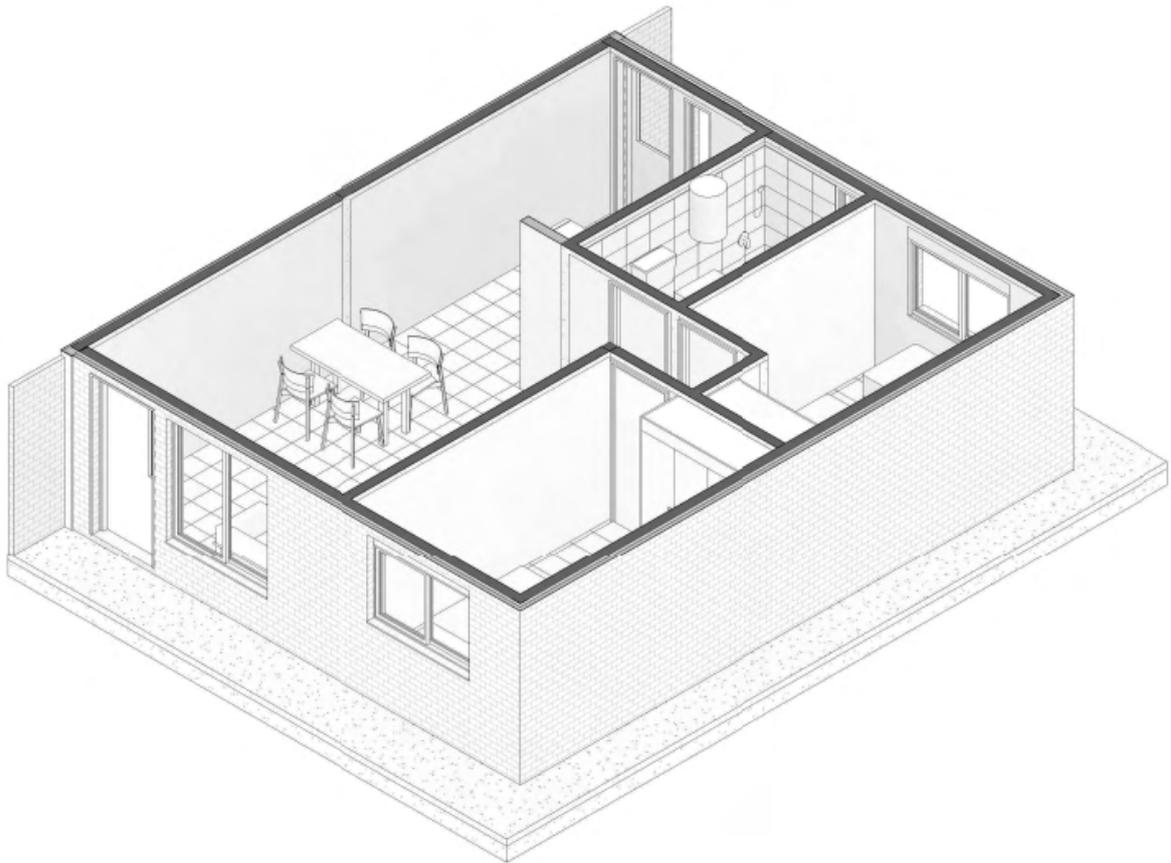
## 2.1\_Colonia Garibaldi, Salto - Muros HCCA

Tipología "Cardal" 2 dormitorios  
Situación más comprometida, aislada

Características:

- Área: 57,42m<sup>2</sup>
- Muro exterior Bloque Hormigón Celular 15
- Cubierta Econopanel + aislación
- Bombitas led

Nota: Se consideran ventanas  
de dormitorio hacia el norte en este caso



## 2.1\_Colonia Garibaldi, Salto - Sistema Nandé, Madera

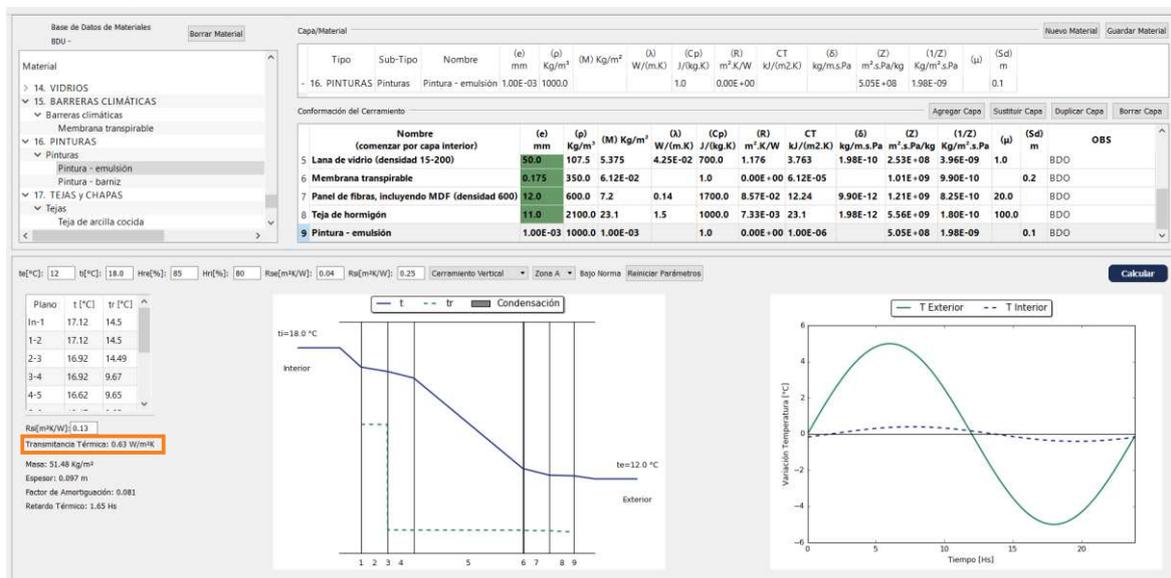
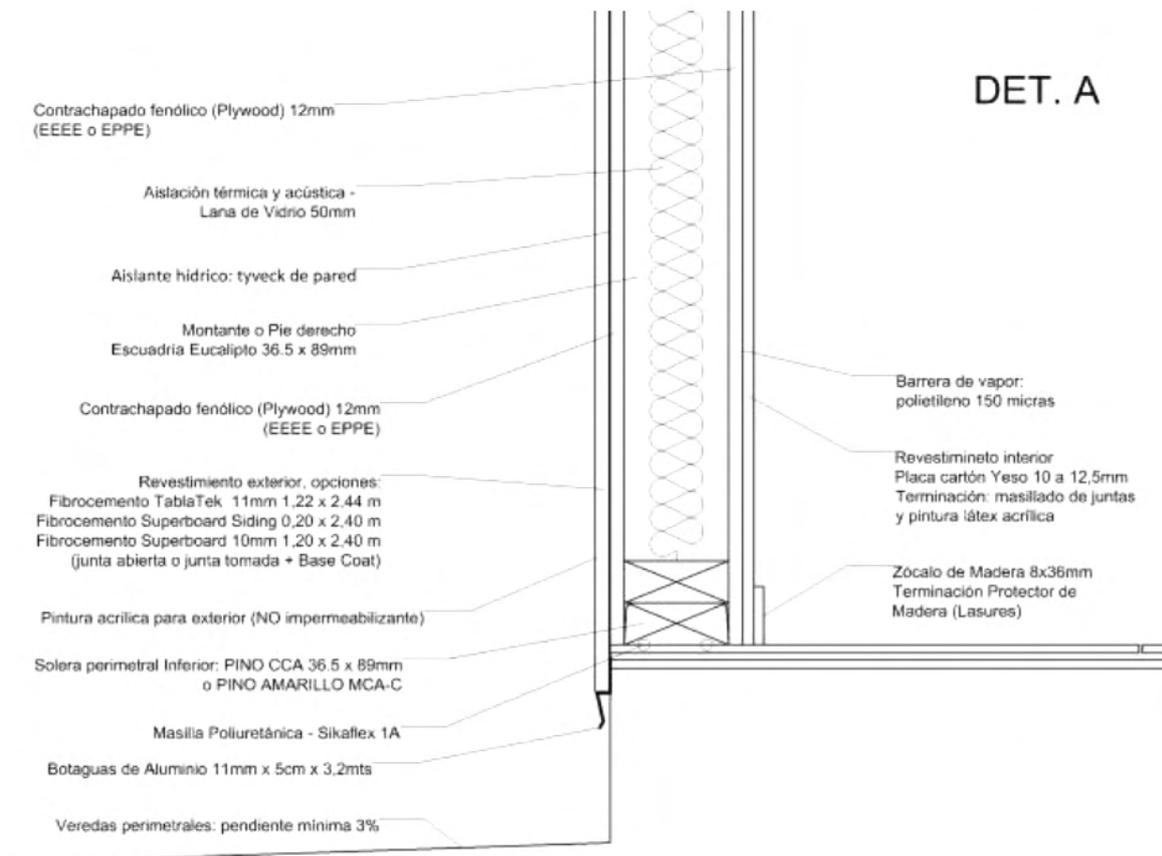
Tipología "Cardal" 2 dormitorios

Situación más comprometida, aislada

Características:

- Área: 57,42m<sup>2</sup>
- Muro exterior estructura de madera y placas fenólicas
- Cubierta Econopanel + aislación
- Bombitas led

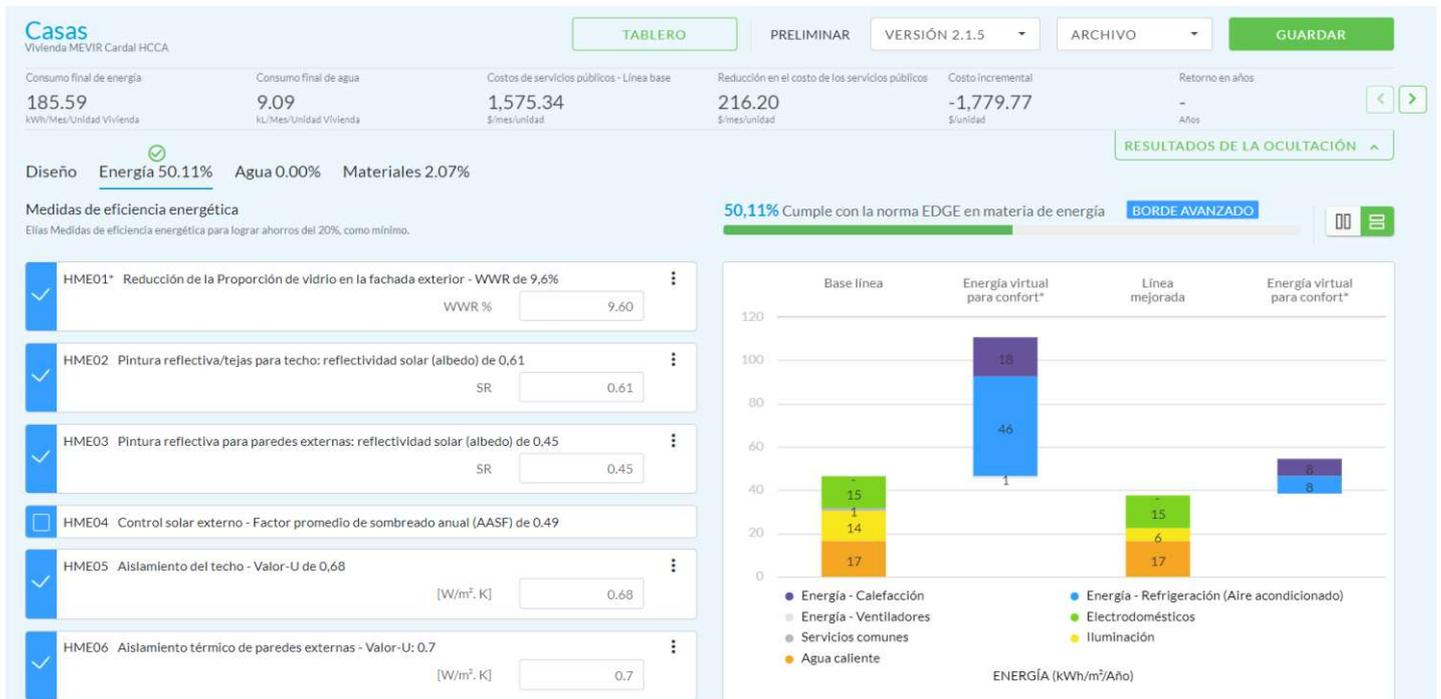
Nota: Se consideran ventanas de dormitorio hacia el norte en este caso



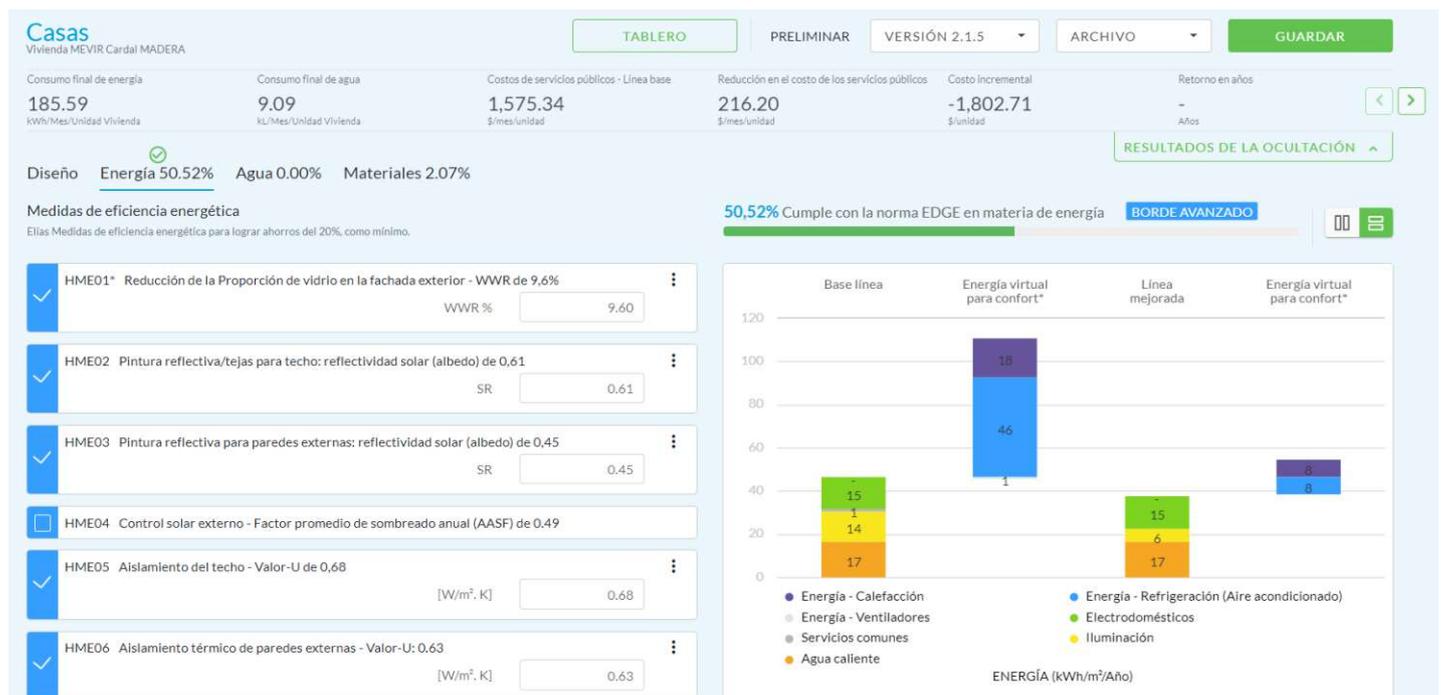
# Vivienda MEVIR

## Resultados Evaluación EDGE

### 2.1\_Colonia Garibaldi, Salto - Muros HCCA



### 2.1\_Colonia Garibaldi, Salto - Sistema Ñandé, Madera



# Vivienda MEVIR

## Comparativas 2.1 y 2.2

### Resultados Evaluación EDGE



#### 2.1. Tipología Cardal con Muro HCCA

Consumo energético total anual: 55kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

#### 2.2. Tipología Cardal con Muro Madera

Consumo energético total anual: 55 kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

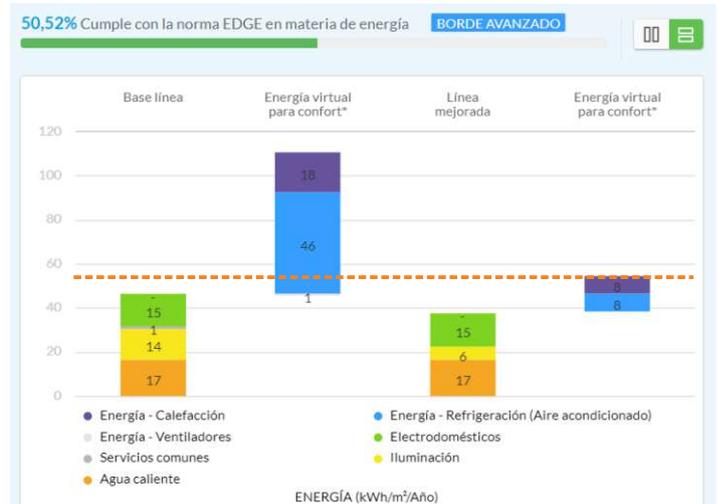
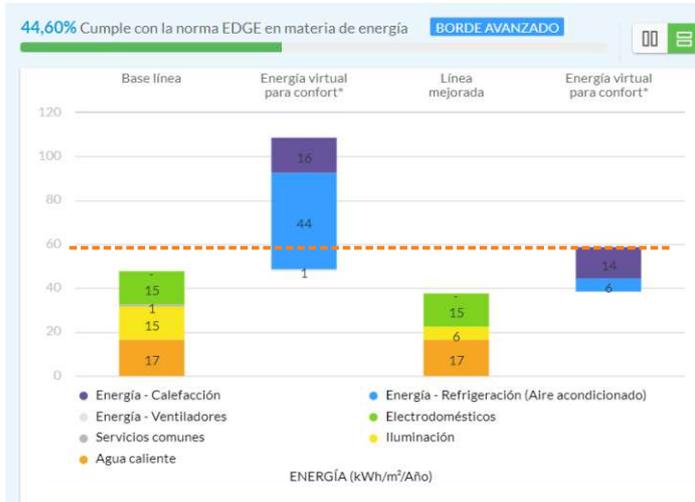
Del análisis de las gráficas se puede concluir que:

1. El cambio de envolvente (siendo el tipo de muro lo único que varía en esta tipología) no refleja diferencias, el consumo anual en ambos casos es de 55 kWh/m<sup>2</sup>.

