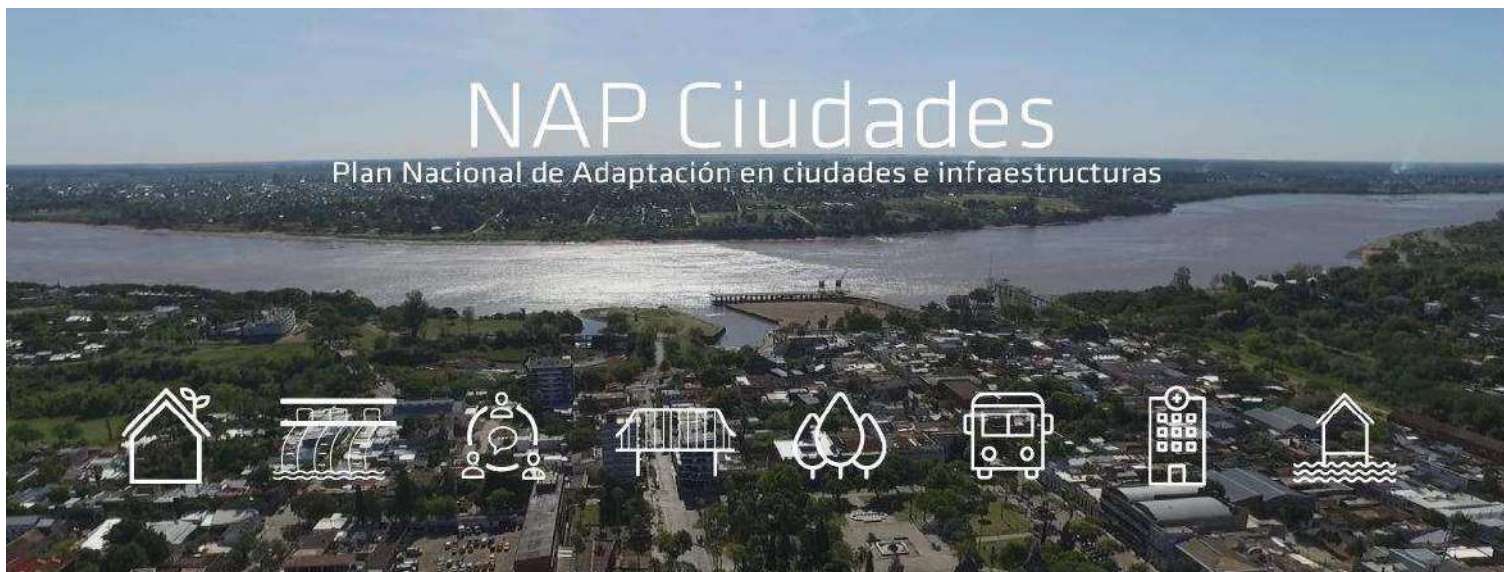


NAP Ciudades

Plan Nacional de Adaptación en ciudades e infraestructuras



Adaptación de viviendas al cambio climático y la variabilidad

EVENTOS EXTREMOS DE CALOR Y FRIO

Confort Térmico y Eficiencia Energética

Montevideo, junio 2020

Consulta responsable del informe

Nora Bertinat

Agradecimientos: Mónica Gómez y Mario Jiménez (DINACC)

Este documento ha sido elaborado en el marco del Proyecto URU/18/002, Integración del enfoque de adaptación en ciudades, infraestructuras y ordenamiento territorial, cuyo objetivo principal es la elaboración de un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en ciudades e infraestructuras (NAP Ciudades). El Proyecto es liderado por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (Mvot) y el Ministerio de Ambiente (MA), implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), financiado por el Fondo Verde para el Clima y cuenta con el apoyo de la Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional.

Comité Técnico NAP Ciudades

Myrna Campoleoni, Consultora principal NAP Ciudades
Gustavo Olveyra, Consultor NAP Ciudades
Magdalena Preve, PNUD
Mariana Kasprzyk y Mónica Gómez, Dinacc
Rossana Tierno y Elba Fernández, DINOT
Adriana Piperno, DINAGUA
Carolina Passeggi, DINAVI
Paloma Nieto, Dinacea y Dinabise
Ana Guerra, PMB
Guillermo Rey, Ignacio Ferrari y Stella Zuccolini, ANV
Alejandra Cuadrado, Dinagua (Hasta marzo de 2020)
Cecilia Curbelo, Dinavi (Hasta diciembre 2020)
Cristina Sienra, Mevir (2018, 2019)
Gabriela Pignataro (Hasta agosto de 2020)

Equipo Técnico NAP Ciudades

Myrna Campoleoni (Consultora principal)
Alicia Iglesias
Ana Laura Surroca
Andrés Bentancor
Florencia Etulain
Gonzalo Pastorino
Gustavo Robaina
Gustavo Olveyra
Helena Garate
Silvina Papagno
Sinay Medouze
Virginia Arribas

El análisis y las recomendaciones de políticas contenidos en este informe no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva o de sus Estados miembros.

El uso del lenguaje que no discrimine entre hombres y mujeres es una de las preocupaciones de nuestro equipo. Sin embargo, no hay acuerdo entre los lingüistas sobre la manera de cómo hacerlo en nuestro idioma. En tal sentido, y con el fin de evitar la sobrecarga que supondría utilizar en español o/a para marcar la existencia de ambos sexos, hemos optado por emplear el masculino genérico clásico, en el entendido de que todas las menciones en tal género representan siempre a hombres y mujeres.

GLOSARIO	5
INTRODUCCIÓN: Proyecto NAP Ciudades	0
PRESENTACIÓN	1
1. MARCO TEORICO	2
Escenario de cambio climático global	2
Escenario de cambio climático actual en Uruguay y la región.	2
Escenario futuro de cambio climático para Uruguay a fines del siglo XXI	4
2. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN VIVIENDAS SOMETIDAS A EVENTOS EXTREMOS DE CALOR Y FRÍO	6
2.1. Descripción de estrategias y medidas pasivas	7
2.2. Descripción de estrategias activas y medidas de adaptación con alta eficiencia energética.	12
3. LÍNEAS Y PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO	18
4. ESTUDIO DE CASO: Tipología de vivienda de principios del siglo XX.	21
4.1. Fundamentación y objetivos	21
4.2. Generalidades de la tipología.	22
4.3. Análisis del comportamiento térmico de la vivienda tipo	24
4.4. Identificación de los puntos fuertes y/o puntos críticos.	33
4.5. Aplicación de métodos de análisis higrotérmico Simulador energético 1	35
4.6. Aplicación de medidas de adaptación	40
4.7. Simulador energético 2	43
5. CONCLUSIONES GENERALES	47
6. ANEXOS	48
7. REFERENCIAS CONSULTADAS	55

ACRÓNIMOS Y SIGLAS UTILIZADAS

ANV	Agencia Nacional de Vivienda
BCU	Banco Central del Uruguay
BHU	Banco Hipotecario del Uruguay
BROU	Banco de la República Oriental del Uruguay
CC	Cambio climático
CECOED	Centros Coordinadores de Emergencia Departamental
CENUR	Centro Universitario Regional
DINAGUA	Dirección Nacional de Aguas (MVTOMA)
DINAVI	Dirección Nacional de Vivienda (MVTOMA)
FARQ	Facultad de Arquitectura
IM	Intendencia de Montevideo
INUMET	Instituto Uruguayo de Meteorología
IP	Intendencia de Paysandú
MEVIR	MEVIR Dr. Alberto Gallinal Heber, persona pública de derecho privado que produce y gestiona vivienda, edificaciones productivas, servicios comunitarios, infraestructura (agua, electricidad, saneamiento) para la población rural
MIDES	Ministerio de Desarrollo Social
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería
MVTOMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
NAP	Plan Nacional de Adaptación (por sus siglas en inglés)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
SINAE	Sistema Nacional de Emergencias
UDELAR	Universidad de la Republica
USD	Dólares americanos
UTE	Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

GLOSARIO

Las siguientes definiciones fueron tomadas del Glosario sobre respuesta al cambio climático (<https://www.mvotma.gub.uy/cambio-climatico>)

Acuerdo de París: Primer acuerdo global sobre el cambio climático adoptado en la COP21 de París por los 195 países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en diciembre del 2015.

Adaptación: Capacidad de los sistemas naturales o humanos para responder a los cambios climáticos actuales o esperados, que permite moderar los daños o aprovechar oportunidades. Se distinguen 3 tipos:

Adaptación anticipada o proactiva: tiene lugar antes de que se observen los impactos del cambio climático.

Adaptación autónoma o espontánea: No constituye una respuesta consciente a las condiciones climáticas, pero es provocada por cambios ecológicos en sistemas naturales y por modificaciones en el bienestar del sistema humano.

Adaptación planificada o ex-post: Adaptación que resulta de las decisiones políticas, basadas en la conciencia de que las condiciones han cambiado o están a punto de cambiar y que es necesario actuar para volver a recurrir, mantener o alcanzar un estado deseado.

Amenaza: fenómenos o proceso que implica la posibilidad de ocurrencia de un evento que puede causar daño. La amenaza puede ser de origen natural, antrópico, o surgir como resultado de la interrelación de la naturaleza con las prácticas sociales (como es el caso de las inundaciones).

La identificación de un evento como amenaza no es intrínseca al evento. La amenaza se visualiza a través del impacto en la sociedad; una amenaza es posible solamente si un componente de la sociedad está sujeto a posibles daños o pérdidas.

Cambio climático: El cambio climático se define como un cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática observada durante períodos de tiempo comparables. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) hace una distinción entre el cambio climático atribuido a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Capacidad de adaptación: Es la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para minimizar los daños posibles, aprovechar las oportunidades o para hacer frente a las consecuencias.

Clima: Es la síntesis de las condiciones meteorológicas correspondientes a una área geográfica dada, elaborada en base a un período suficientemente largo como para establecer sus propiedades estadísticas de conjunto (valores medios, varianzas, probabilidades de fenómenos extremos, etc), por lo tanto el clima resulta bastante independiente de cualquiera de los estados atmosféricos instantáneos que lo constituyen. (<http://meteorologia.fcien.edu.uy/Curuguay.html>)

Efecto invernadero: Es un fenómeno climático, natural y normal, provocado por la acumulación de gases naturales y artificiales en la atmósfera. El efecto invernadero permite que la temperatura promedio de la Tierra sea de 14°C, si este fenómeno no existiera la temperatura sería 30° C menor. Las actividades humanas han añadido a la atmósfera cantidades extraordinarias de gases, multiplicando su efecto peligrosamente.

Energías renovables: Son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. El sol está en el origen de todas ellas porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de energía eólica. El sol ordena el ciclo del agua, causa la evaporación que provoca la formación de nubes, y por tanto, las lluvias, que contribuyen a la generación de energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esta materia vegetal es la biomasa. Por último el sol se aprovecha directamente en las energías solares, tanto térmica como fotovoltaica.

Gestión del riesgo: capacidad que desarrolla una comunidad para manejar debidamente su relación con las amenazas de manera que los riesgos no necesariamente se conviertan en desastres.

La gestión del riesgo es un proceso social mediante el cual una sociedad influye en la reducción, previsión y/o control de los niveles de riesgo que atraviesa. Esta gestión -con características, estrategias e instrumentos particulares- debe ser considerada en su esencia como un componente intrínseco y esencial de la gestión del desarrollo. Admite, en principio, distintos niveles de coordinación e intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macro-territorial, hasta lo local, lo comunitario y lo familiar.

Humedad relativa: La humedad relativa (RH) es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de vapor de equilibrio del agua a una temperatura dada. La humedad relativa depende de la temperatura y la presión del sistema de interés.

Impactos del cambio climático: Son los efectos del cambio climático sobre los sistemas naturales o humanos. Se puede distinguir entre impactos potenciales y residuales. Los potenciales son todos aquellos que pueden ocurrir dando un cambio proyectado en el clima, sin considerar la adaptación. Los residuales son los que pueden ocurrir después de la adaptación.

Medidas de adaptación al cambio climático: son aquellas que sirven para reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados del cambio climático.

Mitigación: planificación y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. La mitigación es el resultado de la aceptación de que ni es posible controlar el riesgo totalmente; es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y consecuencias y sólo es posible atenuarlas (Ley N° 18.621, Sistema Nacional de Emergencias)

Resiliencia: Se refiere a la capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder su estructura básica, sus modos de funcionamiento o su capacidad de autoorganización, de adaptación al estrés y al cambio. Esta habilidad se desarrolla con el tiempo y se ve reforzada por los factores de protección del ambiente. La resiliencia contribuye a mantener una buena salud ecosistémica y la mejora del mismo.

Riesgo: es la probabilidad de que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales, o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo definido. Se obtiene de relacionar la amenaza con las vulnerabilidades de los elementos expuestos. (Ley N° 18.621).

Variabilidad Climática: El término "variabilidad climática" debe ser usado para destacar variabilidad dentro del clima, o sea fluctuaciones en las propiedades estadísticas sobre períodos de semanas, meses o años. De esa manera se determinan límites dentro de los cuales los valores medios, varianzas o frecuencias de valores entre los límites establecidos puede ser aceptada como normal. Los eventos fuera de estos límites pueden ser vistos como anómalos a un cierto nivel de significación. Y si las propiedades estadísticas de una secuencia de años, décadas, etc difieren considerablemente respecto de otra secuencia de años, décadas, etc de referencia, podemos hablar de "Cambio Climático" sobre una escala de tiempo adecuada. (<http://meteorologia.fcien.edu.uy/Curuguay.html>).

Vulnerabilidad: corresponde a la manifestación de una predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se presente un fenómeno o peligro de origen natural o causado por el hombre.

INTRODUCCIÓN: Proyecto NAP Ciudades

El Proyecto URU/18/002, Integración del enfoque de adaptación en ciudades, infraestructuras y el ordenamiento territorial en Uruguay, busca apoyar el proceso de elaboración del Plan Nacional de Adaptación de ciudades e infraestructuras (NAP Ciudades) con el objetivo de: a) reducir la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático mediante la creación de capacidades de adaptación y resiliencia en ciudades, infraestructuras y entorno urbanos; b) facilitar la integración de las medidas de adaptación de manera uniforme en las políticas, programas y actividades correspondientes, tanto nuevas como existentes, en procesos y estrategias de planificación del desarrollo concretos dirigidos a las ciudades y al ordenamiento territorial.

La elaboración de dicho Plan se inscribe en un proceso a nivel internacional y nacional que ha permitido generar marcos normativos e instrumentos de referencia para dar respuesta al cambio climático (CC).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre CC (1994), el Protocolo de Kioto (2005) y el Acuerdo de París (2016), constituyen documentos de referencia que nuestro país ha ratificado y que tienen correlato a nivel nacional en políticas, programas y planes específicos: Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (2010), Política Nacional de Cambio Climático (2017), Contribución Determinada a nivel Nacional (2017) y planes nacionales de adaptación al CC que se encuentran en proceso de realización (NAP Agro, NAP Costas, NAP Ciudades, Nap Energía, Nap Salud) .

El abordaje del CC en el contexto específico de lo urbano ha tenido a su vez una atención particular a nivel internacional. Así, la Agenda 2030 (ONU, 2015), aprobada por los países miembros de las Naciones Unidas, define 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y considera particularmente las temáticas vinculadas a la sostenibilidad de las ciudades y la necesidad de asumir los desafíos del CC. En el mismo sentido, la Nueva Agenda Urbana, propuesta en Hábitat III (ONU, 2016), reconoce, entre otros temas, la marcada tendencia mundial a que la población se concentre en zonas urbanas, así como la necesidad de transformar a las ciudades en entornos amigables para los seres humanos, seguros, sostenibles, resilientes a las amenazas naturales, inclusivos, compactos y saludables.

En Uruguay un 93,4 % de la población total¹ vive en áreas urbanas. Mientras el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático destaca que la adaptación es una prioridad estratégica para el país, en la Política Nacional de Cambio Climático se señala la necesidad de promover el desarrollo de ciudades, comunidades y asentamientos humanos e infraestructuras sostenibles y resilientes.

El Plan Nacional de Adaptación de ciudades e infraestructuras (NAP Ciudades) constituye un nuevo esfuerzo a nivel nacional para integrar el enfoque de adaptación en ciudades, en infraestructuras y en la planificación a nivel nacional y local.

¹ Censo de población del Instituto Nacional de Estadísticas, 2011

PRESENTACIÓN

En el presente trabajo, se abordan propuestas de medidas de adaptación en viviendas sometidas a riesgos con amenazas “no espacializables” como ser olas de calor y frío.

El objetivo principal es proponer estrategias y/o soluciones constructivas y de diseño para viviendas ya existentes, mejorando el confort y habitabilidad de sus habitantes y reduciendo el consumo energético; sin perjuicio de que estas propuestas puedan ser aplicadas a obras nuevas.

En un primer apartado se presenta un breve marco teórico referido al clima en Uruguay y a los diferentes escenarios climáticos, que investigadores y especialistas, en estos temas han venido desarrollando.

El siguiente apartado se orienta sobre las posibles estrategias y medidas que se puede adoptar en las edificaciones para lograr un confort térmico adecuado y mayor eficiencia energética en el nuevo escenario de cambios climático.

El tercer apartado, hace referencia a líneas y programas de financiamiento ya existentes y que contribuyen a la adaptación al cambio climático.

Por último se trabaja sobre un estudio de caso. La tipología seleccionada se ubica en la zona del Puerto de Paysandú, zona de riesgo medio de inundación, con el desafío de proponer simultáneamente medidas de adaptación al riesgo de inundaciones y a eventos de olas de calor y/o frío que existan.

Este documento fue elaborado en conjunto con Carolina Cruz, estudiante de la Licenciatura en Diseño Integrado², formando parte de su trabajo de investigación final; concretándose mediante una pasantía que realiza en la Intendencia de Paysandú.

Este trabajo, más allá de sus objetivos, busca contribuir con los objetivos de los ODS, promoviendo la discusión en distintos espacios de intercambio; es por ello que la participación de la academia resulta un actor fundamental, así como continuar trabajando con una mirada local de adaptación a los CC. En este sentido la articulación entre Gobierno Nacional, Intendencia de Paysandú y Udelar_Cenur procuran mediante este trabajo generar aportes desde las diferentes miradas pero de forma colectiva.

“Contar con información que aporte al diseño de las políticas públicas es vital, por eso la participación de la academia -de nuestros investigadores- nos brinda información certera y con rigor científico respecto al avance y cumplimiento de los ODS “ ... “El abordaje territorial ha sido una prioridad. Entendiendo que, en el territorio, en lo local, es donde se conjugan todas las visiones de desarrollo. Para esto se lleva adelante la estrategia de localización de los ODS en el segundo y tercer nivel de gobierno (Intendencias y Municipios). ”³

² Licenciatura que se desarrolla en la Facultad de Arquitectura en la Regional Norte, Salto.

³ Síntesis_del_Informe_Nacional_Voluntario_Uruguay_2019

1. MARCO TEORICO

En este apartado dejamos una breve reseña de los principales insumos teóricos que sirvieron de marco para nuestro abordaje en la temática del cambio climático y las medidas de adaptación al mismo, enfocado especialmente a los eventos extremos de olas de calor y frío.

Escenario de cambio climático global

Uno de los grandes problemas en auge que enfrenta la humanidad es determinar y controlar las actividades antropológicas que provocan un cambio en el clima de la tierra. Como resultado de diversas acciones humanas efectuadas durante cientos de años y que se continúan actualmente en un efectivo incremento, han aumentado las concentraciones de algunos componentes de la atmósfera e introducido otros nuevos gases (GEI). Como consecuencia lleva a la intensificación del efecto invernadero y al consecuente calentamiento global. La capacidad de responder a estas crecientes preocupaciones internacionales sin obstaculizar el proceso de desarrollo es, uno de los desafíos más importantes de nuestro tiempo.

