



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

facultad de
arquitectura
y urbanismo



TRABAJO INTEGRADOR FINAL

Caracterización de envolventes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay.

Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable

Alumna: Arq. Sofía Sáez

Directora: Dra. Arq. Alicia Mimbacas (FADU – UdelaR - Uruguay)

Co-Directora: Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez (FAU – UNLP – Argentina)

Especialización en Arquitectura y Hábitat Sustentable
Facultad de Arquitectura
Universidad Nacional de La Plata

La Plata, Argentina
Marzo 2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	4
Resumen.....	5
CAPÍTULO 1. Introducción.....	7
1.1 Justificación temática.....	14
1.2 Entender el problema.....	19
1.3 Objetivo general.....	23
1.4 Objetivos particulares.....	23
1.5 Alcances y limitantes.....	24
CAPITULO 2. Fundamentos teóricos.....	25
2.1 La energía en Uruguay.....	25
2.2 Sistema Cooperativo en el Uruguay.....	30
2.3 Antecedentes investigativos.....	36
2.4 Variables termo-energéticas: justificación teórica.....	38
2.4.1 Tabla de símbolos y unidades.....	38
2.4.2 Principios de transferencia de calor.....	39
2.4.3 Régimen estacionario, variable y variable cíclico.....	41
2.4.4 La inercia térmica y su importancia en la arquitectura.....	46
2.4.5 Temperatura equivalente.....	47
2.4.6 La humedad y la condensación.....	50
2.4.7 Calidad del aire interior: caso particular del efecto nocivo de las micotoxinas producto de hongos y mohos.....	59
2.4.8 Confort térmico del usuario.....	70
2.4.9 Las condiciones climáticas y el diseño arquitectónico.....	72
CAPITULO 3. Metodología.....	78
3.1 Procedimiento de trabajo, normas aplicadas y herramientas utilizadas.....	78
3.1.1 Descripción.....	78
3.1.1.1 Justificación de la elección de la población de estudio.....	78
3.1.1.2 Justificación de la zona geográfica de estudio.....	82
3.1.1.3 Montevideo y la zona climática IVd según norma UNIT 1026, estrategias de diseño para la envolvente opaca edilicia.....	83
3.1.1.4 Justificación de la unidad de análisis.....	86
3.1.2 Procedimiento de evaluación de los cerramientos.....	92
3.1.2.1 Resistencia y transmitancia térmica.....	92
3.1.2.2 Capacidad térmica.....	93
3.1.2.3 Retardo térmico y factor de amortiguamiento.....	93
3.1.2.4 Riesgo de condensación.....	93
3.1.2.5 Transmitancia térmica media ponderada.....	95
3.1.2.6 Corrección de la transmitancia térmica debido a puentes térmicos (caso de discontinuidad en el aislante).....	95
3.1.2.7 Temperatura equivalente (sol-aire) a la hora de Te máxima por plano.....	96

3.1.2.8	Temperatura superficial interior máxima y mínima.....	98
3.1.2.9	Densidad del flujo térmico en condiciones de invierno y verano.....	99
3.1.2.10	Costo de construcción por m2 de solución constructiva.....	100
3.2	Interpretación (diseño y lectura) de una ficha tipo.....	106
CAPITULO 4	107
4.1	Resultados: catálogo de fichas.....	107
4.2	Análisis, discusión y recomendaciones.....	116
4.2.1	Análisis y discusión.....	116
4.2.2	Recomendaciones.....	125
CAPÍTULO 5	Conclusiones.....	129
	BIBLIOGRAFIA.....	133
	ANEXOS.....	141
	Programas universidades: mapa curricular Plan 2002 FADU-UdelaR; mapa curricular Plan 2015 FADU-UdelaR; plan de estudios 2017 FARQ-ORT	
	Listado actualizado de IATs	
	Guía de vivienda 2015. Extracto Programa Cooperativas	
	Gráficos ejemplo de Cooperativas del CCU, de donde se extrajeron algunas de las soluciones constructivas	
	Reportes HTerm 3.0	
	Cálculos del resto de las variables del perfil termo-energético	
	Planillas de cálculo del perfil económico – costos unitarios	
	Folletos técnicos de algunos de los materiales utilizados en las soluciones constructivas: bovedilla de hormigón “Stalton” y bloque vibrado de hormigón (ambos de la Empresa Hopresa), sistema EIFS y poliestireno expandido (ambos de la Empresa Bromyros).	
	Paneles Resumen	

Agradecimientos

A todos los docentes de la Especialización en Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Universidad Nacional de La Plata, por la enseñanza brindada y la transferencia de conocimientos en cada una de las áreas temáticas.

A mi directora y codirectora, Alicia y Analía respectivamente, por la paciencia, generosidad en su transmisión de conocimientos y el tiempo dedicado.

A los colegas del Centro Cooperativista del Uruguay, por la buena predisposición y la información brindada, esencial para la realización del presente trabajo.

A mis compañeros de la Especialización, por haber estado siempre disponibles para apoyarnos y sacarnos dudas.

Por último, pero no menos importante, a mi padre, porque compartimos esta hermosa profesión y sin duda alguna fue el pilar fundamental para la realización de la presente investigación; así como también a mi madre y hermana por su confianza y apoyo incondicionales.

Resumen

Uruguay se encuentra actualmente atravesando un período de transición, dentro de un marco de metas a nivel gubernamental que ya viene de décadas atrás (por ejemplo con las actuaciones a nivel habitacional a partir de la creación del INVE –Instituto Nacional de Viviendas Económicas- en 1930 hasta el MVOTMA en 1990), en la búsqueda de lograr un permanente mejoramiento en los niveles de vida de su población. En tal sentido, esta tarea implica esfuerzos y promociones en el área de la educación, la salud, y mayoritariamente en lo que a la vivienda refiere; siendo ésta última precisamente la que motiva el presente trabajo a la luz de las acciones realizadas por el Gobierno a efectos de solucionar el problema habitacional de los sectores medios y bajos, los que a su vez requieren de distintos tipos de intervención.

Por otro lado, la construcción en el medio urbano (y en el marco de la “ciudad formal”) del Uruguay, deja en evidencia anomalías en la concepción misma de los edificios, manifestadas en defectos y vicios constructivos bastante comunes y perjudiciales para sus ocupantes. Estos aspectos deficitarios de la construcción que generan distintas patologías en la obra terminada y que se manifiestan durante el uso de la misma –siendo muchas veces casi de inmediato-, se originan mayoritariamente en la concepción del hecho arquitectónico y luego en la concreción del mismo (esto es, qué se construye y cómo se construye), generando anomalías y perjuicios a diversos niveles: desde el sanitario (al ser responsables de “la mala calidad del aire interior”, generando muchas afecciones respiratorias, alergias, e incluso físicas -caso reumáticas-), haciendo que colapsen los servicios de salud en ciertas épocas del año propicias a estos malestares; hasta el económico, al ser necesarios reparaciones y trabajos de mantenimiento en plazos y tiempos no previstos en la concepción inicial del edificio. Asimismo, tienen incidencia también negativa en la economía global del país, al requerir a los usuarios el uso de climatizadores que mejoren los ambientes interiores que se habitan, con el consecuente consumo de combustibles y energía que traen aparejado erogaciones tan imprevistas como innecesarias acentuando la crisis energética. Tales circunstancias, sumadas a la gran oferta en el mercado de tecnologías que no siempre son apropiadas desde el punto de vista de la eficiencia energética, terminan provocando un gasto de energía que generan facturas mensuales muy difíciles de solventar para gran parte de la población. La consecuencia lógica e inmediata es la restricción en el uso de los sistemas de climatización, con la disminución resultante del nivel de confort para el usuario.

Cabe preguntarnos entonces: ¿Cómo es que construimos? ¿Qué hacemos mal? La respuesta alcanza desde el plano de la concepción misma del proyecto hasta el de la ejecución (en cuanto a la mano de obra y dirección capacitada); y parece requerir una mirada introspectiva crítica hacia la formación de los profesionales de la construcción. Es ésta una tarea en la que la academia ha visto seriamente comprometida su actuación por una insuficiente disponibilidad económica acorde a las actuales demandas de la sociedad uruguaya, generándose importantes déficits tanto respecto a disponibilidad locativa como docente para la enseñanza, lo que tiene un inevitable impacto en la formación de los futuros técnicos. Siendo la arquitectura una tarea de por sí integradora de variadas y muchas veces muy diferentes disciplinas, la situación explicitada conduce

a que a nivel de grado se enseñen y expongan a menudo como si fueran completamente independientes, soslayando las influencias recíprocas que la concreción de cada una puede tener sobre las otras. Muchas veces, el arquitecto carece de los conocimientos técnicos necesarios para realizar un correcto diseño de una envolvente edilicia, cómo analizarla teóricamente y cómo elegir los materiales con que se va a construir (con ciertos criterios o parámetros, evidentemente dejando de lado la cuestión de costos); pero sobre todo carece de herramientas que contemplen rigor técnico para exponerlas al cliente a efectos de poder tener un argumento técnico, contundente e irrefutable, sobre las mejores opciones, dejando que prime el aspecto económico o estético sobre la solución adoptada.

La problemática mencionada se ve potenciada por la fragmentación en la información que se presenta en general en la literatura especializada con relación a los distintos procedimientos de estudio de las envolventes, por lo que el objetivo principal del presente trabajo por lo tanto, será el evaluar los distintos perfiles de las soluciones constructivas de envolventes opacas tradicionales más utilizadas en las Cooperativas de Vivienda del Depto. de Montevideo, con un enfoque desde la eficiencia energética, de la cuestión constructiva, y desde el punto de vista de los costos, analizando dos ejes cuantitativos de estudio (integrados en las fichas) y otro cualitativo (parte del análisis de los resultados). Lógicamente de este proceso de integración, surge la propuesta de un modelo replicable de análisis de envolventes edilicias en general, y el instrumento en este caso serán fichas que nucleen cada uno de los ejes estudiados, para que el método sea más asequible y didáctico al profesional que lo vaya a llevar a cabo.

Asimismo, surgen de este planteo otros objetivos particulares, como por ejemplo el generar un compendio de fichas que servirán tanto a nivel académico como profesional; para tener un marco teórico de referencia que permita, durante el tiempo de uso del inmueble (o de su vida útil prevista), verificar los resultados de la teoría aplicada hacia esa directriz de evitar el derroche energético, patologías edilicias asociadas a un mal diseño de la envolvente térmica, mala calidad del aire interior y enfermedades en el usuario. Inexorablemente de este proceso de integración y discusión de los resultados, surge como segundo objetivo particular, la generación de un modelo replicable que se podría extender a cualquier tipo de envolvente opaca edilicia, ya sea de carácter tradicional como alternativo, cuyo instrumento serán las fichas.

Finalmente, y en base a las características generales de la zona climática en la que se encuentra Montevideo y al programa arquitectónico en estudio –vivienda-, como tercer objetivo particular surge el realizar una síntesis ponderada de las principales recomendaciones para el diseño de las envolventes opacas edilicias, de forma de garantizar el confort térmico del usuario y la no probabilidad de ocurrencia de patologías asociadas a un mal encare del problema en este sentido.

INTRODUCCIÓN

El camino hacia la sustentabilidad en Uruguay.

Ser sustentable como premisa de supervivencia de la humanidad y su aplicación en un país subdesarrollado.

A lo largo del transcurso de la Historia, la cuestión de la sustentabilidad, del control de las condiciones ambientales del hábitat humano y del confort tal y como lo entendemos hoy en día, tuvo distintos momentos de esplendor y decadencia (partiendo del “derecho al sol” y lo relacionado al control climático interior en la era Romana y época Vitruviana, perdiéndose durante una época más sombría de la evolución del Hombre que involucra a la Edad Media y retomándose su importancia recién hacia los inicios de la Modernidad). En este sentido, la importancia de la Sustentabilidad en todos sus niveles de actuación y sus alcances para el futuro de la Humanidad comenzó a tomar una nueva real trascendencia en la segunda mitad del siglo pasado. Pasada ya la Revolución Industrial, durante la denominada “Era de la Máquina” en la que el progreso era demostrado a partir de la industrialización y la explotación excesiva de la naturaleza en base a la premisa de que se trataba de un recurso “inagotable e infinito”, en pleno auge de la construcción de los rascacielos (que tenían una fuerte carga simbólica detrás, asociados a la idea de progreso, bienestar, y avances técnicos, revalorizando y dándole una nueva connotación a zonas olvidadas y marginadas), representan grandes monumentos que poco importaba cómo se acondicionaban desde el punto de vista del confort ambiental, pues respondían a una necesidad de la época que estaba vinculada con el consumo y la explotación técnica. Es entonces que, a partir de la crisis del petróleo en 1973, hubo un punto de inflexión en este nuevo modus vivendis, dado básicamente a raíz de la suspensión de la exportación de crudo por parte de los países árabes miembros de la OPEP en respuesta al apoyo que impartieron algunos países a Israel en la Guerra Árabe-Israelí.