# Vivienda MEVIR

## Comparativas 1.2 y 2.2

### Resultados Evaluación EDGE



#### Tipología Tambores con Muro tradicional (línea base)

Consumo energético total anual: 59 kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 24% (14.16 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 10 % (5.9 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

#### Tipología Cardal con Muro Madera

Consumo energético total anual: 55 kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

#### Comparación general:

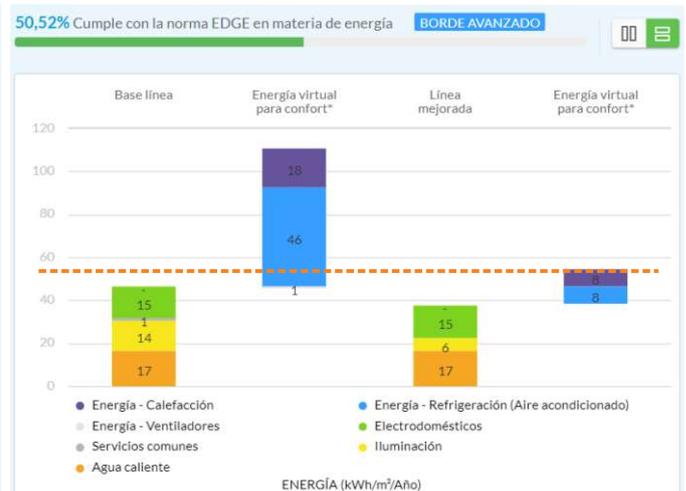
Se realiza una comparación entre las tipologías Tambores y Cardal, considerando que sus áreas y características generales son muy similares.

1. Se observa una disminución en el consumo de energía en 4 kWh/m<sup>2</sup> en la tipología Cardal en relación a la línea base.
2. No obstante para refrigeración se necesita un mayor consumo de energía que en la línea de base. Este aspecto podría tener relación con la falta de aleros del diseño Cardal en la fachada norte y la presencia de un ventanal de 2.26 m<sup>2</sup> en fachada oeste sin ningún tipo de protección.
3. Se produce un ahorro importante en relación al consumo necesario para la calefacción, donde es probable que los valores de transmitancia tengan gran incidencia, además del porcentaje de huecos en fachada, dado que la Cardal tiene un 9,6% y la Tambores un 13,53%.

# Vivienda MEVIR

## Comparativas 1.1 (sin colector solar ni estufa de alto rendimiento) y 2.2

### Resultados Evaluación EDGE



#### Tipología Tambores con Muro de 30cm

Consumo energético total anual: 54 kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 17% (9.18 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 11 % (5.94 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

#### Tipología Cardal con Muro Madera

Consumo energético total anual: 55 kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

#### Comparación general:

Se realiza una comparación entre las tipologías Tambores con muro de 30 cm y Cardal en Madera, considerando que sus áreas y características generales son muy similares. En este caso estamos comparando envolventes de transmitancia de muros similar (0.67 y 0.63 W/m<sup>2</sup>.K), pero con diferente masa térmica de los materiales.

1. Se observa una disminución en el consumo de energía en 1 kWh/m<sup>2</sup> en la tipología Tambores M30 en relación a Cardal.
2. Para refrigeración se necesita un menor consumo de energía que en Cardal. Este aspecto podría tener relación con la masa térmica, la falta de aleros del diseño Cardal en la fachada norte y la presencia de un ventanal de 2.26 m<sup>2</sup> en fachada oeste sin ningún tipo de protección.
3. No observamos grandes diferencias para el consumo necesario para la calefacción, donde es probable que el porcentaje de huecos en fachada este influyendo, dado que la Cardal tiene un 9,6% y la Tambores un 13,53%

## Vivienda MEVIR - Análisis para la determinación de estrategias de mejora

Caso de estudio: Colonia Garibaldi, Salto

Situación más comprometida: Tipología "Cardal" 2 dormitorios, aislada y muros de Madera

### Evaluación Climate Consultant



Imagen aérea del SIT-MVOT. En verde la intervención de MEVIR, superpuesta al plano del Plan Local Garibaldi del Gobierno Departamental de Salto.

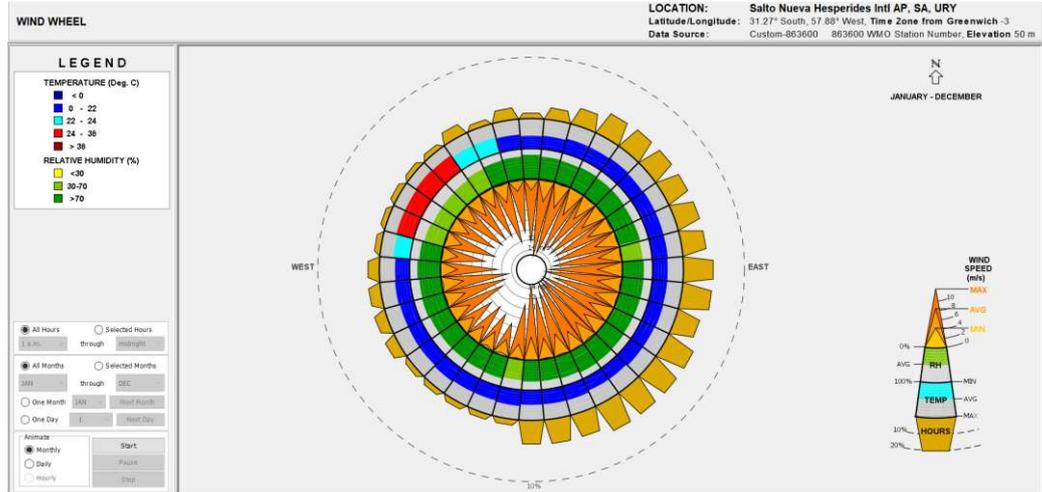
# Resultados Evaluación Climate Consultant

## Colonia Garibaldi, Salto

### Datos climáticos

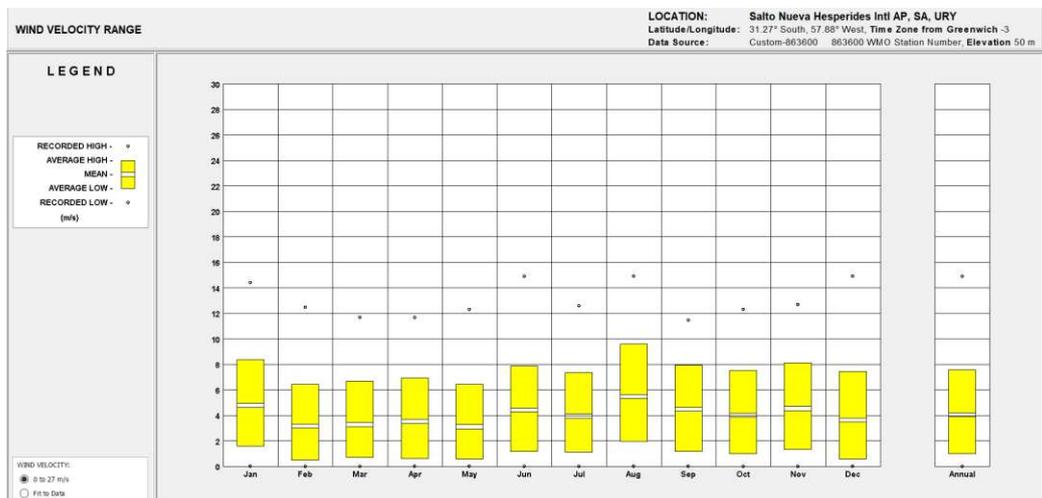
WEATHER DATA SUMMARY												LOCATION: Salto Nueva Hesperides Intl AP, SA, URY	
												Latitude/Longitude: 31.27° South, 57.88° West, Time Zone from Greenwich -3	
												Data Source: Custom-863600 863600 WMO Station Number, Elevation 50 m	
MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	538	462	436	357	267	242	267	317	388	407	495	487	Wh/eq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	530	455	472	447	324	342	368	384	426	481	492	481	Wh/eq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	209	186	168	130	111	98	104	113	164	186	186	196	Wh/eq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	1084	1051	953	825	683	574	626	773	910	1022	1066	1084	Wh/eq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	951	942	899	866	830	802	832	872	991	919	937	950	Wh/eq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	717	715	671	639	522	474	482	543	676	699	707	719	Wh/eq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	7433	6101	5472	3997	2797	2424	2733	3474	4323	5234	6722	6827	Wh/eq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	7318	6630	5719	5003	3395	3432	3685	4205	5064	5163	6677	6746	Wh/eq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	2896	2464	2054	1464	1157	984	1072	1236	1949	2131	2545	2751	Wh/eq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	59641	50780	49117	38569	29078	26235	28810	34087	41899	45969	54683	53613	lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	35830	29916	30283	25382	18192	19750	22077	23033	29378	28171	32153	31311	lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	26	24	22	18	17	12	13	15	15	19	20	24	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	17	18	18	14	13	8	9	9	11	14	13	17	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	62	71	78	79	82	81	77	73	77	74	68	68	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	100	260	170	58	160	140	20	90	50	130	130	60	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	4	3	3	3	3	4	3	5	4	4	4	3	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	23	23	23	22	19	16	15	14	14	16	18	21	degrees C

### Vientos predominantes



Los vientos predominantes se dan en la dirección Noreste-Sureste, coincidiendo con la mayor duración, temperaturas más bajas y velocidades máximas. Las brisas más cálidas sin embargo se direccionan al Noroeste pero con menor frecuencia e intensidad.

### Velocidad del viento

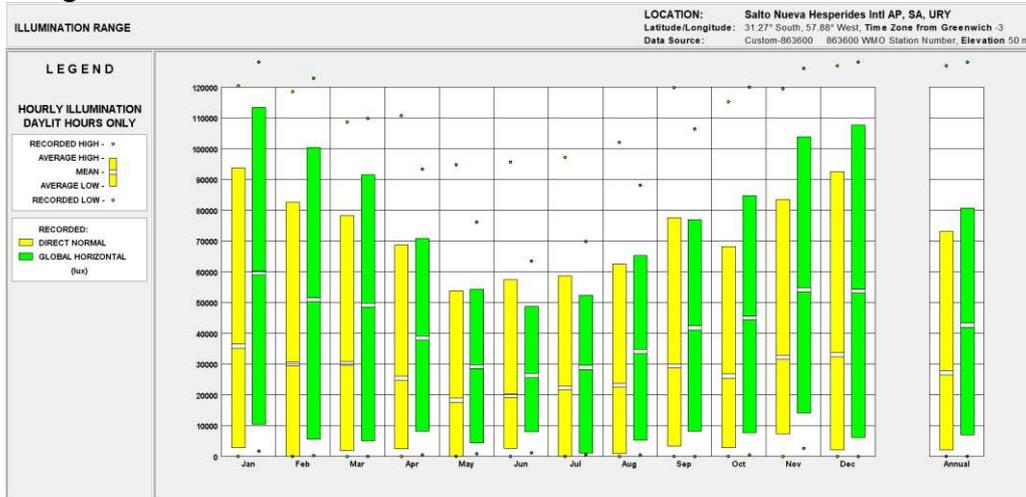


Se observa que la media de velocidad del viento es similar a lo largo del año, exceptuando los meses de Agosto y Enero que es donde se dan las mayores velocidades.

# Resultados Evaluación Climate Consultant

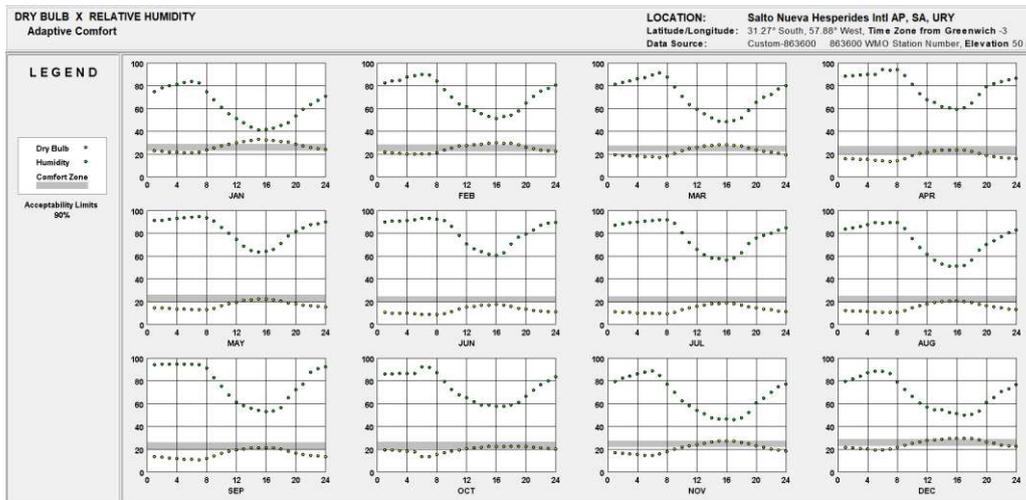
## Colonia Garibaldi, Salto

### Rangos de iluminación

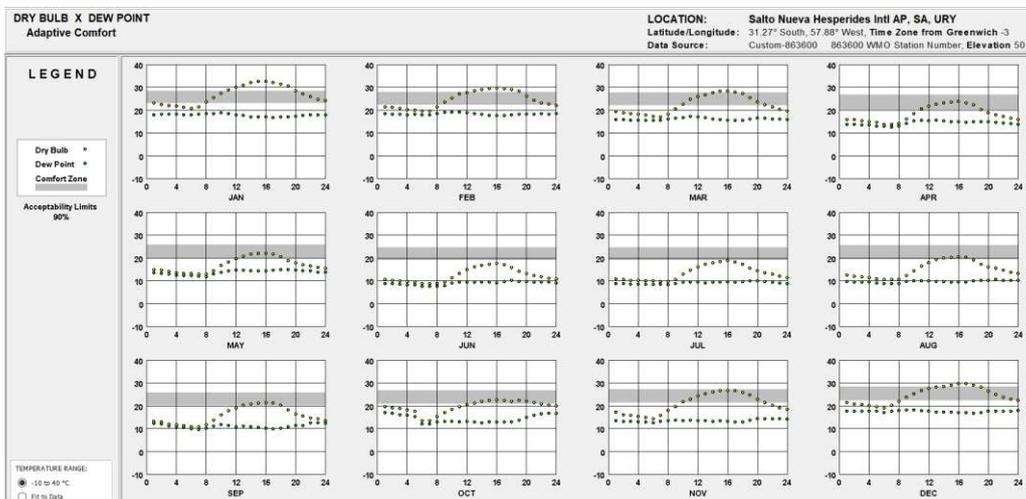


En verano la incidencia de la iluminación en el plano horizontal es mayor que en el vertical. Sin embargo en invierno los porcentajes de iluminación en el plano horizontal y vertical son similares, exceptuando los meses de Mayo, Junio y Julio, donde es mayor en el vertical.

### Bulbo Seco y Humedad relativa



### Bulbo Seco y Punto de rocío

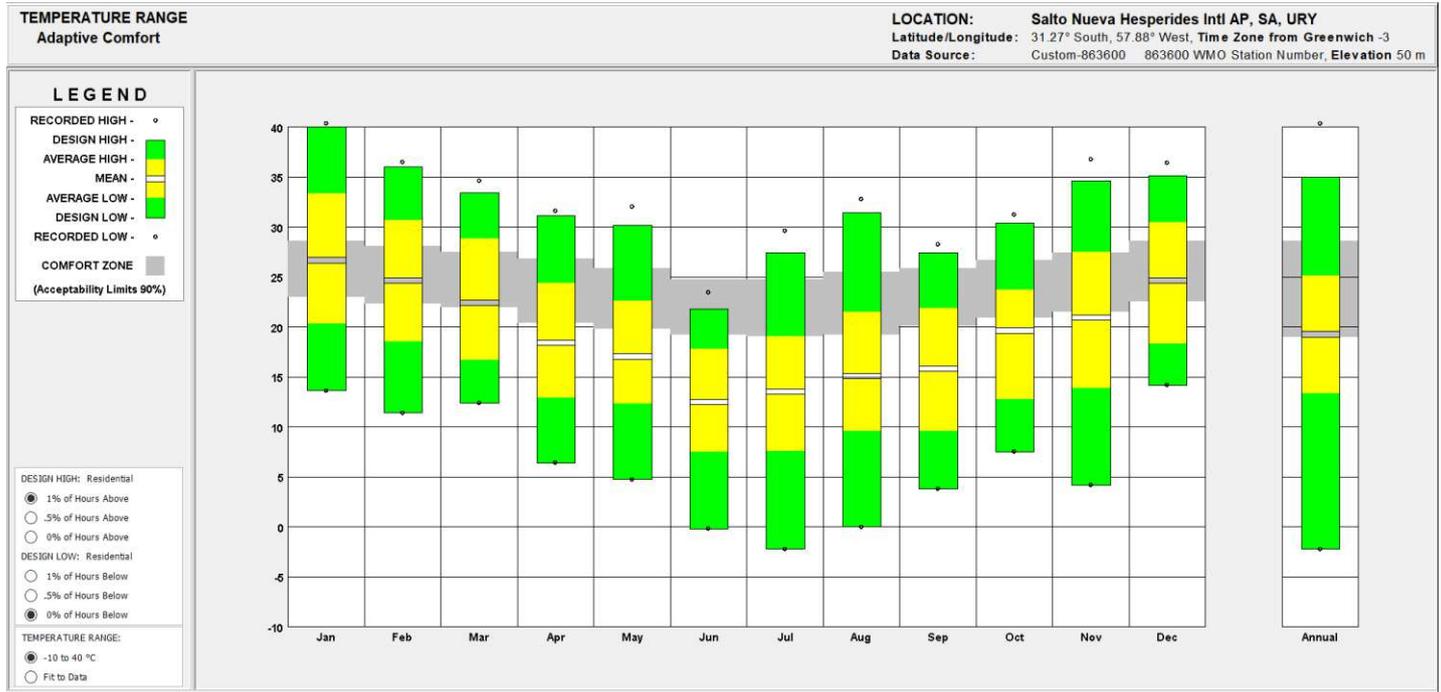


La temperatura del aire cuando está húmeda o en un punto de rocío siempre queda por fuera, lejos de la zona de confort. Sin embargo cuando la temperatura esta seca tiende a acercarse a la zona de confort.