Según un estudio del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC), plantea que el calentamiento global es inequívoco como así lo señala un informe del Panel de Expertos sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, IPCC (2007). El registro de temperatura en superficie, muestra una tendencia lineal a 100 años (1906-2005) de $0,74 \pm 0,18$ °C; superior a la tendencia correspondiente de 0,6°C indicada en el Tercer Informe de Evaluación de dicho panel para el período 1901-2000. Establece que el aumento de temperatura no está uniformemente distribuido en el globo, siendo mayor en los continentes que en los océanos y más acentuado en las altas latitudes septentrionales (latitudes nortes). El deshielo generalizado de nieves y hielos y el aumento del nivel del mar, $1,8 \pm 0,5$ mm/año desde 1961, son señales directas adicionales del calentamiento global. La mayor parte del aumento observado de la temperatura media mundial desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) antropógenos.

Escenario de cambio climático actual en Uruguay y la región.

Durante el período 1960-2000 hubo algunas tendencias observadas en el clima de Uruguay y la región, manifestando un incremento significativo de la precipitación media en el sudeste de América del Sur, donde está incluido Uruguay. Este incremento se manifestó principalmente durante la temporada de verano y en menor medida durante la primavera. A su vez, se verifica una leve tendencia general al aumento en el número de días con eventos intensos de precipitación, excepto en el sudoeste del País.

En este período la temperatura media en el sudeste de América del Sur en general tendió a bajar. Sin embargo, en el sur del Uruguay hay una tendencia lineal a la suba con un aumento de 0,3 °C en ese período.

En cuanto a extremos de temperatura, en los últimos 50 años hubo una tendencia a una menor ocurrencia en el número de noches frías y un aumento del número de noches cálidas, sobre todo durante el verano. También hubo una disminución de los valores alcanzados por las temperaturas

máximas anuales y un aumento en las temperaturas mínimas absolutas, evidenciando un enfriamiento de la época cálida del año junto con un calentamiento en la época fría.

Por último, se verifica una tendencia a menor frecuencia de días con helada meteorológica.

Ante el escenario futuro de cambio climático que se advierte para nuestro región, es importante conocer la clasificación climática en la que se encuentra Uruguay para generar estrategias de adaptación en las viviendas particularmente para el análisis térmico y energético de los materiales que conforman las mismas, y lograr comprender como pueden comportarse esa mismas viviendas en un contexto de cambio climático futuro.

Existen muchas metodologías para clasificar el clima; en este trabajo se opta por mapas de tipo cuantitativo, para poder relacionarlos con tipologías constructivas y materiales adecuados, como la propuesta por Köppen, según esta clasificación a Uruguay le corresponde la clasificación climática cfa: c por ser templado húmedo, f debido a que tiene precipitaciones durante todo el año y a porque la temperatura del mes más cálido es superior a 22°C.

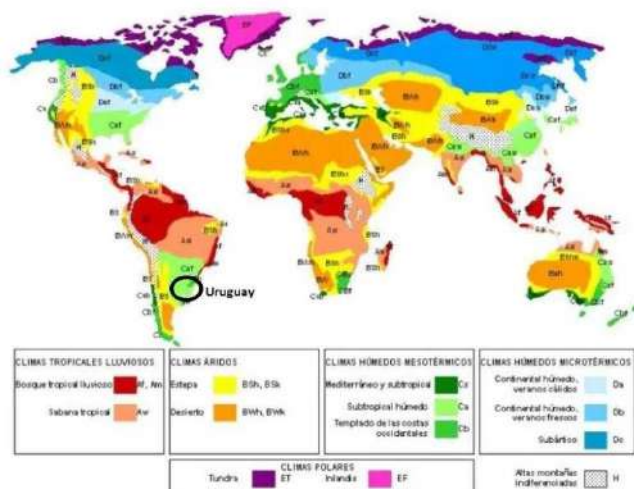


Figura 1: Clasificación de Köppen

Sin embargo, a la hora de definir estrategias arquitectónicas, la información proporcionada por Köppen puede no ser la más adecuada, considerando que clasifica a todo el territorio nacional como templado sin contemplar características diferentes dentro del país; si bien nuestro país es pequeño en expansión territorial, (abarca 176 215 km²)⁴ la clasificación que desarrolla la Norma UNIT 1026:99 nos acerca a una escala menor de zonas climáticas, que nos permite considerar diferentes particularidades que tiene nuestro territorio al momento de pensar y proponer estrategias de soluciones que puedan valerse de los aspectos favorables del clima y protegerse de los perjudiciales, especialmente en los extremos de eventos climáticos de calor y frío.

En la norma UNIT 1026:1999 “Aislamiento térmico de edificios. Zonificación climática.” se establecen para Uruguay tres zonas climáticas: (IIb) una zona cálida al Noroeste del país, (IIIb) una zona centro

⁴ Dato extraído de Wikipedia

de clima templado-cálido y (IVb) una zona costera oceánica al Sureste del país con clima templado-frío.

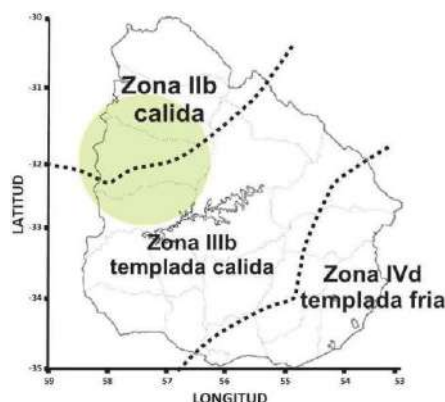


Figura 2: Zonificación climática de Uruguay (norma UNIT 1026:1999)

Al momento de diseñar una edificación, lo correcto sería, responder a ciertos criterios reconocidos de carácter adaptativos, que permitan que la propia edificación sea capaz de absorber demandas futuras de los usuarios sin tener que generar consumos energéticos adicionales. Este punto de partida no siempre ha sido viable por diferentes motivos como culturales, estilos arquitectónicos, económicos, sociales entre otros. Es por ello que en este trabajo se intenta generar algunos criterios que puedan ayudar a que esas edificaciones puedan mejorar esos déficit y lograr edificaciones resilientes a los eventos extremos.

Escenario futuro de cambio climático para Uruguay a fines del siglo XXI

Considerando los cambios de campos medios proyectados para fin de siglo XXI en relación con el fin del siglo XX, los modelos climáticos proyectan un aumento de temperatura media entre 2 a 3 °C para nuestra región, y un aumento de entre un 10% a 20% en el acumulado anual de precipitaciones. El aumento de lluvias se proyecta fundamentalmente para la estación de verano. (...) Asimismo, las proyecciones indican que habrá: un leve descenso en el número de días con heladas; un aumento significativo en el número de noches cálidas; un aumento en la duración de olas de calor y un aumento significativo en la intensidad de la precipitación. (PNRCC, 2010)

Los edificios y la infraestructura construidos hoy experimentarán patrones climáticos significativamente diferentes a lo largo del siglo XXI debido al impacto del cambio climático.

La herramienta WeatherShift utiliza datos del modelado del cambio climático global para producir archivos meteorológicos en formato EPW ajustados a las condiciones climáticas cambiantes. (Los archivos EPW contienen valores horarios, semanales y mensuales de variables climáticas clave para un año típico y están destinados a ser utilizados para simular los requisitos de energía del edificio). Los datos proyectados se pueden ver durante tres períodos de tiempo futuros según el escenario de emisión determinado.

Los cambios proyectados en las condiciones climáticas típicas pueden revisarse mes a mes para variables climáticas.

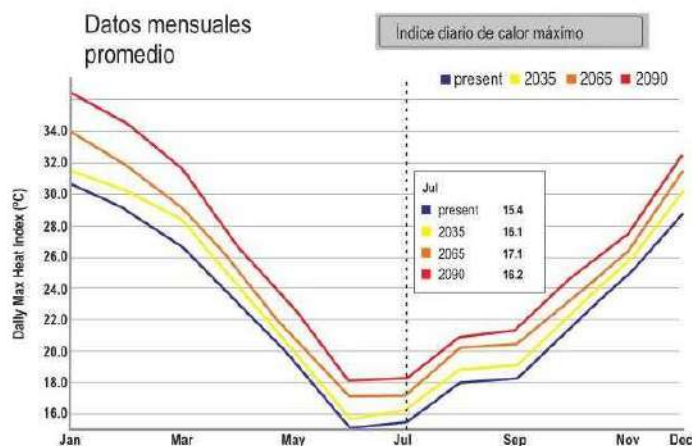


Gráfico 1 - Weather-shift: Datos mensuales promedio

Las pendientes de estas líneas estacionales indican cambio climático. Las diferentes pendientes ilustran los diferentes impactos estacionales del cambio climático.



Gráfico 2 - Weather-shift: Tendencia por estación

Es importante entender estos cambios que se observan para los escenarios climáticos futuros y como se acentúan según estas proyecciones los eventos extremos, en este caso la temperatura como punto central de este documento.

En Uruguay un evento es catalogado como ola cuando las temperaturas extremas persisten por más de tres días consecutivos. Es decir, que se denominan así a los eventos sostenidos de temperatura extremadamente alta (calor) o baja (frío). Las olas responden a sistemas de bloqueo, es decir, cuando se producen muchos días con determinadas configuraciones atmosféricas que, además, permiten que tengan una alta predictibilidad.

Otro fenómeno que se está volviendo más intenso debido al cambio climático son las islas de calor, que si bien no es un concepto nuevo porque existen estudios de la década del 60 que ya apuntaban a este fenómeno, en estos últimos años se ha centrado más la mirada en este tema, planteando desafíos urgentes. En nuestro país se están dando los primeros pasos en cuanto al fenómeno islas de calor pero fundamentales, como es el trabajo que se viene realizando or Ad@pta FADU (mayo

2020), en el marco del proyecto URU/18/002 Integración del enfoque de adaptación en ciudades, infraestructura y ordenamiento territorial en Uruguay.

Las islas de calor son situación que se produce en las ciudades, en que la temperatura aumenta más en las zonas construidas que en las áreas verdes y zonas rurales circundantes. Se genera por la concentración de edificios, calles e infraestructuras urbanas cuyos materiales cambian la permeabilidad y la capacidad de las superficies para absorber o reflejar la energía del sol. Por sus propiedades, estos materiales (hormigón, asfalto u otros) acumulan energía solar en forma de calor, y la liberan aún durante la noche, disminuyendo el enfriamiento nocturno. El aire caliente recibe además el calor de vehículos, máquinas y aparatos utilizados por la población, acentuando el calentamiento en estas zonas. Esta situación intensifica el efecto de las olas de calor estivales, y afecta más a las personas y a las actividades más sensibles al calor, o con menores posibilidades de resguardarse del calor o de generar condiciones de menor temperatura.⁵

A partir de lo expuesto anteriormente, muchas de las edificaciones e infraestructuras existentes se verán afectadas significativamente por las temperaturas extremas, aumentadas en los próximos años por el cambio climático. El trabajo que aquí se presenta, pretende generar insumos a través de una guía de medidas de adaptación con el foco en viviendas construidas, sin perjuicio de que muchas de ellas son válidas para obras nuevas. Estas medidas incorporan algunas de las recomendaciones de diseño arquitectónico bioclimático, intentan contribuir al confort de los habitantes y a la eficiencia energética para generar mayor resiliencia antes estos eventos climáticos de olas de calor y frío, así como islas de calor que afecta áreas urbanas de nuestro país.

Para el reacondicionamiento bioclimático de viviendas, el confort térmico es de las variables más importantes a considerar y se refiere principalmente a las condiciones de bienestar en el individuo dependiendo de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, así como otros parámetros físicos tales como la actividad física desarrollada, el sexo, la vestimenta o el metabolismo de cada individuo. La norma ISO 7730 define al confort térmico como **“Esa condición de la mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”**.

2. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN VIVIENDAS SOMETIDAS A EVENTOS EXTREMOS DE CALOR Y FRÍO

En el Uruguay, en materia de arquitectura bioclimática, se han venido desarrollando estudios, investigaciones, experiencias desde la década del 60, que se fortaleció con la creación, en el año 1965, del Servicio de Climatología aplicada a la Arquitectura (actual Departamento de Clima y Confort en Arquitectura, DECCA), en la Facultad de Arquitectura.

En estos últimos años los organismos de gestión y contralor vienen generando algunas experiencias referidos al confort de los usuarios y el uso eficiente de energía; tales como experiencia llevada adelante por el MIEM, IM, MEVIR, UTE entre otros.

⁵ Definición elaborada por consultor Nap Ciudades Gustavo Olveyra. Marzo 2020. Consulta: Corrales, Brenes Pérez y Ramos (2019), Wikipedia y otros materiales bibliográficos.

En este apartado se pretende aportar estrategias y/o medidas que permitan a nivel de padrón y de la propia edificación, mitigar los efectos que pueden producir las altas y bajas temperaturas en el bienestar de los usuarios, generando viviendas y/o edificaciones más resilientes frente a estos eventos de olas de calor y frío.

El objetivo es orientar sobre algunas intervenciones que se pueden incorporar en edificaciones existentes según las zonas climáticas y los escenarios visto en el primer apartado.

Se presenta una guía de medidas, donde se muestran efectos minimizados o esperados, costos estimados, disposición de las medidas para que las mismas sean eficaces, entre otras características. El público objetivo de esta guía es el público general, pero con un perfil técnico que pueda ser un material de consulta para quienes lo necesiten.

Para aplicar estas medida, es fundamental tener claro varios puntos como la zona climática donde se encuentra ubicada, la orientación de la vivienda, los espacios que se quieren adaptar, entre otros.

Para su redacción se han consultado otros ejemplos similares a nivel nacional e internacional.

Este guía se organiza incorporando estrategias pasivas y activas:

- Las Estrategias pasivas son aquellas que se tienen en cuenta en la disposición del diseño y se proyectan para mejorar las condiciones de operación sin el uso de equipos complementarios o adicionales que incurran en consumos energéticos. Estas estrategias pasivas tienen en cuenta las condiciones de implantación, clima, topografía y estructura del entorno natural.
- Las estrategias activas con alta eficiencia energética: son aquellas que se implementan con medio mecánicos y eléctricos que permiten mejorar las condiciones de confort interior y de temperatura operativa, tales como equipos de aire acondicionado, calentadores eléctricos, calderas entre otros.

Este apartado se complementa con el anexo I: Tabla resumen de Medidas de adaptación

2.1. Descripción de estrategias y medidas pasivas

MINIMIZAR LAS GANANCIAS Y PERDIDAS DE CALOR

Teniendo en consideración las zonas climáticas de nuestro país; las tipologías de viviendas o edificaciones deben adaptarse al ambiente que lo rodea. Es posible que en la zona norte del país, (zona cálida) la envolvente y el diseño de las edificaciones deberán emplear mayores estrategias para minimizar las ganancias de calor desde el exterior hacia el ambiente interior, con acciones como el utilizar protecciones solares en las ventanas o materiales con alta emisividad y de colores claros en la cubierta para protegerse de la radiación solar. En cambio en la zona sureste (zona templada fría) se podrán emplear mayores estrategias para minimizar las pérdidas de calor desde el interior hacia el exterior como puede ser sellar adecuadamente las fisuras o las aberturas, protegiendo superficies más expuestas al viento, entre otras. Es importante en la época fría del año, subir la temperatura interior de la vivienda, para ello se debe lograr mantener las ganancias térmicas internas generadas por la iluminación, equipos de calefacción y por los propios ocupantes; así como también el calor que

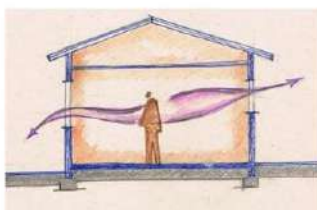
se puede aprovechar del sol. Para mantener esta temperatura debemos tener una vivienda lo más aislada y hermética posible.

A continuación se desarrollan alguna de las principales medidas a tener presente:

Permitir la ventilación natural cruzada

En climas cálidos húmedos, la principal estrategia pasiva a utilizar es la ventilación natural. El propósito es proveer calidad aceptable del aire interior y colaborar con el logro del confort térmico, a través de mecanismos como el control de la temperatura y el enfriamiento pasivo de las estructuras.

La ventilación natural cruzada se logra cuando se colocan aberturas de entrada y salida de aire en muros opuestos en una edificación, generalmente en fachadas opuestas. Este sistema permite cambios constantes de aire dentro de la edificación, renovando y reduciendo la temperatura interna. Es importante en este sistema asegurarse de que no exista obstáculo en esa dirección que afecte o disminuya la velocidad del viento.



Proteger las superficies más expuestas a la radiación solar y/o a los vientos mediante vegetación

La instalación de pérgolas, o cortinas **de árboles u otras similares** permiten proteger la vivienda de la radiación solar en verano así como **de los vientos que pueden** bajar la temperatura interior en invierno. La ubicación de estos elementos depende de la orientación de cada cerramiento que está expuesto a los vientos o radiación solar, de la especie de vegetación a plantar y de la altura de la barrera para no generar sombras por ejemplo en invierno.

Es una medida de adaptación que beneficia no solo a la edificación propiamente, sino que puede colaborar en las ciudades a minimizar las islas de calor.



Utilizar materiales de construcción aislante y reflectante especialmente en el techo.

El techo de una edificación es uno de los elementos constructivos que transfiere la mayor cantidad de calor hacia el interior de la misma. Es por esto que se recomienda utilizar materiales con un alto índice de reflectancia solar como puede ser pintar la cubierta con colores claros o instalar una barrera radiante como puede ser una capa de papel brillante con una emitancia de 0.05 o menor.



Utilizar materiales aislantes en la envolvente de la edificación

Es fundamental aislar la cubierta y los muros exteriores para lograr mantener la temperatura interna más uniforme, algunas soluciones a esto son aislamiento sobre cubiertas, sobretechos, cielorrasos, así como revestimientos interiores en muros exteriores con materiales aislantes térmicos.



Utilizar cubiertas y fachadas vegetales como protección solar

La construcción de los sistemas constructivos como son los techos y fachadas vegetales (o verdes) en las edificaciones, es una solución que en Uruguay se viene incorporando lentamente. Estos elementos constructivos que tienen un acabado vegetal sobre grosor de tierra o sustrato, generan protección solar a la edificación, ya que las plantas protegen a la cubierta o muros evitando que se caliente por la radiación solar. También es un aislante térmico, tanto el sustrato como la vegetación retienen aire en su interior, lo que les proporciona propiedades aislantes. Tiene otras ventajas como mejorar los desagües pluviales en la edificación ya que retienen parte del agua de lluvia que llega a la cubierta. Y en verano la evaporación del agua retenida funciona como refrigeración dentro de la edificación así como también en las grandes ciudades reduciendo el efecto islas de calor.



Instalar protecciones solares en puertas y ventanas

Generalmente cuando las fachadas al norte-oeste tienen grandes aberturas, el empleo de aleros, toldos, parasoles permite una protección contra la radiación solar, lo cual se ve reflejado en la disminución de las temperaturas del aire interior.



Instalar ventanas de alto rendimiento

Este tipo de ventanas tienen una cámara de aire entre el vidrio exterior y el interior, generando así un efecto aislante. Permite la entrada de luz natural y a la vez protege el interior de la edificación de sobrecalentamiento por ganancias solares.



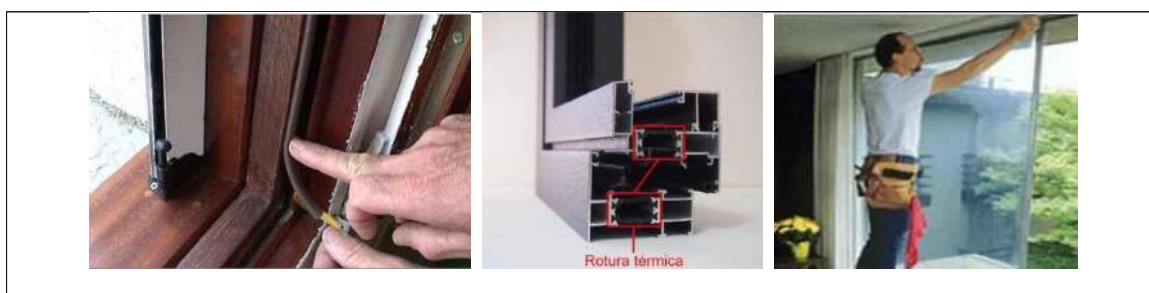
Instalar persianas aislantes, cortinas pesadas, o postigones de ventanas

Instalar elementos adicionales a las aberturas como persianas, cortinas y postigones ayudan a reducir las pérdidas de calor durante las noches en invierno y a mitigar la entrada de calor durante el día en verano.