Figura 1: Parodia de la crisis de 1973 del petróleo.

Fuente: <http://crisiseconomica1970.blogspot.com.uy/> [Consulta marzo 2017]



Figura 2: Crisis de 1973 del petróleo USA.

Fuente: <http://sihistoria.blogspot.com.uy/2013/05/la-crisis-economica-de-los-anos-70.html>

[Consulta marzo 2017]

Por ese entonces comenzó a manifestarse una creciente preocupación por el incremento del consumo de los combustibles fósiles que no sólo tenían una reserva acotada sino que la situación se agravaba de manera muy preocupante debido a un crecimiento casi exponencial de la demanda de energía a nivel mundial y del precio del crudo que se había casi cuadruplicado. El incremento del consumo de los combustibles era reflejo de un aumento en el consumo de bienes y servicios en la población, reflejo además del “modelo de sociedad estadounidense”, en pleno período del denominado “Euforia Consumista”. No obstante la importancia del hecho, en forma paulatina e inevitable otros problemas no menos apremiantes y trascendentes - además de vinculados a través de la relación causa/consecuencia - se fueron sumando hasta arribar al momento actual en el que la situación de riesgo para la Humanidad engloba tanto el tema del agotamiento de las reservas de combustibles fósiles como el del debilitamiento de la capa de ozono, el calentamiento global, el cambio climático, la deforestación, la extinción de especies (animales y vegetales), y un importante incremento en la demanda mundial de servicios (desde los mínimos relativos a la vivienda, la salud y la alimentación). En este escenario de preocupación es que repercute directamente en la producción de energía -en pleno crecimiento de su demanda- apareciendo así los primeros movimientos a cargo de organizaciones oficiales entre países. Se celebraron entonces reuniones y congresos a nivel mundial tales como la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, la Cumbre de Kyoto (de donde nace el Protocolo con el mismo nombre), la Cumbre de Doha celebrada en el año 2012, o la más reciente Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP 22) realizada en el pasado año 2016.

Rápidamente se hizo evidente que la “crisis energética” que la Humanidad estaba padeciendo iba más allá del agotamiento de las reservas de los combustibles fósiles, los que incluso podían prolongar las posibilidades de su explotación en función de nuevos yacimientos que fueran apareciendo. Lo que pronto apareció como indiscutible era que antes que los mismos combustibles, se agotaría la capacidad del planeta para absorber, procesar o neutralizar las consecuencias provenientes de su empleo abusivo, no solamente a nivel de residuos sino fundamentalmente a nivel de las transformaciones que el mismo ocasionaba en el ambiente: el ya mencionado cambio climático

(calentamiento de los océanos, aumento del nivel del mar, alteraciones en los regímenes de corrientes marinas, de vientos y lluvias, etc.); alteración en fenómenos climáticos naturales, modificación del equilibrio ecológico (afectación de flora y fauna, extinción de especies, etc.). Prueba de este escenario en permanente “involución” son algunos de los casos que ha creado el Hombre en afán de preservar a la especie: por ejemplo la bóveda de semillas de Svalbard, diseñada y construida en el año 2008 en un archipiélago Noruego, con capacidad para soportar cualquier desastre natural (como sismos o volcanes) y en el que se albergan más de 4000 especies de semillas provenientes de todos los climas y regiones del mundo, no tuvo previsto por parte de los especialistas (al margen de los peores escenarios simulados), el elevado calentamiento de la Tierra en estos últimos años, lo que provocó que la capa superficial de hielo -permafrost- que estaba pensada para que fuese un método de contingencia para refrigeración de las semillas, comenzara a derretirse casi 10 años más tarde y se filtrara al interior del recinto, generando roturas de la estructura interior por congelamiento. (WIKIPEDIA, [disponible online] https://es.wikipedia.org/wiki/B%C3%B3veda_Global_de_Semillas_de_Svalbard#Capacidad_del_banco [consulta diciembre 2017])

La problemática ambiental y el paradigma de la sustentabilidad: ¿qué está pasando con la construcción de edificios en Uruguay?

Es común escuchar hablar de “sustentabilidad”, “sostenibilidad”, “green”, “ambientalmente amigable”, etc., y muchas veces son términos que se toman con total liviandad, pues el hecho de ser o no ser sustentable no es un estado emocional ni temporal en la vida de uno, sino, como profesionales en el ramo de la construcción, se debería de tomar inmediata conciencia y ponderarlo como un nuevo modo de vida. Así de hecho lo destaca Brian Edwards:

“los edificios, fundamentales para la vida y el consumo, podrían reducir los efectos ecológicos adversos a través de un mejor proyecto que considere cuestiones sostenibles”. De hecho, “la arquitectura por sí sola no puede resolver los problemas medioambientales del planeta, pero puede contribuir significativamente a la creación de hábitats humanos más sostenibles”. (Edwards, 2004, p. 7)

El arquitecto que tome a la sustentabilidad como un “modus vivendis”, como una herramienta coherente para desarrollar sus edificios – desde la idea arquitectónica hasta la construcción, posterior operativa del mismo y la gestión de la demolición del mismo – sin duda alguna contribuirá a la postura que necesariamente se debe de asumir en estos temas. En este sentido, solo bastará con aplicar un criterio técnico riguroso al análisis primario que todo profesional debería realizar, como por ejemplo en lo que implica al estudio de las condiciones climáticas del lugar donde se emplazará la obra, en la elección de los materiales (que tengan el menor impacto posible en su extracción, manipulación y transporte), en la propia configuración arquitectónica del edificio y su envolvente material, en la generación de los residuos y su ciclo de vida, entre otros tantos factores.

Al referir a los términos “sostenible” y “sustentable”, es común a nivel global el empleo de uno o uno de forma indistinta. Sin embargo, a pesar de que ambos no sean

sinónimos, adjetivando a la arquitectura comparten la connotación de un profundo respeto por el medio ambiente y la conservación de los recursos, promoviendo en definitiva el uso más adecuado de los materiales y la energía. Trasladando estos términos al ámbito arquitectónico, se encuentra una definición muy acertada difundida por el Arq. Norman Foster como *“la creación de edificios que sean eficientes en cuanto al consumo de energía, saludables, cómodos, flexibles en el uso y pensados para tener una larga vida útil”* (Edwards, 2004, p. 21). Ahora bien, si se realiza un poco de retrospectiva, es evidente que este no es un concepto moderno ni inventado recientemente, sino muy por el contrario, nos retrotrae a las raíces de la “buena arquitectura” donde, ya el propio Vitruvio en sus “Diez Libros de Arquitectura”, planteaba la necesidad de ubicar y orientar correctamente los edificios de acuerdo a las condicionantes climáticas del lugar de emplazamiento:

“Los edificios privados estarán correctamente ubicados si se tiene en cuenta, en primer lugar, la latitud y la orientación donde van a levantarse. Muy distinta es la forma de construir en Egipto, en España, en el Ponto, en Roma e igualmente en regiones o tierras que ofrecen características diferentes, ya que hay zonas donde la tierra se ve muy afectada por el curso del sol; otras están muy alejadas y otras, en fin, guardan una posición intermedia y moderada. Como la disposición de la bóveda celeste respecto a la tierra se posiciona según la inclinación del zodiaco y el curso del sol, adquiriendo características muy distintas, exactamente de la misma manera se debe orientar la disposición de los edificios atendiendo a las peculiaridades de cada región y a las diferencias del clima” (VITRUVIO, 1997, p. 144)

Debe destacarse que aunque el resultado sea similar, los enfoques son distintos según la época que se trate. Con esto hay que referirse al hecho de que desde siempre el hombre buscó su bienestar y confort, y por lo tanto la preocupación por el acondicionamiento térmico quedaba demostrado (caso, las indicaciones de Vitruvio); pero es solo desde mitades del siglo pasado que a esta preocupación se le suma la del cuidado del medioambiente y de la racionalización en el aprovechamiento de los recursos naturales. Desde este punto de vista, todos los desarrollos de los Griegos y Romanos en materia de confort y climatización pareciera que quedaron olvidados conforme la Humanidad fue evolucionando (como se mencionó precedentemente sobre todo en la época de la Edad Media), hasta llegar a la Revolución Industrial y con ella subsiguientemente a la “Era de la Máquina”. En ésta prima otro concepto de domesticidad y confort: los recursos naturales parecen ilimitados y el concepto en este momento es consumir para llegar al confort, en todos los ámbitos.

Ya hacia la década del ‘50 y ‘60, surge y toma impulso el Movimiento Moderno en Arquitectura, donde priman otros aspectos como la forma (dándole carácter monumental al edificio), o la función (sobre la correcta resolución de las instalaciones técnicas que devengarán en el confort del usuario, insistiendo en que es otra idea de “confort” que se maneja, distinta a la connotación actual). La premisa es realizar edificios de “piel y hueso” (estructura de hormigón armado y cerramientos plenos de vidrio, que conectan el interior del mismo con la naturaleza circundante). Esto puede comprobarse, por ejemplo, en la mítica Casa Farnsworth (Illinois, 1951), del Arq. Mies Van Der Rohe, donde las experiencias que su propietaria relató fueron que el entorno era ideal pero la vivienda no cumplía su función como tal, resultando “inhabitable”; o en el Seagram Building (Manhattan, 1958), obra del mismo arquitecto, que contempla una piel

totalmente vidriada y sin ningún tipo de acondicionamiento, donde primaba la idea de planta libre y sobre todo, de que el edificio fuera una obra monumental que revitalizara la zona y le diera una suerte de “identidad” al lugar. En ninguno de los dos casos importaba suministrarle de forma indiscriminada la cantidad de energía que demandara para mantenerlo climatizado y por lo tanto en condiciones de confort, pues se trataba de una época en que la producción de petróleo estaba en plena expansión.

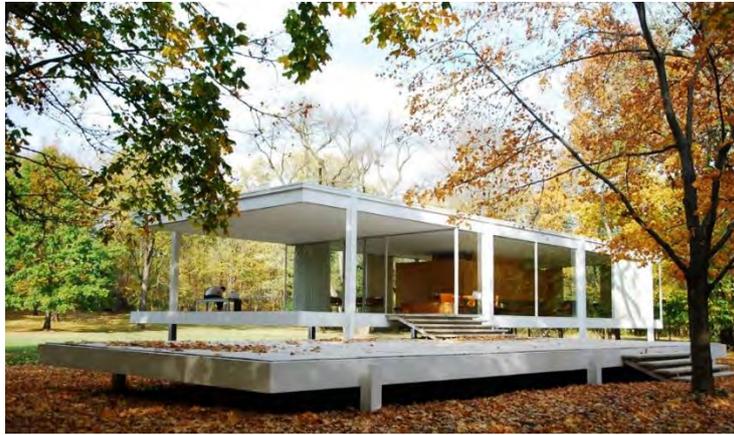


Figura 3: Casa Farnsworth, Ludwing Mies Van Der Rohe

Fuente:

<http://portfolios.uniandes.edu.co/gallery/25927335/Dibujo-Analogo-Casa-Farnsworth-201501>
[Consulta marzo 2017]



Figura 4: Seagram Building, Ludwing Mies Van Der Rohe

Fuente:

http://architectuul.com/architecture/view_image/seagram-building/7599 [Consulta marzo 2017]

Otro ejemplo de esta época pero geográficamente más próximo a nuestro medio es la Casa Curutchet (La Plata, 1953), realizada por Le Corbusier. Vale la pena recordar que en su arquitectura, en general invertía grandes esfuerzos en cuestiones de asoleamiento e iluminación natural. Sin embargo, en este ejemplo no quedó del todo resuelto, pues sus propietarios originales denunciaron que debieron abandonarla luego de poco tiempo de uso (apenas dos años), y declararon que era inhabitable por el calor y los contrastes

tan altos de luces y sombras que acentuaban el deslumbramiento constante. Este hecho queda plasmado en imágenes de la época de la vivienda, donde los propietarios colocaban durante la época de verano una suerte de esterillas livianas de paja y cortinas de tela densa y opaca para protegerse de alguna forma, del extremo calor acentuado por el efecto invernadero que aportaban los grandes paños vidriados.