# Resultados Evaluación Climate Consultant

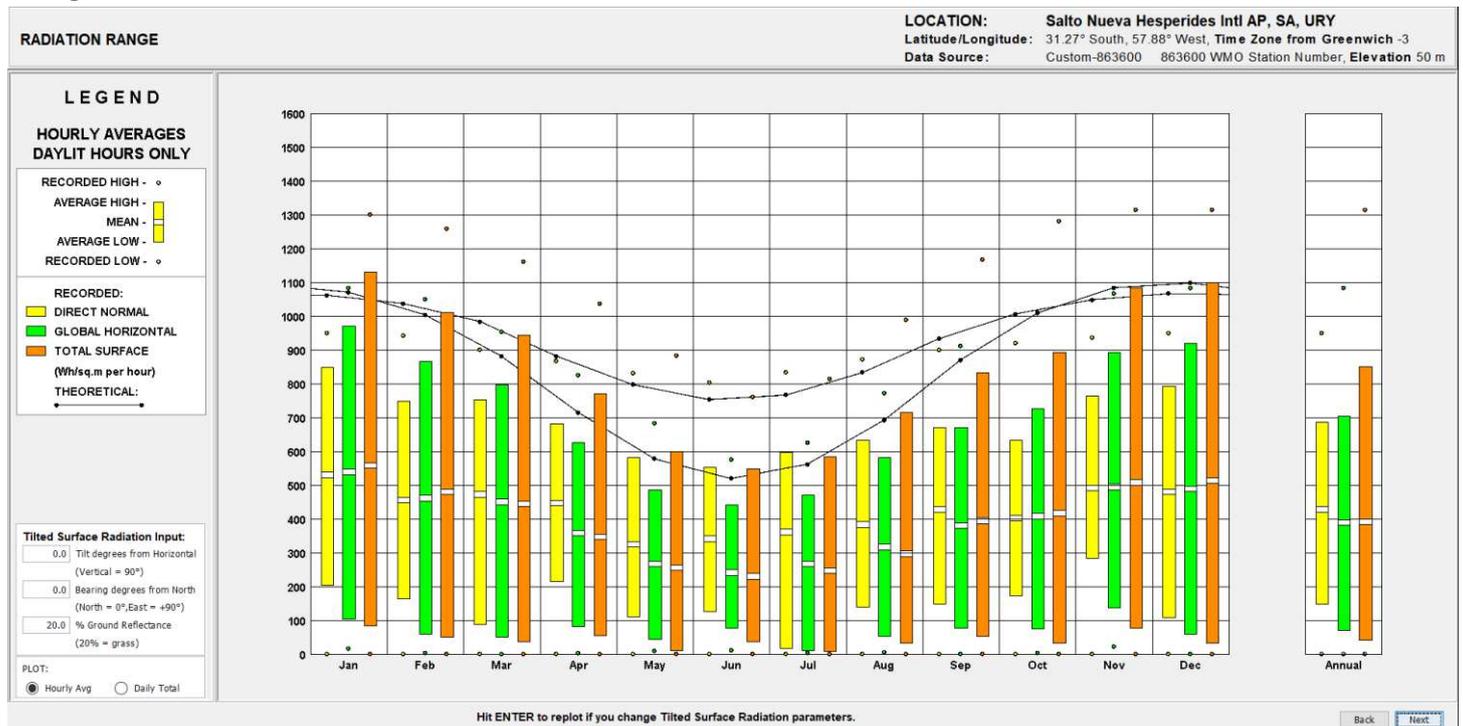
Colonia Garibaldi, Salto

## Rangos de temperatura



Se observa que en verano, sobretodo en el mes de Enero, la temperatura extrema es muy alta, aunque la media aparezca dentro de la zona de confort. El resto de los meses en otoño-invierno-primavera, la temperatura media estaría fuera de la zona de confort. Las temperaturas extremas mínimas están más lejos de la zona de confort que los extremos máximas. Las temperaturas extremas máximas en los meses de Junio, Julio y Setiembre se encuentran dentro de la zona de confort casi completamente. Mientras que Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo todo el rango de temperatura extrema máxima queda por fuera de la zona de confort.

## Rangos de radiación

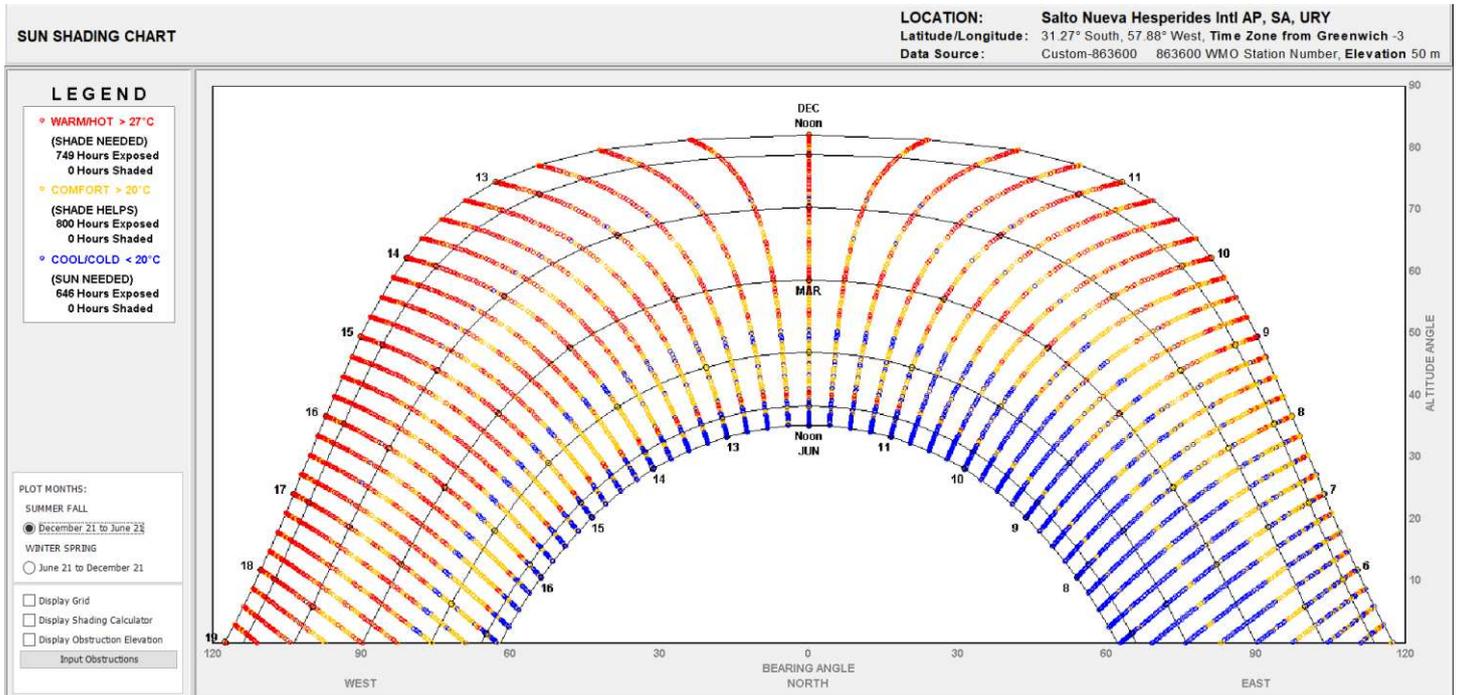


En verano la incidencia de la radiación solar en el plano horizontal es mayor que en el vertical. Sin embargo en invierno en los meses de Abril a Agosto los porcentajes de radiación en el plano horizontal y vertical son similares, exceptuando el mes de Julio, donde es mayor en el vertical. De Noviembre a Febrero se observa que la radiación global es muy alta.

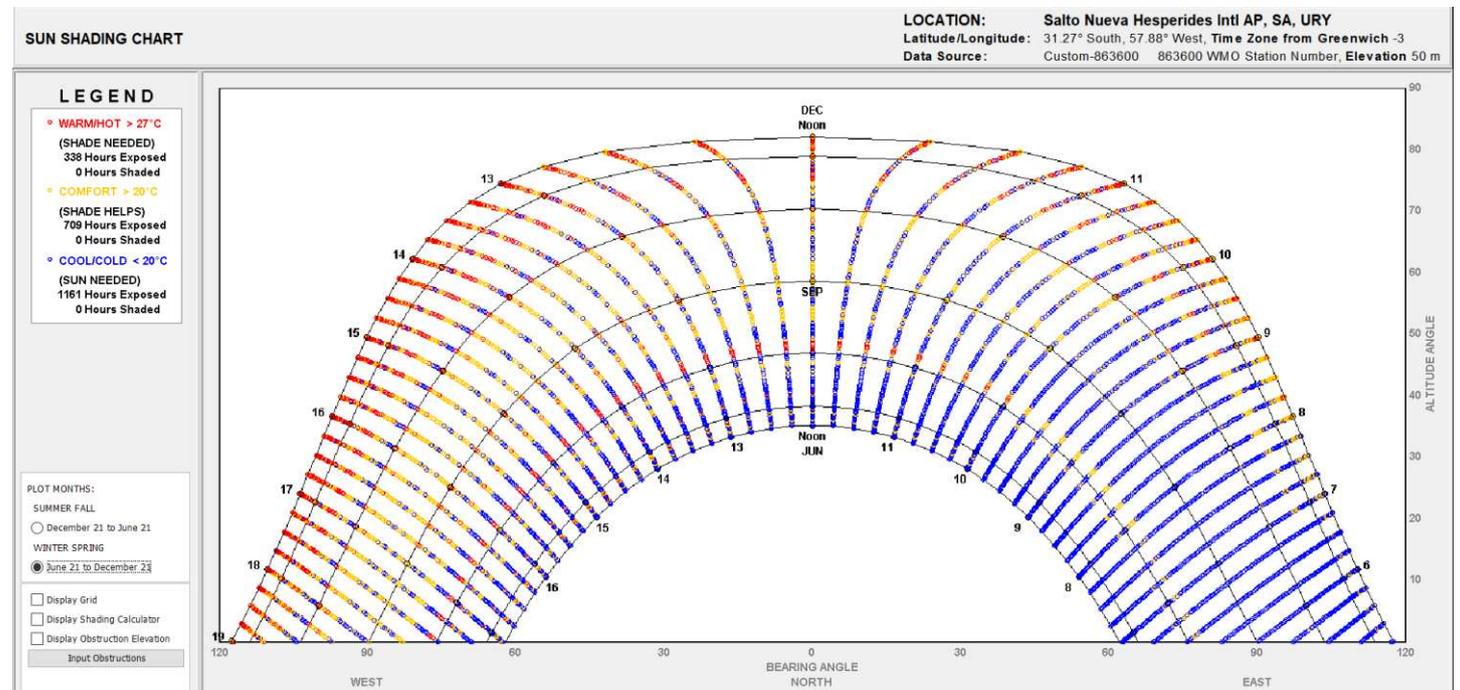
# Resultados Evaluación Climate Consultant

Colonia Garibaldi, Salto

## Asoleamiento



Se presentan situaciones muy desfavorables en los meses de Diciembre y Enero a lo largo de todo el día, siendo extremadamente necesaria la protección en todas las orientaciones. En Febrero y Mayo existen situaciones más favorables de confort. Pero en Junio es totalmente desfavorable, por lo que sería conveniente la mayor captación de radiación solar.



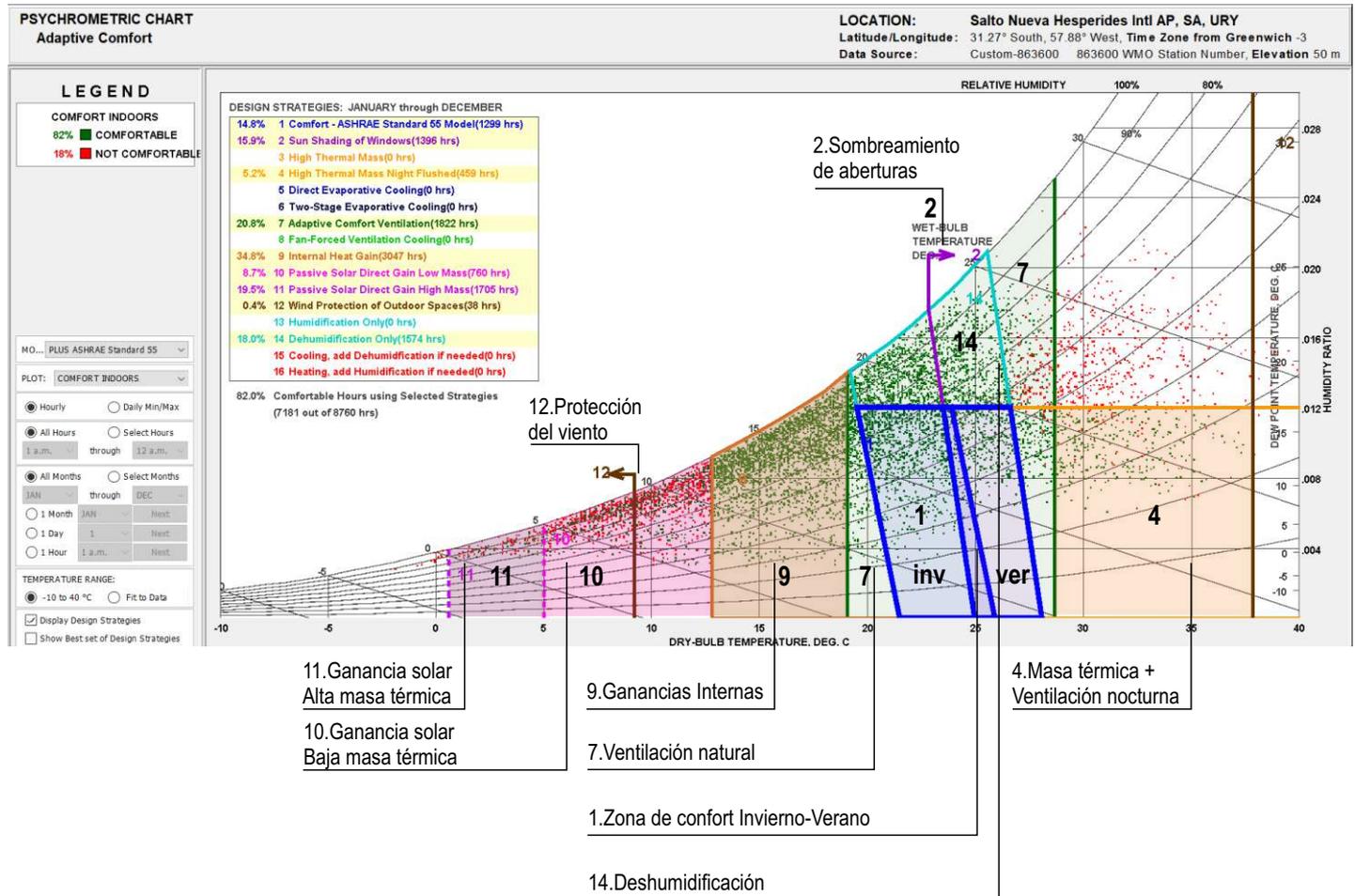
En Noviembre la mayor parte del día presenta situaciones de desconfort, por lo que necesitaría protección en todas las orientaciones para esta época del año. En Setiembre y Octubre existen situaciones más favorables de confort luego del mediodía. En Agosto, existen situaciones muy puntuales de desconfort mayormente por calor que por frío. Los meses de Junio y Julio son muy desfavorables, por lo que sería conveniente la mayor captación de radiación solar.

En términos generales se observa que la situación estival es mas comprometida ya que practicamente no se presentan situaciones de confort durante todo el día.

# Resultados Evaluación Climate Consultant

Colonia Garibaldi, Salto

## Carta Bioclimática - Zona de confort + estrategias bioclimáticas



Del análisis de las gráficas se puede concluir que:

1. Incorporando estrategias pasivas podemos alcanzar hasta un 82 % de confort.
2. El 18% restante no es posible controlarlo, sin ser con elementos de refrigeración o calefacción externos.
3. Con ganancias considerables de energía solar y una envolvente que tenga gran masa térmica podemos mantener situaciones de confort en invierno entre 18 y 2°C, sin necesitar calefacción.
4. En verano con una ventilación natural adecuada hasta los 28 °C podemos estar dentro de la zona de confort. Con la ventilación nocturna podría mejorar la situación si la envolvente cuenta con una considerable masa térmica, siempre y cuando se encuentre dentro de niveles bajos de humedad relativa.
5. La incorporación de sombreado de aberturas mejora las situaciones de confort a partir de los 23°C.
6. La estrategia de protección contra el viento comienzan a funcionar cuando las temperaturas se encuentran por debajo de los 8°C.
7. Las estrategias de diseño que promueven la ventilación natural favorecen el confort entre temperaturas de 18 y 28°C, y contribuyen a la deshumidificación del ambiente.
8. En general observamos que la situación más difícil de controlar con estrategias pasivas es en verano, siendo que durante el día, luego de los 28°C no tenemos otra opción que recurrir a el consumo de energía eléctrica para refrigeración.

# Estrategias bioclimáticas

Colonia Garibaldi, Salto

## Tipología Cardal

Asumiendo solo las Estrategias de Diseño que fueron seleccionadas en la Tabla Psicrométrica, el 82.0% de las horas serán dentro de la zona de Confort. Esta lista de pautas de diseño residencial se aplica específicamente a este clima en particular, comenzando con el más importante primero.