Mantener un espacio interior lo más hermético posible

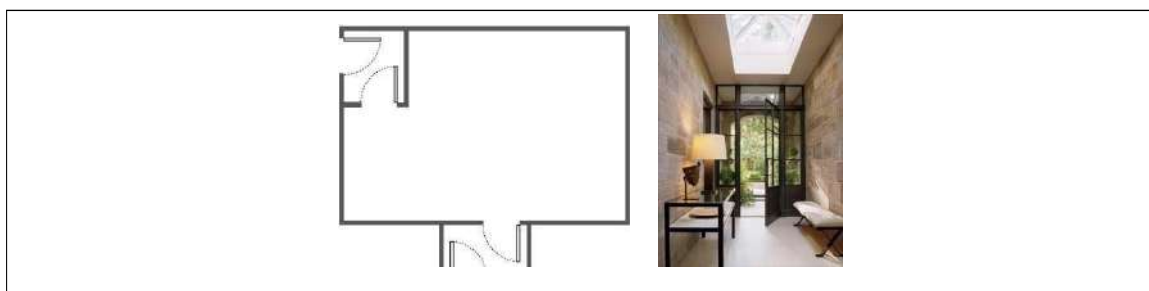
Algunas soluciones que ayudan a mantener un interior más hermético pueden ser: sellar los marcos de la aberturas mediante la colocación de burletes, minimizando las infiltraciones de aire y eliminar corrientes de aire indeseadas, o el uso de acristalamiento que admita el ingreso de luz y calor solar pero que evite la pérdida de calor del interior de la vivienda (minimizar el factor U de acristalamiento), el empleo de marcos con ruptura térmica en aberturas, o la colocación de láminas de baja emisividad o láminas aislantes térmicas que se pegan al vidrio.



Generar espacios en acceso a las viviendas o edificios tipo vestíbulo (cámara de aire)

En sitios ventosos, se puede generar en los ingresos a las edificaciones espacios tipo vestíbulos utilizando dos puertas que no estén enfrente una de la otra, con el objetivo de reducir las infiltraciones y las corrientes de aires indeseables. En el caso de optar por un vestíbulo en la entrada sería aconsejable acristalarlo de manera que se genere una especie de invernadero creando así un clima intermedio entre la temperatura exterior e interior.

Es una medida de adaptación para aplicar en edificaciones que se ubican en lugares como esquinas ventosas o frente a zonas costeras dentro de las ciudades donde los vientos son fuertes y con recurrencia periódicas.



Estas estrategias en su mayoría son soluciones tradicionales, basadas en el sentido común y la experiencia, que en muchos casos han sido abandonadas u olvidadas. No obstante, continúan siendo estrategias válidas que realmente contribuyen a prescindir en buena parte del consumo de energía activa y hacer más habitables las viviendas.

2.2. Descripción de estrategias activas y medidas de adaptación con alta eficiencia energética.

Sería ideal que el acondicionamiento interior de una edificación se realice con estrategias pasivas en su totalidad, pero hay situaciones climáticas o periodos del año en los que es necesario utilizar algún sistema activo como puede ser calentar o enfriar los espacios, calentar agua e iluminar. En este sentido, se propone buscar sistemas que tengan una alta eficiencia energética, es decir, que cumplan su función con el menor consumo de energía eléctrica.

Dentro de los ODS que Uruguay tiene como desafío para el año 2030; uno de ellos *“plantea como meta promover el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos, aumentar en forma sustancial el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y las nuevas tecnologías no contaminantes, y promover la inversión y la ampliación de infraestructuras...Uno de los desafíos a los que se enfrenta Uruguay es mejorar los instrumentos de promoción de la eficiencia energética en distintos sectores y fuentes de energía”*⁶. En este sentido esta guía pretende generar insumos para que la ciudadanía en general conozca y pueda aplicar algunas medidas sencillas de llevar a cabo, sin necesidad de grandes inversiones así como también que colabore en información y promoción de este tipo de medidas activas.

Antes de avanzar con las medidas, es necesario conocer qué es la Eficiencia Energética.

La eficiencia energética se puede definir como la reducción del consumo de energías manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

En Uruguay los principales consumidores de energía en el hogar son: los sistemas de calefacción, de refrigeración, sistemas de calentamiento de agua sanitaria, sistemas de iluminación y los equipos electrodomésticos (refrigeradores, microondas, lavarropas y secarropas, entre otros). Teniendo esto en consideración, se presentan las siguientes recomendaciones:

Instalar sistemas de calefacción de alta eficiencia energética.

Instalar estufas que utilizan la energía de biomasa. “La energía de biomasa o bioenergía es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente es sacada de los residuos de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros), o sus restos y residuos. El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente (por ejemplo, por combustión), o por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde como combustibles o alimentos.”

⁶ Síntesis Informe Nacional Voluntario-Uruguay 2018

...“El carbono liberado en los procesos de combustión de la biomasa forma parte de la atmósfera actual, pues es el que los vegetales continuamente absorben y liberan, a diferencia de otros combustibles (carbón, gas, petróleo) cuyo carbono se encuentra capturado en el subsuelo.

Mediante la fotosíntesis, algunos organismos vivos utilizan la energía solar para convertir los compuestos como el CO₂ en compuestos orgánicos y de esta manera almacenar energía. Si bien es necesario el consumo de energía para obtener el combustible puede considerarse que **el balance de emisiones de CO₂ de la generación de energía a partir de biomasa es neutro.**”⁷

Estufas de Pellets: es un sistema de calefacción ecológico, renovable y su combustión genera un nivel muy reducido de emisiones de CO₂. Podríamos decir que se trata de un combustible CO₂ neutral porque sus emisiones son tan ínfimas que no contribuyen al efecto invernadero. Estas estufas pueden tener una inversión inicial importantes (estufa más el kit de instalación) pero los beneficios posteriores son importantes: el pellet tiene un gran poder calórico, produce muy poco residuo de cenizas. El ahorro energético que se obtiene con los pellets es muy importante, gracias a su bajo precio frente al de otros combustibles como el gasóleo, el propano, el butano y la electricidad.

Estufas de doble combustión y alto rendimiento: “Son estufas a leña de alto rendimiento. Calientan por radiación el ambiente realizando una combustión eficiente de la leña y aprovechando la salida de humos calientes. Se tiene una combustión de leña y luego una combustión de humos calientes y hace que el rendimiento del equipo se eleve considerablemente. Esto además permite que se emitan menos gases contaminantes al ambiente...”⁸

Estas estufas tienen una inversión inicial mayor que las estufas convencionales (cuestan 3 y 4 veces más), pero tiene ventajas en cuanto al confort térmico generando espacios más acogedores y este sistema permite acceder a uno de los costos más bajos de energía de calefacción.



Usar aire acondicionado inverter y clase A.

En climas cálido-húmedos, la temperatura y la humedad pueden ser tan elevadas que el uso de sistemas mecánicos de climatización resulta imprescindible para mantener condiciones adecuadas de confort térmico en un ambiente interior. Cuando se emplean este tipo de sistemas, resulta de gran importancia que los mismos tengan una alta eficiencia energética, de forma que se mantengan condiciones de confort con el menor consumo de energía. Para ello, es importante que al momento de seleccionar el sistema de climatización requerido, primero que nada se reduzcan mediante estrategias pasivas las cargas térmicas a partir de las cuáles se dimensiona este tipo de sistemas.

⁷ <http://www.probio.dne.gub.uy/cms/>

⁸ MIEM: <http://calculodeconsumo.dne.gub.uy/tecnologias/ver/33/Estufa-de-doble-combustion-y-alto-rendimiento>

También es importante que la decisión de compra de este tipo de sistemas, sea basada en la eficiencia del equipo y no en la inversión inicial. De esta forma, si se analiza el desempeño del sistema de climatización a largo plazo, los ahorros económicos relacionados al bajo consumo energético, hacen que el período de retorno de la inversión resulte rentable.



Instalar ventiladores de techo en habitaciones de larga permanencia.

El uso de este tipo de ventiladores impiden que el aire se estratifique y deje de circular, puede producir una sensación térmica que permita ampliar los rangos de temperatura operativa aceptables hasta en 3°C o más, sin modificar la humedad de ambiente y con un gasto energético inferior al del aire acondicionado. Un ventilador consume de 100 a 200 Wh de electricidad. Estas bajas potencias permiten mantener que para su alimentación energética se puedan emplear fuentes de energía renovables. Existen modelos que incorporan una batería recargable que la podríamos cargar con un pequeño panel solar en nuestro hogar.



Instalar sistemas de energías renovables a partir de energía solar

En Uruguay, las instalaciones de energía solar, tanto paneles solares (energía fotovoltaica) como termo tanques solares (sistema de calentamiento de agua) han tenido un desarrollo importante en los últimos años. Hay muchas experiencias, trabajos e investigaciones al respecto

“La Energía Solar forma parte la Política Energética uruguaya, para el periodo 2005-2030. Tiene como uno de sus objetivos, la diversificación de la matriz energética realizando una fuerte apuesta para la incorporación de fuentes autóctonas y renovables...” “... Actualmente se está aplicando la Ley N° 18.585 de Energía Solar Térmica que obliga a las nuevas construcciones y refacciones integrales de: Clubes, Centros de Salud, Hoteles y Edificios públicos a instalar sistemas de energía solar térmica para el calentamiento de agua. Asimismo se está fomentando la instalación de energía solar térmica en el sector residencial mediante diferentes mecanismos.”⁹

⁹ <https://www.miem.gub.uy/energia/energia-solar-en-uruguay>



Usar electrodomésticos energéticamente eficientes

En las dos últimas décadas los fabricantes principalmente de electrodomésticos y equipos eléctricos han desarrollado importantes avances para producir nuevos productos con mayor eficiencia energética que generen ahorros de energía y por ende ahorros económicos. Además, se vienen desarrollando programas de “etiquetado de eficiencia energética”, los cuales están diseñados para ayudar a los consumidores a reducir los costos energéticos. Por lo que la decisión de comprar este tipo de electrodomésticos, debe estar basada en la eficiencia del equipo y no en la inversión inicial.



Instalar elementos que permitan minimizar el empleo de agua caliente

Algunas estrategias son fáciles de ser implementadas por los usuarios, pero no siempre se tiene la información de ello. Estrategias como la sustitución del calefón clase B por uno de clase A, o la colocación de un Perlizador, aireador o atomizador de agua en la grifería de ducha o lavabos o piletas de cocina donde el uso de agua caliente es cotidiano, colabora en el gasto del agua que se utiliza, por lo que hay una reducción de consumo energético.

El uso de calderas a pellets para la producción de agua caliente sanitaria así como también para calefaccionar (como las estufas), colabora en el ahorro energético y en el empleo de energías renovables. Este tipo de estrategias se recomiendan para edificios de viviendas u otros programas que necesiten agua caliente en grandes proporciones, ya que su inversión inicial es importante.



Usar sistemas de iluminación energéticamente eficientes.

Para conseguir una buena iluminación hay que analizar las necesidades de luz en cada uno de los espacios interiores y exteriores de una vivienda y/o edificación, estudiar el tipo de bombillas que se utilizan actualmente y así poder comprar las más apropiadas, que influirá en importantes ahorros energéticos y por lo tanto económicos. Algunos ejemplos de ellos son: Lámparas Led o de bajo consumo, Atenuador electrónico o dimer, Incorporar sensores de movimiento (infrarrojos, ultrasónicos, duales), Lámparas Led solar.



Estudios y aplicaciones a nivel internacional de estrategias pasivas y activas.

Se exponen dos experiencias internacionales que pretenden mostrar alternativas para la aplicación de las estrategias antes expuestas, a través de dos medidas de adaptación.

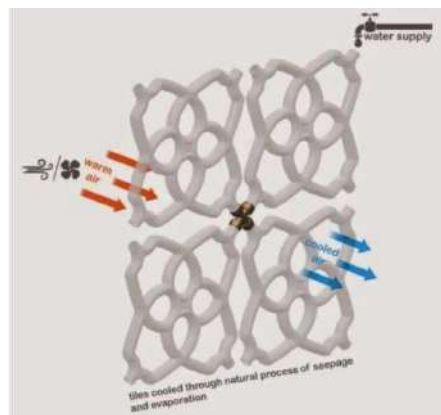
ESTRATEGIA PASIVA: Sistema de refrigeración por evaporación del agua y ventilación natural

MEDIDA DE ADAPTACIÓN: *ECOOLER: Sistema de enfriamiento natural de cerámica.*¹⁰

Ecooler se compone de módulos cerámicos huecos que se interconectan a través de unos empalmes de metal, con el objetivo de dejar correr el agua en su interior para que esta se enfríe de manera natural, procurando refrigeración a la vez que se componen estructuras decorativas con las cuales separar interior y exterior.

Fusiona dos conceptos antiguos, por un lado se inspira en el mashrabiya o celosía característica de la arquitectura islámica que ventila, ilumina y aísla interior y exterior y por otro lado, el sistema de enfriamiento de agua se basa en el botijo, que tiene cualidades importantes para refrescar el agua.

¹⁰ <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2015/07/27/el-sistema-ecooler-decoracion-y-refrigeracion-sostenible/>



Su funcionamiento se basa en la **evaporación del agua**, al igual que ocurre en el botijo e incluso nuestro cuerpo para regular su temperatura. El flujo de aire caliente que atraviesa la celosía favorece la evaporación del agua que exuda la cerámica. Al evaporarse, el agua toma el calor latente de vaporización del interior, que se enfría. La estancia se beneficia del frescor y humedad que transmite la celosía

Entre las ventajas de este sistema, se encuentran la ausencia de ruido, el nulo gasto de energía, la ausencia de impacto visual negativo, no resulta contaminante, y no reseca el aire ni produce focos de frío directo. Transmite frescor más allá de su función a través de los sentidos, ya que se puede escuchar la leve corriente de agua interior, oler **el aroma de la arcilla mojada** y ver las gotas de agua sobre superficie.

Este sistema ha sido diseñado por Mey Kahn & Boaz Kahn.



ESTRATEGIA ACTIVA: Absorción de la energía solar para producción de electricidad

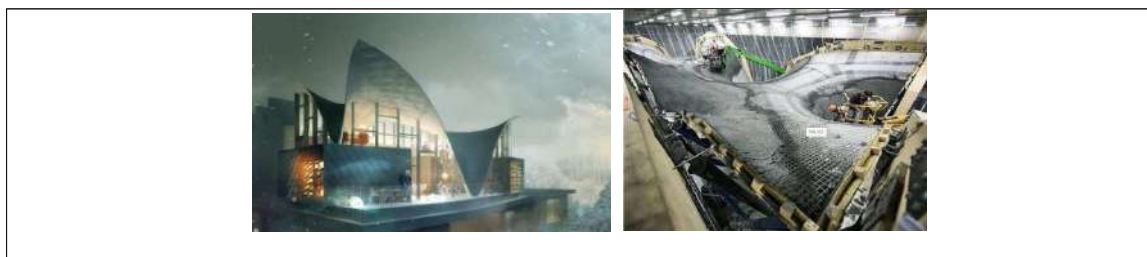
MEDIDA DE ADAPTACIÓN: EL PROYECTO HILO, Un prototipo de cubierta de hormigón que produce electricidad ¹¹

Su nombre es **Hilo**, la casa del futuro que pretende aunar **máxima eficiencia energética con el menor impacto ambiental posible**. La solución en realidad es bien antigua, un tipo de membrana de hormigón muy popular en los años 60 por su forma que permitía minimizar su espesor y por tanto ahorrar en material. El valor añadido radica en su grado de tecnología.

¹¹ <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2018/01/22/el-proyecto-hilo-un-prototipo-de-cubierta-de-hormigon-que-produce-electricidad/>

La cubierta, además de autoportante y ligera, es capaz de **absorber la energía solar para transformarla en electricidad**. Su altura es de 7,5m y cubre una superficie total de 160m². El hormigón tiene un espesor medio de 5cm que se reduce hasta los 3cm en sus bordes, y se ensancha hasta los 12cm en sus apoyos. La innovación reside en su **doble capa**: la inferior que incluye el aislamiento y un sistema de calefacción y refrigeración, y la superior, que ha sido implementada con células fotovoltaicas de capa fina

Año 2017. Proyecto de investigación fue lanzado por el Instituto Federal Suizo de Tecnología a través de la Escuela Politécnica Federal de Zurich, donde se construyó un prototipo que será testado este año en los laboratorios NEST de Dübendorf.



Ambos ejemplos expresan la posibilidad que nos brinda nuestro entorno y poder aplicarlo en la búsqueda de edificaciones más sustentables.

Por un lado el sistema Ecooler se inspira en los antiguos métodos de enfriamiento y elementos arquitectónicos que se encuentran hoy en día en los países en desarrollo y se adapta perfectamente a los del primer mundo y por otro lado continuar investigando en el camino de las energías renovables considerando el beneficio que brinda la energía solar y la tecnología de los paneles fotovoltaicos con el consiguiente beneficio ecológico y al mismo tiempo abre un gran abanico de posibilidades.

3. LÍNEAS Y PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO

Analizar las líneas y programas de financiamiento vinculados a esta temática, no forma parte del objetivo principal de estas propuestas, sin embargo, el trabajo realizado para Paysandú en donde se abordó el estudio y diseño de propuestas de medidas de adaptación de viviendas a la variabilidad climática y su financiamiento¹², realizó un estudio de antecedentes relacionados con líneas y programas de financiamiento que pueden admitir o incluir medidas de adaptación pasivas en las viviendas vinculadas al confort térmico, como pueden ser los programas desarrollados por los Gobiernos Departamentales en acuerdo y con fondos del MVTOMA. Existen en este sentido, dos grandes líneas de acción: los programas de rehabilitación urbana que otorgan financiamiento blando para obras de refacción y mejora habitacional en zonas urbanas consolidadas y los programas de mejora de vivienda que trabajan mayormente con canastas de materiales para garantizar condiciones mínimas de habitabilidad.

Uno de los objetivos de este trabajo, es facilitarles a los técnicos y usuarios mediante ejemplos concretos; una guía con estrategias o medidas de adaptación sistematizadas, que resulte de utilidad

¹² Proyecto URU/18/002 Integración del enfoque de adaptación en ciudades, infraestructura y ordenamiento territorial en Uruguay Adaptación de viviendas al cambio climático y la variabilidad -Estudio piloto en la ciudad de Paysandú. Octubre 2019

al momento de asesorar a quienes lo necesiten. Muchos de estos programas funcionan desde hace años y estas medidas no implican necesidad de grandes modificaciones, sino de adaptar algunos de sus objetivos.

Para el caso de estrategias o medidas activas vinculadas a la mejora de eficiencia energética existieron o existen líneas y/o programas específicos que se detallan en *Ficha 3: Normas de construcción y sistemas de certificación para un mejor desempeño de las edificaciones frente a la variabilidad y el cambio climático* y *Ficha 5: Programas de financiamiento y asesoramiento para mejorar la eficiencia energética de viviendas*¹³, que a continuación se resumen.

Ficha# 3.

Temática: Edificaciones

Experiencia que contribuye a la adaptación al cambio climático: Normas de construcción y sistemas de certificación para un mejor desempeño de las edificaciones frente a la variabilidad y el cambio climático.

Casos Relevados

3.1. Montevideo: Normas para la reducción de la demanda de energía para acondicionamiento térmico. Artículo R.1652.6 que tiene por objeto promover el uso eficiente de la energía en el departamento, contribuyendo a un desarrollo sostenible y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los términos del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, aprobado por ley No. 17.279 del 23 de noviembre de 2000.

3.2. Convenio NAP Ciudades - FADU en curso

3.3. Ámbito de trabajo con el Congreso de Intendentes, ID Montevideo, MIEM, DINAVI MVOTMA, SAU, FADU, URSEA.