Figura 5: Fotos antiguas de la Casa Curutchet cuando estaba habitada por la familia Curutchet.

Fuente: CZAJKOWSKI, Jorge. *“Le Corbusier en La Plata. La casa y su desempeño ambiental”*. Presentación de clase en el marco del Seminario de Auditoría Energética de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable, FAU-UNLP, 2016, p. 3 (izq.) y p. 9 (der.)

Hacia el año 2005-2006, un equipo multidisciplinario de la Universidad de La Plata liderado por el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, presentó el análisis y discusión sobre el monitoreo realizado en la vivienda Curutchet¹ con instrumental de precisión (en este caso microadquisidores de temperatura y humedad) en el XI Encuentro Nacional de Tecnología no Ambiente Construido en Brasil. Además del monitoreo de las condiciones reales, el equipo de especialistas efectuó simulaciones computacionales para analizar el comportamiento térmico-lumínico de la misma, con el objetivo de comprobar si lo que habían vivido los propietarios era verídico o solo cuestiones subjetivas. Los estudios arrojaron resultados indiscutibles: mientras que en invierno el comportamiento de la misma era bastante aceptable por considerarse los aportes de calor en niveles admisibles y que apoyaban a las condiciones de confort debiendo apelar a relativamente poco uso de energía auxiliar; durante la época más calurosa se confirmaron los relatos de la familia Curutchet: debido a los altos valores de irradiancia solar, al efecto invernadero y a la no protección ni sombreamiento de los paños vidriados, la temperatura interior de la vivienda se mantiene extremadamente elevada

¹ CZAJKOWSKI, Jorge. CORREDERA, Cecilia. DIAZ, Cristian. MERRO, Daniel. *Comportamiento higrotérmico de la Casa Curutchet de Le Corbusier en La Plata, Buenos Aires, Argentina*. 2006. 10p. [Disponible online] http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_0258_267.pdf [consulta diciembre 2017]

durante la mayor parte del día, haciendo imposible su estancia en el interior de los locales.

Esta época de experimentaciones por parte de los máximos exponentes de la Arquitectura Moderna, representa un escenario de buenas voluntades pero pocos conocimientos técnicos en materia de acondicionamiento ambiental y control climático interior. Es decir, tenían buena intención pero poco rigor técnico, eran ensayos de prueba y error que a veces funcionaban y otras no. Este momento de la historia denominado como se dijo anteriormente como “Euforia Consumista” (1945-73), se va a caracterizar principalmente por la generalización del estilo norteamericano de vida: en pleno período de la Guerra Fría, la sociedad norteamericana de clase media crece exponencialmente en riquezas y poder adquisitivo, acarreado consigo un nuevo concepto de domesticidad, colmado de consumo y de la idea de que había que realizar una explotación intensiva de los recursos naturales (que se consideran renovables e ilimitados), siendo ésta la única forma de “alcanzar el confort” para este nuevo modelo de sociedad. Este punto es interesante traerlo a tema dado que este nuevo modelo de vida implicaba, entre otras cosas, el consumismo de aparatos extremadamente tecnológicos (para lo que era la época) a efectos de conseguir los niveles de confort deseados en el interior de los edificios, sin importar la cantidad de energía que consumían. Una muestra clara de lo que la sociedad estaba viviendo son los collages que hacia 1956 Richard Hamilton realizó sobre la Cultura Pop: en la imagen a continuación, destaca la figura central de dos personas desnudas pero en comodidad plena, haciendo elogio del confort que pueden alcanzar al tener equipos de climatización (costosos y de tecnología de punta, que además se dejaban a la vista de expofeso, como muestra del poder adquisitivo).



Figura 6: Collage de John McHale y Richard Hamilton titulado “Just what is it that makes today's homes so different, so appealing?” (1956)

Fuente: <https://wishyallwerehere.com/2016/01/23/once-you-pop-you-cant-stop-part-1/richard-hamilton-just-what-is-it-that-makes-today%C2%92s-homes-so-different-so-appealing-1956/>
[consulta diciembre 2017]

La intención al nombrar estos casos no es criticarlos duramente ni demostrar que al International Style poco le importaba el acondicionamiento térmico ni el control de las condiciones ambientales interiores en pro del confort de los usuarios, sino la razón es entender que respondían a las necesidades de una época, época que además el

petróleo abundaba y por tanto ni se sospechaba la crisis energética futura, por lo que los edificios se transformaban en exponentes de estética y monumentalidad a los que, para mantener las condiciones de confort, solo bastaba con suministrar toda la energía que requirieran, si en definitiva, ésta sobraba. Con el transcurso de los años y a raíz de los problemas ambientales y energéticos que fueron apareciendo, además de haber evolucionado los criterios de confort en parte por el avance en las tecnologías, es necesario y fundamental adaptarse y “aggiornarse”, y para ello es primordial un cambio de mentalidad a nivel macro, y más aún a nivel más particular por ejemplo de los planes de estudio desde los niveles universitarios y de especialización post graduación.

Parecería entonces, que la sustentabilidad es la tendencia que va a seguir la arquitectura durante el siglo XXI. Es el nuevo paradigma: la era primero de la conservación y más actualmente de la racionalización en el uso de la energía. Ello implica la consideración de las condiciones climáticas y topográficas locales, la eficiencia en relación al uso de los materiales y aprovechamiento de los recursos naturales, el estudio de la energía incorporada y las emisiones asociadas a la construcción, la reducción del uso de la energía para climatización e iluminación apoyándose en fuentes de energía renovable, la minimización del balance energético global del edificio, el cumplimiento de las necesidades del confort higrotérmico y ambiental del interior del edificio, entre tantos otros factores.

En definitiva, un edificio tiene que servir al usuario de protección de las inclemencias climáticas exteriores, logrando con su envolvente material independizarlo de lo que esté ocurriendo en el entorno. Este asunto de la habitabilidad y el confort deberían de alguna forma “amigarse” con la forma y la función, ya que como diseñadores no podemos soslayar la cuestión de la estética, a tal punto que no debemos ser extremistas de crear “monumentos inhabitables” ni “máquinas termodinámicas” que queden en la memoria de la retina como adefesios bien resueltos desde el punto de vista técnico, pero no formal. Como todo en la vida, se debe de buscar un punto de equilibrio, priorizando algunos aspectos fundamentales de acondicionamiento por ejemplo, y soslayando otros de menor importancia como los económicos (o al menos que no se valoren como la primer cuestión).

1.1 Justificación temática

Todo se trata de tomar conciencia ecológica

Muchos han sido –y siguen siendo aún hoy en día- los esfuerzos de los Estados para combatir esta problemática que viene creciendo día a día; pues desde el año 1972, año en el que se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo sobre Medio Ambiente Humano, se han ido suscitando sucesivos encuentros y acuerdos internacionales en pro de una mejora en este sentido. Quizás las más conocidas han sido en 1987 el acuerdo sobre Nuestro Futuro Común (Our Common Future²), de donde surgió el Informe Brundtland remitido a ONU sobre Desarrollo Sostenible y donde por primera vez se define este término; en 1996 la Conferencia de Kioto sobre el

² ONU. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987. 300P. [Disponible online] <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [consulta junio 2017]

Calentamiento Global y en 2002 la Cumbre de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible. La alta preocupación sobre el cambio climático y las consecuencias que él acarrea hizo que el papel de los Estados dentro de las tres dimensiones de la pirámide de la sustentabilidad cobrara una fuerza extraordinaria. Si bien Uruguay no participó de estos eventos a nivel internacional, sí es evidente que no está alejado de este escenario de preocupación con respecto al medioambiente, pues se han creado varias medidas de acción en este sentido. La forma que ha tenido de participar en esta toma de conciencia, es promoviendo mediante la creación de leyes, normativas, fideicomisos, e incluso incentivos -como exoneraciones fiscales para quienes opten por invertir en proyectos de carácter sustentable-, en los distintos niveles de actuación (nacional, departamental, local). Son medidas que aún sin ser de gran trascendencia dado que su alcance es bastante limitado, para la dimensión del país vendría a ser como “la colocación de la piedra fundamental” en estas temáticas. En tal sentido y cronológicamente, una de las herramientas diseñadas para afectar positivamente en la eficiencia energética a nivel de la edificación, radica en la Normativa de la Intendencia Municipal de Montevideo vigente desde el año 2009, que acota a estándares mínimos aceptables las transmitancias térmicas máximas admisibles tanto en cerramientos verticales como horizontales (Resolución N°2928/09 con posterior aprobación y puesta en vigencia con la N°5424/09). Su finalidad es lograr una mejor calidad de estos dispositivos no sólo buscando niveles plausibles de confort térmico, sino además un mantenimiento menor para maximizar su vida útil. Como apreciación personal, es evidente que la Resolución mencionada cumple con los requerimientos de forma incompleta, dado que atiende solamente los de nivel departamental, soslayando los de nivel nacional. Es así que quedan sin atención por ahora, las exigencias que demandan las otras zonas del país, por ejemplo desde el punto de vista climático.

De lo dicho precedentemente, merece realizarse una comparación de nuestra normativa con un modelo real de un país ampliamente avanzado en estas temáticas como es el caso de España. Allí existe el Código Técnico de la Edificación cuyo ámbito de aplicación alcanza a todo el territorio. Dicha norma, incluye todos los aspectos inherentes a la construcción de edificios desde la implantación hasta las terminaciones, pasando por la estructura, la albañilería, las instalaciones y los acondicionamientos, y específicamente dentro de ellos, todo lo concerniente a los niveles de confort, la eficiencia energética y la sustentabilidad. Y esto es solo con respecto a las variables térmicas de los cerramientos, pues los demás elementos que ayudan a la sustentabilidad de las edificaciones, caso el etiquetado, la certificación energética, etc., terminan de darle un cierre a este aspecto para que sea una evaluación completa en el eje termo-energético de los edificios.

Comparativamente, cabe resaltar que la primera carencia en Uruguay es la inexistencia de una normativa de alcance nacional. En segundo lugar y como corolario de lo dicho antes, destacar la escasa relevancia de la norma departamental aludida, con aparente insuficiencia. La misma, si bien no necesitaría de especificaciones por zonas climáticas dado lo exiguo de su área de aplicación (solo Montevideo), debería al menos ser menos laxa en sus valores para los distintos cerramientos, de acuerdo tanto a su posición (vertical u horizontal), como a su orientación (E, N, O, S), así como incluir al suelo entre los mismos, en lo que a envolvente opaca refiere; e incluso no referirse solo a un aspecto del comportamiento térmico (transmitancia), sino mínimamente ampliarlo al estudio

higrométrico, sobre todo a sabiendas que nuestro aire tiene un alto contenido de humedad durante la mayor parte del el año, favoreciendo la aparición de patologías edilicias en este sentido. Basta solo con moverse unos kilómetros hacia Argentina, y encontrar que la Norma IRAM contempla muchísimos de estos aspectos no considerados en nuestra norma, así como encontrarse el caso del etiquetado energético de carácter optativo en la Pcia. De Santa Fe.

En un plano más general se deberían considerar las regulaciones impuestas o propuestas a la arquitectura en base a las pautas de una Arquitectura Sustentable inmersa ésta y formando parte de un todo mayor que sería el Desarrollo Sustentable. Entiéndase éste como una filosofía comunitaria que exige a toda la sociedad en su conjunto el compromiso de asumir un modelo de desarrollo en el que coexisten e inciden los aspectos económicos, políticos, ambientales y sociales reflejados en un consumo de bienes y servicios inteligente, ponderado y extremadamente prudente, con el norte puesto en su proyección hacia el futuro. La sustentabilidad puramente económica pasa así a un mismo plano de importancia que la sustentabilidad energética, ambiental y cultural incluyendo igual valoración para el desarrollo social y científico de la población.