62	Traditional passive homes in temperate climates used light weight construction with slab on grade and operable walls and shaded outdoor spaces
58	This is one of the more comfortable climates, so shade to prevent overheating, open to breezes in summer, and use passive solar gain in winter
35	Good natural ventilation can reduce or eliminate air conditioning in warm weather, if windows are well shaded and oriented to prevailing breezes
56	Screened porches and patios can provide passive comfort cooling by ventilation in warm weather and can prevent insect problems
33	Long narrow building floorplan can help maximize cross ventilation in temperate and hot humid climates
19	For passive solar heating face most of the glass area north to maximize winter sun exposure, but design overhangs to fully shade in summer
55	Low pitched roofs with wide overhangs works well in temperate climates
11	Heat gain from lights, people, and equipment greatly reduces heating needs so keep home tight, well insulated (to lower Balance Point temperature)
20	Provide double pane high performance glazing (Low-E) on west, south, and east, but clear on north for maximum passive solar gain
36	To facilitate cross ventilation, locate door and window openings on opposite sides of building with larger openings facing up-wind if possible
68	Traditional passive homes in hot humid climates used light weight construction with openable walls and shaded outdoor porches, raised above ground
37	Window overhangs (designed for this latitude) or operable sunshades (awnings that extend in summer) can reduce or eliminate air conditioning
17	Use plant materials (bushes, trees, ivy-covered walls) especially on the west to minimize heat gain (if summer rains support native plant growth)
1	Tiles or slate (even on wood floors) or a stone-faced fireplace provides enough surface mass to store winter daytime solar gain and summer nighttime 'coolth'
42	On hot days ceiling fans or indoor air motion can make it seem cooler by 5 degrees F (2.8C) or more, thus less air conditioning is needed
47	Use open plan interiors to promote natural cross ventilation, or use louvered doors, or instead use jump ducts if privacy is required
34	To capture natural ventilation, wind direction can be changed up to 45 degrees toward the building by exterior wingwalls and planting
53	Shaded outdoor buffer zones (porch, patio, lanai) oriented to the prevailing breezes can extend living and working areas in warm or humid weather
39	A whole-house fan or natural ventilation can store nighttime 'coolth' in high mass interior surfaces (night flushing), to reduce or eliminate air conditioning
49	To produce stack ventilation, even when wind speeds are low, maximize vertical height between air inlet and outlet (open stairwells, two story spaces, roof monitors)

62. Las casas pasivas tradicionales en climas templados usaban una **construcción liviana** con losa en el nivel y paredes operables y **espacios al aire libre sombreados**. ✓

58. Este es uno de los climas más cómodos, por lo tanto, **sombree para evitar el sobrecalentamiento, ábrase a la brisa en verano y use la ganancia solar pasiva en invierno**. ✓

35. Una buena **ventilación natural** puede reducir o eliminar el aire acondicionado en climas cálidos, si las **ventanas están bien sombreadas y orientadas a las brisas predominantes**. ✓

56. **Los porches y patios con mosquitero** pueden proporcionar un enfriamiento cómodo pasivo mediante la ventilación en climas cálidos y pueden **prevenir problemas de insectos**. ✓

33. El **ancho y largo de la planta** del edificio puede ayudar a **maximizar la ventilación cruzada** en climas templados y cálidos y húmedos. ✓

19. Para la **calefacción solar pasiva**, coloque la mayor parte del **área acristalada hacia el norte para maximizar la exposición al sol en invierno, pero diseñe los voladizos para dar sombra en verano**. ✓

55. Los **techos de pendiente baja con voladizos** anchos funcionan bien en climas templados. ✓

## Estrategias bioclimáticas

Colonia Garibaldi, Salto

### Tipología Cardal

11. La ganancia de calor de la luz, las personas y el equipo reduce en gran medida las necesidades de calefacción, por lo que **debe mantener la casa cerrada y bien aislada** (para reducir la temperatura del punto de equilibrio). ✓
20. Proporcionar **vidrio doble de alto rendimiento (Low-E) en el oeste, sur y este, pero simple en el norte** para obtener la máxima ganancia solar pasiva. ✗ **Esta estrategia no se contempla en el diseño base de MEVIR, por un factor económico, pero se recomienda como estrategia adicional.**
36. Para facilitar la **ventilación cruzada**, ubique las **aberturas de puertas y ventanas en lados opuestos** del edificio con **aberturas más grandes hacia el viento** si es posible. ✓
68. Las casas pasivas tradicionales en climas cálidos y húmedos usaban una construcción liviana con paredes que se podían abrir y porches al aire libre sombreados, **elevados sobre el suelo**. ✗ **No se considera favorable para el invierno por las pérdidas térmicas, además de una tema de accesibilidad.**
37. Los **voladizos de las ventanas** (diseñados para esta latitud) **o los parasoles operables** (toldos que se extienden en verano) pueden reducir o eliminar el aire acondicionado. ✓
17. Use **materiales vegetales** (arbustos, árboles, paredes cubiertas de hiedra) **especialmente en el oeste** para minimizar la ganancia de calor (si las lluvias de verano apoyan el crecimiento de **plantas nativas**). ✓
1. Los azulejos o pizarra (incluso en **pisos** de madera) **o una chimenea** de piedra proporcionan suficiente masa de superficie para almacenar la **ganancia solar diurna de invierno y el enfriamiento nocturno de verano**. ✓
42. En días calurosos, los **ventiladores de techo o el movimiento del aire interior** pueden hacer que parezca más fresco en 5 grados F (2.8 C) o más, por lo que se necesita menos aire acondicionado. ✗ **Esta estrategia no se contempla en el diseño base de MEVIR, por un factor económico, pero se recomienda como estrategia adicional.**
47. Use interiores de **planta abierta** para promover la **ventilación cruzada natural**, o use puertas con persianas, o en su lugar use **ventanas a diferentes alturas** si se requiere privacidad. ✓
34. Para capturar la ventilación natural, **la dirección del viento se puede cambiar hasta 45 grados** hacia el edificio mediante las paredes exteriores de las alas y la implantación. ✓
53. Las **zonas de amortiguación al aire libre con sombra** (porche, patio) orientadas a las brisas predominantes pueden extender las áreas de vivienda y trabajo en climas cálidos o húmedos. ✓
39. Un ventilador para toda la casa o **ventilación natural puede almacenar el 'enfriamiento' nocturno en superficies interiores de gran masa (descarga nocturna)**, para reducir o eliminar el aire acondicionado. ✓
49. Para producir **ventilación de chimenea**, incluso cuando las velocidades del viento son bajas, maximice la altura vertical entre la entrada y la salida de aire (escaleras abiertas, espacios de dos pisos, techo). ✓

# Estrategias de diseño posibles de incorporar

## Colonia Garibaldi, Salto

### Tipología Cardal

#### 1. MATERIALES

##### a) Para refrigeración

Materiales con alta capacidad de almacenamiento de calor para amortiguar y retardar la temperatura exterior, optimizándolos con ventilación nocturna

##### b) Para calefacción

Materiales con alta capacidad de almacenamiento de calor para restituirlo al ambiente amortiguar.

#### 2. VENTILACIONES

a) Aprovechamiento de brisas durante el verano, proyectando ventanas ubicadas de acuerdo a los vientos predominantes

b) Maximizar la ventilación cruzada cuidando la proporción del espacio, ubicando las aberturas en caras opuestas y la abertura de mayor área hacia la dirección del viento, predominante.

c) Ubicación de aberturas en diferentes alturas y diseño de planta lo más libre posible.

d) Captar vientos en su dirección predominante a no menos de 45 grados.

e) Incorporar cubierta ventilada considerando distancias entre ingreso y egreso de aire (máxima separación) y permitir el enfriamiento nocturno de superficies con masa térmica.

#### 3. MANEJO DELASOLEAMIENTO

a) Generar espacios al aire libre sombreados para evitar el sobrecalentamiento.

b) Utilización de mallas para patios o porches.

c) Protección de áreas acristaladas al norte.

d) Incorporación de aleros o parasoles operables para adecuarlos a las estaciones.

e) Captación de radiación solar en invierno, maximizando áreas acristaladas al norte.

f) Diseño de techos con pendientes a dos aguas y voladizos.

g) Control y manejo del efecto invernadero, aprovechamiento de sus efectos en invierno y su reducción en verano.

#### 4. ESPACIOS EXTERIORES

a) Incorporación de vegetación autóctona caduca.

b) Generar espacios al aire libre orientados con máximo aprovechamiento de los vientos predominantes para mejorar el confort en verano.

c) Utilización de mallas para patios o porches para también prevenir insectos.

#### Recomendaciones adicionales de fácil incorporación:

1. Utilización de vidrios dobles al Este, Sur y Oeste, recomendando no invertir en esta tecnología al norte.

2. Incorporación de ventiladores de techo.



# 1. Materiales

A partir del estudio realizado mediante el Climate Consultant concluimos que para las condiciones de Salto, tanto en invierno como en verano, es necesario que el cerramiento cuente con una alta masa térmica. Teniendo en cuenta que se está promoviendo el uso de la madera para vivienda de interés social y dado que MEVIR está evaluando la construcción en esta tecnología, se propone como una de las estrategia bioclimáticas, el diseño de un cerramiento que contemple el uso de la madera y el ladrillo para mejorar la masa térmica. Con esta propuesta se obtienen valores satisfactorios de transmitancia y retardo térmico como se puede observar en el siguiente gráfico.

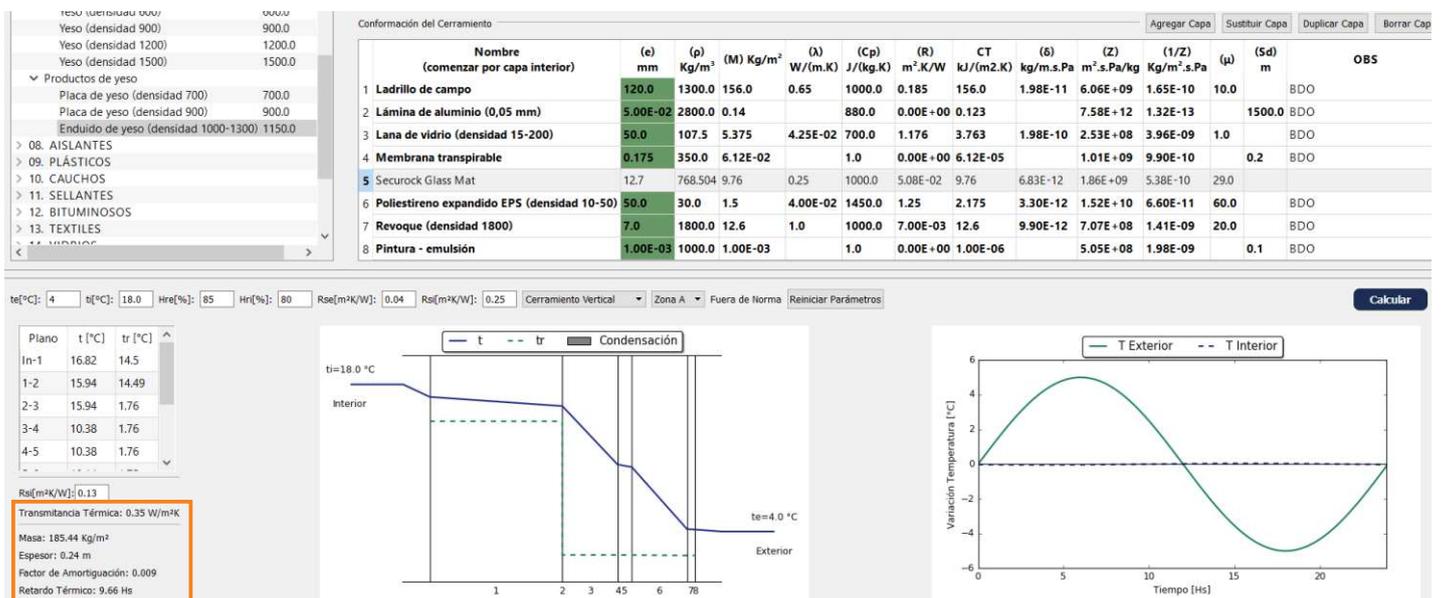
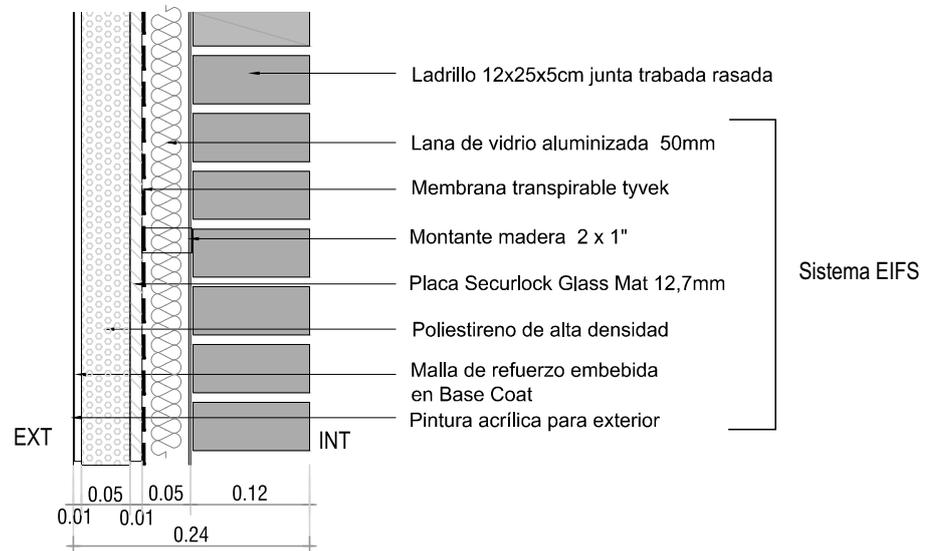
## Tipología Cardal con Muro Madera Cerramiento vertical (sistema Ñandé)

Transmitancia 0.63 W/m<sup>2</sup>k  
Masa: 51.48 Kg/m<sup>2</sup>  
Retardo Térmico: 1.65 hs



## Tipología Cardal Mejorada Cerramiento vertical (sistema combinado)

Transmitancia 0.35 W/m<sup>2</sup>k  
Masa: 185.44 Kg/m<sup>2</sup>  
Retardo Térmico: 9.66 hs



# 1. Materiales

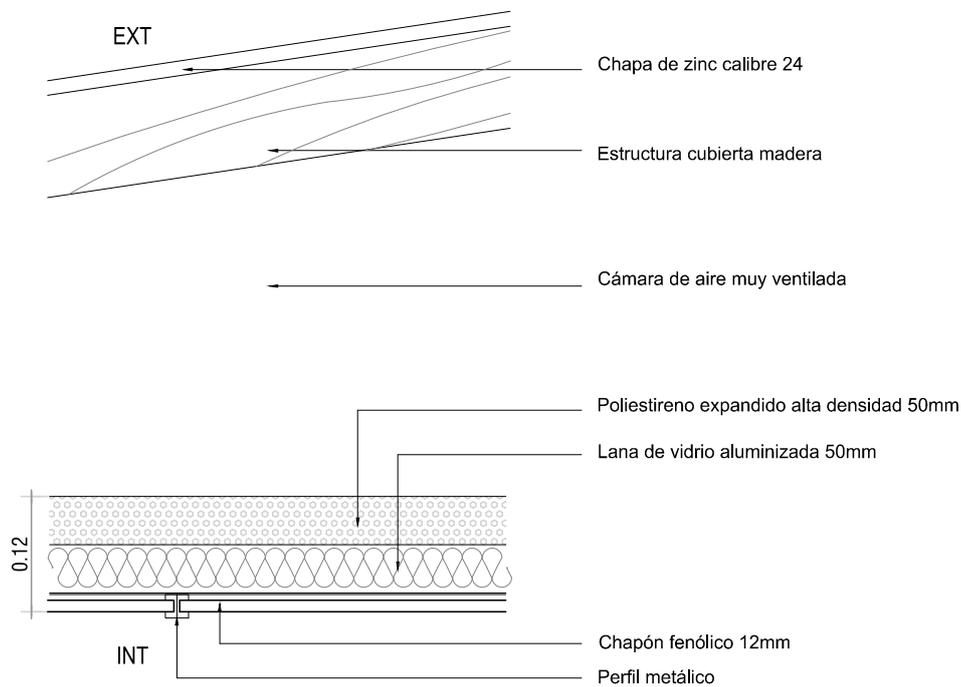
El caso del cerramiento horizontal, si bien la nueva propuesta con cámara de aire ventilada y doble aislación no cambia los valores de masa, sí mejora levemente el retardo térmico y considerablemente la transmitancia, además de evitar condensaciones.

**Tipología Cardal con Muro Madera**  
**Cerramiento horizontal**  
 (sin cámara de aire,  
 a menos de 9°C condensa)

Transmitancia 0.68 W/m<sup>2</sup>K  
 Masa: 14.27 Kg/m<sup>2</sup>  
 Retardo Térmico: 1.05 hs

**Tipología Cardal Mejorada**  
**Cerramiento horizontal**  
 (con cámara de aire y doble  
 aislación térmica)

Transmitancia 0.37 W/m<sup>2</sup>K  
 Masa: 11.81 Kg/m<sup>2</sup>  
 Retardo Térmico: 1.54 hs



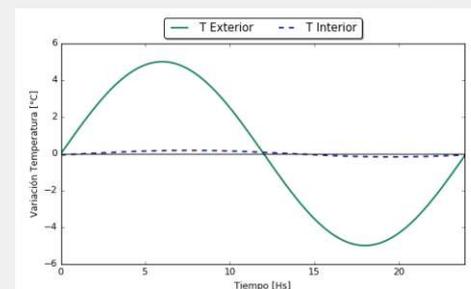
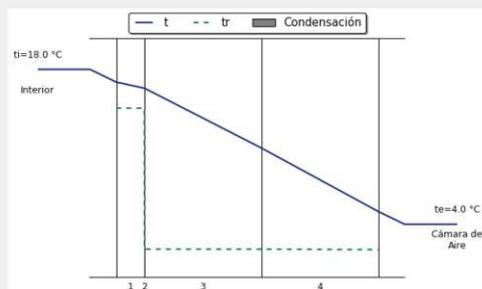
Nombre (comenzar por capa interior)	(e) mm	(ρ) Kg/m <sup>3</sup>	(M) Kg/m <sup>2</sup>	(λ) W/(m.K)	(Cp) J/(kg.K)	(R) m <sup>2</sup> .K/W	CT kJ/(m <sup>2</sup> .K)	(δ) kg/m.s.Pa	(Z) m <sup>2</sup> .s.Pa/kg	(1/Z) Kg/m <sup>2</sup> .s.Pa	(μ)	(Sd) m	OBS
1 Panel de fibras, incluyendo MDF (densidad 400)	12.0	400.0	4.8	0.1	1700.0	0.12	8.16	1.98E-11	6.06E+08	1.65E-09	10.0		BDO
2 Lámina de aluminio (0,05 mm)	5.00E-02	2800.0	0.14		880.0	0.00E+00	0.123		7.58E+12	1.32E-13		1500.0	BDO
3 Lana de vidrio (densidad 15-200)	50.0	107.5	5.375	4.25E-02	700.0	1.176	3.763	1.98E-10	2.53E+08	3.96E-09	1.0		BDO
4 Poliestireno expandido EPS (densidad 10-50)	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.175	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
5 Cámara de aire muy ventilada - horizontal	350.0												BDO
6 Zinc	0.55	7200.0	3.96	110.0	380.0	5.00E-06	1.505	1.98E-16	2.78E+12	3.60E-13	1.00E+06		BDO

te[°C]: 4 t[°C]: 18.0 Hre[%]: 85 Hr[%]: 80 Rse[m<sup>2</sup>K/W]: 0.04 Rsi[m<sup>2</sup>K/W]: 0.25 Cerramiento Horizontal Zona A Fuera de Norma Reiniciar Parámetros

Calcular

Plano	t [°C]	tr [°C]
In-1	16.85	14.5
1-2	16.3	14.5
2-3	16.3	1.75
3-4	10.89	1.75
4-CA	5.15	1.71

Rsi[m<sup>2</sup>K/W]: 0.1  
 Transmitancia Térmica: 0.37 W/m<sup>2</sup>K  
 Masa: 11.81 Kg/m<sup>2</sup>  
 Espesor: 0.112 m  
 Factor de Amortiguación: 0.035  
 Retardo Térmico: 1.54 Hs



# Evaluación de materiales

Tipología Cardal Mejorada (con y sin doble aislación)

## Resultados Evaluación EDGE - MATERIALES (Energía incorporada)



### 1. Tipología Cardal Mejorada **con doble aislación** en cerramiento vertical (U=0.35 ) y horizontal (U=0.37)

Consumo energético total anual: 51 kWh/m<sup>2</sup>

Energía incorporada total: 2818 MJ/m<sup>2</sup>

Calefacción: 14% (7.14 kWh/m<sup>2</sup>)

Losa de piso: 23% (648 MJ/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 10% (5.1 kWh/m<sup>2</sup>)

Cubierta: 14% (403 MJ/m<sup>2</sup>)

**Pared interior (ladrillo): 39% (1113 MJ/m<sup>2</sup>)**

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

Acabado de piso: 3% (83 MJ/m<sup>2</sup>)

Ventanas: 10% (285 MJ/m<sup>2</sup>)

**Aislación: 10% (286 MJ/m<sup>2</sup>)**

Nota: Como EDGE no deja elegir 2 tipos de aislación simultáneas, se consideró el doble de espesor de poliestireno en paredes (100mm) y el doble de lana de vidrio en cubierta (100mm) a efectos de aproximarse a la situación real.