3.4. Consultoría MIEM - Universidad de Sevilla (2016), grupo técnico que generó insumos para la reglamentación española Código Técnico de Edificación (en la parte de energía). Incluye costo beneficio de medidas de eficiencia energética en viviendas. Con ese insumo están preparando un informe final para elevar al Congreso de Intendentes.

3.5. Estudio y propuestas para sistema de etiquetado de eficiencia energética de viviendas, MIEM, Universidad de Sevilla. Convenio en elaboración MIEM ID Montevideo, MVOTMA. Es importante la meta del sector energético de la NDC en mitigación para el año 2025.¹⁴

3.6. DINAVI MVOTMA: Documento de Aptitud Técnica para Sistemas Constructivos No Tradicionales (DAT SCNT). **3.7.** Modelo SuAmVi Intendencia de Montevideo.

Ficha# 5.

Temática: Edificaciones

Experiencia que contribuye a la adaptación al cambio climático: Programas de Financiamiento y asesoramiento para mejorar la eficiencia energética de viviendas

¹³ Proyecto URU/18/002 Integración del enfoque de adaptación en ciudades, infraestructura y ordenamiento territorial en Uruguay: Experiencias de adaptación al cambio climático en las ciudades de Uruguay. *Relevamiento y balance. Diciembre 2019*

¹⁴ REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY Primera Contribución Determinada a nivel Nacional al Acuerdo de París

Casos Relevantados: Diversos programas de apoyo a la incorporación de soluciones de eficiencia energética de viviendas, implementados por MIEM, MVOTMA, ID Montevideo, UTE y MEVIR.

5.1. Préstamos para la mejora en eficiencia energética de viviendas. Es una iniciativa conjunta del MIEM, MVOTMA, ID Montevideo y UTE. Financiado por un Fondo Rotatorio que funciona con fondos del Programa de Rehabilitación Urbana del MVOTMA. Se trata de préstamos sin intereses reajustables cada cuatro meses por IPC. La devolución de los préstamos conforma el fondo rotatorio que se destina a continuar financiando préstamos a otros vecinos de Montevideo

5.2. Programa de mejoramiento de viviendas. MIEM. Proyecto piloto de auditorías energéticas e implementación de mejoras en hogares de contexto vulnerable. Para realizar mejoras de hasta US\$500 por vivienda. Se trata de mejoras como instalación de burletes para filtraciones de aire, cortinas de PVC con aislamiento, reposición de vidrios en aberturas, etc. Este proyecto se viabiliza con el apoyo de CAF a través de fondos no reembolsables.

5.3. Programa de Canasta Energética de Servicios. Instalar artefactos para mejorar el consumo energético en las viviendas: gasodomésticos, prototipo de colector solar de bajo costo o estufas a leña eficientes de bajo costo en el interior del país. Participan UTE, ANCAP, OSE, MVOTMA (PMB), MIDES, MEF, Plan Juntos. Los beneficiarios se comprometen a regularizar su situación con OSE y UTE y acceden así a una tarifa social. También pueden acceder a un plan especial por el cual cambiar los electrodomésticos a gasodomésticos a un costo reducido. El Programa tiene también componente Educativo, con charlas y capacitaciones a todo el barrio, donde se trabaja sobre eficiencia y seguridad de los energéticos.

5.4. El Programa MEVIR comenzó a incorporar en todas las viviendas nuevas diferentes elementos para lograr mejoras en la calidad de vida de los participantes y un uso más eficiente de la energía. Colectores solares, calefactores de alto rendimiento, paredes de muro doble con aislación de espuma plast de 3 cm, aberturas con cortinas de enrollar en los dormitorios, son algunos de los elementos que se implementan para mejorar la eficiencia energética de las viviendas producidas

5.5. Fondo Solar MEVIR. Convenio MEVIR, UTE y MIEM para instalar colectores solares en las viviendas. MEVIR proporciona el acondicionamiento de las viviendas para la incorporación de los equipos solares y realizará el concurso de precios para su compra, instalación y mantenimiento. UTE destina la suma de U\$S 300.000 para la compra de los equipos (75%) y para el Fondo Solar MEVIR (25%), quien se encarga de la coordinación y seguimiento de los diferentes proyectos que emerjan del Programa. El MIEM a través de DNE brinda apoyo técnico, además del asesoramiento a los beneficiarios en su uso eficiente. El costo de los equipos será subsidiado en un 75% por el Fondo Solar MEVIR, y en un 25% por las familias beneficiarias, a través de la factura de UTE en cuotas sin intereses.

5.6. Experiencia viviendas convenio DINAVI - MIEM - ID Río Negro para incorporar eficiencia energética a los programas de mejoramiento de viviendas con financiamiento de DINAVI.

Uruguay viene trabajando desde hace algunos años en estas líneas o programas y si bien hay camino recorrido, algunos resultados no han sido los esperados, especialmente a nivel residencial. Por lo que debemos redoblar los esfuerzos, por un lado generando información accesible para todo público, que en alguna medida es lo que se busca con esta guía, y por otro lado continuar trabajando en la implementación de las mismas a nivel público-privado.

Se propone como objetivo general “Reducir la vulnerabilidad a los impactos y las variables climáticas, mediante el desarrollo de la capacidad adaptativa de la vivienda del siglo XX”; siendo los objetivos específicos:

- Evaluar la viabilidad de mejoras edilicias que permitan a la vivienda mitigar los impactos de cambios climáticos de forma energéticamente más eficiente, aumentando así el confort y la salubridad de la vivienda.-
- Procurar ahorros energéticos e inversión económica de bajo costo.
- Facilitar la integración de la adaptación de forma coherente, a políticas, programas de desarrollo en todos los sectores relevantes.

Resulta interesante realizar el estudio en base a un elemento “tipo” localizado en la zona de riesgo medio de inundación en la ciudad de Paysandú, con el desafío de pensar y diseñar soluciones de adaptación a los eventos extremos de calor, frío e inundación.

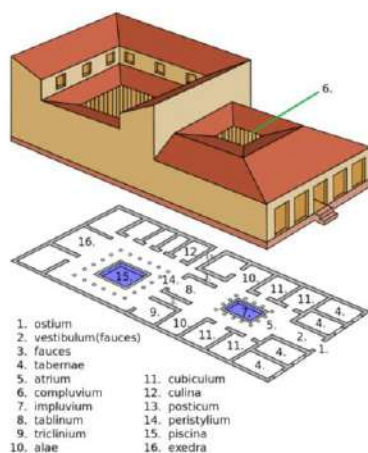
4.2. Generalidades de la tipología.

Vivienda unifamiliar que data de principios del siglo XX, tradicional tipología de casa patio propio de la época. Las habitaciones dispuestas en torno a dos patios, el primero con carácter de recibo y el otro más de usos doméstico.

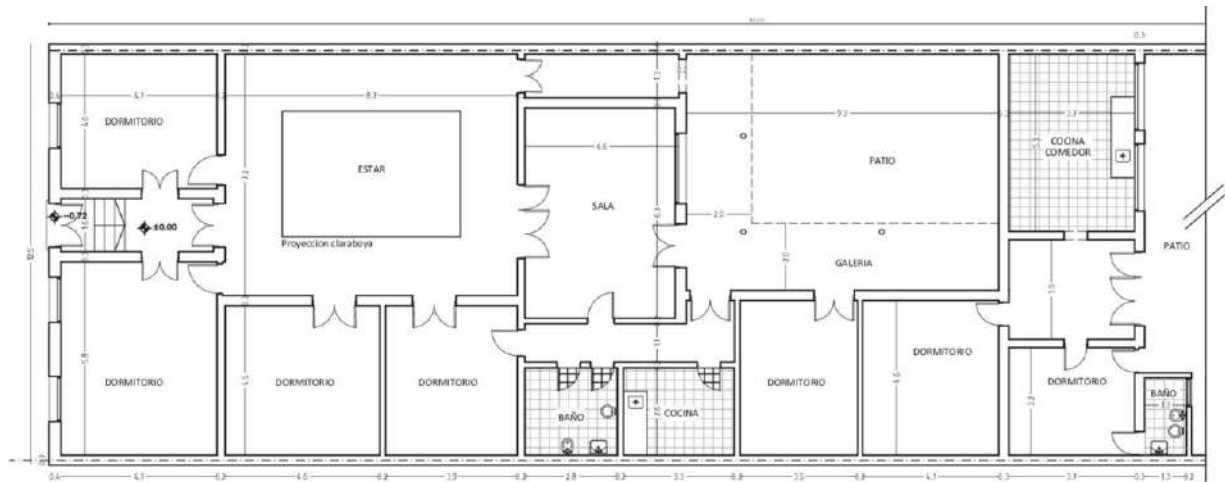
Las características constructivas de esta tipología en general son: unidades exteriores en mampostería maciza de ladrillo de campo con espesores superior a los 25cm, cubierta de bovedillas, cielorraso de tela tensado sobre estructura de madera, carpintería en pino blanco, pisos de madera y mosaicos de 4 a 6 colores, elementos de mármol en escalones y friso de acceso o cancel, en algunos casos también mayólicas en el friso. La fachada contiene elementos con lenguaje Art Nouveau, sobre todo en los balcones, revoques fino, molduras aplicadas de cocción y en otros casos molduras hechas en mortero de cal.

En esta tipología de vivienda los espacios exteriores son únicamente los patios, por ello se vuelven protagonistas; donde toda la distribución de la vivienda es entorno a uno o más de ellos. También se caracterizan por no tener retiros frontales respecto al espacio público (veredas) ni retiros laterales, ya que su implantación se distribuye siempre de medianera a medianera.

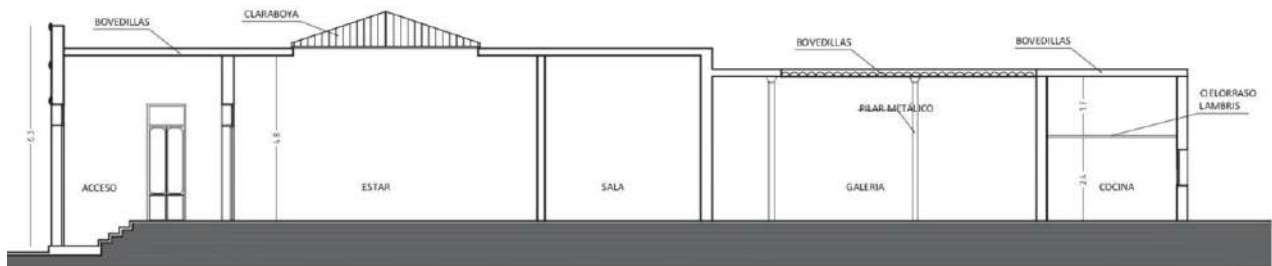
Grafico 3 : Domus típica de la antigua Roma, ejemplo de casa organizada en torno a un patio



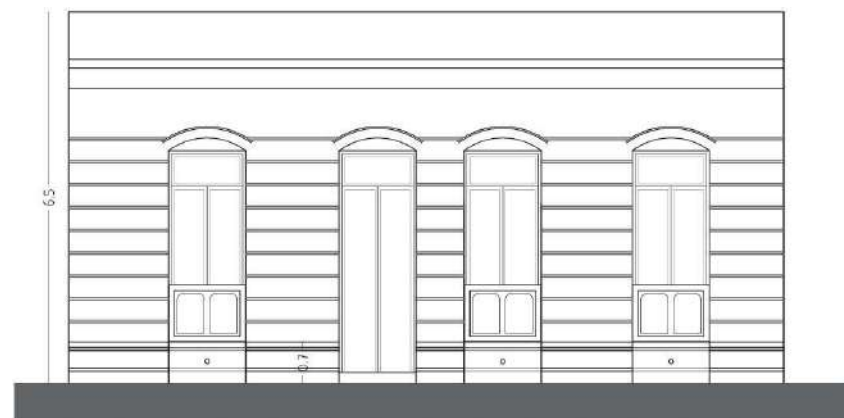
Los siguientes gráficos corresponden a la vivienda seleccionada para el estudio, se ubica en Avda. Brasil esquina Calle Paz de la ciudad de Paysandú.



Planta



Corte



Fachada



Esta vivienda tipo, reúne parámetros donde predomina la altura, los patios interiores semi techados, los grandes espacios/habitaciones interiores, gran porcentaje de huecos, ocupación de suelo alto, y una implantación entre medianeras.

4.3. Análisis del comportamiento térmico de la vivienda tipo

- **Cerramientos verticales y horizontales**

Los cerramientos de un proyecto arquitectónico son de gran relevancia para el posterior uso del mismo, ya que son las unidades funcionales que dividen los espacios y delimitan nuestro hábitat.

Este edificio cuenta con al menos tres tipos de cerramientos:

1. Cerramiento vertical: muros macizos de ladrillo de campo, con espesor no menor a 25 cm.
2. Cerramiento horizontal: El techo es original de la vivienda, constituido como cubierta pesada tipo bovedilla, obteniendo un espesor de aprox. 30 cm de espesor.
3. Cerramiento horizontal móvil: tipo claraboya con una superficie transparente de vidrio simple con un espesor de 6mm.

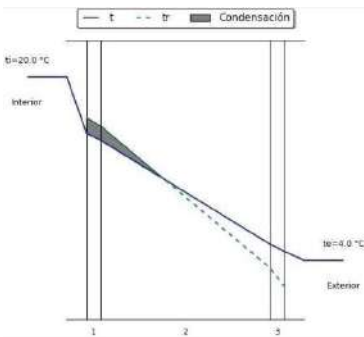
Para evaluar los cerramientos se tiene en cuenta la Transmitancia Térmica, que es una propiedad que representa la cantidad de calor que se transmite a través de 1m² de cerramiento cuando existe diferencia de temperatura de 1°C entre el interior y el exterior.

Según Resolución N° 2928/09 “NORMAS PARA EDIFICIOS DESTINADOS A VIVIENDA”; los parámetros aceptables para la transmitancia térmica de los cerramientos que están expuestos al exterior, no deben ser superiores a 0,85 [W/m²K].

La herramienta **HTERM**¹⁶ 3.0 permite estudiar el riesgo de ocurrencia de condensación en edificios, a través de esta aplicación se evalúa los cerramientos en contacto con el exterior y en período frío, ya que es donde mayor diferencia de temperatura hay; tomando como referencia una temperatura exterior de 4°C y una temperatura interior de 20°C.

¹⁶ http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/novedades/-/asset_publisher/JXsLLcWfNTX/content/miem-pone-a-disposicion-aplicacion-hterm-3-0

Cerramientos verticales



Manifestación de condensaciones: POSITIVO

Tipo M.01

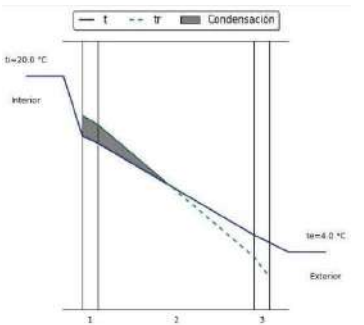
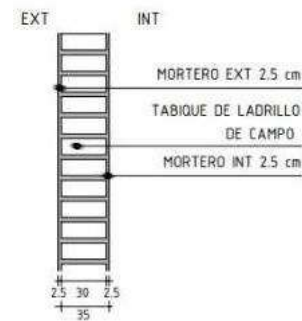
U: 1.44 W/m².K

Masa: 470 Kg/m²

Espesor: 0.35m

Factor de amortiguación: 0.088

Retardo térmico: 22.24Hs.



Manifestación de condensaciones:
POSITIVO

Tipo M.02

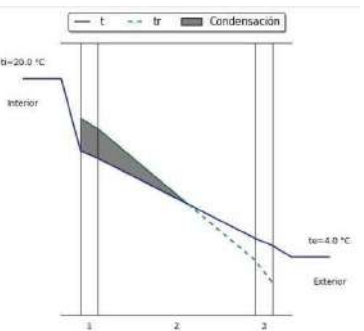
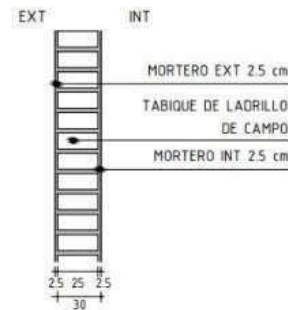
U: 1.62 W/m².K

Masa: 405 Kg/m²

Espesor: 0.30m

Factor de amortiguación: 0.211

Retardo térmico: 13.94Hs.



Manifestación de condensaciones: POSITIVO

Tipo M.03

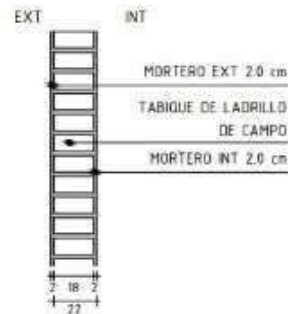
U: 2.01 W/m².K

Masa: 298 Kg/m²

Espesor: 0.22m

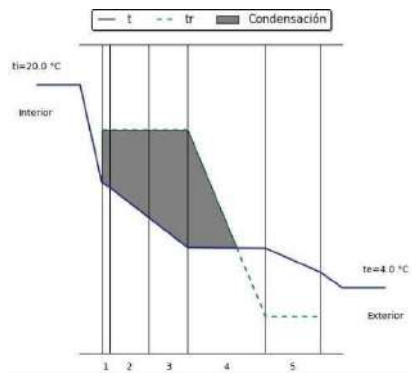
Factor de amortiguación: 0.198

Retardo térmico: 8.7 Hs.



Como se observa en los gráficos anteriores, todos los cerramientos manifiestan condensaciones intersticiales; las **condensaciones intersticiales** es un fenómeno de **condensación** que se produce en el interior de un material debido a una brusca caída de temperatura entre uno de sus lados y el otro. En cuanto a la transmitancia térmica vemos que todos están por encima de la exigencia máxima admisible de 0.85 W/m².K que establece la norma. Cabe destacar la gran inercia térmica que poseen estos cerramientos por la composición de sus materiales, la inercia térmica es la capacidad de almacenar energía y retardar el intercambio de calor, sin embargo esta propiedad no contribuye a disminuir la transmitancia térmica.

Cerramientos horizontales



Manifestación de condensaciones: POSITIVO

Tipo C.01

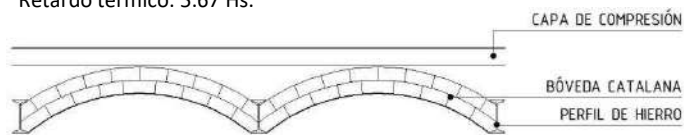
U: 2.71 W/m².K

Masa: 1022 Kg/m²

Espesor: 0.28m

Factor de amortiguación: 0.142

Retardo térmico: 5.67 Hs.



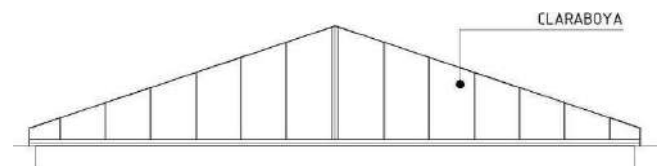
Al igual que los cerramientos verticales, estos manifiestan grandes zonas de condensaciones intersticiales. En cuanto a la transmitancia (U) térmica, vemos que ambos están muy por encima de la exigencia máxima admisible de 0.85 W/m².K que establece la norma, se aproximan a los 3 y 6 W/m².K.

La cubierta C.01 presenta en su estructura varios puentes térmicos con un material muy conductor como lo es el hierro, por ello que su transmitancia (U) no es buena; la cubierta C.02 está conformada por dos materiales, un conductor y el otro con una alta transmitancia (U) térmica, por lo que su comportamiento tampoco es bueno.

Manifestación de condensaciones: POSITIVO

Tipo C.02

U: 6 W/m².K



- **Ventilación natural**

Ventanas altas para invierno

NORMAS DEPARTAMENTALES DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN

Según las normas departamentales las cuales dicen que: “Todos los locales de habitación y de trabajo deberán recibir aire y luz directamente de las calles, patios u otros espacios libres por intermedio de vanos, cuya superficie libre no sea inferior al 10% del área de los pisos respectivos. Todas las ventanas deberán ser móviles, por lo menos en un 50% de su superficie”, encontramos que sí se cumple con los requisitos establecidos por la normativa en todos los locales.