El Desarrollo Sustentable entonces procurará alcanzar los más altos estándares de vida para la población sin detrimento de las posibilidades de las generaciones futuras para lograr el mismo fin. Como puede apreciarse, la Arquitectura como arte, técnica o ciencia tiene, a través de un enfoque sustentable de la misma, un lugar de privilegio en la búsqueda de dicho objetivo.

Tomar conciencia también es una cuestión de Estado

A la gestión de estimular e impulsar el desarrollo de la eficiencia energética se suman así las acciones específicas contra el calentamiento global y el agotamiento de los combustibles fósiles entre otros problemas ambientales, impartidas por parte de nuestro Gobierno. Se aplica como concepto a la mayor parte de las actividades (y objetos en ellas empleados) que integran la vida diaria: desde una lámpara eléctrica, pasando por los vehículos en los que el hombre se desplaza así como los electrodomésticos que utiliza, e incluso hasta la vivienda en la que habita.

Es posible distinguir tres factores y otros tantos planos de acción que promueve nuestro país en concreto a lo que la Eficiencia Energética en los edificios respecta. Por un lado, un primer plano referido a la investigación y consecuente aumento de la tecnología disponible; por otro, un segundo elemento que recoge la voluntad de los gobiernos manifestada a partir de las políticas estatales adoptadas; y finalmente, un tercer y último componente que incluye todo lo referente a los usuarios, sobre todo sus intereses económicos, así como sus expectativas en el logro de una mejor calidad de vida.

Todo proyecto sustentable cuenta con el aporte de estos tres factores variando la incidencia de cada uno, de acuerdo a las características propias del proyecto, así como a la capacitación y el empeño de los arquitectos, la voluntad del gobierno de turno o las políticas establecidas anteriormente y la capacidad económica, las prioridades y la información en poder de los usuarios.

La construcción de un edificio sustentable implica el manejo de estrategias edilicias de acondicionamiento pasivo, aplicación de tecnologías de avanzada como apoyo a las primeras, un poder político que mire más allá de su período de gobierno y promueva políticas de largo alcance para la población (o que haya existido anteriormente con esa orientación) y una plantilla de usuarios suficientemente informada y concientizada no sólo de las ventajas y conveniencias de optar por el consumo de la arquitectura sustentable, sino convencido que es la única opción en la materia que a mediano y largo plazo será posible adoptar a su comunidad en particular y a la Humanidad en su conjunto. Este último punto resulta fundamental ya que el usuario en una construcción sustentable tiene que tener una postura activa, para que éste funcione óptimamente aprovechando los recursos naturales.

La adopción de políticas estatales referentes al tema energético trasciende en general al período de gobierno en el que se aprueba y a sus propios titulares, por lo que se necesitan de amplios consensos que incluya a todas las fuerzas políticas que integran el espectro de cada nación. El Uruguay, particularmente, se encuentra hoy regido por una Propuesta Energética global aprobada en el año 2008 y con vigencia hasta 2030, y basada en cuatro pautas. En tanto que las dos primeras trascienden en general a varios períodos de gobierno, las dos últimas requieren de revisiones periódicas y ajustes que normalmente se ubican dentro de un mismo período. Esta Política Energética contempla varias líneas de acción, en las que existen varios ejes estratégicos en juego. La finalidad principal de ésta es lograr satisfacer a costos accesibles todos los requerimientos de energía tanto de la población como de los sectores productivos de forma de que sean competitivos. Para alcanzarla se diseñan cuatro principales ejes de acción: el Eje Institucional; el Eje de la Oferta; el Eje de la Demanda; y el Eje Social.

Como somera descripción de cada uno, en el caso del Eje Institucional, la política energética queda bajo la concepción y la conducción del Poder Ejecutivo (PE) a través de sus organismos especializados: Ministerios, Direcciones, Comisiones, Unidades Reguladoras, etc. El PE será el encargado y responsable de la planificación, la evaluación y la conducción de la política energética así como de su control sobre el sector público y privado, procurando que éste contribuya al crecimiento y consolidación del aparato productivo nacional.

Por otro lado, el eje de la Oferta de Energía, contempla como objetivo general diversificar la matriz energética, concentrándose en ampliar el espectro de las fuentes tanto como de los proveedores de energía, buscando mayor protagonismo de las fuentes nacionales y dentro de éstas las renovables, desplazando así en lo posible el uso del petróleo, con el fin último de bajar los costos, y disminuir por lo tanto, la contaminación así como la dependencia de los hidrocarburos.

En tanto, el caso del Eje de la demanda de energía tiene como propuesta centrarse en realizar las acciones pertinentes ante los usuarios de manera de que en toda la actividad cumplida por ellos, tanto a nivel doméstico como industrial o comercial, y en todos los niveles y campos de utilización, se considere a la Eficiencia Energética como componente básico de la actividad, promoviéndose a esos efectos los cambios culturales que sean necesarios.

En el plano de los objetivos particulares, y dentro de la promoción de la Eficiencia Energética, el Estado tendrá un papel fundamental tanto como ejemplo visible por el uso que de ella haga en el funcionamiento de sus órganos de gobierno, como en el impulso que otorgue a la difusión de las ventajas del sistema en todas las formas posibles de llegar al público general. El Estado deberá disponer de una normativa adecuada para el fin buscado, así como una legislación impositiva flexible y que prevea tanto exoneraciones como recargos en la medida que la conducta de los usuarios se acerque o se aparte de las metas perseguidas. Como complemento, dispondrá de mecanismos apropiados para la financiación necesaria a esos fines cuando las circunstancias lo indiquen.

Finalmente, el Eje social promueve lograr que todos los sectores de la población tengan posibilidad de acceso al uso domiciliario de la energía a costos accesibles tanto como que el sector productivo lo tenga para lograr una competitividad adecuada a nivel industrial y comercial.

Todas las líneas de acción propuestas, básicamente se orientan a lograr importantes estatus técnicos para los organismos especializados y dedicados al tema (Dirección Nacional de Energía, URSEA) así como la consolidación en los mismos de sus capacidades de fiscalización y regulación, con aplicación y seguimiento de un marco normativo en permanente modificación y perfeccionamiento. Promover además los vínculos energéticos dentro del ámbito regional, el desarrollo de la infraestructura necesaria y los mecanismos de financiación público-privados acordes a esa realidad.

Otras medidas significativas refieren a los instrumentos propuestos por parte de diversos organismos estatales, fundamentalmente el Ministerio de Industria, Energía y Minería y la Intendencia Municipal de Montevideo, herramientas que promueven a distintos niveles y en distintos ejes de participación proyectos de eficiencia energética. En este sentido, caben mencionar el Fideicomiso de Eficiencia Energética (FEE) – fondo de garantías destinado a incentivar a las empresas de todos los rubros, que implementen medidas de eficiencia energética en sus plantas, obteniendo a partir de ellos beneficios fiscales; la Línea de Asistencia para la Eficiencia Energética (LAEE) –fondos reembolsables con el objetivo fundamental de apoyar proyectos de eficiencia energética en etapa de diagnóstico de la línea de base e identificación de oportunidades de mejora; los Certificados de Eficiencia Energética (CEE) -documentos emitidos por el MIEM que indican cuánta energía útil efectivamente se ahorró a partir del proyecto de eficiencia energética implementado, recibiendo una remuneración económica por tal concepto-. Específicamente a nivel residencial, se desarrolló en el 2012 por parte de la IMM, el Modelo SuAmVi -Sustentabilidad Ambiental de la Vivienda-, modelo de certificación de carácter voluntario, de concepción similar a LEED, y que pretende premiar a las construcciones en base a distintos niveles de actuación con una categoría de sustentabilidad. Cabe resaltar que hasta el momento, sea por poca difusión o por tratarse de una herramienta voluntaria, no se ha certificado ningún proyecto. Finalmente, la herramienta más reciente desarrollada entre el MIEM, MVOTMA, UTE y la IMM, lanzada a mediados del 2017, es el Programa de Apoyo a la Eficiencia Energética – Préstamos para la mejora de viviendas usadas, que tiene por objetivo diagnosticar deficiencias energéticas y patologías asociadas a las mismas en viviendas usadas (cuyos propietarios se listen al programa), proponiendo una serie de mejoras en función

de lo diagnosticado, de forma de mejorar la calidad de vida, el confort y descender costos asociados a climatización y mantenimiento. La contracara de esta iniciativa muy buena, es que los arquitectos que son los responsables de realizar los diagnósticos fueron elegidos en base a un sorteo, sin requerimientos de conocimiento mínimo en la temática ni mucho menos especialistas en el área ni con experiencia en trabajos similares previos. Como complemento a este plan, la Facultad de Ingeniería y la de Arquitectura, desarrollaron dos herramientas informáticas para evaluar, una el comportamiento higrotérmico de las envolventes opacas -HTerm 3.0- y otra, el desempeño energético de un edificio (en su versión inicial solo para viviendas) -EDEE-, ambas disponibles gratuitamente en la web de la Dirección Nacional de Energía.

Sin duda alguna, y como apreciación personal, una de las más importantes metas y con alcance más general en estos proyectos, es la de promover la concientización y sensibilización en la ciudadanía respecto a la Eficiencia Energética, profundizando en su difusión a través de todos los canales posibles, incorporando su conocimiento y difusión incluso desde las primeras etapas de la enseñanza.

1.2 Entender el Problema

La mayor parte de nuestro parque edilicio construido, sobre todo luego de la primera mitad del siglo pasado y al que le llegan grandes influencias del “Movimiento Moderno” en la Arquitectura, contempla construcciones del tipo de obra tradicional, en general con estructura independiente de pilares y vigas y cerramientos de mampostería cerámica. Solo basta con observar la producción edilicia de aquella época (y que continúa construyéndose hasta el día de hoy), en las distintas zonas de Montevideo así como también del interior del país, para encontrar una prevalencia de losas bien marcadas y vistas exteriormente, cerramientos exteriores típicamente de ladrillo macizo con terminación vista o revocados, y con paños vidriados hacia las vistas principales del inmueble. En suma, una estructura principal notoriamente marcada y una “piel” en materiales absolutamente distintos en sus propiedades físicas y térmicas. En las imágenes siguientes se puede observar ese paneo general por distintos barrios de la capital, en donde este aspecto queda comprobado a simple vista.



Figura 7: Edificios de Montevideo

Fuente: <https://www.absolutviajes.com/attractivo-viaje-cultural-por-montevideo/>
[Consulta: mayo 2017]



Figura 8: Edificios de Montevideo – Rambla Sur República Argentina

Fuente: http://www.stonek.com/coment_es.php?outside=58455
[Consulta: mayo 2017]



Figura 9: Edificios de Montevideo – vista desde el Parque Villa Biarritz

Fuente: <http://uruguaydesdeloalto.com/villa-biarritz-montevideo/>
[Consulta: mayo 2017]

De hecho, aunque la estructura a simple vista no se viera independiente, fácilmente con herramientas como imágenes infrarrojas queda evidenciado que son solo revestimientos exteriores que en definitiva “esconden” a esta estructura haciendo parecer cerramientos de descarga continua, pero en realidad son “esqueletos” independientes que tienen distintas resistencias térmicas con respecto al resto del cerramiento, siendo traducido ello en una termografía a partir de distintas temperaturas y por ende, distinta

colorimetría. Las dos figuras a continuación de dos edificios típicos de un tradicional barrio capitalino comprueban el hecho mencionado.