### 2. Tipología Cardal Mejorada **sin doble aislación** en cerramiento vertical (U=0.60 ) y horizontal (U=0.68)

Consumo energético total anual: 55 kWh/m<sup>2</sup>

Energía incorporada total: 2675 MJ/m<sup>2</sup>

Calefacción: 18% (9.9 kWh/m<sup>2</sup>)

Losa de piso: 24% (648 MJ/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 11% (6.05 kWh/m<sup>2</sup>)

Cubierta: 15% (403 MJ/m<sup>2</sup>)

**Pared interior (ladrillo): 42% (1113 MJ/m<sup>2</sup>)**

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

Acabado de piso: 3% (83 MJ/m<sup>2</sup>)

Ventanas: 11% (285 MJ/m<sup>2</sup>)

**Aislación: 5% (143 MJ/m<sup>2</sup>)**

## Evaluación de materiales

Tipología Cardal Mejorada (con y sin doble aislación)

### Resultados Evaluación EDGE - MATERIALES (Energía incorporada)

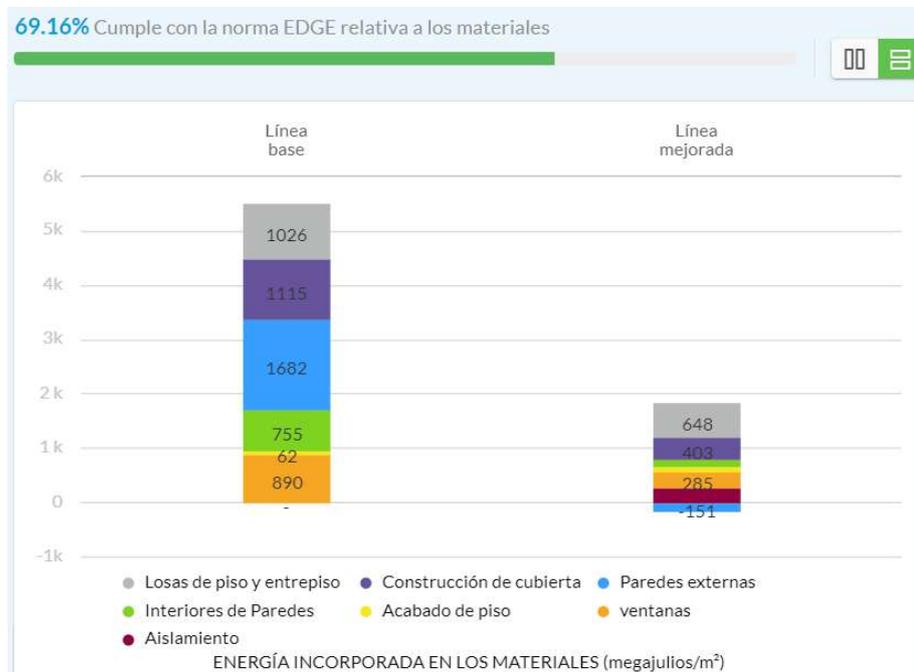
Comparación de ambos cerramientos con y sin doble aislación (piliestileno + lana de vidrio):

Observando los resultados que se reflejan en el EDGE en relación al consumo de energía en general concluimos:

1. La incorporación de la doble aislación en los cerramientos genera un aumento de la energía incorporada (143 MJ/m<sup>2</sup>), por lo que no se ve un aumento significativo de energía.

El agregado de este material representa un ahorro de energía anual de 4 kWh/m<sup>2</sup>, obteniendo un mayor beneficio a largo plazo.

2. Tanto el ladrillo como el hormigón armado representan un alto porcentaje de la energía incorporada.



Cambio de pared de ladrillo interior por bloques de tierra comprimida estabilizada.

Energía incorporada total: 1857 MJ/m<sup>2</sup>

**Losa de piso: 35% (648 MJ/m<sup>2</sup>)**

Cubierta: 22% (403 MJ/m<sup>2</sup>)

**Pared interior (tierra comp.): 8% (152 MJ/m<sup>2</sup>)**

Acabado de piso: 4% (83 MJ/m<sup>2</sup>)

Ventanas: 15% (285 MJ/m<sup>2</sup>)

**Aislación: 15% (286 MJ/m<sup>2</sup>)**

Nota: En este caso debería incorporarse una terminación interior sobre los bloques de tierra lo que no implicaría un mayor aumento de la energía incorporada.

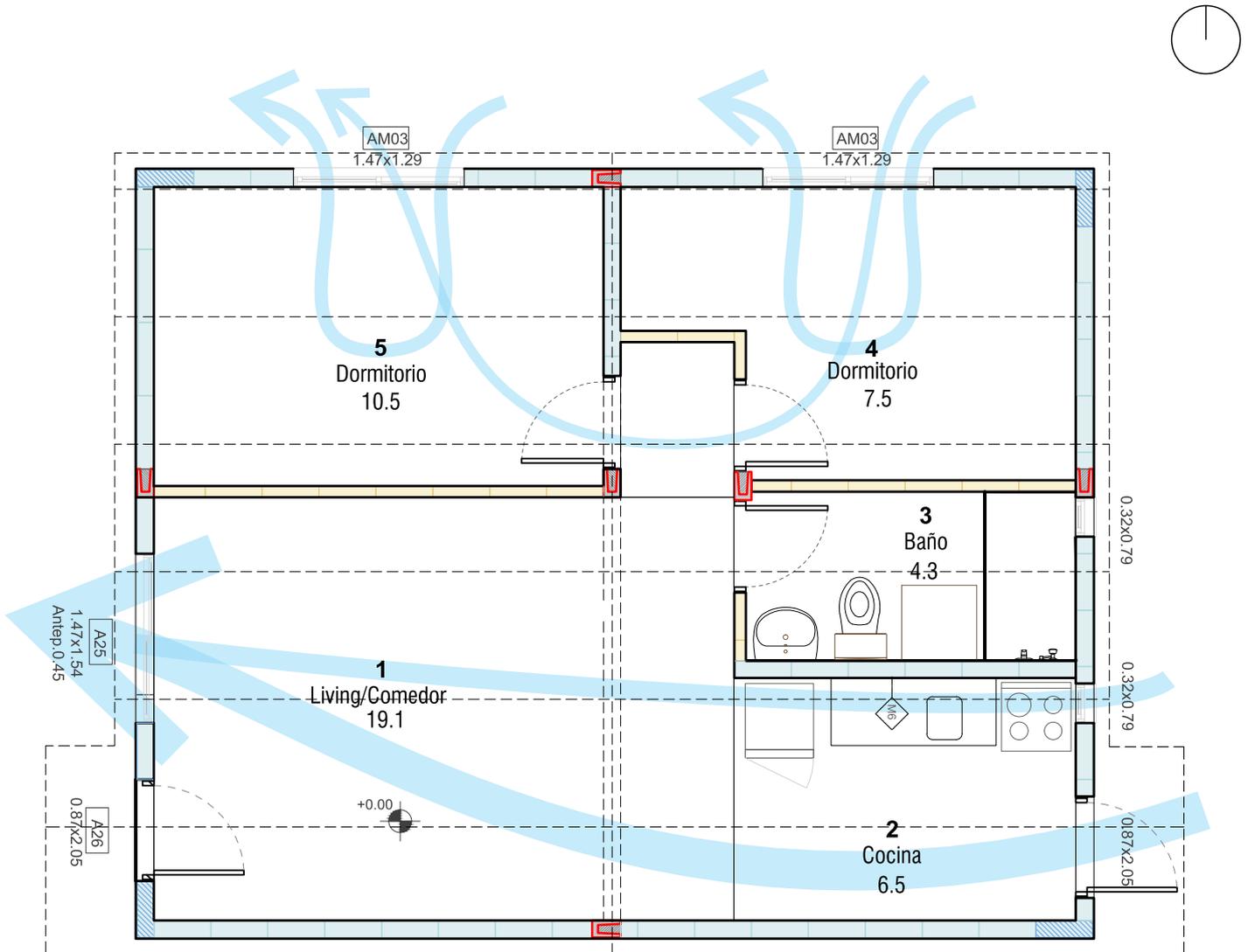
3. El ladrillo tiene una energía incorporada muy elevada (1113 MJ/m<sup>2</sup>). Si se sustituyera el material por bloque de tierra comprimida estabilizada, la energía incorporada bajaría a 152 MJ/m<sup>2</sup>. Este aspecto si bien desde el punto de vista de la sustentabilidad es positivo, es inviable actualmente con las exigencias normativas para el uso de tecnologías no tradicionales en el Sistema Público de Vivienda.

## 2. Ventilaciones

Partiendo de estos cerramientos propuestos con mejoras, realizamos el estudio de ventilación. Considerando los resultados arrojados por el Climate Consultant respecto a la velocidad y dirección predominante de los vientos, observamos que la implantación de vivienda más comprometida respecto a la incidencia de la radiación solar, coincide con la dirección más favorable de los vientos.

Por lo que en este caso no vimos necesidad de reorientarla para captar los mayores caudales de aire fresco.

El estudio se realiza específicamente para las siguientes habitaciones: Dormitorio principal (ventilación unilateral) y Living-Cocina-Comedor (ventilación cruzada).



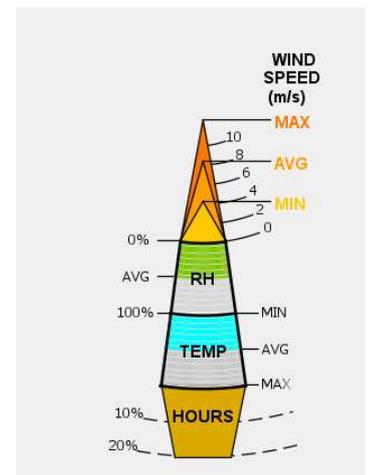
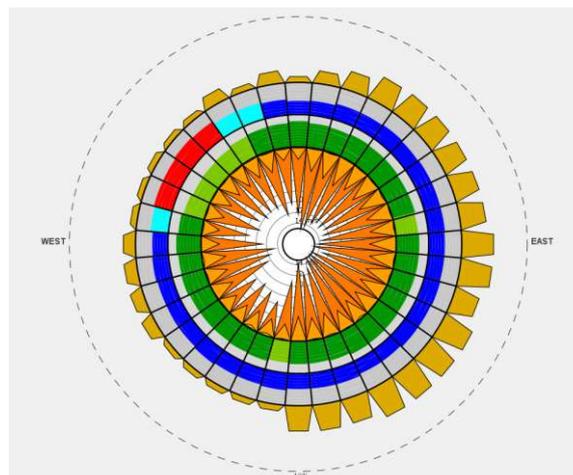
### LEGEND

#### TEMPERATURE (Deg. C)

- < 0
- 0 - 22
- 22 - 24
- 24 - 38
- > 38

#### RELATIVE HUMIDITY (%)

- <30
- 30-70
- >70



## Dormitorio principal

# OPTIVENT 2.0



Una herramienta de cálculo de ventilación natural para la etapa inicial del diseño de edificios.

### Datos del proyecto:

Proyecto: **Tipología Cardal MEVIR**  
 Versión: **Versión 1**  
 Fecha: **2021-05-27**  
 Consultor: **Arq. Fernández y Arq. Carbone**

### Datos localización:

Latitud (grados decimales): **-31.3**  
 Meses: **Enero**  
 Horas: **12**  
 Temperatura media exterior (°C): **26.0**  
 Velocidad del viento (m/s): **4.0**  
 Dato del terreno: **3**  
 Azimuth (superficie): **N**

### Datos del Edificio:

Espacio - Área de suelo (m<sup>2</sup>): **10.47**  
 Espacio - Volumen (m<sup>3</sup>): **27.22**  
 Temperatura exterior (°C): **22**  
 Temperatura interior(°C): **24**  
 To - Ti (°C): **2**

### Estrategia de ventilación natural:

Ventilación simple



### Datos de construcción:

Acrilamiento:  
 Factor de transmitancia solar (0-1): **0.83**  
 Coeficiente de sombra (%): **0**  
 Pared  
 Absortividad de la superficie (0-1): **0.3**  
 Valor U (W/m<sup>2</sup>·K): **0.34**  
 Transmitancia sup.e ext. (W/m<sup>2</sup>·K): **6.8**  
 Roof  
 Absortividad de la superficie (0-1): **0.7**  
 Valor U (W/m<sup>2</sup>·K): **0.37**  
 Transmitancia sup. ext. (W/m<sup>2</sup>·K): **5.88**

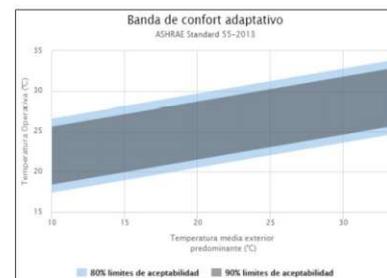
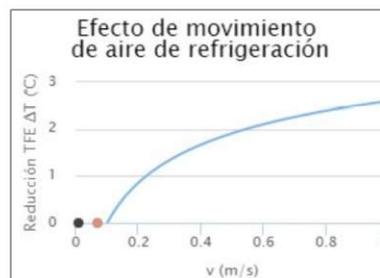
### Espacio - Ganancias por calor:

Numero de personas: **2**  
 Ganancias de ocupante (W/m<sup>2</sup>): **16.24**  
 Ganancia de equipos (W/m<sup>2</sup>): **5**  
 Ganancia de iluminación (W/m<sup>2</sup>): **5**  
 Ganancias int. totales (W/m<sup>2</sup>): **26.24**  
 Ganancias solares totales (W/m<sup>2</sup>)  
 Espacio 1: **135.41**  
 Calor total generado (kW)  
 Espacio 1: **1.69**

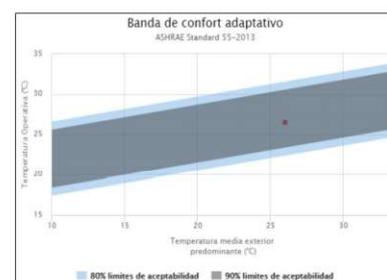
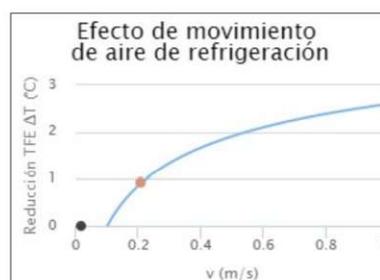
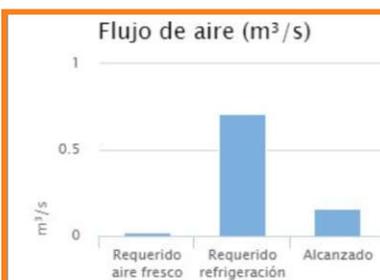
### Datos de aperturas:

	Área efectiva (m <sup>2</sup> )	Altura Zn (m)	Caudal de aire (m <sup>3</sup> /s)
			B B+W
Entrada 1:	<b>0.75</b>	<b>1.45</b>	<b>0.05 0.16</b>
Salida 1:	<b>0.75</b>	<b>2</b>	<b>0.05 0.16</b>

### Buoyancy driven



### Buoyancy + Wind driven X



Una herramienta de cálculo de ventilación natural para la etapa inicial del diseño de edificios.

### Datos del proyecto:

Proyecto: **Tipología Cardal MEVIR**  
 Versión: **Versión 1**  
 Fecha: **2021-05-27**  
 Consultor: **Arq. Fernández y Arq. Carbone**

### Datos localización:

Latitud (grados decimales): **-31.3**  
 Meses: **Enero**  
 Horas: **12**  
 Temperatura media exterior (°C): **26.0**  
 Velocidad del viento (m/s): **4.0**  
 Dato del terreno: **3**  
 Azimuth (superficie): **N**

### Datos de construcción:

Acrilamiento:  
 Factor de transmitancia solar (0-1): **0.83**  
 Coeficiente de sombra (%): **100**  
 Pared  
 Absortividad de la superficie (0-1): **0.3**  
 Valor U (W/m²·K): **0.34**  
 Transmitancia sup.e ext. (W/m²·K): **6.8**  
 Roof  
 Absortividad de la superficie (0-1): **0.7**  
 Valor U (W/m²·K): **0.37**  
 Transmitancia sup. ext. (W/m²·K): **5.88**

### Datos del Edificio:

Espacio - Área de suelo (m²): **10.47**  
 Espacio - Volumen (m³): **27.22**  
 Temperatura exterior (°C): **22**  
 Temperatura interior(°C): **24**  
 To - Ti (°C): **2**

### Espacio - Ganancias por calor:

Numero de personas: **2**  
 Ganancias de ocupante (W/m²): **16.24**  
 Ganancia de equipos (W/m²): **5**  
 Ganancia de iluminación (W/m²): **5**  
 Ganancias int. totales (W/m²): **26.24**  
 Ganancias solares totales (W/m²):  
 Espacio 1: **52.42**  
 Calor total generado (kW)  
 Espacio 1: **0.82**

### Estrategia de ventilación natural:

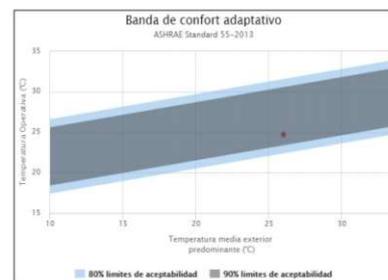
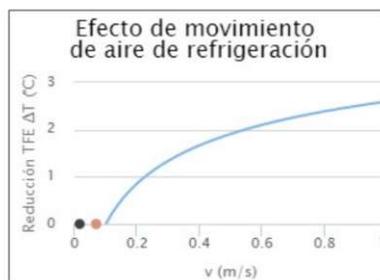
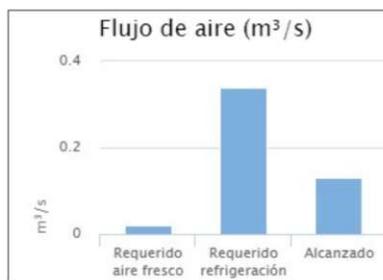
Ventilación simple



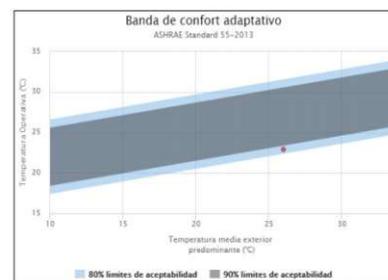
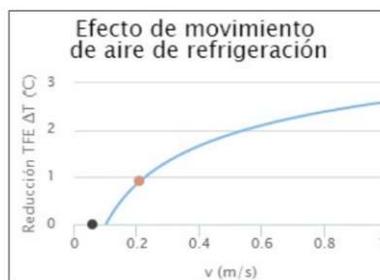
### Datos de aperturas:

	Área efectiva (m²)	Altura Zn (m)	Caudal de aire (m³/s)	
			B	B+W
Entrada 1:	<b>1.8</b>	<b>1.50</b>	<b>0.13</b>	<b>0.38</b>
Salida 1:	<b>1.8</b>	<b>2</b>	<b>0.13</b>	<b>0.38</b>

### Buoyancy driven



### Buoyancy + Wind driven ✓



### Estrategias de diseño aplicadas:

En este caso se debió considerar estrategias que modificaran la situación base a efectos de alcanzar los caudales mínimos para refrigeración:

1. Sombreamiento de 0 al 100%
2. Aumento mínimo del área de la ventana (la altura de la ventana aumenta 20cm).
3. Apertura de la ventana del 50 al 100%

Una herramienta de cálculo de ventilación natural para la etapa inicial del diseño de edificios.