Cálculos de ventilación natural invierno/verano - Cálculos de RPH para el ambiente más comprometido de la vivienda dada la concentración de personas.

El propósito de la ventilación natural es proveer calidad aceptable del aire interior y colaborar con el logro del confort térmico, a través de mecanismos como el control de la temperatura y el enfriamiento pasivo de las estructuras.

La calidad del aire interior se obtiene manteniendo dentro de los límites aceptables la concentración de gases y otros poluentes atmosféricos, como anhídrido carbónico, vapor de agua y olores existentes en el aire que las actividades del ser humano tienden a aumentar. Mediante la renovación de aire se puede: aportar oxígeno para la respiración, eliminar humos de combustión, eliminar olores, eliminar fugas de gases (si los hay), eliminar aire sobrecalentado, evitar condensaciones.

VENTILACIÓN DE INVIERNO|VENTILACIÓN HIGIÉNICA

ESTAR/COMEDOR

Vol int: 124 m³

nº personas: 4

124m³ / 4: 31 m³/pers.

Remoción de H₂O: 13 m³/pers.

Caudal de aire renovado necesario

V: 13 * 4: 52m³/pers.

V: Rph*v

Rph: V/v 52/124: 0,41

CONDICIONES DEL AMBIENTE	Rph
SIN VENTANAS NI PUERTAS AL EXTERIOR	0.5
VENTANAS O PUERTAS EN UNA PARED	1.0
VENTANAS O PUERTAS EN DOS PARED	1.5
VENTANAS O PUERTAS EN TRES PAREDES O HALL	2.0



Las Rph necesarias para la remoción de H₂O son 0.41 según la tabla, que determina de manera simplificada las infiltraciones de acuerdo al número de fachadas con aberturas al exterior que posee el local, ésta sala tiene una tasa de 1.5 Rph, lo cual es suficiente para mantener las condiciones de higiene.

VENTILACIÓN DE VERANO

Para lograr el confort térmico de los ocupantes del edificio, la tasa de renovación debe ser mayor o igual a 20 Rph. Se estudió en el caso de mayor concentración de personas, en este caso el ESTAR/COMEDOR.

ESTAR/COMEDOR

$$V = E \cdot Ae \cdot v \cdot f$$

E: efectividad de la abertura

Ae: área de entrada del aire

v: velocidad del viento

f: coeficiente que depende de la relación Á salida/ Á entrada

V: volumen

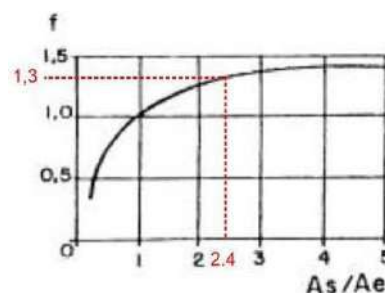
E: viento a 45° : 0.3

Ae: 4.86 m²

v: 9km/h 9km/h / 3.6: 2.5m/s

v: 2.5*0.5(coeficiente de corrección): 1.25m/s

As/Ae: 11.90/4.86: 2.45



CIUDAD	MES	TEMPERATURA						HR prom	VIENTO		LLUVIA NUBOSIDAD				
		tx	txm	txn	txm	tx	A		dir	v	prom	prom	a	b	c
PAYSAN	ene.	44.0	31.7	25.9	17.2	7.8	14.5	59	E	9	127	4.6	12	10	9
	jul.	27.2	17.0	11.9	6.1	-6.6	10.9	78	N	10	54	5.3	11	10	10

Rph: $2.37 \times 3600 / 124$: **68.80**

G _h	TIPOS DE RUGOSIDAD				
	I	II	III	IV	V
altura sobre el suelo (m)	frente al mar	campo	barrio poco denso	barrio muy denso	centro edificios altos
2,5	1,05	0,70	0,50	0,20	0,00
5	1,15	0,85	0,65	0,40	0,20
10	1,25	1,00	0,80	0,60	0,40
20	1,35	1,15	0,95	0,81	0,60
40	1,45	1,30	1,10	1,00	0,80
80	1,55	1,45	1,25	1,20	1,00

VERIFICA RPH > 20

Los locales analizados son los siguientes: Estar/Comedor, Dormitorio PPL y Dormitorio II

ESTAR/COMEDOR

16° 22' N
Altitude: 59 m
North: 38°

(293°, 68°)

N

O

E

21-Jun 13:28 (ST)

Sunrise at 05:31
Sunset at 18:29

ESTAR/COMEDOR

16° 22' N
Altitude: 59 m
North: 38°

(293°, 68°)

N

O

E

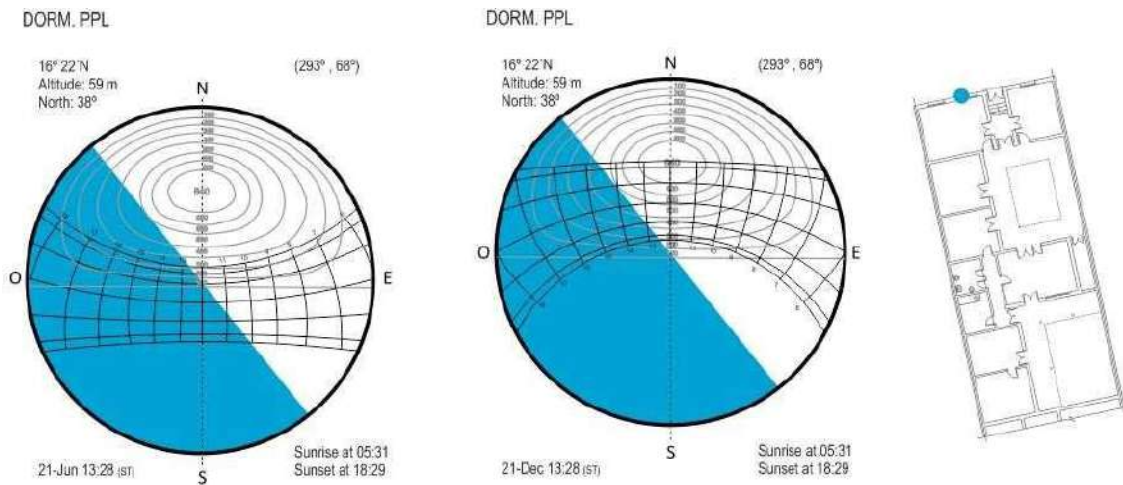
21-Dec 13:28 (ST)

Sunrise at 05:31
Sunset at 18:29

S

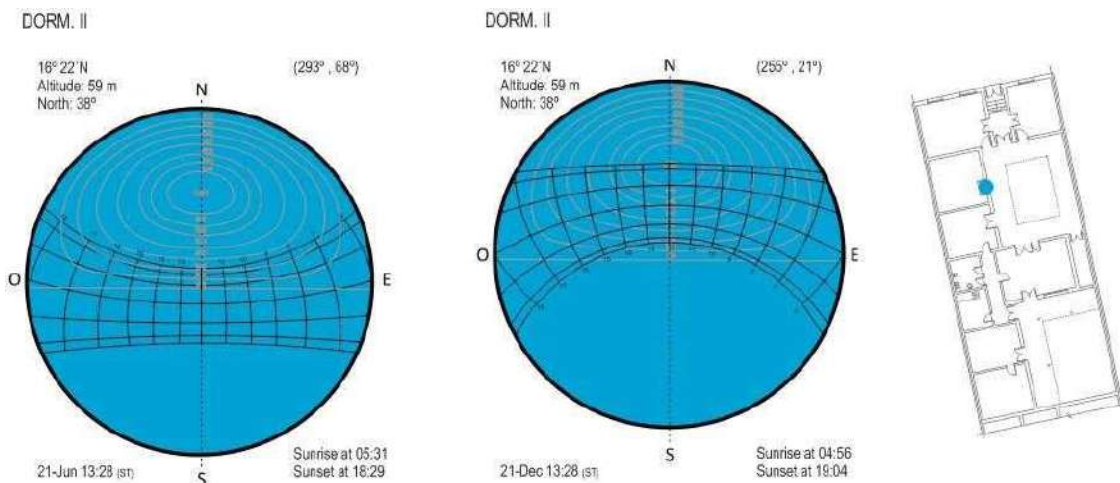
Se evaluó la radiación solar en la ventana localizada hacia el Norte del Estar/Comedor. Se observa que hay ingreso de radiación solar directa en invierno durante un período corto de tiempo comprendido entre las 9am y las 11:30am; a partir de las 11:30hs permanece en sombra por volúmenes adyacentes propios de la construcción y aleros. Y en el período caluroso el mismo permanece en sombra el 100% del tiempo. No se consideró la vegetación, no hay presencia de árboles existentes próximos que puedan influir.

Grafico 5
Elaboración: Carolina Cruz



Al igual que el caso anterior, esta ventana se encuentra hacia el norte, con el diferencial de que no cuenta con ninguna protección solar. Hay ingreso de radiación solar directa durante toda la mañana desde el amanecer hasta las 13:30pm, con una incidencia que va desde los 100 W/m² a los 300 W/m² a medida que transcurre el día. A partir de las 13:30hs permanece en sombra por recorrido aparente del sol.

Grafico 6
Elaboración: Carolina Cruz



Y por último se evaluó la radiación solar en el Dormitorio II, este tiene orientación hacia el sureste, no manifiesta ingreso de radiación solar directa, permaneciendo en sombra el 100% del tiempo a lo

largo de todo el año. Esto se produce por la orientación de la misma y la presencia de grandes aleros.

- **Temperatura interior media - TIM**

La Temperatura Interior Media es el valor promedio de las temperaturas máximas y mínimas del aire que se registran en el interior de un local, dicho valor dependerá de las características de ese espacio construido (forma, materiales).

Se realizaron los cálculos de TIM para algunos de los ambientes mediante una planilla Excel. Para analizar estos resultados se tuvo en cuenta el rango de confort para el período frío, dicho rango de temperaturas va desde los 18°C a 24°C.

A continuación, se muestran las planillas de cada ambiente calculado con sus respectivas dimensiones, orientaciones y características de sus cerramientos.

Cálculo de temperatura interior media																									
COMPLETAR ÚNICAMENTE LAS CELDAS EN GRIS																									
Local:	1																								
Ciudad:	Paysandú	Te=	11,9 °C																						
Altura (m):		4,75																							
Largo (m):		4,65																							
Ancho (m):		4																							
Volumen 1 (m3):		88,4																							
Largo (m):		0																							
Ancho (m):		0																							
Volumen 2 (m3):		0																							
Volumen total (m3):		88,35																							
FACHADAS EXPUESTAS:																									
Fachada 1:	19	Fachada 2:	19	Fachada 3:	0	Fachada 4:	0	TOTAL (m2)	38																
Largo (m):	4	Largo (m):	4	Largo (m):	0	Largo (m):	0																		
Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75																		
VENTANAS:																									
Ventana 1 (m2):	4,5225	Ventana 2 (m2):	0	Ventana 3 (m2):	0	Ventana 4 (m2):	3,015	TOTAL (m2)	7,5375																
Largo (m):	1,35	Largo (m):	0	Largo (m):	0	Largo (m):	0,9																		
Altura (m):	3,35	Altura (m):	0	Altura (m):	0	Altura (m):	3,35																		
Orientación:	N	Orientación:	SO	Orientación:	SO	Orientación:	S																		
<table border="1"> <tr> <td>$\Delta t =$</td> <td>2,4</td> <td>°C</td> <td rowspan="2">SIN GANANCIAS SOLARES</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>T_{int} =</td> <td>14,3</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>$\Delta t =$</td> <td>4,4</td> <td>°C</td> <td rowspan="2">CON GANANCIAS SOLARES</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>T_{int} =</td> <td>16,3</td> <td>°C</td> </tr> </table>										$\Delta t =$	2,4	°C	SIN GANANCIAS SOLARES		T _{int} =	14,3	°C	$\Delta t =$	4,4	°C	CON GANANCIAS SOLARES		T _{int} =	16,3	°C
$\Delta t =$	2,4	°C	SIN GANANCIAS SOLARES																						
T _{int} =	14,3	°C																							
$\Delta t =$	4,4	°C	CON GANANCIAS SOLARES																						
T _{int} =	16,3	°C																							

*válido sólo para vidrio común y simple

DORMITOTIO PPL

Análisis síntesis dormitorio que limita con el exterior (fachada): la temperatura interior media sin ganancias solares es muy por debajo del rango de confort; con las ganancias solares mejora 2°C la TIM sin embargo no es suficiente para alcanzar el confort térmico.

Cálculo de temperatura interior media
COMPLETAR ÚNICAMENTE LAS CELDAS EN GRIS

Local: 1
 Ciudad: Paysandú

Te= 11.9 °C

Altura (m): 4,75
 Largo (m): 4,65
 Ancho (m): 4,45
 Volumen 1 (m³): 98,3
 Largo (m): 0
 Ancho (m): 0
 Volumen 2 (m³): 0
 Volumen total (m³): 98,289375

FACHADAS EXPUESTAS:								TOTAL (m2)
Fachada 1:	21,85	Fachada 2:	0	Fachada 3:	0	Fachada 4:	0	21,85
Largo (m):	4,6	Largo (m):	0	Largo (m):	0	Largo (m):	0	
Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75	

VENTANAS:								TOTAL (m2)
Ventana 1 (m²):	4,355	Ventana 2 (m²):	0	Ventana 3 (m²):	0	Ventana 4 (m²):	0	4,355
Largo (m):	1,3	Largo (m):	0	Largo (m):	0	Largo (m):	0	
Altura (m):	3,35	Altura (m):	0	Altura (m):	0	Altura (m):	0	
Orientación:	E		SO		SO		S	

PÉRDIDAS

 U muros= 1,62 (W/m²K)
 U techo = 2,71 (W/m²K)
 U vidrios= 6 (W/m²K)
 Techo expuesto: SI
 Techo expuesto: 20,6925 m²
 Ventanas o puertas en dos paredes al exterior: 1,5 RPH
 A exp= 42,5425 m²
 Fh= 0,10
 FF= 0,43
 Um= 2,60 (W/m²K)

GANANCIAS

 Φoc= 5 W/m²

	Ventana 1	Ventana 2	Ventana 3	Ventana 4
\dot{A}_{transp}/V_{int}	0,044	0,000	0,000	0,000
Φrs=	1,1	0,0	0,0	0,0 W/m²

Δt=	3,1	°C	SIN GANANCIAS SOLARES
T _{im} =	15,0	°C	
Δt=	3,8	°C	CON GANANCIAS SOLARES
T _{im} =	15,7	°C	

*válido sólo para vidrio común y simple

DORMITORIO SECUNDARIO

En el dormitorio contenido por medianeras y con apertura hacia patio interior la temperatura interior media sin ganancias solares está muy por debajo del rango de confort y con las ganancias solares no mejora en absoluto la TIM ya que las ganancias dadas son únicamente por el este y claramente no es suficiente para alcanzar el confort térmico.

Cálculo de temperatura interior media
COMPLETAR ÚNICAMENTE LAS CELDAS EN GRIS

Local: 1
Ciudad: Paysandú

Te= 11,9 °C

FACHADAS EXPUESTAS:		TOTAL (m2)	
Fachada 1:	29,735	Fachada 2:	29,735
Largo (m):	6,26	Largo (m):	6,26
Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75
Fachada 3:	0	Fachada 4:	0
Largo (m):	0	Largo (m):	0
Altura (m):	4,75	Altura (m):	4,75

VENTANAS:		TOTAL (m2)	
Ventana 1 (m2):	7,37	Ventana 2 (m2):	0
Largo (m):	2,2	Largo (m):	0
Altura (m):	3,35	Altura (m):	0
Orientación:	N	Orientación:	SO
Ventana 3 (m2):	0	Ventana 4 (m2):	5,145
Largo (m):	0	Largo (m):	2,1
Altura (m):	0	Altura (m):	2,45
Orientación:	SO	Orientación:	S

PÉRDIDAS		GANANCIAS	
U muros=	1,62 (W/m²K)	Φ _{oc} =	9 W/m²
U techo =	2,71 (W/m²K)	Á _{transp} /V _{int} =	0,054
U vidrios=	6 (W/m²K)	Φ _{rs} =	4,2
Techo expuesto:	Si		0,0
Techo expuesto:	28,6082 m²		0,0
Ventanas o puertas en dos paredes al exterior	1,5 RPH		0,2 W/m²
Á _{exp} =	88,0782 m²		
Fh=	0,14		
FF=	0,65		
Um=	2,60 (W/m²K)		

Considerarlo solo en caso de vidrio simple

Δt=	T _{im} =	
4,1 °C	16,0 °C	SIN GANANCIAS SOLARES
6,2 °C	18,1 °C	CON GANANCIAS SOLARES

*válido sólo para vidrio común y simple

ESTAR|COMEDOR

Para este ambiente, el estar, que está vinculado a ambos patios e intercambia calor por ambas fachadas, la temperatura interior media sin ganancias solares se aproxima al rango de confort y con las ganancias solares además de las ganancias por ocupación, mejora notablemente y es así que alcanzar el confort térmico.

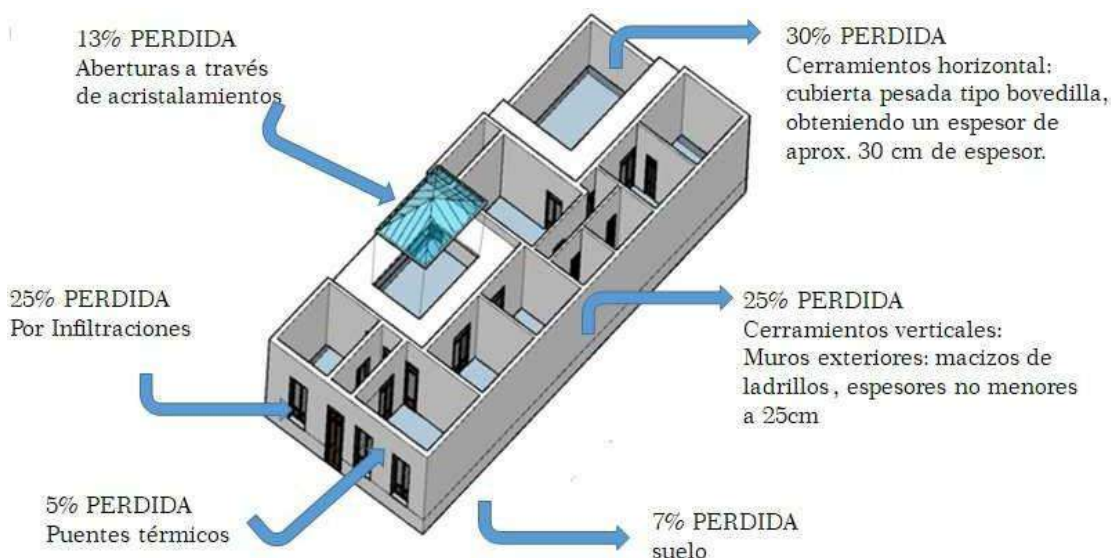
Estos cálculos son herramientas que nos permiten identificar las condiciones edilicias y el comportamiento aparente del mismo. Tienen como objetivo mejorar posibles afecciones o no para así proveer una calidad de vida aceptable en lo que refiere a rangos de confort.

4.4. Identificación de los puntos fuertes y/o puntos críticos.

Previo a proponer las medidas adecuadas de adaptación considerando los resultados antes expuestos, se identifican los puntos críticos o patologías edilicias que afectan de diferentes maneras el confort térmico de los habitantes, y así poder proponer soluciones adaptativas eficaces y rentables.

El siguiente gráfico muestra los porcentajes estimados de pérdidas de calor y frío en una vivienda tipo, se representaron esos porcentajes estimados en el estudio de caso para que fuera más representativo y las imágenes intentan mostrar los puntos fuertes y/o críticos que tiene estas viviendas tipo frente a los eventos extremos de calor y frío así como de inundaciones.