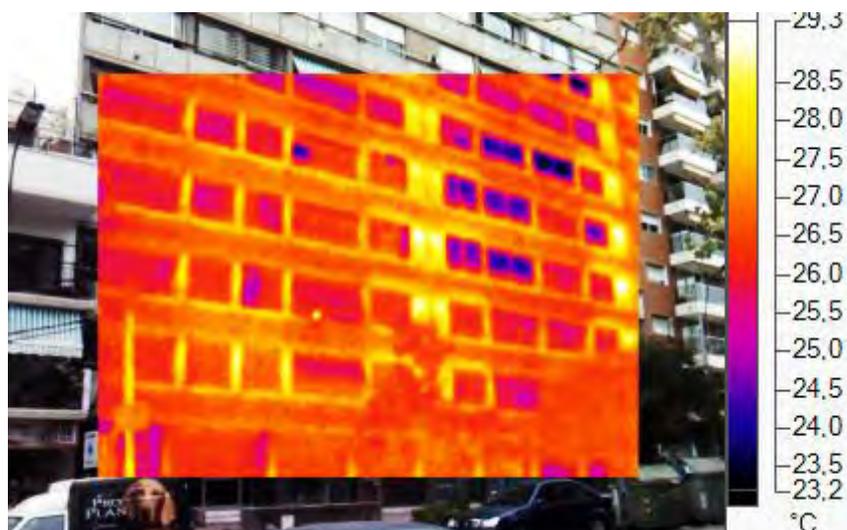


Figura 10: Termograma sobre imagen real de un típico edificio de vivienda ubicado en un tradicional barrio Montevideoano.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [junio 2017]

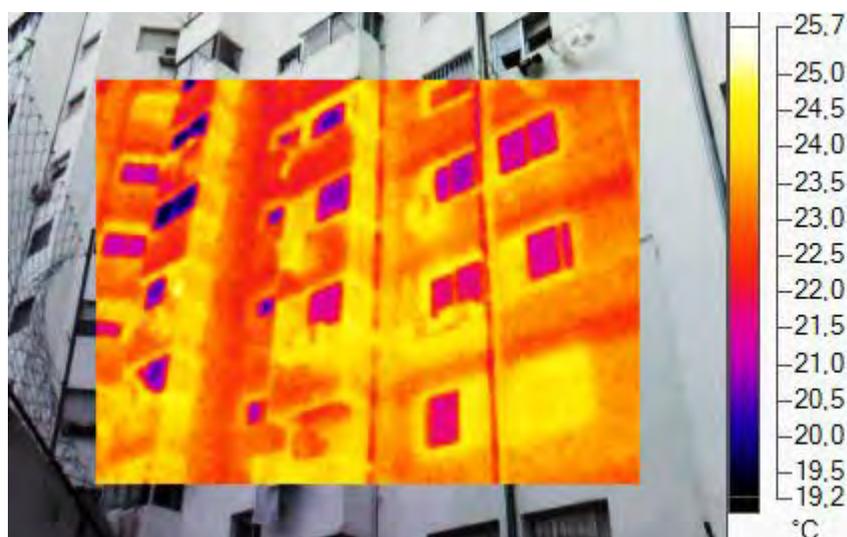


Figura 11: Termograma sobre imagen real de un típico edificio de vivienda ubicado en un tradicional barrio Montevideoano.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [junio 2017]

Esta percepción acerca de las tipologías de las soluciones constructivas opacas edilicias típicas de Montevideo se puede comprobar en las estadísticas del INE (Instituto Nacional de Estadística), en su encuesta continua de hogares; resultados resumidos y analizados en el Informe de la DNE sobre las “Características del Sector Residencial, datos 2013” (MIEM. [Disponible online]

http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf [consulta: mayo de 2017]), en donde se presentan los resultados de la encuesta de materiales predominantes en paredes y cubiertas. Así, en cerramientos verticales, la prevalencia en más de un 90% se encuentra en materiales del tipo ladrillo, ladrillo hueco (“ticholo” coloquialmente nombrado en Uruguay) o bloque, con terminaciones. De igual forma ocurre en los cerramientos horizontales, pues se observa una presencia del casi 50% de losas de hormigón armado con protección, pero sin acondicionamiento térmico. Los gráficos a continuación así lo resumen:

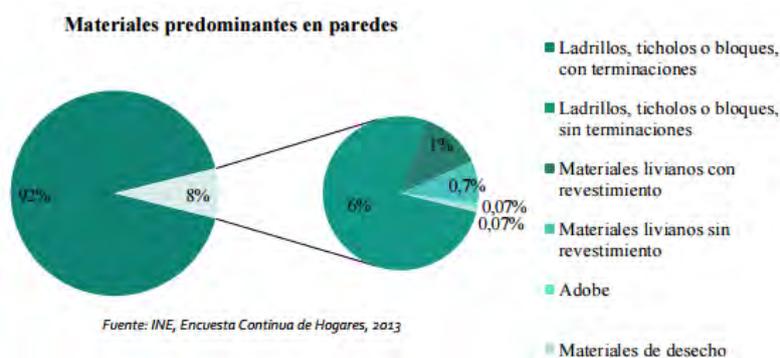


Gráfico 1: Materiales predominantes en paredes.

Fuente: informe residencial DNE datos 2013 p. 6

http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf

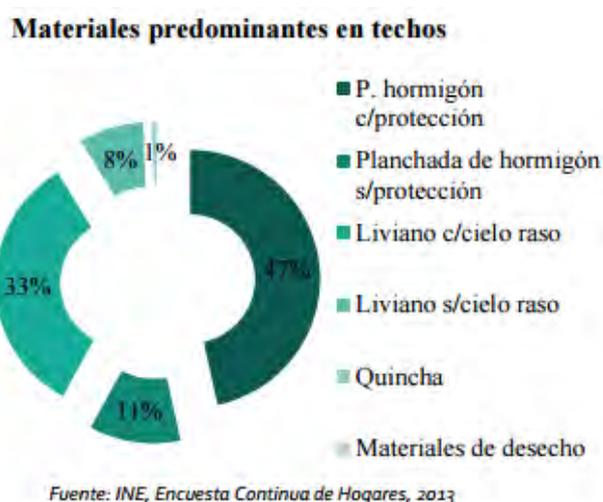


Gráfico 2: materiales predominantes en techos.

Fuente: informe residencial dne datos 2013 p. 7

http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf

Estas soluciones constructivas insuficientemente o deficientemente acondicionadas generan, a corto y mediano plazo, importantes problemas de confort térmico. Esto en conjunción con un mal hábito de uso por parte del usuario (generado tanto por

desconocimiento apropiado como por desidia o negligencia), propicia la aparición de patologías edilicias asociadas a un inadecuado diseño y uso de la envolvente térmica, que provocan, de manera inevitable, un desmedro en el estado de conservación del inmueble, y lo que es peor aún, un aporte negativo a la calidad del aire interior con el consecuente deterioro de la salud del usuario. Los encargados del diseño de los edificios muchas veces sacrifican o simplemente soslayan aspectos vinculados al confort del usuario en aras de una concepción formal o espacial determinada. Por lo tanto, finalmente terminan reduciéndose a meras expresiones formales convirtiéndose en cuasi monumentos, y terminan haciendo “invivable” la estancia en su interior. Se debe retomar entonces, el concepto de priorizar las condiciones de bienestar que la vivienda pueda ofrecer a sus ocupantes y que ésta sea realmente habitable: apelar a un diseño integral que pondere y aplique al máximo de sus posibilidades, tanto las pautas necesarias del acondicionamiento como los valores primordiales de la estética y la arquitectura.

A este problema originado en el diseño del edificio, se le adiciona el consumo energético desmedido provocado por el usuario, una realidad palpable día a día dado que los niveles de confort mínimos han aumentado en los últimos tiempos. Tales circunstancias, sumadas a la gran oferta en el mercado de tecnologías que no siempre son apropiadas desde el punto de vista de la eficiencia energética, terminan provocando un gasto de energía que generan facturas mensuales muy difíciles de solventar para gran parte de la población. La consecuencia lógica e inmediata es la restricción en el uso de los sistemas de climatización, con la disminución resultante del nivel de confort térmico para el usuario.

1.3 Objetivo general

El objetivo principal del presente trabajo por lo tanto, será el evaluar los distintos perfiles de las soluciones constructivas de envolventes opacas tradicionales más utilizadas en las Cooperativas de Vivienda del Depto. de Montevideo, con un enfoque desde la eficiencia energética, de la cuestión constructiva, y desde el punto de vista de los costos, analizando dos ejes cuantitativos (integrados en las fichas) y otro cualitativo (parte del análisis de los resultados en las fichas). Estos ejes cuantitativos son el perfil termo-energético y el económico, mientras que el cualitativo refiere al cumplimiento de normativa y cuestión constructiva a efectos de evitar tendencias a una mala performance higrótérmica de las soluciones constructivas.

1.4 Objetivos particulares

Como primer objetivo particular, surge el generar un compendio de fichas que servirán tanto a nivel académico como profesional; para tener un marco teórico de referencia que permita, durante el tiempo de uso del inmueble (o de su vida útil prevista), verificar los resultados de la teoría aplicada a la directriz de evitar el derroche energético, patologías edilicias asociadas a un mal diseño de la envolvente térmica, mala calidad del aire interior y enfermedades en el usuario. Este marco teórico podrá servir por un lado, de material didáctico de apoyo para la carrera del Arquitecto, y por otro, como material

informativo a la hora de la mejor toma de decisiones de los Institutos de Asesoramiento Técnico (IATs) para los cooperativistas.

Inexorablemente de este proceso de integración y discusión de los resultados, surge como segundo objetivo particular, la generación de un modelo replicable que se podría extender a cualquier tipo de envolvente opaca edilicia, ya sea de carácter tradicional como alternativo, cuyo instrumento serán las fichas que nucleen cada uno de los ejes estudiados, para que el método sea más asequible y didáctico al profesional o estudiante que lo vaya a llevar a cabo.

Finalmente y como tercer objetivo particular, en base a las características generales de la zona climática en la que se encuentra Montevideo y al programa arquitectónico en estudio –vivienda-, lo que se pretende es realizar una síntesis de las principales recomendaciones para el diseño de las envolventes opacas edilicias, de forma de garantizar el confort térmico del usuario y la no probabilidad de ocurrencia de patologías asociadas a un mal encare del problema en este sentido, con el consecuente desmedro físico del inmueble y en la salud del usuario.

1.5 Alcances y limitantes

Estas fichas de carácter teórico y que tienen fines didácticos y de apoyo académico, los asesores de los IATs y los profesionales en general, tienen un alcance solo en envolventes opacas de carácter tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda del Dpto. de Montevideo; estando la justificación de la elección de la población de estudio, así como de la unidad de análisis y del campo geográfico de aplicación en el Capítulo 3. Metodología.

Como etapa complementaria en futuras investigaciones, deberá ampliarse el espectro de estudio y evaluar un eje que involucre a la cuestión social, otro que considere el tema ambiental (contabilidad energética y emisiones asociadas), así como otro que comprenda temas inherentes a la salud y la calidad del aire en los ambientes interiores. Asimismo, se podrá ampliar su campo de aplicación a envolventes opacas de sistemas alternativos, en otros programas arquitectónicos e incluso en otras zonas climáticas del país.

También podrán ampliarse el contenido de las fichas, estudiando por ejemplo, encuentros y puntos singulares formados por puentes térmicos, que por su complejidad y especificidad merecen un desarrollo aparte.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 La energía en Uruguay

Es innegable que el origen y la causa de la crítica situación energética mundial ya mencionada, se encuentra en el crecimiento exponencial de la demanda de sus recursos, destinada a satisfacer el explosivo desarrollo industrial de la sociedad humana. Nacen así –al margen de la búsqueda de nuevas fuentes de producción de energía- mecanismos de control de su consumo. Conceptos tales como el ahorro energético y la eficiencia energética pasan al primer plano de la preocupación de los principales organismos mundiales; siendo ambos puntos de directa incidencia en el enfoque de la temática de este trabajo.

Si se traslada este escenario crítico a la situación de Uruguay, es un hecho que el país no se halla en absoluto ajeno a esta problemática: la mayor parte de la matriz energética nacional radica en fuentes derivadas del petróleo. De hecho, al año 2016 (último Balance Energético Nacional publicado por la DNE), la matriz se componía mayormente (en casi un 40%) de petróleo y derivados (ver gráfico 3, a continuación).

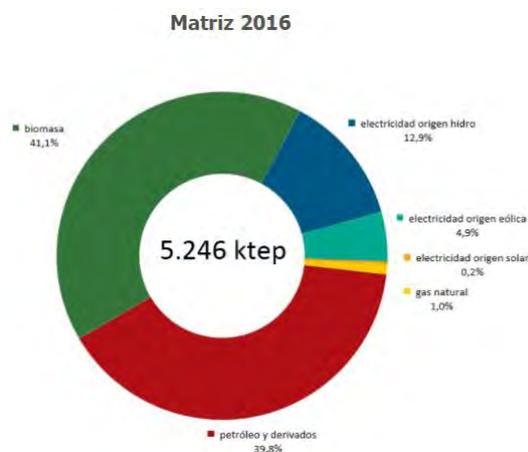


Gráfico 3: Matriz 2016

Fuente: <http://www.ben.miem.gub.uy/oferta1.html> [consulta diciembre 2017]

Si se analiza en el período anterior el consumo energético final por sector, se puede observar también que, al margen de la prevalencia de la industria en la repartición de los consumos finales (por el peso que tienen los grandes emprendimientos como UPM), el sector residencial contempla casi un 20% del total, valor que hace pensar en que realmente se requieren de acciones en pro de mejorar la eficiencia energética en dicho sector (ver gráfico a continuación).