### Datos del proyecto:

Proyecto: **Tipología Cardal MEVIR**  
 Versión: **Versión 1**  
 Fecha: **2021-05-27**  
 Consultor: **Arq. Fernández y Arq. Carbone**

### Datos localización:

Latitud (grados decimales): **-31.3**  
 Meses: **Enero**  
 Horas: **12**  
 Temperatura media exterior (°C): **26.0**  
 Velocidad del viento (m/s): **4.0**  
 Dato del terreno: **3**  
 Azimuth (superficie): **E**

### Datos de construcción:

Acrilamiento:  
 Factor de transmitancia solar (0-1): **0.83**  
 Coeficiente de sombra (%): **0**  
 Pared  
 Absortividad de la superficie (0-1): **0.3**  
 Valor U (W/m²·K): **0.34**  
 Transmitancia sup.e ext. (W/m²·K): **6.8**  
 Roof  
 Absortividad de la superficie (0-1): **0.7**  
 Valor U (W/m²·K): **0.37**  
 Transmitancia sup. ext. (W/m²·K): **5.88**

### Datos del Edificio:

Espacio - Área de suelo (m²): **28.35**  
 Espacio - Volumen (m³): **73.71**  
 Temperatura exterior (°C): **22**  
 Temperatura interior(°C): **24**  
 To - Ti (°C): **2**

### Espacio - Ganancias por calor:

Numero de personas: **4**  
 Ganancias de ocupante (W/m²): **11.99**  
 Ganancia de equipos (W/m²): **5**  
 Ganancia de iluminación (W/m²): **5**  
 Ganancias int. totales (W/m²): **21.99**  
 Ganancias solares totales (W/m²):  
 Espacio 1: **69.11**  
 Calor total generado (kW)  
 Espacio 1: **2.58**

### Estrategia de ventilación natural:

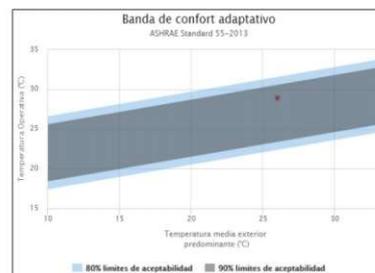
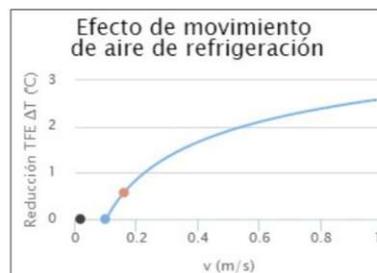
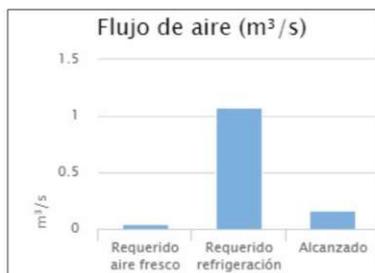
Ventilación cruzada



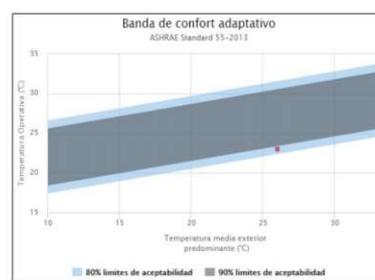
### Datos de aperturas:

	Área efectiva (m²)	Altura Zn (m)	Caudal de aire (m³/s)	
			B	B+W
Entrada 1:	1.58	1.12	0.16	1.09
Salida 1:	0.99	2	0.16	1.09

### Buoyancy driven



### Buoyancy + Wind driven



### Living-Cocina-Comedor:

En este caso consideramos la puerta ventana de la cocina como abertura con movimiento al 100%. En este sentido el área para el ingreso del caudal es más grande que la del Living, que si bien es mayor en área, ventila al 50%. Tomamos la dirección de ingreso del aire desde el este.

En relación a los resultados obtenidos observamos que el caudal de aire existente tanto para condiciones de higiene como para refrigeración alcanza el necesario, considerando la condición de viento con velocidad media (4m/s) en Enero. Por lo que no vimos necesaria una estrategia de modificación.

### 3. Manejo de asoleamiento

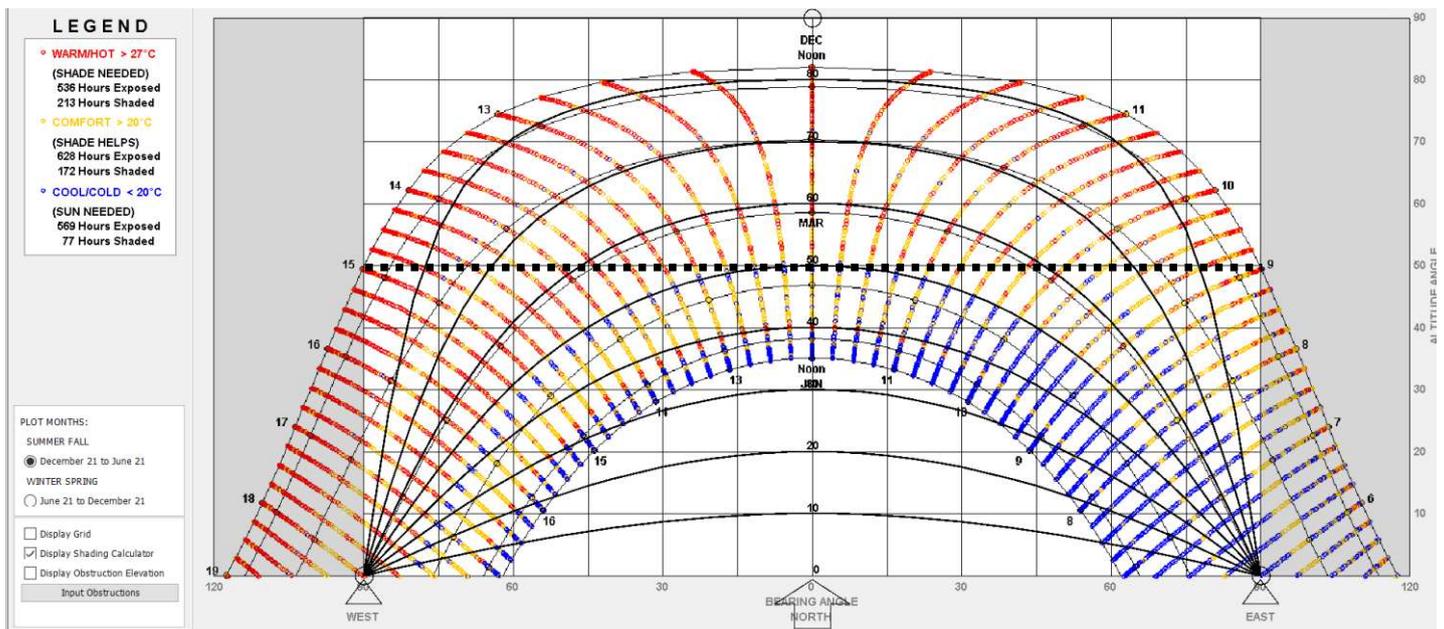
Del estudio de ventilación se desprende la necesidad de incluir estrategias de sombreado (100% en verano) para las ventanas con orientación Norte (Dormitorios).

Una de las estrategias para este caso de estudio con esta implantación particular sería el diseño de la cubierta con cumbre en el sentido perpendicular a la actual, con pendientes norte-sur, resultando más favorable para ambas estaciones y aprovechando la extensión de la cubierta hacia el lado norte para generar un alero como protección no solo de la ventana, sino de toda la fachada.

No obstante, teniendo en cuenta los datos de radiación solar brindados por el Climate Consultant también debemos brindarle alguna protección a las ventanas ubicadas al este y oeste, con la dificultad adicional de no obstruir el paso del aire (parasol operable para adecuarlos a las estaciones o vegetación caduca).

Respecto al emplazamiento general, se hace necesaria la verificación del asoleamiento de todo el conjunto para evaluar la situación existente, considerando el estudio de sombras para beneficiarnos en verano y en invierno para que no obstruya la captación de energía solar.

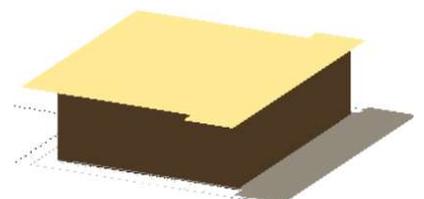
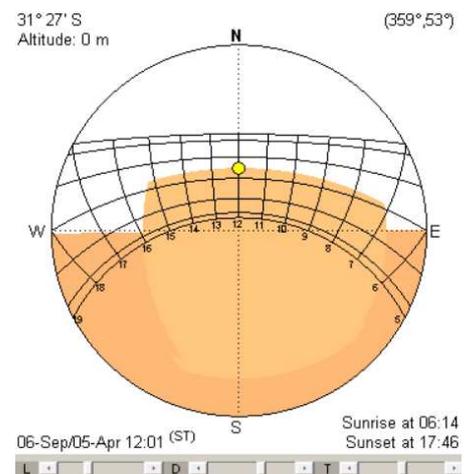
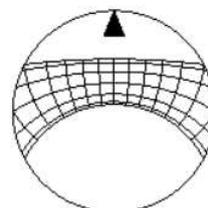
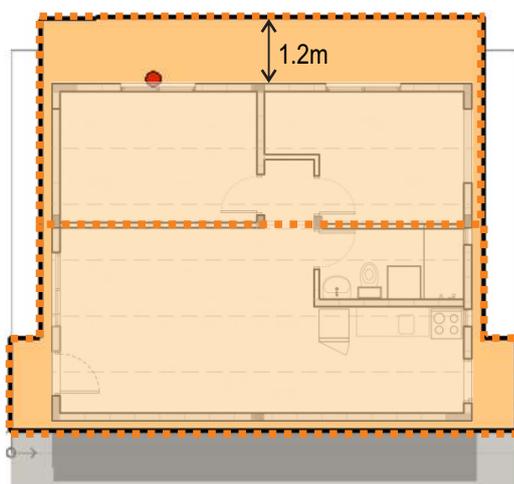
Protección a partir de los 50°



### Estudio asoleamiento ventanas Norte (Dormitorios)

Estrategias de sombreado:

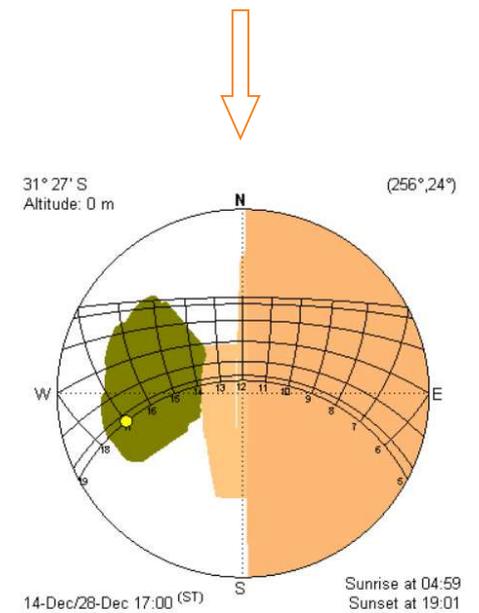
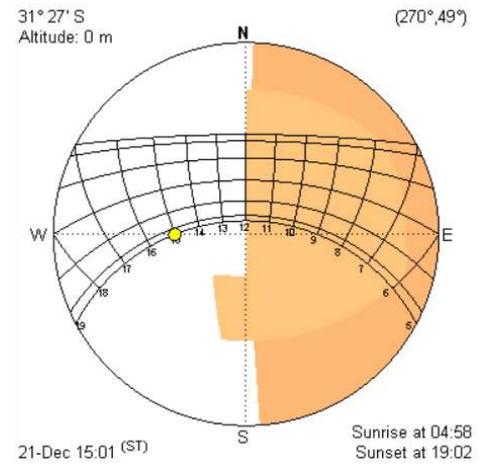
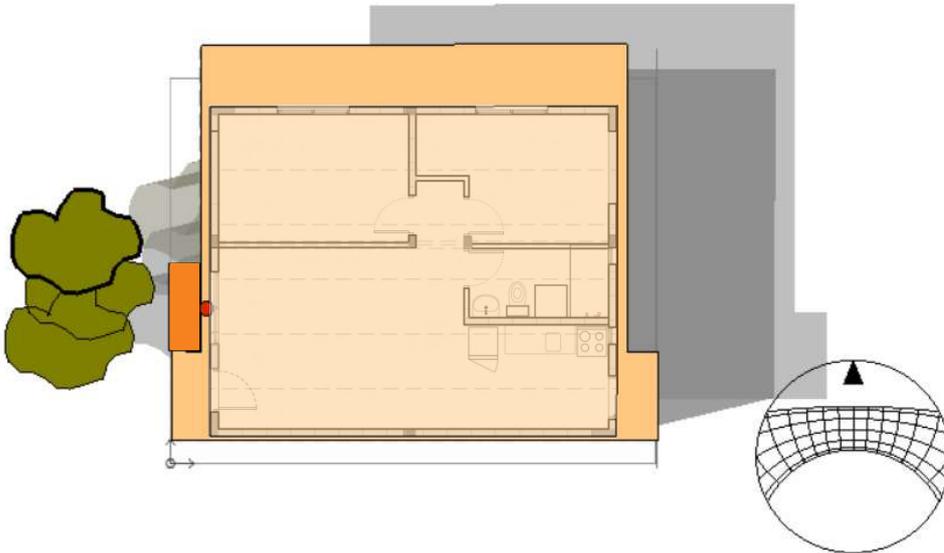
- Rotación de cubierta hacia el norte
- Extensión de alero sobre fachada norte



## Estudio asoleamiento ventana Oeste (Living)

Estrategias de sombreado:

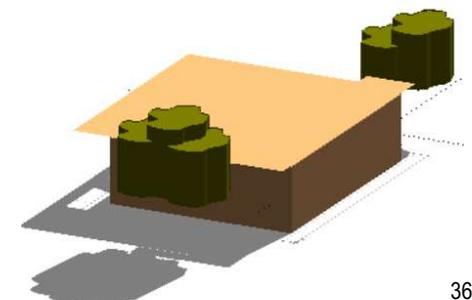
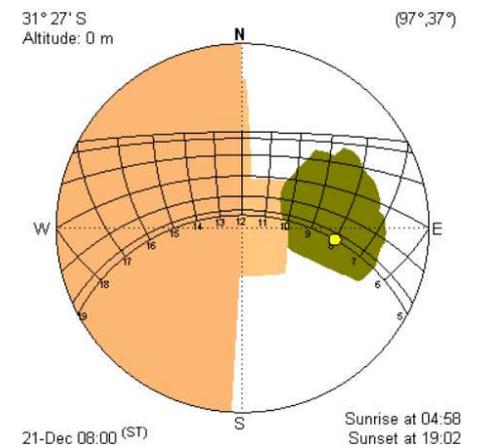
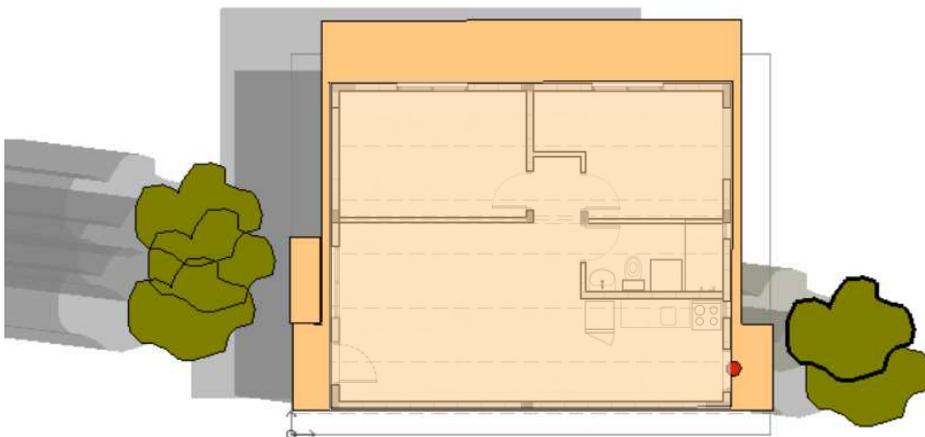
- Incorporación de árbol de mediano porte caduco
- Extensión de alero existente sobre acceso



## Estudio asoleamiento Puerta ventana Este (Cocina)

Estrategias de sombreado:

- Incorporación de árbol de pequeño porte caduco

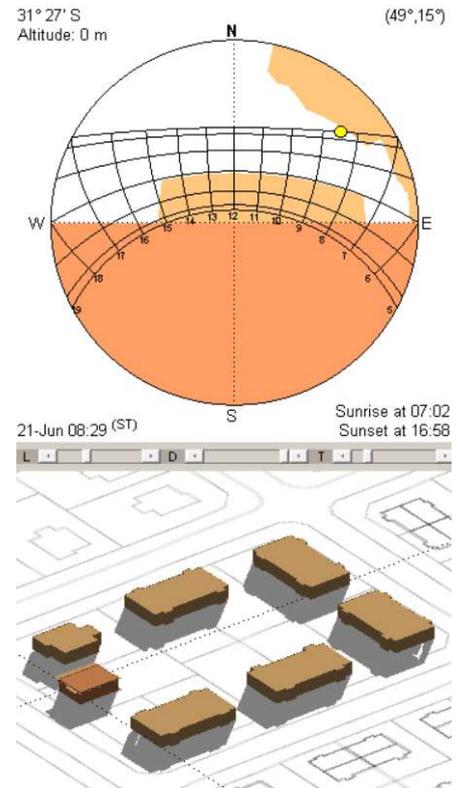
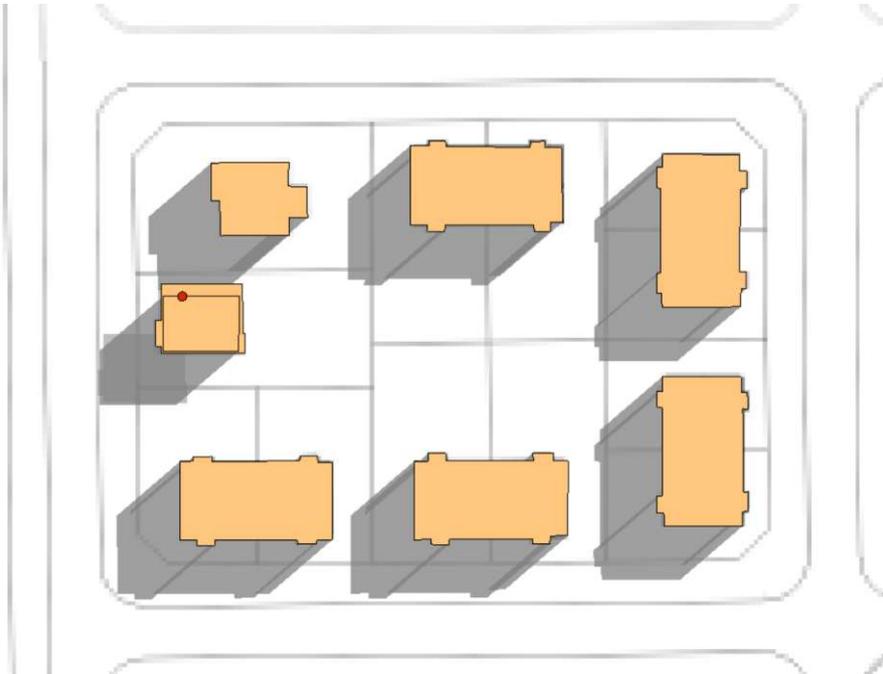


# Estudio asoleamiento Implantación Garibaldi

Tipología Cardal

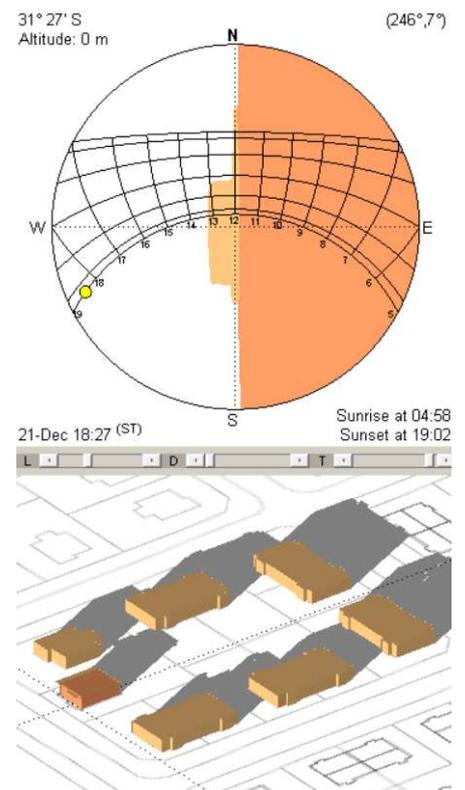
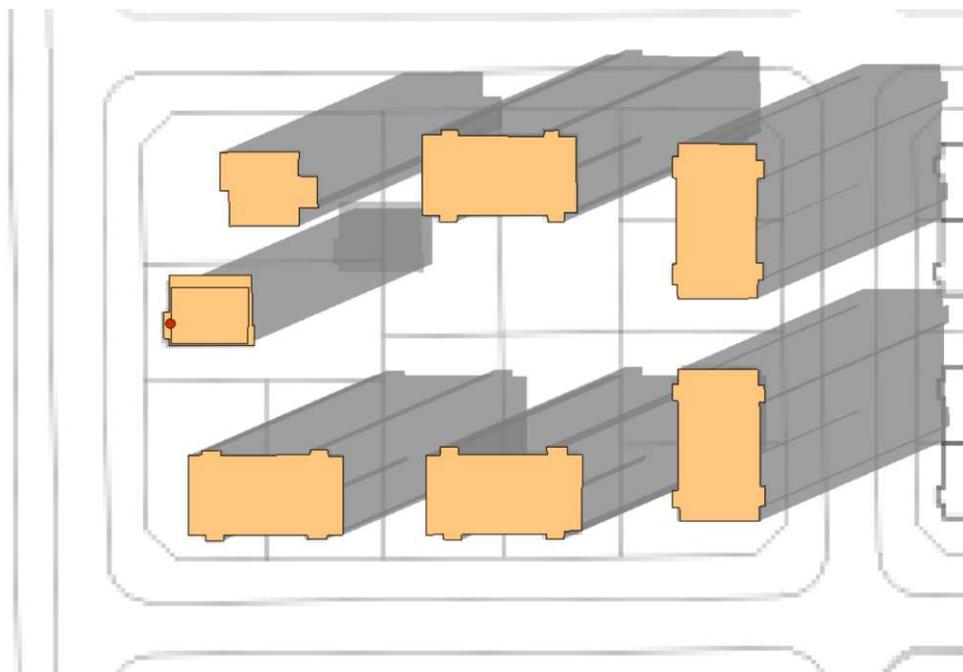
## Situación sombreado\_INVIERNO

En invierno el caso de estudio no tendría mayor inconveniente siendo que el sol comienza a ingresar a las aberturas a partir de las 8:30 am.



## Situación sombreado tarde\_VERANO

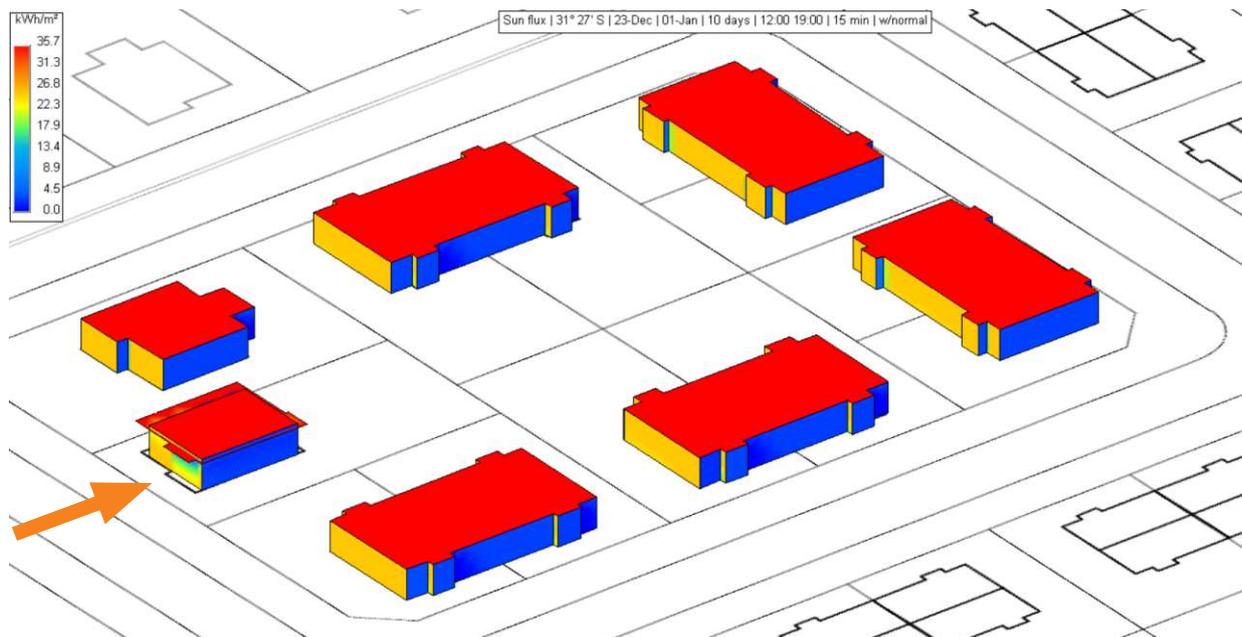
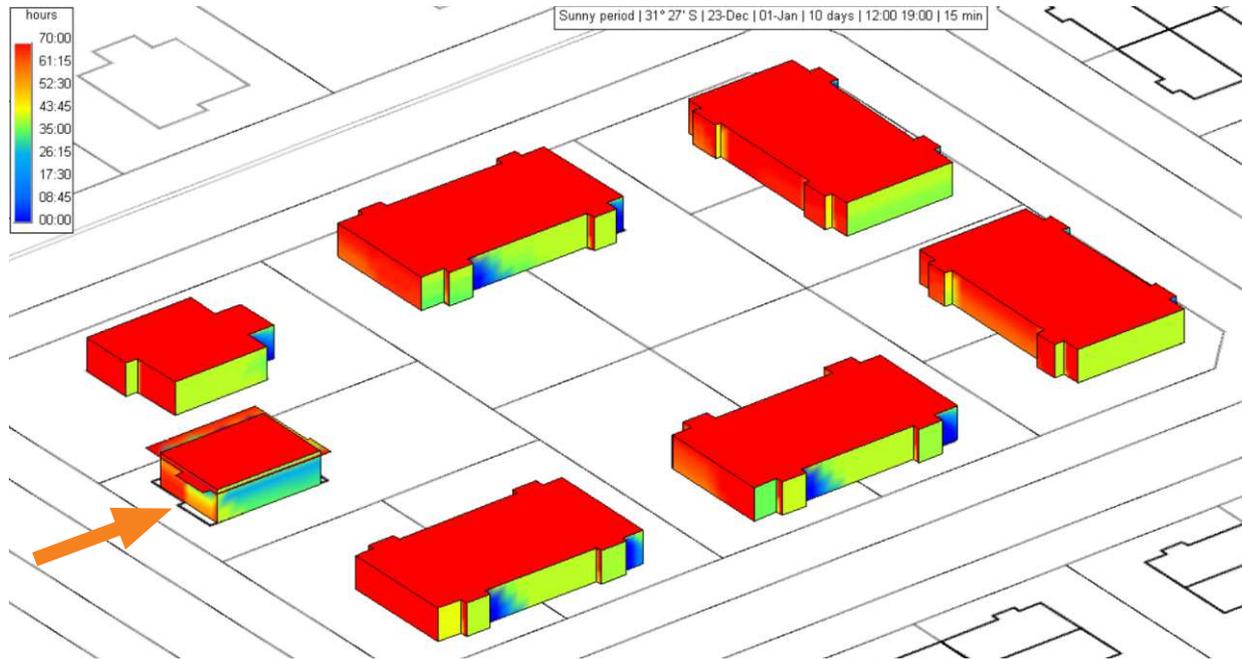
Se presenta la situación más comprometida a partir de las 13:00hs. Por lo que podría plantearse un cambio de implantación para que se beneficien de las sombras de las otras viviendas o pensar en el diseño de los espacios exteriores de forma de brindar protección y sombreado con vegetación caduca.



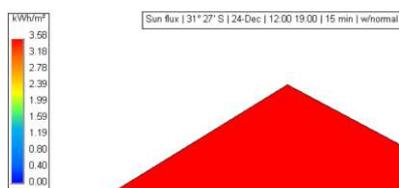
# Estudio de Incidencia de Radiación Solar

Fachada más comprometida (Oeste)

Se considero el período de verano entre las 12 y las 19 horas



Nota: Dado que el programa Heliodon no permite realizar planos inclinados se tomó la cubierta horizontal en este caso. La incidencia de la radiación solar seguramente cambie considerablemente en ambas estaciones con la situación de la cubierta real.



## 4. Espacios Exteriores

Desde el año 2019 MEVIR viene trabajando en el proyecto de ciudades sostenibles, del Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático del PNUD. A través de él se han implementado planes de arbolado de los nuevos conjuntos construidos de MEVIR considerando la adaptación al cambio climático, persiguiendo objetivos de conservación de la biodiversidad, así como también mejorar la provisión de servicios ecosistémicos.

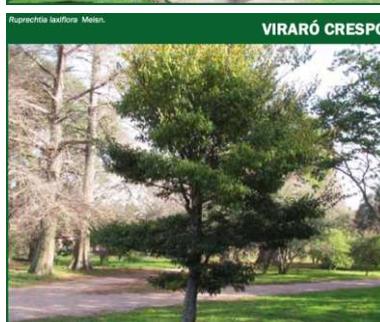
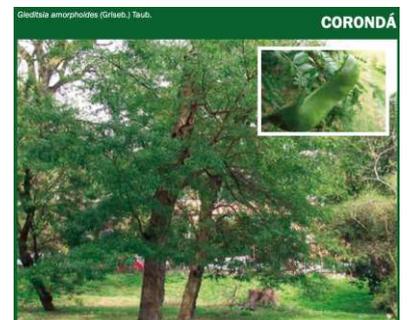
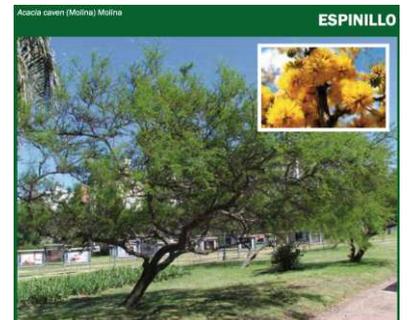
Esta experiencia debería trascender el formato rígido de consultoría internacional e incorporar el estudio del arbolado en el proyecto también en términos del confort desde el área de proyecto. A través del estudio del asoleamiento en el programa Heliodon surge la necesidad de incorporación de vegetales.

Se tendrá en cuenta para ello:

- los lineamientos trazados por NAP Ciudades
- la Guía de identificación de especies arbóreas nativas Uruguay del MVOTMA
- los talleres de arbolado que MEVIR realiza en las localidades con sus participantes.

Las especies elegidas nos deberían permitir optimizar el asoleamiento en invierno pero detener la radiación en verano (caducos), no interrumpir las brisas en los meses cálidos pero frenarlas en los meses más fríos. Se considerará la incorporación de vegetación más densa (perennes) al sureste para detener los vientos predominantes y de mayor intensidad en invierno.

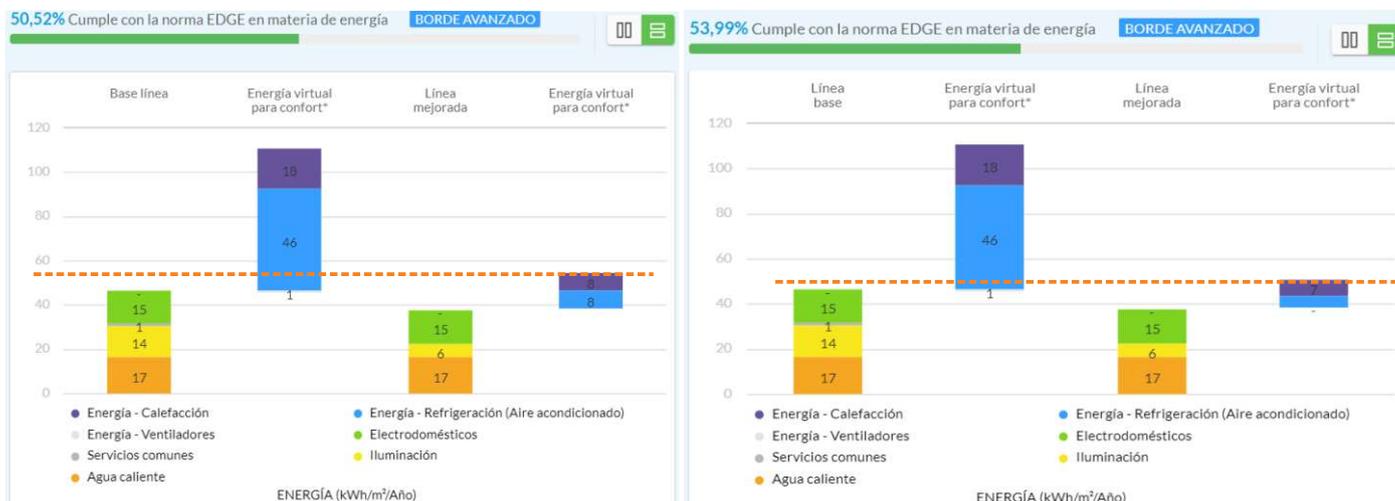
A modo de ejemplo se seleccionan las siguientes especies:



# EVALUACIÓN FINAL

## Tipología Cardal Mejorada

### Resultados EDGE



#### Tipología Cardal con Muro Madera

Consumo energético total anual: 55 kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 15% (8.25 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

#### Tipología Cardal Mejorada

Consumo energético total anual: 51 kWh/m<sup>2</sup>

Calefacción: 14% (7.14 kWh/m<sup>2</sup>)

Refrigeración: 10% (5.1 kWh/m<sup>2</sup>)

Agua caliente: 45% de 38kWh/m<sup>2</sup> (17.1 kWh/m<sup>2</sup>)

Comparación general:

Incorporando las estrategias de diseño de la Tipología Cardal Mejorada notamos que:

1. En términos globales baja un 7%.
2. La energía para calefacción disminuye un 13% respecto a la Tipología Cardal con el sistema de madera.
3. La energía para refrigeración baja notoriamente en un 38%.

### 3. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Luego de realizado el análisis nos surgen algunos comentarios a modo de conclusión que exponemos a continuación. La propuesta realizada para la mejora del desempeño energético del prototipo vigente de MEVIR se hizo en base a los resultados obtenidos de las herramientas del Climate Consultant, Heliodon y Optivent como se expuso a lo largo del trabajo. La evaluación final en relación a la energía incorporada por los materiales realizada con la aplicación Edge, nos presentó nuevos conflictos que atender. No obstante, como se explicitó al inicio, las conclusiones son el resultado del análisis energético y de una mirada crítica a la política de vivienda en términos de sustentabilidad.