Grafico 7
Elaboración propia



Al principio de este apartado, se propone como desafío la búsqueda de pensar y diseñar soluciones de adaptación a los eventos extremos de calor y frío e inundaciones. En este sentido se evalúan los puntos fuertes y críticos para los tres eventos nombrados. Lo que nos lleva a tomar decisiones y propuestas para que la vivienda pueda ser resiliente a dos eventos simultáneos. Entendiendo que la situación más compleja es cuando se presentan olas de frío e inundaciones a la vez, algo que no es alejado de nuestra realidad actual y futura.

Imagen de la vivienda desde Avda Brasil



Altura considerable de la edificación. -Permite generar altillos o entrepisos-

Ventanas altas que permiten una ventilación importante especialmente en invierno

Instalación eléctrica baja –Problema con inundaciones-

Imágenes de comedor



Corrosión y pérdida de sección metálica y ménsula de ornamentación (produce fisura en cubierta).

Pisos de madera deteriorados y humedades posteriores a inundaciones.

Cámara de aire debajo de pisos de madera: evaluación de ventajas y desventajas de la misma.

Terminaciones interiores degradadas (granos expuesto de arena y cal) sin adherencia al sustrato.

Imágenes de patio principal



Condensaciones en cerramientos horizontales

Filtraciones de aire en invierno en claraboyas y en verano radiación solar.

Imágenes de patio secundario



Existencia de alero

Inexistencia de árboles y plantas, espacio mayormente pavimentado

4.5. Aplicación de métodos de análisis higrotérmico | Simulador energético 1

Para evaluar el comportamiento térmico y energético de la vivienda existen básicamente dos métodos, uno corresponde al monitoreo de parámetros ambientales y el segundo es la simulación térmica y energética.

El monitoreo de parámetros ambientales se realiza a través de varias herramientas digitales, la cuales miden: temperatura y humedad, iluminación, ventilación, sonido, niveles de CO₂, temperatura superficial, etc.

Para el registro de la temperatura y humedad se utilizan sensores marca Extech modelo RHT10. Tiene como objetivo conocer el comportamiento térmico y húmedo de cualquier local y/o edificación.



Para las mediciones del nivel de iluminación exterior se utiliza un luxómetro marca **Extech modelo HD450** que tiene una capacidad máxima de registro de 100.000 lux utilizado principalmente para ambientes exteriores y para el interior se utiliza otro modelo **Easy View 31** de la misma marca, pero con una capacidad máxima de registro de 20.000 lux suficiente para niveles interiores.



Extech modelo HD450: Para las mediciones de la velocidad del viento se usa un anemómetro marca **Extech modelo N100 CFM/CMM**.



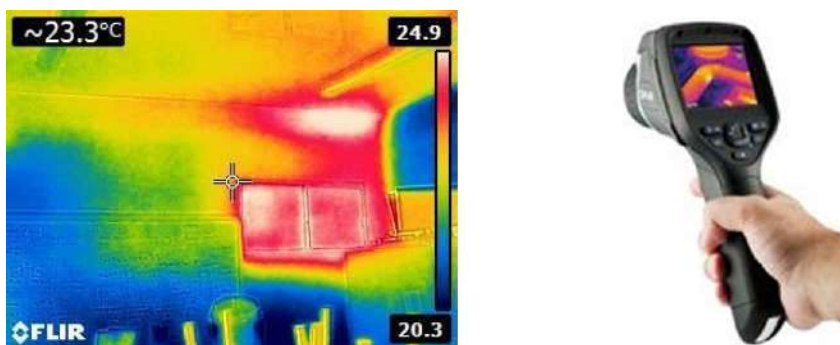
Extech modelo N100 CFM/CMM: Para la medición del nivel sonoro se utilizó un sonómetro marca **Extech modelo HD600**.



Extech modelo HD600: Para la medición de la concentración de Dióxido de Carbono en el interior de los locales se utilizó un Medidor de CO2 marca **Extech modelo CO250**.



Imágenes termográficas donde puede leerse la distribución térmica, sin tener contacto con el objeto, problemas de aislación en los cerramientos de los locales, fugas de calor, discontinuidad interna en la construcción. Para ello se utiliza una **cámara FLIR E6**.



Sin embargo, el método aplicado a nuestra investigación es únicamente la simulación computacional, ya que para aplicar el método “más empírico” antes mencionado debíamos manejar un rango de tiempo determinado, y dada la formalidad de este informe no contábamos con el mismo. Por ello se utilizó el software de simulación energética **DesignBuilder V6.0** (ver más información acerca del programa en Anexos), ya que trabajaremos en base a un modelo teórico; desde ya varios años la simulación paramétrica es utilizada como herramienta de evaluación de desempeño termoenergético en el área del diseño, por ello vemos la aplicabilidad de la misma.

Para evaluar el desempeño termoenergético de la vivienda el simulador considera los siguientes parámetros:

- Condiciones climáticas exteriores
- Forma y orientación del edificio
- Sombras propias y próximas
- Composición de los cerramientos
- Elementos de protección solar
- Cargas térmicas de iluminación ocupación y equipos
- Ganancias por radiación solar
- Infiltraciones
- Ventilación natural

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se realizó la simulación en dos etapas, la vivienda “tipo” en condiciones iniciales, con condiciones climatológicas actuales y en una segunda etapa donde se aplicarán todas las medidas de adaptación posibles y se verificará la implementación de la misma, de acuerdo a su comportamiento térmico mediante la búsqueda de viviendas más confortables.

Se considera temperatura de confort a aquellas temperaturas que están en el rango de los 28,5°C y 23,5°C en el periodo caluroso (21/10 al 11/04) y entre 24°C y 19,5°C en el periodo frío (12/04 al 20/10), según la DECCA (Departamento de Clima y Confort en la FADU)

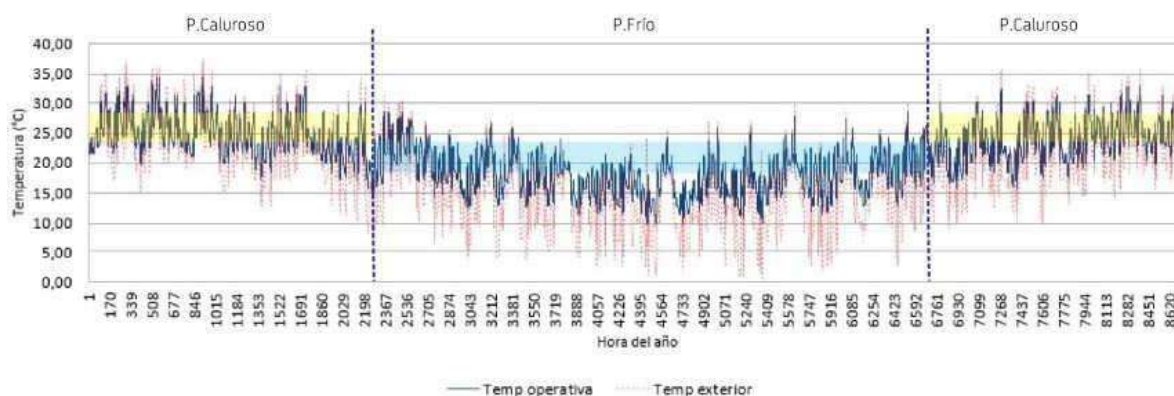
SIMULACIÓN 1

Si bien es importante conocer los niveles de confort dentro del edificio durante todo el año, se estudia también el porcentaje de horas en confort ya que estas muestran las condiciones térmicas que experimentan los usuarios.

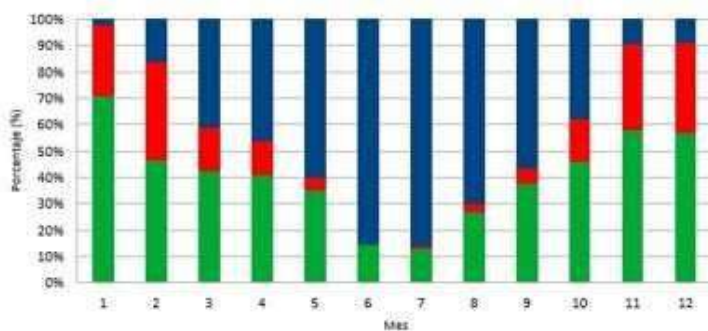
También se estudia el % de horas en desconfort tanto por calor como por frío.

Las siguientes tablas comparan los niveles de confort y desconfort tanto por frío como por calor durante todo el año.

Gráficos y tablas de confort



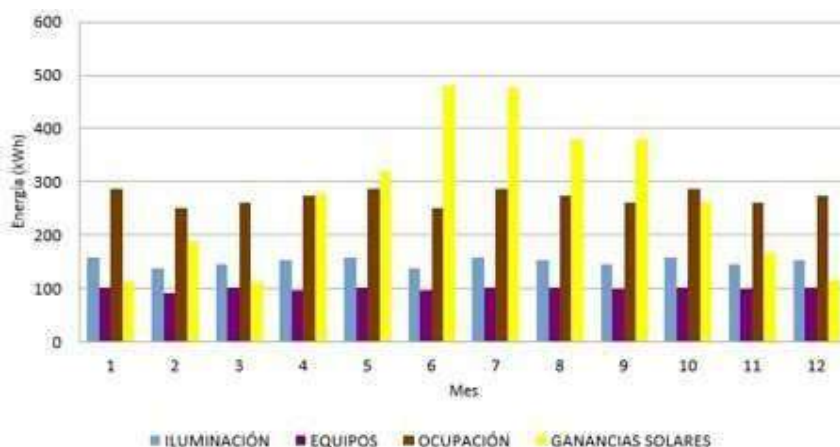
MES	Número de días	Total de horas	Hora en Confort	Horas en desconfort por calor	Horas en desconfort por frío	% de horas en Confort	% de horas en desconfort por calor	% horas en desconfort por frío
1	31	744	525	202	17	71%	27%	2%
2	28	672	311	253	108	46%	38%	16%
3	31	744	314	125	305	42%	17%	41%
4	30	720	295	92	333	41%	13%	46%
5	31	744	260	35	449	35%	5%	60%
6	30	720	104	0	616	14%	0%	86%
7	31	744	97	7	650	13%	1%	87%
8	31	744	200	23	521	27%	3%	70%
9	30	720	271	40	409	38%	6%	57%
10	31	744	343	118	263	46%	16%	35%
11	30	720	415	235	70	58%	33%	10%
12	31	744	422	253	59	57%	34%	8%
Anual	365	8760	3557	1383	3800	41%	16%	43%



La simulación corresponde a la totalidad de la vivienda en condiciones de régimen pasivo, sus resultados manifestaron un confort del 41%, un valor relativamente bajo para los rangos de confort que manejamos.

Arroja un problema muy notorio en cuanto al disconfort por frío, correspondiente al 43% del total de horas anual, aún más crítico para los meses de invierno y el disconfort por calor alcanza apenas al 16% por lo que la habitabilidad de la vivienda en el período caluroso es aceptable.

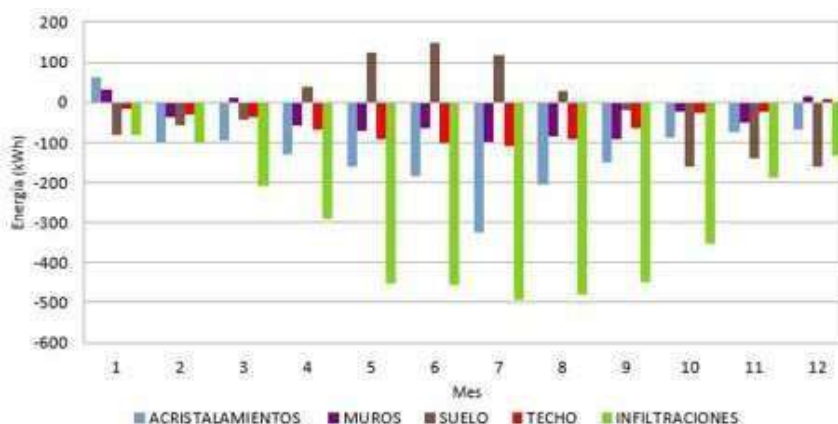
Gráficos de ganancias de energía



El comportamiento normal de las ganancias solares asciende en el verano y descienden en el invierno, pero en este caso particular la tipología constructiva de la vivienda niega la entrada de radiación solar directa en casi la totalidad de horas al año, por lo que las ganancias no superan los 800 W/m².

Las ganancias generadas por equipos en funcionamiento son bajas, al igual que las ganancias por ocupación, y las ganancias del equipo de iluminación es casi despreciable.

Gráficos de pérdidas de energía



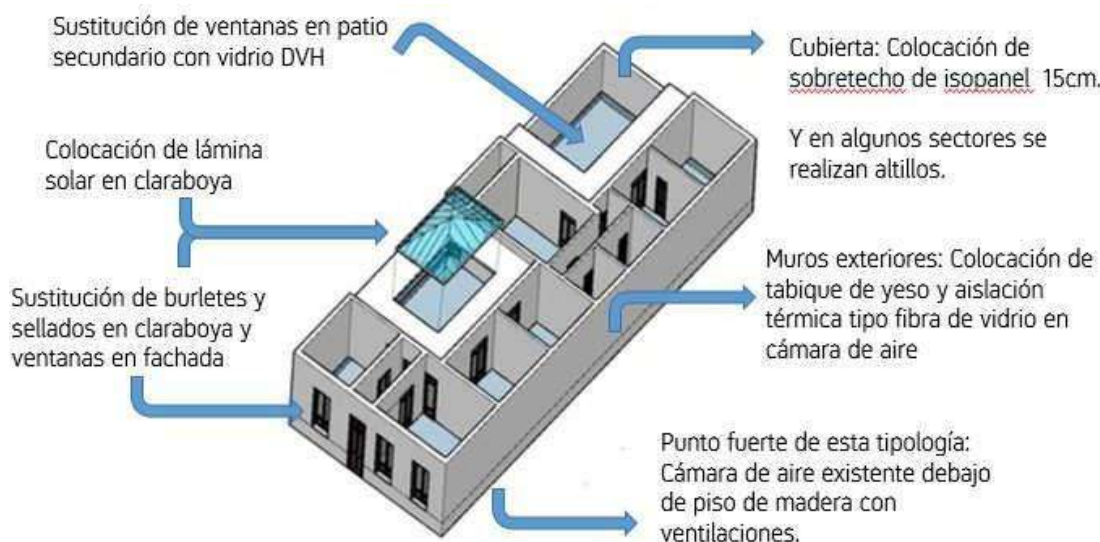
Teniendo en cuenta las ganancias en relación a las pérdidas es posible entender con facilidad por qué es mayor el desconfort en por frío.

Hay una gran pérdida por infiltraciones de aire, pérdidas a través de los acristalamientos que intuimos que está dada por sus dimensiones y/o conformación, leves pérdidas de muros ya que son cerramientos de gran inercia.

4.6. Aplicación de medidas de adaptación

Se plantean algunas medidas de adaptación en relación a los resultados de la simulación 1 vinculados a largos períodos de días calurosos y fríos; y posibles soluciones para mitigar los riesgos de inundación. Las propuestas son para algunos sectores de la vivienda y no para la totalidad de la misma.

1. Cubierta: Sobre techo de Isopanel / Redimensionamiento de desagües
2. Generación de altillo en área de servicios
3. Aislación de muros interior - exterior
4. Elevación de instalación eléctrica en algunos sectores
5. Mantenimiento de aberturas y sustitución de aberturas por DVH
6. Colocación de protecciones interiores y exteriores
7. Incorporación de energías limpias (panel fotovoltaico y/o colector solar
8. Incorporación de áreas verdes (vegetación apropiada para cada período
9. Sustitución de piso de madera por losa de HA, mantener cámaras de aire ventiladas a lo largo de toda la vivienda.



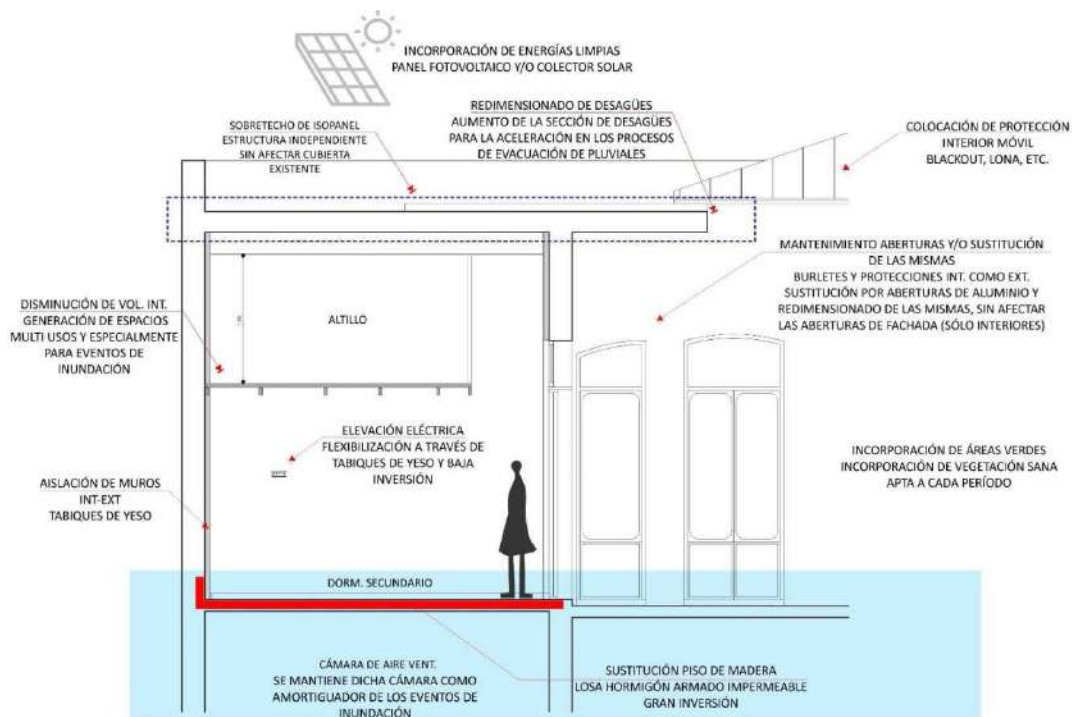
Descripción de las medidas:

- 1- Sobre techo de Isopanel con estructura independiente al existente, esta medida se propone para otorgar una mejora en la aislación térmica de la cubierta y además proporcionar una superficie con capacidad de soportar cargas (peso de panel fotovoltaico). Redimensionamiento de desagües, brinda una evacuación de pluviales más rápida evitando

- la estanqueidad de la misma en la cubierta, un aspecto relevante a tener en cuenta pensando en escenarios climáticos futuros, donde el incremento estimado sería entre un 10% a 20% en el acumulado anual de precipitaciones.
- 2- Generación de altillos, estos son espacios multi usos pensados y generados con el fin de mejorar la aislación térmica de la cubierta en caso de que no se realice la mejora en la cubierta, antes prevista, reducir el volumen interior del local, proporcionar espacios de guardados para situaciones de inundabilidad y que la permanencia de bienes sea más salubre evitando así mayores pérdidas.
 - 3- La aislación de muros con lana de vidrio y aplacado de yeso aporta una mejora en el comportamiento térmico del cerramiento, disminuyendo así la transmitancia térmica, que en la simulación 1 era elevada, a su vez esta permite flexibilizar la elevación de la instalación eléctrica, otra de las medidas que implementamos por motivos de inundación y seguridad. Debemos considerar los beneficios de implementar este tipo de medidas, la reforma tiene un bajo costo de mercado respecto al tipo de obra tradicional, mayor versatilidad, rápida sustitución en caso de inundación, y una rápida ejecución.
 - 4- La elevación de la instalación eléctrica es una medidas de adaptación a las inundaciones.
 - 5- Incorporación de sistemas de generación de energía, mejor conocida como energías limpias, se proponen paneles fotovoltaicos y colector solar, con el fin de reducir el consumo eléctrico.
 - 6- Mantenimiento de aberturas y/o sustitución de la misma, aquí se piensan dos medidas viables para el mejoramiento de las aberturas, por un lado, el mantenimiento y la incorporación de burletes de goma para generar hermeticidad en el cerramiento y otro son las protecciones tanto interiores como exteriores. Postigos de madera exteriores contribuyen a aislar de las bajas temperaturas en el período frío y reducir la radiación solar en el período caluroso, las protecciones interiores cumplen la misma función. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de la sustitución de las aberturas existentes por aberturas de aluminio, por ejemplo, que permitiría redimensionar los vanos, la reducción del volumen interior para una menor demanda de energía tanto para calefaccionar como para refrigerar, mayor durabilidad en el tiempo y ante eventos de inundación, etc.
 - 7- La colocación de protecciones interiores y exteriores móviles para los cerramientos horizontales (claraboya), flexibilizando su adaptación para cada período.
 - 8- La incorporación de áreas verdes en la vivienda como medida de mitigación a la radiación solar, jardines verticales, vegetación urbana, etc.
 - 9- La última medida y menos rentable es la sustitución de pisos de madera existente, por losa de H.A totalmente impermeable, tiene costos elevados, pero sería una medida viable desde el punto de vista térmico y saludable, ésta tiene como objetivo aislar la masa de agua contenida en niveles superior y evitar que suba a la superficie habitable. Mantener las cámaras de aire ventiladas a lo largo de toda la vivienda en una medida a tomar, ya que estas permiten amortiguar los eventos de inundación, y son los espacios que permitirán secar y remover la humedad una vez retirada el agua, además de tener un comportamiento térmico muy bueno.