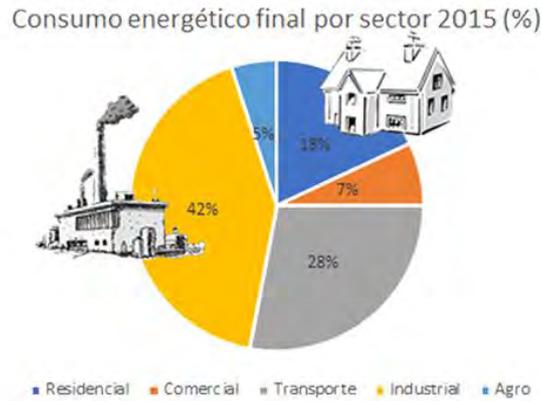


Gráfico 4: Consumo final energético por sector 2015.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del Balance Energético Nacional 2015.

MIEM-DNE. Balance energético nacional 2015, p. 127. [Disponible online]
<http://www.dne.gub.uy/documents/15386/8754206/1.1%20Libro%20BEN%202015.PDF>
 [consulta diciembre 2017]

En este sentido, se entiende pertinente realizar un somero análisis histórico de los diagramas de flujo de la energía realizados por la Dirección Nacional de Energía, tomando como punto de comparación el del año 1980 con el del 2015. Estos índices que se realizan año a año y se encuentran disponibles online en el Balance Energético Nacional del año 2016, plasman la incidencia de las fuentes por cada sector, reconociéndose en el residencial el eje en donde se está comenzando a dar el cambio de paradigma en materia de eficiencia energética para llegar a las metas propuestas de ahorro: durante el período de 1980, es decir en plena segunda crisis del petróleo, tuvo una fuerte presencia en los hogares la leña (con casi 460 ktep) y una pequeña participación de algo más de 190ktep de consumo final de petróleo). Ya hacia el 2015, los datos del balance muestran que se invierte totalmente la participación: la fuente principal ahora es la energía eléctrica (con un 45% de presencia en el consumo, siendo en gran parte de generación hidroeléctrica, pero comenzando a participar la eólica en un pequeño porcentaje, muestra también del incentivo por parte del Estado de continuar creciendo en generación alternativa). Además sigue teniendo participación la leña (36%) y se le adiciona un pequeño consumo de supergas (13%). Se observa como se dijo precedentemente, que el rubro residencial tiene una participación del 18% en el total del consumo final durante el 2015, ocupando el tercer lugar en consumo. Este hecho como se mencionó, se ve un tanto distorsionado dado que, la industria tiene gran incidencia debido a los grandes emprendimientos como las papeleras, que tienen un consumo exponencial a lo largo del año e incide en la repartición de los porcentajes.

FLUJO DE ENERGÍA AÑO 1980
UNIDAD 10⁶ TEP

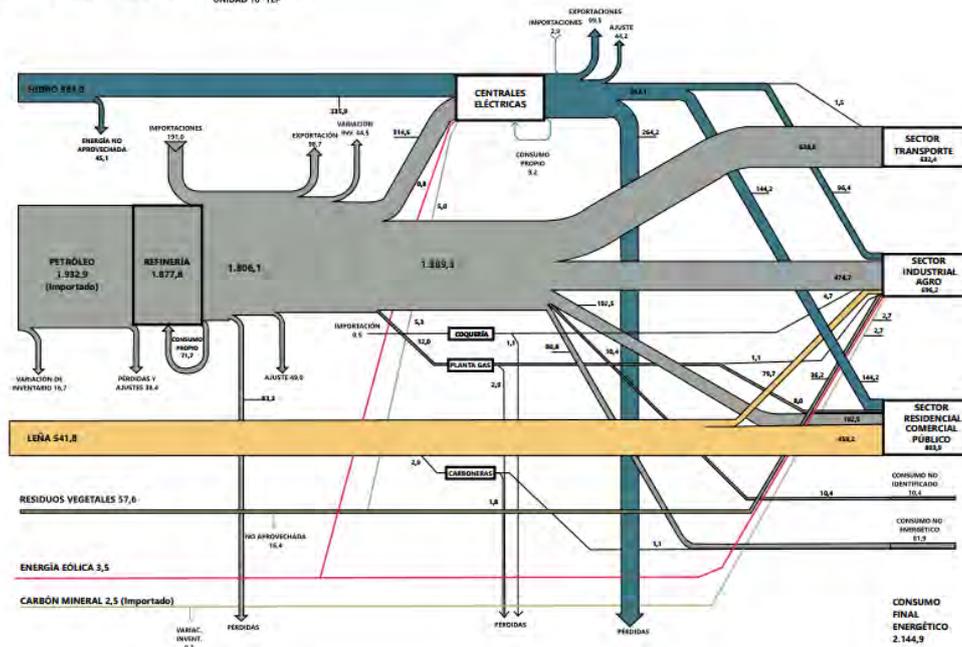


Gráfico 5: Diagrama de flujo, año 1980

Fuente: MIEM-DNE, Diagrama de Flujo año 1980. Balance energético nacional 2015, p. 194.

[Disponible online]

<http://www.dne.gub.uy/documents/15386/8754206/1.1%20Libro%20BEN%202015.PDF>

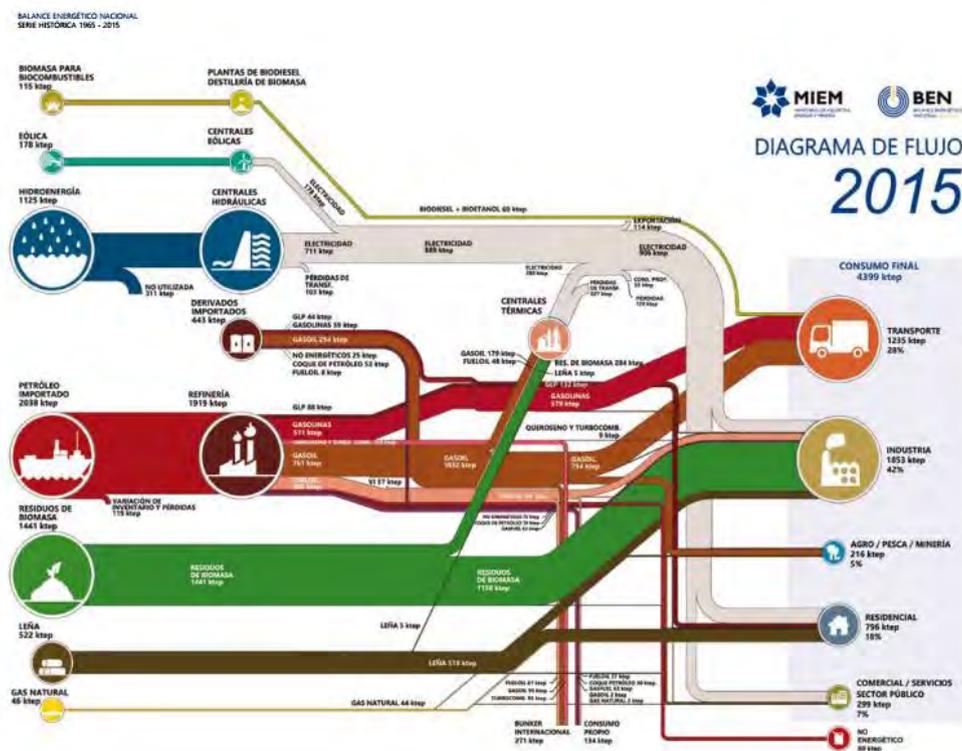


Gráfico 6: Diagrama de flujo, año 2015

Fuente: MIEM-DNE, Diagrama de Flujo año 2015. Balance energético nacional 2015, p. 198. [Disponible online]
<http://www.dne.gub.uy/documents/15386/8754206/1.1%20Libro%20BEN%202015.PDF>

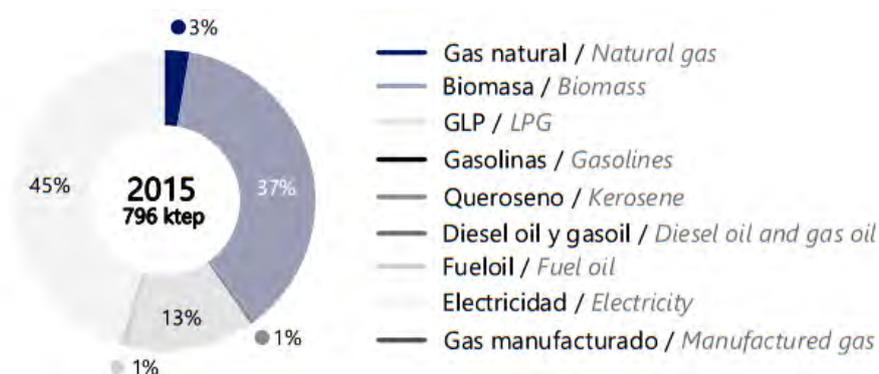


Gráfico 7: Consumo final energético – sector residencial, año 2015

Fuente: MIEM-DNE, Consumo energético final sector residencial, año 2015. Balance energético nacional 2015, p. 130. [Disponible online]
<http://www.dne.gub.uy/documents/15386/8754206/1.1%20Libro%20BEN%202015.PDF>

Continuando con esta misma línea de análisis y poniendo el foco a nivel residencial, es destacable la participación que ya tenía, por el año 2006, la calefacción (con un 32%), la cocción (con un 29%) y en mucho menor incidencia la refrigeración (con apenas casi un 1%). El dato es relativamente antiguo dado que estos informes sectoriales se realizan cada períodos de 10 años (por el tiempo y recursos que contemplan), y aún no se encuentra disponible la versión más actualizada. No obstante, y en atención de la tendencia de ir aumentando los criterios de confort en función del avance de las tecnologías y los propios requerimientos del usuario, es de presumir que estos porcentajes deben de haber aumentado de forma importante.

Este dato debe reflejarse en la preocupación y ocupación por parte de los profesionales del ramo de la construcción que se le debe dar al acondicionamiento térmico durante la época rigurosa fría; prestando mayor atención en el diseño de la envolvente edilicia para que esté preparada y sea eficiente en la conservación de la energía durante el invierno más que para la protección al sobrecalentamiento durante el verano.

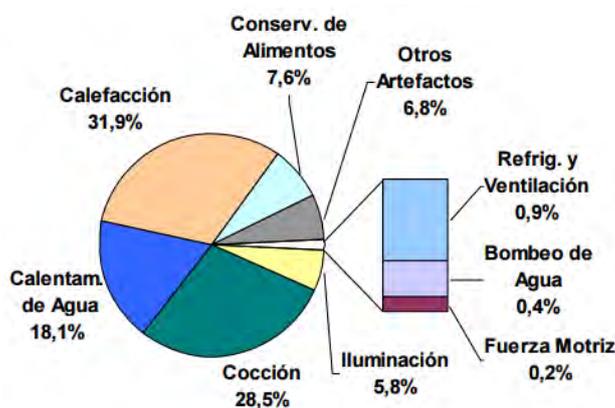


Gráfico 8: Participación de los usos en el consumo de energía neta, sector residencial, año 2006

Fuente: MIEM. Fundación Bariloche de Argentina. PRIEN. Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional. Balance Nacional en Energía Útil de Uruguay 2006. Caracterización del consumo de energía a nivel de usos: sector residencial. Montevideo: 2008. p. 9 [Disponible online]

<http://www.dne.gub.uy/documents/15377/40850/Resumen%20Residencial.pdf>

No obstante y en atención a cómo el clima ha ido cambiando con el paso de los años - por motivos cuyo estudio exceden al desarrollo de este trabajo-, donde las temperaturas se han hecho cada vez más rigurosas (a tal punto de haber perdido presencia las estaciones intermedias, prolongando el tiempo mayormente de la época fría y muy calurosa), es posible que la preocupación por lograr el confort térmico se haya ampliado llegando a ocupar la refrigeración quizás porcentajes similares a la presencia de la calefacción del gráfico anterior. Habrá que esperar las estadísticas actualizadas para confirmar o descartar esta hipótesis planteada.