#### **Consecuencias de los cambios**

Las mejoras propuestas se centraron en modificaciones pasivas. No se evaluaron en términos económicos. Sin embargo se puede concluir que este rediseño le implicaría al año al Uruguay un ahorro energético 4 kWh/m<sup>2</sup> por vivienda, es decir, que en base a los promedios históricos de construcción de MEVIR de 740 viviendas al año, con un promedio de 58 m<sup>2</sup> por vivienda, Uruguay ahorraría gracias a estos ajustes de diseño 171.680 kwh/año.

#### **Revisión de la gestión del área de Proyecto**

MEVIR debería incorporar en su área de proyecto un análisis y evaluación profunda de los proyectos en clave de sustentabilidad. Si bien ya ha declarado su alineación con los ODS, su trabajo se ha centrado en la eficiencia energética pero no ha abordado los aspectos del confort.

Un análisis previo del proyecto de Garibaldi con estos focos, hubiera identificado varios aspectos del diseño necesarios para mejorar el confort logrando un mejor desempeño energético:

- a) rediseño del muro y cubierta
- b) aleros exteriores al norte sobre ventanas
- c) estudio de área y apertura de aberturas que no permiten la ventilación cruzada (dormitorios)
- d) evaluación de la dirección de la cumbrera y dimensiones de aleros este y oeste
- e) implantación que favorezca la ventilación en verano y el asoleamiento todo el año
- f) incorporación del elemento vegetal al proyecto

#### **Uso de materiales**

Como se expuso anteriormente, de los datos obtenidos del Climate Consultant concluimos la necesidad del uso de masa térmica para la mejora del confort de la vivienda de madera. Ante esa constatación se propuso la incorporación del ladrillo, para resolver la debilidad que presentaba el sistema. Pero esa decisión desequilibró la ecuación sustentable dada la gran cantidad de energía incorporada por el material.

En ese sentido se propuso la incorporación de tierra como material alternativo para subsanar este problema. La elección surgió de evaluar sus características y encontrar que la energía incorporada por el mismo era muy baja, lo que nos permitió superar la debilidad de la propuesta con ladrillo. Por otro lado, en esa localidad especialmente se dan ciertas condiciones favorables como la experiencia de participantes en el uso del material, la presencia de arcillas de alta calidad, y la trayectoria de la Facultad de Arquitectura UDELAR - sede Salto, desde el año 1993 investigando la tierra como material de construcción.

Dentro de las diferentes posibilidades que ofrece este material, elegimos los bloques de tierra comprimida estabilizada (BTC) los que presentan ciertas características beneficiosas para MEVIR.

- a) La producción de los mismos puede ser asumida por la institución por la simplicidad de su fabricación, como históricamente se fabricaban los bloques de hormigón.
- b) La producción puede regionalizarse en el territorio disminuyendo los desplazamientos y empleando mano de obra local.
- c) Tienen muy baja energía incorporada para ser usado en la construcción
- d) Su manipulación es adecuada para la mano de obra por ayuda mutua y permite una apropiación del participante del sistema y de la obra.
- e) Podría llegar a utilizarse sin terminación interior

El BTC fue pensado en ese trabajo, incorporándose a un sistema de madera para aumentar la masa térmica y mejorar el desempeño. Pero entendemos que el uso del adobe como tecnología en sí, es una alternativa que MEVIR debería evaluar en esta nueva etapa de incorporación de nuevos sistemas constructivos. Aunque la solución de mampuestos tipo BTC no debería tomarse como solución general para el uso en todo el territorio nacional, sino como resultado de las evaluaciones del proyecto tomando en consideración un marco mayor de condicionantes como la localización, características del grupo, contexto, etc.

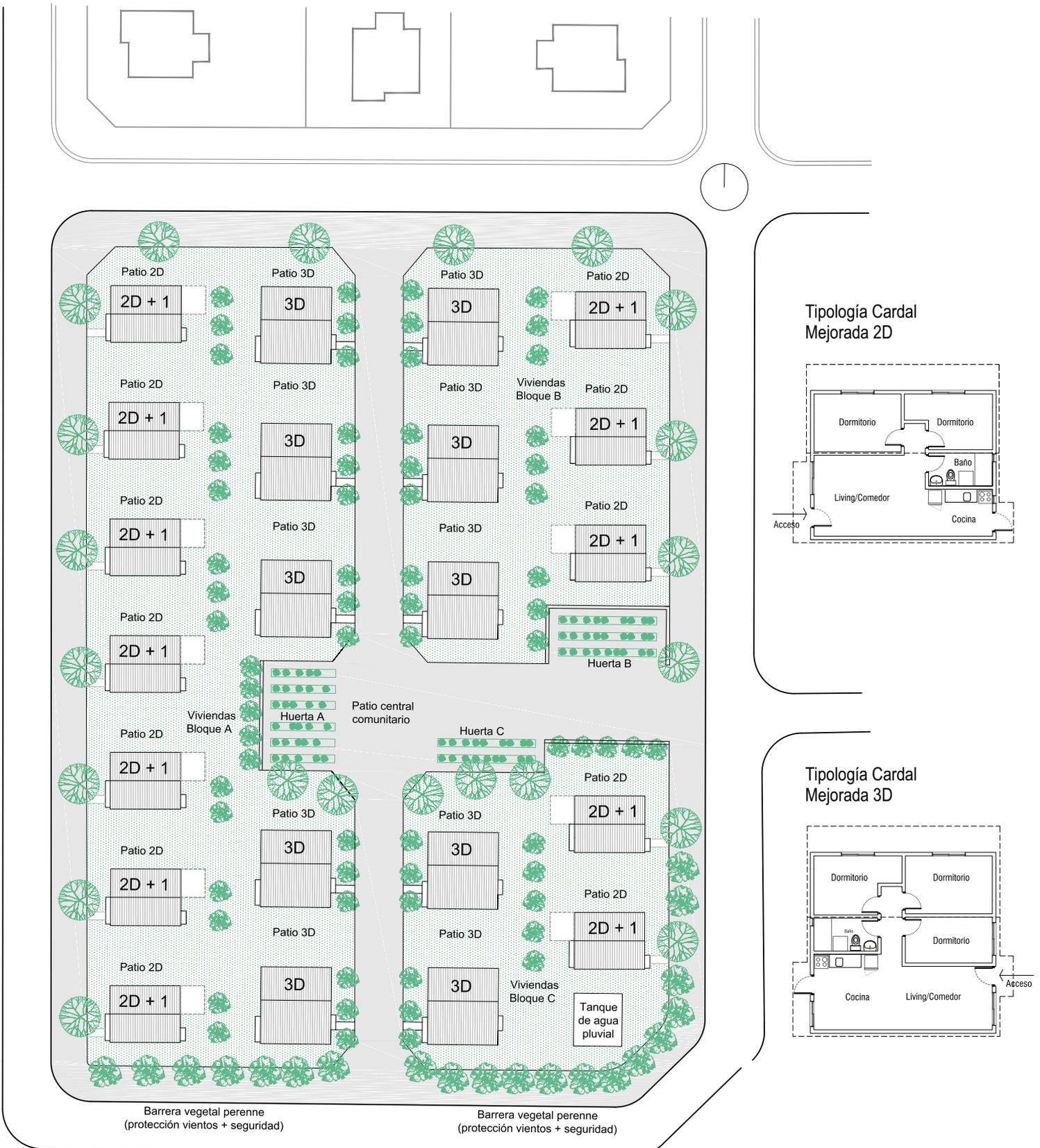
Por otro lado, entendemos que dado el vínculo que MEVIR mantiene con las viviendas, los aspectos de durabilidad y mantenimiento de este material sería un aspecto clave a considerar antes de su implementación.

## Nueva propuesta de implantación

Modificación de la de implantación considerando las estrategias integrales de diseño evaluadas

Los estudios realizados nos permitieron proponer una alternativa de implantación al conjunto de viviendas. Con estos cambios se aprovecha la orientación norte y se evita la apertura de aberturas al sur. Cada vivienda dispone de un patio principal orientado al norte y otro secundario al este y al oeste.

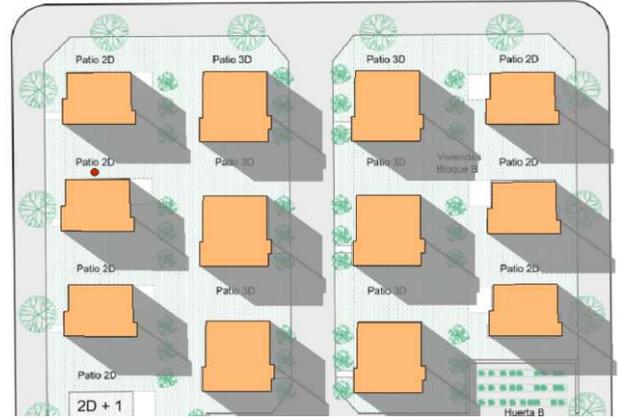
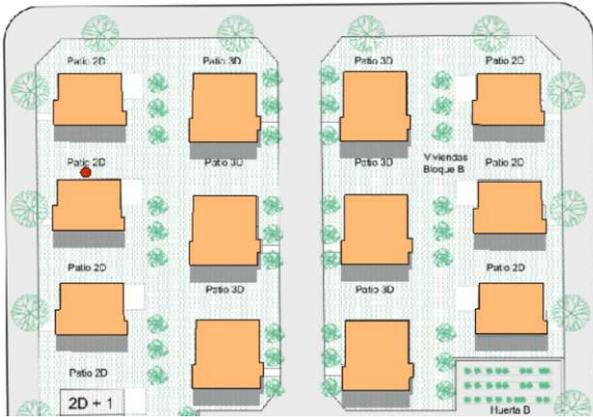
Por otro lado se logran espacios comunitarios al interior de la manzana que permiten el desarrollo de huertas colectivas y un tanque de recolección de agua de pluviales para la vegetación en general desarrollando modos de vida más sustentables.



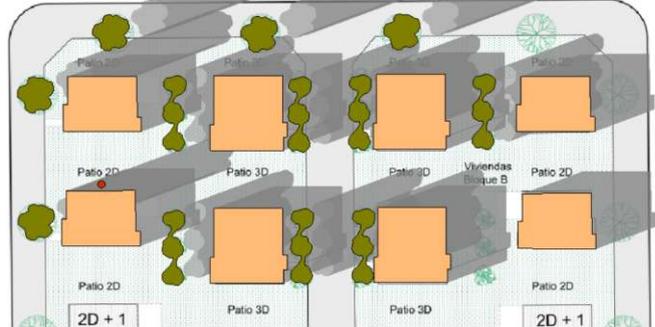
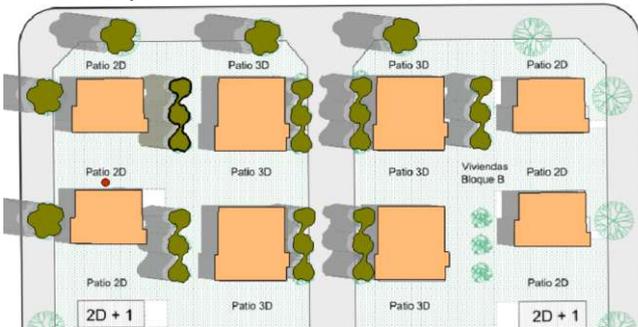
## Estudio de Asoleamiento

Nueva propuesta de implantación con estrategias de diseño (aleros, orientación de dormitorios al norte y vegetación)

Invierno 12:00 y 16:00hs

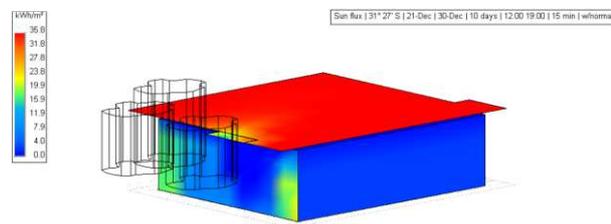
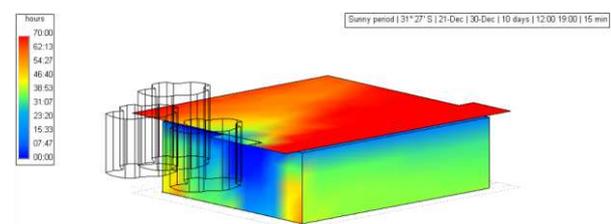


Verano 8:00 y 18:00 horas



## Estudio de Incidencia de Radiación Solar

Se considero el período de verano entre las 12 y las 19 horas



### Conclusión:

Respecto a la situación base estudiada en la pág. 38, se observa una notoria diferencia en la incidencia de la radiación solar para la situación más comprometida de verano. Gracias a la incorporación de aleros y vegetación baja considerablemente la incidencia en las caras Este y Oeste. La cubierta no la pudimos evaluar, pero seguramente los resultados de la rotación de cubierta inclinada hacia el Norte-Sur sea favorable tanto para el período caluroso como para el frío.

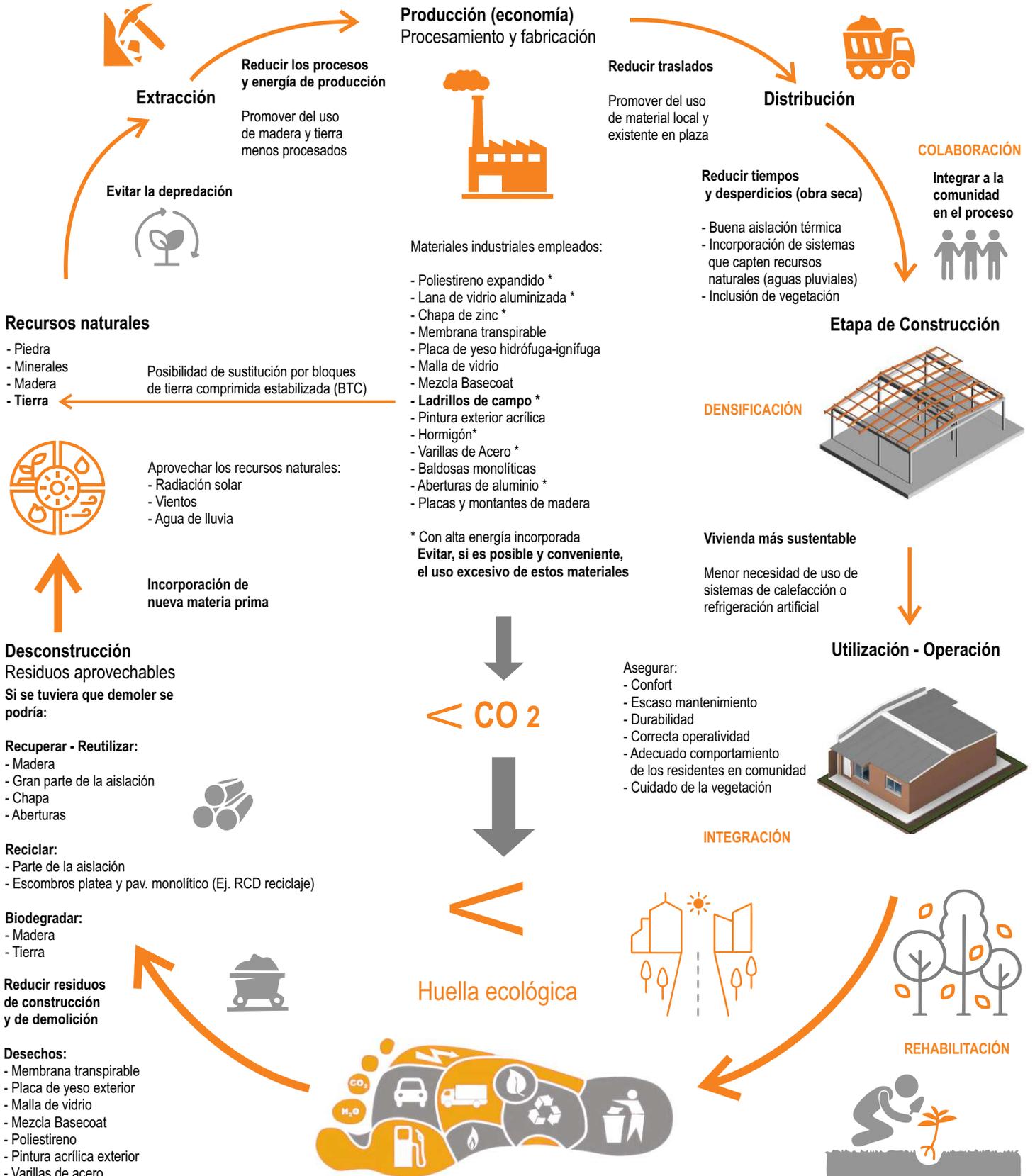
# Análisis del ciclo de vida de la vivienda rural propuesta

## Economía circular

Se evalúa el proceso productivo del nuevo producto "Vivienda Rural" y la actividad que implica tanto su gestión para concretarla como el uso posterior de usuarios.

Se estudia el proceso en términos de la carga ambiental que conlleva su ejecución, el impacto en el uso de energías y materias empleadas y su interacción con el medio.

Se intenta poner énfasis en la proposición de un diseño que sea regenerativo, frente al existente deteriorado, en el sentido que el sistema responda a las necesidades de apoyar al desarrollo social comunitario y al comportamiento humano en armonía con los procesos naturales, empleando tecnologías y materiales apropiados a un contexto específico.



## BIBLIOGRAFÍA

Ferreiro, Alejandro et; al. (2014) Construir con terrón; de la tierra a la experiencia. Proyecto seleccionado MEC de fondos concursables

Foladori, G. (2001) - Los problemas ambientales urbanos y sus causas

Foladori, G.Pierri, N. (2001) - Sustentabilidad - Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable

Montaner, Josep María; Muxí Martínez, Zaida; Reflexiones para proyectar viviendas del siglo XXI DEARQ - Revista de Arquitectura / Journal of Architecture, núm. 6, julio, 2010, pp. 82-99 Universidad de Los Andes Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341630315009>

MVOTMA/MEVIR (2019) - Memoria para el Futuro

MVOTMA/DINAMA Ing. Agr. Beatriz Costa (2014) Guia de especies arbóreas nativas

MEVIR (2019) Documento para el Premio Nacional de eficiencia energética

MEVIR (2020) Taller de arbolado para la localidad de Montes

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/siete-grandes-beneficios-de-los-arboles-urbanos>

<http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/411598/>

[https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_libro\\_arbolado\\_publico\\_ledesma.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_libro_arbolado_publico_ledesma.pdf)