La siguiente tabla resume las medidas propuestas, con costos estimados, los cuales para facilitar su expresión se indican en dólares americanos.

	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	EFFECTOS ESPERADOS	EVENTO DE REFERENCIA	COSTOS (US\$)	INTERVENCIÓN
1	Aislamiento en cerramiento horizontal: Colocación de sobretecho sobre cubierta de bovedilla	Disminución de Temperatura Interior Media (TIM)	Olas de calor y frío	5100	98 m2 (2 dormitorios y estar)
2	Construcción de altillo	Proteger y guardar artículos, objetos y documentos de la vivienda. Espacio seguro y seco para permanecer en el periodo de inundación El entresuelo genera una cámara de aire que permite aislar la planta baja	Olas de calor y frío / inundación	4400	22 m2 en zona de servicio (cocina y baño)
3	Aislación de muros interior-exterior	Disminuir la transmitancia térmica de los cerramientos interiores-exteriores.	Olas de calor y frío	1470	42 m2 de muros en fachada
4	Elevar eléctrica	Mayor seguridad para los habitantes y menor pérdidas económicas posible	Inundación	1872	Intervención en cocina (12 puestas)
5	Incorporación de luces de emergencia con captación solar	Menor gasto energético (Implementación de estrategias activa) Posibilidad de mantener luces encendidas en periodos de inundaciones.	Inundación/Eficiencia energética	40	en patio y fachada
6	Sustitución de burletes	Minimizar las infiltraciones de aire y evitar corrientes de aire indeseado	Olas de frío	300	65 ml de burletes entre claraboya y ventanas exterior de madera en fachada
7	Colocación de lamina de baja emisividad en vidrios de claraboya	Disminuir en verano la radiación solar.	Olas de calor	460	20 m2 de claraboya
8	Incorporación de vegetación en patio y vereda pública	Absorción CO2 Disminución de ganancias solares Disminución de Temperaturas	Olas de calor	180	global
		Áreas verdes para absorción de volúmenes de agua	Inundación		
9	Sustitución de pisos de madera, por losa HA manteniendo cámara de aire.	Permanencia de los usuarios en la vivienda durante el evento y zona de almacenaje superior	Inundaciones	1600	50 m2 en 2 dormitorios
TOTAL ESTIMADOS DE INTERVENCIONES				15422	



4.7. Simulador energético 2

Esta segunda simulación corresponde a la totalidad de la vivienda donde se aplicaron algunas de las medidas de adaptación. La evaluación bajo condiciones de régimen pasivo con todas las mejoras aplicadas SIN la incorporación de acondicionamiento artificial eléctrico, tuvo como resultado un confort del 34%, disminuyendo levemente su valor respecto a condiciones iniciales. Disminuye el % de disconfort por calor casi a la mitad yendo de 16% inicialmente a un 8%, sin embargo, existe un incremento en el % de disconfort por frío el que asciende a 58% que se visualizarán a continuación mediante gráficos y tablas.

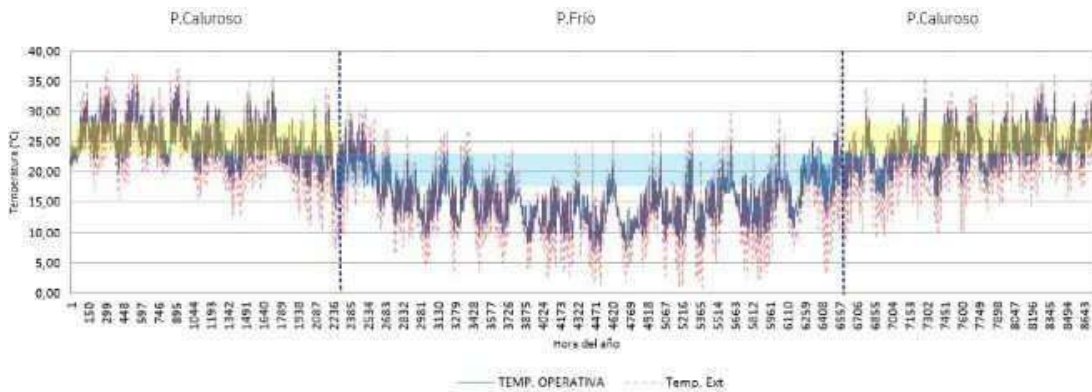
Medidas aplicadas:

- Aislación de muros
- Cambio de aberturas por aberturas de aluminio redimensionadas
- Colocación de entrepisos en sector de dormitorios secundarios y cocina
- Colocación de sobre techo de isopanel 15cm
- Cambio de piso madera por losa de H.A

Algunas consideraciones:

- El análisis de este comportamiento térmico interior es a nivel general de la vivienda
- Las medidas fueron aplicadas sectorialmente

Gráficos y tablas de confort SIM 2



MES	Número de días	Total de horas	Hora en Confort	Horas en disconfort por calor	Horas en disconfort por frío	% de horas en Confort	% de horas en disconfort por calor	% horas en disconfort por frío
1	31	744	425	177	169	57%	24%	23%
2	28	672	382	98	186	57%	15%	28%
3	31	744	325	72	341	44%	10%	46%
4	30	720	238	51	429	33%	7%	60%
5	31	744	198	11	533	27%	1%	72%
6	30	720	15	0	705	2%	0%	98%
7	31	744	26	0	718	3%	0%	97%
8	31	744	44	23	674	6%	3%	91%
9	30	720	256	23	439	36%	3%	61%
10	31	744	295	52	395	40%	7%	53%
11	30	720	326	83	309	45%	12%	43%
12	31	744	461	135	146	62%	18%	20%
Anual	365	8760	2991	725	5044	34%	8%	58%

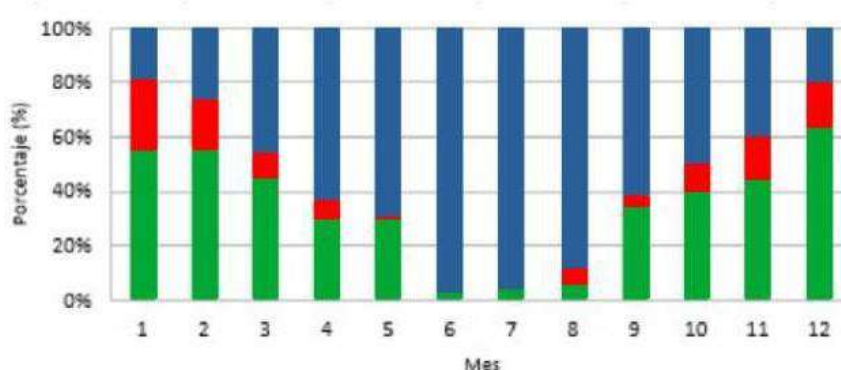
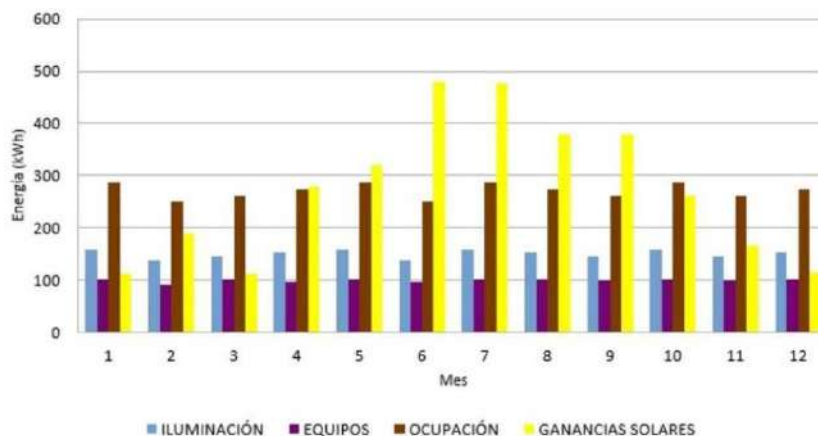


Gráfico de ganancia de energía



El comportamiento normal de las ganancias solares asciende en el verano y desciende en el invierno como mencionamos anteriormente, pero en este caso particular la tipología constructiva de la vivienda niega la entrada de radiación solar directa en casi la totalidad de horas al año. Además, aplicadas las medidas de adaptación como la aislación de muros las ganancias disminuyen al interior de la vivienda, no superando los 500 W/m².

Las ganancias generadas por los equipos en funcionamiento continúan siendo bajas al igual que las ganancias por ocupación, y las ganancias del equipo de iluminación se mantienen constantes a lo largo del año.

Este diagrama muestra el perfil de temperatura a través de una pared compuesta por cinco capas, numeradas 1 a 5. El eje horizontal representa la distancia a través de la pared, y el eje vertical representa la temperatura. Las condiciones de contorno son:

- Interior: $t_i = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Exterior: $t_e = 4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$

El diagrama incluye una leyenda para:

- t : Línea sólida que representa el perfil de temperatura.
- $-x$: Línea punteada que representa el perfil de espesor.
- Condensación: Área sombreada que indica la zona donde ocurre la condensación del vapor.

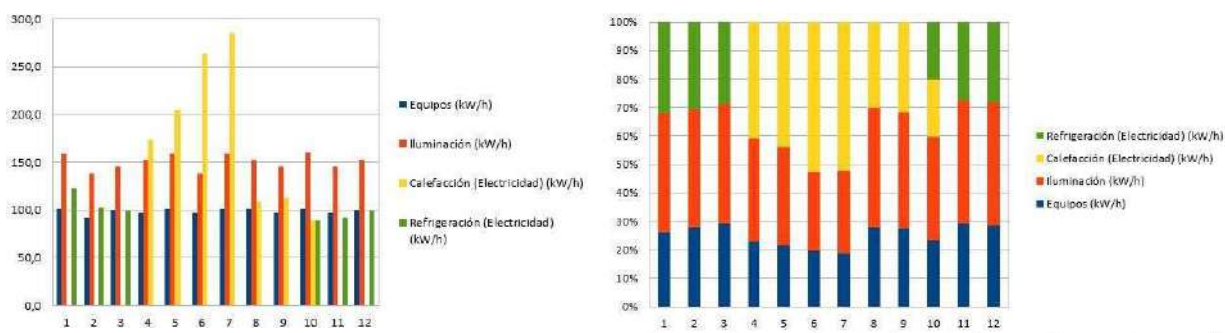
Se observan dos interfaces donde ocurre condensación: una entre las capas 1 y 2, y una más extensa entre las capas 2 y 3. El perfil de temperatura t muestra una discontinuidad (salto) en la interfaz 1-2 y una curva cóncava hacia abajo en la interfaz 2-3, típica de la condensación.

Diagrama de un muro de carga exterior de ladrillo hueco con mortero y aislamiento. El muro tiene una altura de 2,5m y una anchura total de 25cm. Las capas desde el exterior (EXT) hacia el interior (INT) son: Mortero Ext 2,5 cm, Tabique de Ladrillo de Campo, Mortero Int 2,5 cm, Lana de Vidrio 7cm y Placa de Yeso 1,2 cm. Las flechas indican la dirección del viento: EXT (exterior) y INT (interior).

En la siguiente tabla se presentan los consumos eléctricos. Determina el consumo mensual de equipos, iluminación, consumo de refrigeración y calefacción de la vivienda.

Date/Time	Equipos (kW/h)	Iluminación (kW/h)	Calefacción (Electricidad) (kW/h)	Refrigeración (Electricidad) (kW/h)
01/01/02	100,9	159,0	0,0	123,3
01/02/02	92,2	138,2	0,0	102,1
01/03/02	100,7	145,2	0,0	98,9
01/04/02	97,4	152,1	173,4	0,0
01/05/02	101,1	159,0	205,3	0,0
01/06/02	97,4	138,2	263,2	0,0
01/07/02	101,1	159,0	285,3	0,0
01/08/02	100,9	152,1	108,9	0,0
01/09/02	97,6	145,2	112,5	0,0
01/10/02	101,1	159,7	88,6	88,6
01/11/02	97,6	145,3	0,0	92,1
01/12/02	100,5	152,2	0,0	99,3

Hay un incremento en el consumo en el período frío ya que la vivienda sostiene un alto nivel de discomfort por frío, eso amerita al uso constante de calefacción. Esto no sucede en el período caluroso ya que la vivienda es relativamente “fresca” y no demanda tanta energía para refrigerar.



Éstas gráficas denotan lo que anteriormente fue determinado; dado % elevado de discomfort por frío, es allí donde se produce la mayor demanda de energía a lo largo del año.

Ante estos valores, resulta interesante poder satisfacer esa demanda a través de la aplicación de diferentes tecnologías y/o estrategias; una de las medidas a aplicar en este caso tipo, sería la incorporación de energías limpias, como paneles fotovoltaicos y colector solar. Además de plantean diferentes sistemas de calefacción de alta eficiencia energética, con el fin de producir un ahorro energético sustancial.

En este informe no se presenta el análisis y evaluación de esta propuesta, pero será parte de la tesis final que podrá ser consultada a posterior.

5. CONCLUSIONES GENERALES

El calentamiento de las ciudades y el aumento en frecuencias de olas de calor en un futuro cercano, exige poner mayor atención al tema según varios informes sobre cambio climático. Así también como otros fenómenos relacionados o concatenados, por ejemplo el aumento de noches cálidas, el aumento de precipitaciones, la aparición de islas de calor, entre otras. Cada uno de estos fenómenos y cambios, aumentan la vulnerabilidad de los seres humanos y con ello los riesgos de pérdidas físicas y/o materiales.

Bajo este escenario, este informe se presenta como una herramienta que proporciona algunas soluciones a éstas problemáticas, la cual a su vez responden a tres objetivos principales abordados. El primero, la adaptación edilicia a eventos de cambio climático, segundo aumento del confort térmico y calidad de vida y por último la búsqueda de ahorros energéticos.

La adaptación de las viviendas procura mitigar los impactos de estos cambios sobre la propia edificación, en este caso vivienda residencial como tal, con el objetivo principal de contribuir al aumento del confort térmico mejorando así la calidad de vida de los usuarios; lo que en consecuencia genera efectos positivos tanto a la salud mental como física. Suele asociarse a mejoras en prácticas de relacionamiento, aumento de autoestima, reducción de estrés y/o enfermedades transitorias o crónicas.

El tercer eje responde a lo que tiene que ver con ahorros energéticos, la participación y preocupación consiente por el medio ambiente, la búsqueda de fuentes de energías inagotables, y la contribución a la economía del país y a la economía de la propia familia. En este trabajo se incorporan las estrategias activas que cumplen el rol de mejorar el confort térmico en los momentos que con la propia edificación no se logra resolver dicho déficit, buscando reducir la demanda energética y colaborar con la acción de mitigación del cambio climático, reduciendo las emisiones de CO₂. El trabajo de investigación de ahorros energéticos con la aplicación de medidas queda para otro capítulo a desarrollar.

Es indispensable el previo conocimiento de las condiciones y/o identificación de problemas a revertir o solucionar, ya que estos varían según el objetivo. Se podrá evaluar mejoras únicamente conociendo el estado inicial de la misma.









6. ANEXOS



Anexo I: Tabla de medidas de adaptación

- Estrategias pasivas
- Estrategias activas

Anexo II: Tabla de datos de vivienda para simulación

Tabla de estrategias pasivas y medidas de adaptación

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS	ACCIONES QUE REDUCEN LA VULNERABILIDAD	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN				COSTOS ESTIMADOS			ASESORAMIENTO TÉCNICO	IMAGEN (modo de ejemplo)
		INTERVENCIONES	DETALLE DE LA INTERVENCIÓN /DISEÑO	UBICACIÓN	INSTALACIÓN	UNIDAD	U\$S	FUENTE		
Ventilación natural	Espacios ventilados, renovación de aire y temperatura	Incorporar aberturas que puedan generar ventilación cruzada en la vivienda	Diferentes alternativas	Muros y techos	Permanente	unidad			Diseño de la intervención	
Intoc. Mitigación de ganancias de calor	Emprego de vegetación, como forma de protección total o parcial a la edificación	Elección correcta de la orientación de la vivienda y composición de vegetación como protección a la vivienda	La orientación se plantea para obra nueva / obra existente: pergolas, vegetales/enredaderas	En el predio: patios, terrazas, balcones	Puede ser permanente o temporal				Nos siempre es necesario	
MGC	Usar materiales de construcción de colores claros, especialmente en el techo	Pintura para techos	Colores claros (blanco) para vivienda calurosas	Techos	Permanente con mantenimiento / Temporal	m2 Membrana líquida Impermeabilizante	30	Empresa local	Nos siempre es necesario	
MGC	Instalar una barrera radiante que ayude a reducir las ganancias de calor por radiación a través del techo.	papel brillante	membrana asfáltica	Techos	Permanente con mantenimiento / Temporal	m2 Membrana asfáltica	10	Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Asesoramiento en tipos, costos, colocación, entre otros.	
MGC	Utilizar cubiertas y fachadas vegetales como protección solar	Techos verdes	Ecología Urbana Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes	Techos	Permanente	m2	90	Techo Fácil	Ingeniería/arquitectura/horticultura/sanitaria	
MGC		Muros verdes		Muros exteriores/Fachadas	Permanente	m2			Ingeniería/arquitectura/botánica/sanitaria	
MGC	Instalar ventanas de alto rendimiento / Usar acristalamiento que admita el ingreso de luz y calor solar, pero que reduzca la pérdida de calor.	Doble vidrio hermético (DVH)	DVH: DVH, Low E- bajo emisivos; DVH con gas (Argón, Krypton)	Aberturas en general	Permanente	Unidad Ventana corrediza 140x110	428	Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Empresas que las comercializan	
MGC	Instalar protecciones solares en ventanas y puertas (voladizos, toldos o arasoles operables)	Aleros	Diferentes alternativas de sistemas y orientación	Exteriores, generalmente sobre aberturas	Permanente o Temporal	m2 alero de fibrocemento		Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Diseño adecuado, costos, entre otros	
MGC		Paredes verticales	Diferentes alternativas de sistemas y orientación	Exteriores, generalmente sobre galerías, pasillos	Permanente	m2		Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Diseño adecuado, costos, entre otros	
MGC	Proteger las superficies más expuestas al viento mediante vegetación, cerramientos, o estructuras exteriores.	Parasoles o celosías	Diferentes alternativas de sistemas y orientación	Aberturas en general	Permanente o Temporal				Diseño adecuado, costos, entre otros	
MGC		Diferentes tipos de Toldos	Diferentes alternativas de sistemas y orientación	Exteriores, generalmente sobre aberturas	Temporal	unidad dimensiones 3x2.5 m	40	Empresa local	Empresas que las comercializan	