Es importante aclarar que el análisis del presente capítulo se realizó solo hasta el año 2015 dado que, por un lado, este trabajo analiza y se focaliza en la producción edilicia de Cooperativas de Vivienda hasta la misma fecha, de modo de ser consecuentes y tomar el mismo período de estudio en todos los ejes. Por otro, los datos minuciosos disponibles del último Balance Energético Nacional son hasta la fecha mencionada.

2.2 Sistema Cooperativo en el Uruguay

Tiempo de cambios

Uruguay se encuentra actualmente atravesando un período de transición, dentro de un marco de metas a nivel gubernamental que ya viene de décadas atrás (por ejemplo con las actuaciones a nivel habitacional con la creación del INVE –Instituto Nacional de Viviendas Económicas- en 1930 hasta el MVOTMA en 1990), en la búsqueda de lograr un permanente mejoramiento en los niveles de vida de su población. En tal sentido, esta tarea implica esfuerzos y promociones en el área de la educación, la salud, y mayoritariamente en lo que a la vivienda refiere; siendo ésta última precisamente la que motiva el presente trabajo a la luz de las acciones realizadas por el Gobierno a efectos de solucionar el problema habitacional de los sectores medios y bajos, los que a su vez requieren de distintos tipos de intervención.

Con relación al último aspecto, según la investigación de GIACOSA, Antonella. PRIETO, Camila. SOUTTO, Araceli, titulada *Uruguay en clases. Estratificación social en Uruguay*, se puede clasificar a la población en tres grandes franjas: por un lado, un primer grupo compuesto por aquellas personas y/o familias, con una cómoda posición económica (la “clase capitalista”, con una participación al año 2012 del 16.5% en el total de la población); un segundo sector integrado por los ciudadanos de ingresos menores pero poseedores de una real -aunque variable- capacidad de ahorro (la “clase media”, con una participación del 52,8% también al 2012); y finalmente una tercer franja poblacional, de recursos apenas suficientes para satisfacer sus necesidades primarias, con nula capacidad de ahorro -y en muchos casos dentro del rango de indigencia- (la “clase baja”, con una participación al 2012 dentro de la población, del 30.7%). Si esto se analiza más detalladamente, se puede observar que a cada una de las franjas sociales es posible subdividirla en otras de modo de poder clasificar los sub-estratos, de acuerdo a criterios económicos (ingresos, posesiones). En este sentido, aparecen las clases media-alta, media-media, media, media-baja, y luego dentro de la baja, ésta queda subclasificada según el nivel del índice de pobreza: pobreza absoluta, pobreza educativa, pobreza relativa. (GIACOSA, PRIETO, SOUTO. 2016)

Además, según la Organización de las Naciones Unidas,

“considera “clase media” a quienes tienen ingresos per cápita de entre 10 y 50 dólares al día. En otras palabras: una familia promedio uruguaya, compuesta por tres miembros, integra la clase media si su ingreso mensual suma entre 22.000 y 110.000 pesos” (GIACOSA, PRIETO, SOUTO, 2016, p. 19)

Tomando el valor de la UR actual³ de \$1021.11 pesos uruguayos, se están refiriendo a un rango de entre 21.5UR – 107.7UR. En este marco, el Estado Uruguayo ha decidido enfocar sus esfuerzos a solucionar el problema habitacional de los sectores con menos recursos (sectores con grandes variantes), los que a su vez necesitan de distinto tipo de intervención. En efecto, estos sectores se componen tácitamente de dos grandes

³ Valor de la Unidad Reajutable a enero de 2018 [disponible online]
<https://www.bhu.com.uy/institucional/hist%C3%B3rico-cotizaciones/> [consulta enero 2018]

grupos. Lo que al Programa Cooperativas refiere, estarían interviniendo en la clase media y baja, más precisamente en la media-baja y la baja en sus niveles superiores. Son comprendidos por un lado, por los que disponen de su capacidad de ahorro ya mencionada y tienen la posibilidad de acceder a un crédito otorgado por organismos públicos (caso Banco Hipotecario antiguamente o Agencia Nacional de Vivienda en la actualidad) y por medio del mismo adquirir o construir su vivienda propia. Por otro lado, el caso del grupo socioeconómico que, en atención a lo exiguo de sus ingresos, carece de la posibilidad del ahorro mensual (o periódico en caso de ser zafrales); en el que el Estado debe asumir la construcción y adjudicación de las unidades habitacionales sin retorno monetario (con cuota cero o de un valor insignificante, meramente simbólico), solventando la erogación el resto de la población, por medio de cualquiera de los mecanismos usuales. En este sentido, se estructuran las dos modalidades de programas de cooperativas: por un lado, las de ahorro previo, deben de contar con un ahorro previo mínimo del 15%, ingresos del núcleo familiar de hasta 60UR, y tener entre 10 y 50 socios; por otro, las de ayuda mutua, también deben de tener ingresos del núcleo familiar de hasta 60UR, y tener entre 10 y 50 socios, pero en lugar de exigirles ahorro, aportan mano de obra (ver Guía de Vivienda 2015 en anexo)

Demás está decir que cualquiera y todas las soluciones habitacionales incluidas en los dos grupos señalados, deberán observar los valores mínimos de confort requeridos para desarrollar una vida digna y confortable, quedando las diferencias entre las categorías relegadas a otros aspectos, sobre todo lo relativo a la implantación, dimensiones, terminaciones, acondicionamiento de espacios exteriores, etc.

En este contexto de imprescindible presencia estatal en el mercado inmobiliario, rige evidentemente el principio de la minoración de los costos para que el espectro poblacional atendido sea el máximo posible. Esto se obtiene por la acertada combinación de distintos parámetros: menor erogación inicial, mínimos costos de mantenimiento y máxima duración del objeto (es decir mayores tiempos de reposición); pero también una mayor calidad de la vivienda sobre todo en cuanto a los conceptos de eficiencia energética y construcción sustentable, de modo que el logro de los mínimos de confort señalados durante su ocupación insuman el mínimo de energía posible a consumir.

Por otro lado, la construcción en el medio urbano (y en el marco de la “ciudad formal”) del Uruguay, deja en evidencia anomalías en la concepción misma de los edificios, manifestadas en defectos y vicios constructivos bastante comunes y perjudiciales para sus ocupantes. Estos aspectos deficitarios de la construcción que generan distintas patologías en la obra terminada y que se manifiestan durante el uso de la misma –siendo muchas veces casi de inmediato–, se originan mayoritariamente en la concepción del hecho arquitectónico y luego en la concreción del mismo (esto es, qué se construye y cómo se construye), generando anomalías y perjuicios a diversos niveles: desde el sanitario (al ser responsables de “la mala calidad del aire interior”, generando muchas afecciones respiratorias, alergias, e incluso físicas -caso reumáticas-), haciendo que colapsen los servicios de salud en ciertas épocas del año propicias a estos malestares; hasta el económico, al ser necesarios reparaciones y trabajos de mantenimiento en plazos y tiempos no previstos en la concepción inicial del edificio. Asimismo, tienen incidencia también negativa en la economía global del país, al requerir a los usuarios el uso de climatizadores que mejoren los ambientes interiores que se habitan, con el

consecuente consumo de combustibles y energía que traen aparejado erogaciones tan imprevistas como innecesarias acentuando la crisis energética. Tales circunstancias, sumadas a la gran oferta en el mercado de tecnologías que no siempre son apropiadas desde el punto de vista de la eficiencia energética, terminan provocando un gasto de energía que generan facturas mensuales muy difíciles de solventar para gran parte de la población. La consecuencia lógica e inmediata es la restricción en el uso de los sistemas de climatización, con la disminución resultante del nivel de confort para el usuario.

Cabe preguntarnos entonces: ¿Cómo es que construimos? ¿Qué hacemos mal? La respuesta alcanza desde el plano de la concepción misma del proyecto hasta el de la ejecución (en cuanto a la mano de obra y dirección capacitada); y parece requerir una mirada introspectiva crítica hacia la formación de los profesionales de la construcción. Es ésta una tarea en la que la academia ha visto seriamente comprometida su actuación por una insuficiente disponibilidad económica acorde a las actuales demandas de la sociedad uruguaya, generándose importantes déficits tanto respecto a disponibilidad locativa como docente para la enseñanza, lo que tiene un inevitable impacto en la formación de los futuros técnicos. Siendo la arquitectura una tarea de por sí integradora de variadas y muchas veces muy diferentes disciplinas, la situación explicitada conduce a que a nivel de grado se enseñen y expongan a menudo como si fueran completamente independientes, soslayando las influencias recíprocas que la concreción de cada una puede tener sobre las otras. Muchas veces, el arquitecto carece de los conocimientos técnicos necesarios para realizar un correcto diseño de una envolvente edilicia, cómo analizarla teóricamente y cómo elegir los materiales con que se va a construir (con ciertos criterios o parámetros, evidentemente dejando de lado la cuestión de costos); pero sobre todo carece de herramientas que contemplen rigor técnico para exponerlas al cliente a efectos de poder tener un argumento técnico, contundente e irrefutable sobre las mejores opciones, dejando que prime el aspecto económico o estético sobre la solución adoptada.



Figura 12: Complejo habitacional en Montevideo - COVITOLEDO, Agencia Nacional de Vivienda – 2007

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2017]



Figura 13: Humedad de condensación en unidad de vivienda de cooperativa COVITOLEDO

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2017]

La enseñanza a nivel de grado la Arquitectura en Uruguay durante los últimos 10 años, ha sido la continuación de un proceso de evolución muy importante cuyo origen se remonta a fines del tercer cuarto del siglo pasado y principios del actual. La tarea para la Facultad de Arquitectura de la UdelaR fue sumamente trabajosa: además de la reconstrucción de un plantel docente diezmado por circunstancias políticas, debió enfrentarse a resolver crecientes problemas económicos –insuficiente cobertura presupuestaria-, tanto como aspectos sociales y educativos de trascendencia – crecimiento permanente de la cantidad de alumnos que ingresan anualmente-. Además de ello, no puede soslayarse la no menos importante evolución de la sociedad en general, no solo a nivel local sino mundial, siendo ésta última circunstancia precisamente la que determinó que las preocupaciones internas de las naciones determinaran distintas prioridades y niveles de actuación: mientras para los países ricos la preocupación primordial era la de mejorar los estándares obtenidos (dando lugar ello a la especialización y profundización de los estudios de grado), para los países en vías de desarrollo como el nuestro, la prioridad era obtener esos estándares para la mayor parte posible de la población.

Es así que muchas veces, y fundamentalmente por la conjunción de los factores mencionados, no ha existido en la formación de los arquitectos en el Uruguay, un proceso de evolución de los programas de muchos cursos vinculados a la construcción de los edificios que evolucionara de forma acorde a los descubrimientos técnicos y científicos y a los avances tecnológicos que se iban sucediendo. Sí son estudiadas algunas áreas temáticas de forma parcial, pero son vistas con un enfoque bastante fragmentado y desvinculadas entre sí, como temáticas separadas e imposibles de relacionar.

Por ende, siendo la construcción una tarea de por sí integradora de variadas y muchas veces muy diferentes disciplinas, se enseñaron y expusieron como si fueran completamente independientes, soslayando las influencias recíprocas que la concreción de cada una podía tener sobre las otras. Así, por ejemplo, se estudian los materiales de construcción, las estructuras, los aislantes térmicos, en mayor o menor profundidad y detalle, pero sin la necesaria interrelación que pusiera en evidencia la dependencia recíproca de unos sobre otros. Aparecen después los puentes térmicos mal resueltos, la incorrecta colocación de las barreras de vapor, la indeseable exigua o excesiva masa de los muros, las fisuras por movimientos térmicos o lo que se está estudiando más en la actualidad, el uso de materiales naturales y más sanos para la vivienda. Este defecto de hace décadas en la enseñanza se prolonga hasta nuestros días. Prueba de ello son los Planes de la Carrera, que demuestran tácitamente el hecho mencionado precedentemente (tanto a nivel de la Universidad de la República como en la privada), de una serie de asignaturas independientes que culminan con un título universitario (ver Planes de Estudio de ambas Universidades en el anexo). A propósito del tal hecho, es sumamente rescatable la postura de la UdelaR, que en el 2015 (con puesta en vigencia a partir del 2017), realizó un cambio radical en su Plan de Estudios, adicionando a las asignaturas tradicionales lo que le denominan “transversales”, siendo éstas instancias en donde el hecho arquitectónico se ve como una “unidad” y entonces se analizan varios ejes temáticos paralelamente (como la sustentabilidad, la eficiencia energética, el área de las tecnologías, de la construcción y de los acondicionamientos, de manera integral y en base a un proyecto particular, existente o en etapa de diseño). Vale resaltar que este nuevo Plan de alguna forma reconoce lo que se vino argumentando en el presente trabajo sobre la fragmentación en la enseñanza, encontrándose en etapa de prueba. Habrá que esperar algunas generaciones de graduados para saber si la experiencia resultó satisfactoria; pero como acción inicial merece un reconocimiento especial.