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS	ACCIONES QUE REDUCEN LA VULNERABILIDAD	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN				COSTOS ESTIMADOS			ASESORAMIENTO TÉCNICO	IMAGEN (modo de ejemplo)
		INTERVENCIONES	DETALLE DE LA INTERVENCIÓN / DISEÑO	UBICACIÓN	INSTALACIÓN	UNIDAD	US\$	FUENTE		
MGC y MPC	Utilizar materiales aislantes en la envolvente de la edificación	Colocación de aislantes térmicos en cubierta existente	Diferentes alternativas según la cubierta que se tenga	Parte exterior del techo	Permanente con mantenimiento	m ²		Empresa local	Elección de la terminación de cubierta, asesoramiento estructural, costos	
		Colocación de cielorrasos con aislantes térmicos	Diferentes alternativas de cielorrasos	Parte interior del techo	Permanente o temporal	m ² cielorraso de yeso	40	Costos de componentes de obra finca agosto 2019	No siempre es necesario	
		Panel sandwich (sustitución de techos existentes o elección para techos nuevos)	Variedad de opciones	Techos	Permanente	m ²	114,79	Empresa local	Elección del techo, asesoramiento estructural, costos	
	Instalar una barrera aislante que ayude a reducir las ganancias de calor por radiación a través del techo.	Sobre techo generando cámaras de aire sobre cubiertas existentes	Diferentes alternativas según la cubierta que se tenga	Techos	Permanente	m ² sobretecho de chapa sobre correas 2x2	52	Costos de componentes de obra finca agosto 2019	Elección del sobretecho, asesoramiento estructural, costos	
	Instalar persianas aislantes, cortinas pesadas, o protectores de ventaneras operables para reducir las pérdidas de calor durante las noches en invierno y entrada de calor durante el día en verano.	Cortinas interiores. En caso de que no se puede usar protectores solares exteriores usar cortinas contra el frío y el calor.	Cortinas black out	Absorcas del lado interior	Temporal	unidad roller black out 196x195	99	Empresa local	Empresas que las comercializan	
		Persianas exteriores	Favorecer persianas exteriores con lamas reflectantes que permiten aprovechar de la luz.	Absorcas del lado exterior	Permanente / temporal	m ² Cortina de enrollar completa PVC y colocación	75	Costos de componentes de obra finca agosto 2019	Empresas que las comercializan	
		Postigos	Diferentes variedad y materiales	Absorcas del lado exterior	Permanente / temporal	unidad			Empresas que las comercializan	







DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS	ACCIONES QUE REDUCEN LA VULNERABILIDAD	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN				COSTOS ESTIMADOS			ASESORAMIENTO TÉCNICO	IMAGEN (modo de ejemplo)
		INTERVENCIONES	DETALLE DE LA INTERVENCIÓN / DISEÑO	UBICACIÓN	INSTALACIÓN	UNIDAD	U\$S	FUENTE		
MPC: Mitigación de pérdidas de calor	Utilizar materiales aislantes en la envolvente de la edificación para mantener la temperatura interior más uniforme, especialmente en la cubierta y muros exteriores	Colocación de aislantes térmicos sobre muros existentes	Ejemplo: Asimiento SATIE (ver)	Parte exterior del muro	Permanente	m2		Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Diseño adecuado, costos, entre otros	
			Variedad de opciones	Parte interior del muro	Permanente	m2	35	Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	No siempre es necesario	
		Sistemas constructivos no tradicionales	Diferentes alternativas de sistemas	Muros exteriores en	Permanente / Temporal	m3	990	Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Diseño adecuado, costos, entre otros	
MPC		Colocación de tiras de baja emisividad o láminas aislantes térmicas que se pegan al vidrio	Valor SEI	Vidrios en ventanas y puertas	Permanente / Temporal	m2 lámina y colocación	23	Empresa local	Empresas que las comercialicen	
MPC	Utilizar entradas tipo cámara de aire, para minimizar las infiltraciones de aire y eliminar corrientes de aire indeseadas en sitios fríos y ventosos.	Construir entradas tipo vestibulo cuando hay espacio y posibilidad de modificar	Tabiques livianos fijos y/o móviles	Interior de la vivienda / acceso	Puede ser Permanente o Temporal	m2	800-1200	Costos de componentes de obra Inca agosto 2020	No siempre es necesario pero es recomendable	
MPC	Sellar cuidadosamente una edificación para minimizar las infiltraciones de aire y eliminar corrientes de aire indeseadas.	Burletes	Usar burletes apretados para ventanas y puertas para disminuir la filtración de aire.	Aberturas en general / umbrales en puertas	Permanente	mil	4,5	Empresa local	Empresas que las comercialicen	
MPC	Instalar ventanas de alto rendimiento / Usar acristalamiento que admita el ingreso de luz y calor solar pero que quite la pérdida de calor del interior de la	Marcos con rupturas térmica	En el caso de las ventanas una ruptura térmica puede ser un perfil separador de plástico embutido en el propio perfil que conforma la ventana.	Vienen incorporadas en aberturas	Permanente	unidad	300	Costos de componentes de obra Inca agosto 2020	Empresas que las comercialicen	
MPC		Afombras, moquetas, fieltros	Diferentes modelos	Sobre pisos existentes	Temporal	m2 Afombra moqueta u otro promado	30	Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Empresas que las comercialicen	
MPC	Utilizar materiales aislados en pisos con aislantes térmicos o alisar los pisos elevando los de suelo con cámaras de aire.	Sustitución del piso por materiales más calidos y aislantes térmicos	Pisos flotantes	Sobre pisos existentes / en cerramientos	Permanente	m2 Piso flotante de vinílico	44	Empresa local	Empresas que las comercialicen	
MPC		Dejar espacio de aire si los niveles de piso lo permiten	Diferentes terminaciones de pisos	Elevando de suelo natural	Permanente	m2	105	Costos de componentes de obra Inca agosto 2019	Diseño adecuado, costos, entre otros	

Tabla de estrategias activas y medidas de adaptación

ACCIONES QUE REDUCEN LA VULNERABILIDAD	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN				COSTOS			ASESORAMIENTO TÉCNICO	IMAGEN (por a modo de ejemplo)
	INTERVENCIONES	DETALLE DE LA INTERVENCIÓN / DISEÑO	UBICACIÓN	INSTALACIÓN	UNIDAD	U\$S	FUENTE		
Usar sistemas de calefacción de alta eficiencia energética	Estufas de pellets o leña	Sustitución de estufa de hogar abierto por estufa de alto rendimiento de doble combustión	Espacio estratégico para calefaccionar los ambientes	Permanente	unidad y kit de instalación/ IVA incluido y sin instalación	550 - 3117	Empresa local	Empresas que las comercializan / Diseño de colocación	
Instalar ventiladores de techo en habitaciones de larga permanencia.	Ventiladores	La decisión de compra de este tipo de sistemas, debe ser basada no en el precio inicial de inversión del sistema, sino en la eficiencia del equipo.	en techos	Permanente / Temporal	unidad e instalación	86 - 105	Empresa local con instalación	Técnico electricista	
Usar sistemas de aire acondicionado de alta eficiencia energética	Aire acondicionado inverter tipo A		en muros	Permanente / Temporal	unidad e instalación	423	Empresa local con instalación	Instalador Aire acondicionado	
Instalar sistemas de energías renovables a partir de energía solar.	Instalación de paneles solares	Se deberán instalar a una altura mayor al máximo nivel de inundación previsto.	Sobre cubierta de la misma edificación o a una altura superior al último nivel	Alternativa	unidad	37-90	Web	Instalador eléctrico / Técnico en Instalaciones Energía Solar	
					instalación	1500	Intalador local		
	Instalación de Termotanques solares	Detalle del equipo de alta presión, 20 tubos, 200 litros	Sobre cubierta de la misma edificación o a una altura superior al último nivel	Permanente	instalación	405	Intalador local	Instalador sanitaria / Técnico en Instalaciones Energía Solar	
					unidad	830	Web		
Usar electrodomésticos energéticamente eficientes	Electrodomesticos	La decisión de compra de este tipo de electrodomesticos, debe estar basada no en el precio inicial de inversión, sino en la eficiencia del equipo.	Heladeras, lavarropas, secarropas, lavavajillas, etc.	Temporal	unidad de heladera	285	Empresa local	Empresas que las comercializan	
Instalar elementos que permitan minimizar el empleo de agua caliente	Sustitución de Calefón	Los calefones tipo A que son eficientes en materia de consumo (litros de UTE) con capacidad superior o igual a 50 litros	Normativa de UTE	Temporal	unidad tanque de cobre 60 litros	337	web	"Plan recambio UTE"	
	Perifoneador, atomizador o atomizador de agua	Filtro: es un tapón con forma de colador que se coloca en las griferías.	Grifería de agua caliente (también en agua fría)	Permanente	unidad	10 a 50	Web	Instalador con manual	
Usar hornos/calderas energéticamente eficientes	Calderas de baja potencia para viviendas unifamiliares o construcciones de pequeño tamaño.		diferentes espacios: gral. Subsuolos, sótanos, planta baja	Permanente	Unidad + instalación		Web	Empresas que las comercializan	
Usar sistemas de iluminación energéticamente eficientes.	Lámparas Led o de bajo consumo		Toda (a vivienda)	Permanente	Unidad	2 a 5	web/ variedad de precios y tipos	No es necesario	
	Atenuador electrónico o dimer	Graduar la luz al mínimo necesario	Espacios que se consideren necesarios	Permanente	Unidad	7 a 10	web/ variedad de precios y tipos	No es necesario	
	Incorporar sensores de movimiento (infrarrojos, ultrasónicos, duales)		Espacios que se consideren necesarios.	Permanente	Unidad	7 a 20	web/ variedad de precios y tipos	No es necesario	
	Lámparas Led solar		Espacios exteriores (patios) que se consideren necesarios	Permanente	Unidad	7 a 30	web/ variedad de precios y tipos	No es necesario	

Tabla de datos de vivienda para simulación

MURO EXT. M1								
Capas	Esp. (m)	K(w/m.K)	p(Kg/m2)	Cp (J/Kg.K)	Rm	α_s	α_v	ϵ
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Ladrillo de campo	0,3	0,79	1600	920		0,55		0,93
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Espesor total muro	0,35							
MUROS EXT. M2								
Capas	Esp. (m)	K(w/m.K)	p(Kg/m2)	Cp (J/Kg.K)	Rm	α_s	α_v	ϵ
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Ladrillo de campo	0,25	0,79	1600	920		0,55		0,93
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Espesor total muro	0,30							
MURO EXT. M3								
Capas	Esp. (m)	K(w/m.K)	p(Kg/m2)	Cp (J/Kg.K)	Rm	α_s	α_v	ϵ
Mortero	0,02	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Ladrillo de campo	0,125	0,79	1600	920		0,55		0,93
Mortero	0,015	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Ladrillo de campo	0,05	0,79	1600	920		0,55		0,93
Mortero	0,02	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Espesor total muro	0,23							
MURO int. T01								
Capas	Esp. (m)	K(w/m.K)	p(Kg/m2)	Cp (J/Kg.K)	Rm	α_s	α_v	ϵ
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Ladrillo de campo	0,125	0,79	1600	920		0,55		0,93
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Espesor total muro	0,175							
MURO int. T02								
Capas	Esp. (m)	K(w/m.K)	p(Kg/m2)	Cp (J/Kg.K)	Rm	α_s	α_v	ϵ
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Ladrillo de campo	0,125	0,79	1600	920		0,55		0,93
Mortero	0,015	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Ladrillo de campo	0,05	0,79	1600	920		0,55		0,93
Mortero	0,025	1,4	2100	1000		0,2		0,9
Espesor total muro	0,24							
Cubierta Tipo Bovedilla								
Capas	Esp. (m)	K(w/m.K)	p(Kg/m2)	Cp (J/Kg.K)	Rm	α_s	α_v	ϵ
Mortero de compresión	0,08							
Mortero de relleno	0,08							
Ladrillo de campo	0,11	0,035	20	1420		0,2		0,9
Perfil de Hierro	0,03							
Espesor total cubierta	0,3							
*se estima 0,03 de espesor de perfil hierro dado que no es una capa aislada, sino se encuentra dentro del espesor del ladrillo.								
PISO P01 (Madera)								
Capas	Esp. (m)	K(w/m.K)	p(Kg/m2)	Cp (J/Kg.K)	Rm	α_s	α_v	ϵ
Tirantería de madera	0,15	1,1	1800	1000		0,8		0,9
Entablonado de madera	0,025	1,1	1800	1000		0,2		0,9
Cámara de aire variable								
Sustrato compactado								
* Las cámaras van desde los 0,9cm hasta 1,5m								

ACTIVIDAD										
Días a la semana	Horario Lun a Vie	Zona	Cant. Personas	A. suelo (m2)	Densidad (pers./m2)	Fracción latente	Factor		Clo(inv.)	Clo(ver.)
7	0:00 a 24:00	Escritorio	1	18,6	0,05	0,42	1	0,90	1	0,5
7	0:00 a 24:00	Dormitorio I	2	26,73	0,07	0,42	0,925	0,90	1	0,5
7	0:00 a 24:00	Dormitorio II	1	20,47	0,05	0,42	0,79	0,90	1	0,5
7	0:00 a 24:00	Dormitorio III	1	17,48	0,06	0,42	0,79	1,00	1	0,5
7	0:00 a 24:00	Cocina	1	8,58	0,12	0,42	0,85	0,93	1	0,5
7	0:00 a 24:00	Despensa	0	16,1	0,00	0,42		0,90	1	0,5
7	0:00 a 24:00	Deposito	0	18,63	0,00	0,42		0,93	1	0,5
7	0:00 a 24:00	Estar-Comedor	4	27,87	0,14	0,42	0,86			
7	0:00 a 24:00	Patio c/ claraboya	2	62,75	0,032		0,82			
7	0:00 a 24:00	Baño	1	6,76	0,148	0,42	1			

EQUIPO-ILUMINACION		
Consumo fijo	20,00%	100,00%
08:00 a 17:00	30,00 %	40,00 %
17:00 a 23:00	50,00%	50,00%
23:00 a 08:00	20,00%	100,00 %

CONTROL AMB.	
Heating Setpoint Temperatures	
Heating (°C)	22
Heating set bac	-50
Cooling Setpoint Temperatures	
Cooling (°C)	24
Cooling set bac	100
Ventilation Setpoint Temperature	
Min indoor tem	23,5

EQUIPOS									
Zona	Horario Uso	Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Fracción rad.	Potencia total	A. suelo	Densidad de P(W/m2)	Factor rad. Promedio
Escritorio	08:00 a 10:00	Computadoras	1	73	0,1	126	18,6	11,76	0,20
		Monitores	1	23	0,4				
		Impresoras	1	30	0,3				
Dormitorio I	21:00 a 23:00	TV	1	90	0,4	120	26,73	8,40	0,20
		Cargadores	2	15	0,05				
Dormitorio II	21:00 a 23:00	Laptop	1	31	0,5	31	20,47	1,51	0,50
Dormitorio III	21:00 a 23:00	Laptop	1	31	0,5	31	17,48	1,77	0,50
Cocina	10:00 a 15:00	Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Fracción rad.	Potencia total	A. suelo	Densidad de P(W/m2)	Factor rad. Promedio
		Microondas	1	800	0,3	2310	8,58	269,23	0,47
		Hieladera	1	130	0,45				
		Calefón 20L	1	1200	0,6				
		Campana	1	180	0,4				
Despensa	10:00 a 15:00	SIN	SIN	SIN	SIN	-	16,1	-	-
		EQUIPAMIENTO	EQUIPAMIENTO	EQUIPAMIENTO	EQUIPAMIENTO	-	-	-	-
Deposito	INDISTINTO	SIN	SIN	SIN	SIN	-	18,63	-	-
		EQUIPAMIENTO	EQUIPAMIENTO	EQUIPAMIENTO	EQUIPAMIENTO	-	-	-	-
Estar / Comedor	10:00 a 23:00	Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Fracción rad.	Potencia total	A. suelo	Densidad de P(W/m2)	Factor rad. Promedio
		Equipo Musica	1	60	0,25	150	27,87	5,38	0,34
		TV	1	90	0,4				
		Calefón 60L	1	1500	0,6				

ESTIMATIVO APROX. CANT. LÁMPARAS								
Zona	Iluminación requerida(Lux)	Denominación de lámpara	Cant. Lámparas	Potencia de cada lámpara (W)	Rendimiento de c/ lámpara (W)	Flujo luminoso de c/lámpara(W)	A. Suelo	Iluminancia total (Lux)
Escritorio	400	FL T5 (16mm)	4	80	88	7040	18,6	757
Dormitorio I	250	FLCD	1	26	69	1794	26,73	34
Dormitorio II	250	FLCD	1	26	69	1794	20,47	44
Dormitorio III	250	FLCD	1	26	69	1794	17,48	51
Cocina	300	FL T5 (16mm)	1	80	88	7040	8,58	410
Despensa	200	FLCD	1	26	69	1794	16,1	56
Deposito	100	FLCD	1	26	69	1794	18,63	48
Estar-Comedor	100	FLCS	3	11	82	902	27,87	49

ESCRITORIO/ DORM I		ESCRITORIO/ DORM I		DORM I Y II	
MARCOS Y DIVISORES vent. 1.35 x 3.35		MARCOS Y DIVISORES vent. 0.90 x 3.35		MARCOS Y DIVISORES vent. 1.35 x 3.35	
Material	Marcos y divisores	Material	Marcos y divisores	Material	Marcos y divisores
Divisores		Divisores		Divisores	
Tipo	con parteluz	Tipo	con parteluz	Tipo	con parteluz
Ancho(m)	0,07	Ancho(m)	0,07	Ancho(m)	0,07
Divisores horizontales	2	Divisores horizontales	2	Divisores horizontales	2
Divisores verticales	1	Divisores verticales	0	Divisores verticales	0
Proyeccion ext (m)	0	Proyeccion ext (m)	0	Proyeccion ext (m)	0
Proyeccion int (m)	0	Proyeccion int (m)	0	Proyeccion int (m)	0
Inducción borde centro de	1	Inducción borde centro de	0	Inducción borde centro de	1
Marcos		Marcos		Marcos	
Ancho(m)	0,1	Ancho(m)	0,1	Ancho(m)	0,1
Proyeccion ext (m)	0	Proyeccion ext (m)	0	Proyeccion ext (m)	0
Proyeccion int (m)	0	Proyeccion int (m)	0	Proyeccion int (m)	0
Inducción borde centro de	1	Inducción borde centro de	1	Inducción borde centro de	1
Retranqueo		Retranqueo		Retranqueo	
Outside reveal depth (m)	0,25	Outside reveal depth (m)	0,14	Outside reveal depth (m)	0,2
Inside reveal depth 8m)	0	Inside reveal depth 8m)	0	Inside reveal depth 8m)	0
Inside sill depth (m)	0	Inside sill depth (m)	0	Inside sill depth (m)	0

7. REFERENCIAS CONSULTADAS

Pautas de diseño bioclimático para optimizar condiciones de confort y uso de energía en el sector residencial financiado por organismos públicos, para Uruguay, caso de clima complejo. Departamento de Clima y Confort en Arquitectura – Instituto de la Construcción. Facultad de Arquitectura UDELAR. Proyecto de Investigación financiado por el PDT – DICYT – MEC. 2006 / 2008.

Municipalidad de Curridabat. 2019. Islas de calor, impactos y respuestas: El caso del cantón de Curridabat. Curridabat-Costa Rica

Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable (INER). Ecuador

Síntesis del Informe Nacional Voluntario Uruguay -2019

Intendencia de Paysandú, Unidad de vivienda (2019): Programa de Rehabilitación Urbana - Informe 2018.

Intendencia de Paysandú (2017): Memoria Informativa del Plan de Local de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Ciudad de Paysandú y su Microrregión.

Intendencia de Paysandú (2018): Decreto N° 7719/2018, Plan de Local de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Ciudad de Paysandú y su Microrregión.

Ley N° 18.308, Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (2008).

Programa de Mejoramiento de Vivienda Innovación Social-2019. Proyecto Piloto. CAF-MIEM-, Eficiencia Energética-El Abrojo

.

.