En consecuencia, se entiende que existen aspectos deficitarios en la formación de los técnicos en aspectos trascendentales a la hora del diseño arquitectónico, lo que a la larga se traduce en la imposibilidad de concebir una envolvente material en un escenario que incluya las cuestiones energética, ambiental y de salud del usuario, con un criterio que incluya más que la cuestión económica en lo que a la elección de los materiales que la constituirán respecta.

Destacando nuevamente el asunto de los Planes de Estudio, tal como se mencionó en los párrafos anteriores, la situación deficitaria detectada en la formación de los arquitectos de la UdelaR no es un hecho que la ocupe a ella exclusivamente, sino que esta misma situación se ve replicada en la Universidad Privada (que comenzó sus actividades en este ramo hace apenas casi unos 20 años, y en la que no debería de tener injerencia ni la situación económica –presupuesto- ni la socio cultural –aumento exponencial del alumnado-). Tales circunstancias, unidas al hecho del tiempo transcurrido entre el desmembramiento de los cuerpos docentes y el momento actual, que debería haber permitido la recuperación de los mismos, así como al importante número de graduados anualmente que habilitaría tanto al ejercicio común de la profesión para satisfacer la demanda de edificios a ocupar como a la especialización destinada a contemplar aspectos energéticos, de confort y de medioambiente, parecerían proponer otro punto de vista del asunto. Ellas inducen a pensar que las carencias detectadas y señaladas en la formación de los profesionales tiene como causas, además de las ya

citadas, una visión no evolucionada de continuar hasta la actualidad con los mandamientos del Movimiento Moderno, manifestaciones de una técnica productora de obras monumentales en donde primaban la forma, los espacios y sus funciones, y que perseguían otros fines que poco tenían relación con los temas del acondicionamiento energético, cuidado ambiental, confort y salud del usuario.

Tal situación de un incorrecto diseño y construcción de las envolventes inexorablemente redundante, luego de un determinado tiempo de uso del inmueble (y sumado a otros imponderables que son de responsabilidad del usuario, como por ejemplo el propiciar una buena renovación del aire interior), en que terminen produciéndose una serie de patologías constructivas como fisuras y humedades por condensación, que propician como corolario, no solo una merma de la durabilidad de los materiales, sino favorecen una mala calidad de los ambientes interiores (cargados de agentes contaminantes como hongos y sus micotoxinas, bacterias, ácaros). Finalmente, tal situación deriva y muchas veces en conjunción con emisiones de los propios materiales, en una afectación negativa importante de la salud de los usuarios (asma, rinitis, alergias de diversa índole, hasta problemas graves de salud –si se suceden otros factores simultáneamente como un organismo predispuesto para tal hecho-), convirtiendo el lugar donde se vive o trabaja, y donde se pasa la mayor cantidad de tiempo, en un edificio enfermo, insano, y enmascaradamente acogedor.

2.3 Antecedentes investigativos

El presente ítem, pretende desarrollar brevemente los antecedentes al tema central del trabajo en curso que se consideran más relevantes y que de alguna forma, marcan el punto inicial para esta investigación.

La publicación realizada por AROZTEGUI, José Miguel y NEGRÍN, Guzmán (1996), para el Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, titulada "*Propiedades térmicas de materiales y componentes de construcción corrientes en Uruguay. Criterios para el análisis del comportamiento térmico de cerramientos opacos*", representa uno de los primeros esfuerzos (posterior a la época del arquitecto e investigador Roberto Rivero) en cuestionar el problema del diseño de la envolvente edilicia y lo que éste genera en el usuario desde el punto de vista del confort. Utilizando como herramientas de trabajo normas de cálculo internacionales, la publicación compila tablas, ábacos y criterios para la evaluación únicamente del aspecto térmico de los cerramientos opacos de construcción tradicional. Mediante matrices que ejemplifican cada uno de los casos de cerramientos horizontales y verticales, estudian la transmitancia térmica, retardo y amortiguamiento de cada uno de ellos. No realizan ninguna comparación ni ponderación de los mismos, solo se remiten a exponer los resultados de cada uno de los casos para que el lector pueda tomar sus propias conclusiones.

Otro trabajo, también realizado por el Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura de la UdelaR (actual Departamento de Clima y Confort en Arquitectura) en convenio con el Banco Hipotecario del Uruguay; en el cual ECHEVARRÍA, Cristina y PICCION, Alicia (1998) enunciaron y recopilieron una serie de pautas mínimas exigibles al diseño de las envolventes opacas edilicias para evitar la tendencia a generar patologías asociadas a problemas de condensación durante la época invernal: típicamente hongos y mohos por condensación. El trabajo titulado "*Exigencias Mínimas Y Recomendaciones Para Mejorar La Calidad Higrotérmica De Las Viviendas Financiadas Por El Banco Hipotecario Del Uruguay*", presentado incluso en la edición en ENCACS de 1999 en Fortaleza, forma parte de un proyecto-convenio para mejorar la calidad de las viviendas construidas y financiadas en aquella época por el BHU, y se enmarca en un momento en que la Ordenanza Municipal no hacía referencia a cuestiones de ahorro energético ni aspectos higrotérmicos de las construcciones. El trabajo desarrolla las herramientas que tiene el técnico para diseñar correctamente la envolvente opaca desde el punto de vista térmico e higrométrico. En este sentido, en cierta forma continúa el trabajo de AROZTEGUI y NEGRIN (1996) mencionado precedentemente ya que plantea estudios de transmitancia térmica de soluciones constructivas, pero le da el valor agregado de la evaluación de la posibilidad de que ocurran condensaciones conforme a norma IRAM e ISO, utilizando el software HTERM. Para dicha evaluación, proponen evaluar el orden y el espesor de cada una de las capas de los materiales elegidos para las soluciones constructivas, no solo con la óptica focalizada en la utilización o no de aislantes térmicos para la conservación de la energía, sino también de la utilización de capas que eviten la tendencia a formar condensaciones y por lo tanto patologías, que afectan negativamente al usuario y generan el desmedro de las construcciones. Las conclusiones a las que llegan las autoras del trabajo, es que conforme al tipo de construcciones que se realizaban hasta el momento en Uruguay, era inevitable la generación de patologías y problemas de confort térmico en el usuario, debiéndose atacar el problema de inmediato, introduciendo las recomendaciones generadas en normas y pliegos para la

construcción edilicia, principalmente de la vivienda del BHU que era la de objeto de estudio.

Finalmente un caso en Argentina, en el INTI, VOLANTINO, Vicente, VILLARROEL, Zulema y MORUGA, Víctor (1999), presentaron el trabajo "*Método De Evaluación Integral Del Comportamiento Higrotérmico De Sistemas Constructivos*" con el fin de mostrar una metodología complementaria al estudio estacionario del riesgo de condensación en cerramientos opacos, mediante una serie de software apropiado y validado a partir de experiencias de laboratorio. El objetivo del trabajo fue brindar un método de evaluación más completo al que se suele realizar, modelo en régimen estacionario que no representa fielmente las condiciones ambientales y climáticas reales, ni el comportamiento de los propios materiales frente a éstas. Además esta metodología es apropiada no solo para evaluar paños centrales sino puntos singulares (puentes térmicos mayormente), de forma de dar mayor precisión al estudio de la problemática de la condensación en dichas zonas. Las conclusiones a las que llegaron es que el método propuesto es altamente preciso, comparando los resultados computacionales con los obtenidos a través de ensayo de laboratorio (mediante norma ISO 8990).

Todos los casos descriptos precedentemente como antecedentes sobre la temática central del presente trabajo, continúan viendo al problema de forma disociada, a las envolventes opacas en distintos aspectos separados, sin proponer un modelo de discusión integrativo de todos los ejes de estudio. Es en este marco que surge la necesidad de esta investigación, darle a los profesionales y a la academia un compendio con caracterizaciones en varios ejes de estudio e interrelacionándolos entre ellos, para poder sacar las propias conclusiones entre los mejores o peores casos. En otro orden, tampoco se abordan temas de calidad del aire interior relacionados con patologías asociadas a problemas energéticos y los problemas que generan los contaminantes biológicos a la salud humana (a excepción del trabajo de PICCIÓN y ECHEVARRÍA, que implica un primer acercamiento a la problemática ambiental interior y que podría ser incluso el antecedente de futuras investigaciones cuyo tema central verse sobre condiciones ambientales e indicadores para evitar afectaciones en la salud del usuario).

Tampoco existe hasta el momento un análisis financiero que haga visualizar el costo por metro cuadrado de la realización de la solución constructiva ponderándolo con otros aspectos de eficiencia energética y construcción, por lo que se encuentra oportuno asimismo agregarlo como otra línea más de estudio en el presente trabajo.

2.4 Variables termo-energéticas: justificación teórica

Este capítulo desarrollará los principales conceptos que serán el soporte teórico del presente trabajo, y que se encuentran vinculados al comportamiento higrotérmico-energético de los edificios, el confort térmico en el usuario, así como aspectos como la mala calidad del aire interior, las patologías y los materiales de construcción. Para ello, se abordarán por ejemplo conceptos de la transferencia de calor, la necesidad de la evaluación del riesgo de condensación, las condiciones del régimen estacionario y variable, las variables del confort térmico del usuario y su importancia, así como a la probabilidad que éstos generen patologías y afectaciones negativas en el usuario si no se toman criterios sustentables. Este resumen de conceptos hará comprender mejor la necesidad de estudiar y evaluar algunos de sus indicadores con una visión global e integrativa, de modo de poder cumplir con los objetivos planteados.

2.4.1 Tabla de símbolos y unidades

A continuación, se listan la serie de símbolos que se mencionan a lo largo del presente capítulo, con sus respectivas descripciones y unidades:

Símbolo	Magnitud	Unidad
λ	conductividad térmica	W/mK
c	calor específico	J/Kg°C
t_e	temperatura exterior	°C
t_i	temperatura interior	°C
t_{se}	temperatura superficial exterior	°C
t_{si}	temperatura superficial interior	°C
U	transmitancia térmica	W/m ² K
R_t	resistencia térmica total (de ambiente a ambiente)	m ² K/W
R_{se}	resistencia superficial exterior	m ² K/W
R_{si}	resistencia superficial interior	m ² K/W
q	densidad de flujo de calor	W/m ²
h_c	coeficiente de transmisión de calor por convección	W/m ² K
h_e	conductancia térmica superficial exterior	W/m ² K
h_i	conductancia térmica superficial interior	W/m ² K
t_q ó $T_{sol-air}$	temperatura equivalente o temperatura sol-aire	°C
t_{qm}	temperatura equivalente media	°C
t_{qn}	temperatura equivalente mínima	°C
t_{qx}	temperatura equivalente máxima	°C
α	coeficiente de absorción	adimensional
Δt	diferencia de temperatura exterior-interior	°C
μ	factor de amortiguamiento	adimensional
θ_s	amplitud superior de la temperatura equivalente	°C
θ_i	amplitud inferior de la temperatura equivalente	°C
ω_s	amplitud superior de la temperatura superficial interior	°C

ω_i	amplitud inferior de la temperatura superficial interior	°C
Φ	retardo térmico	Hs
$T_{e\zeta}$	temperatura del aire exterior a una hora ζ	°C
t'_{xm}	temperatura de diseño máxima rigurosa de verano	°C
t_{xm}	temperatura máxima media	°C
t_x	temperatura máxima absoluta	°C
A	amplitud media	adimensional
F_ζ	coeficiente que depende de la hora solar	adimensional
t'_{nm}	temperatura de diseño mínima rigurosa de invierno	°C
t_{nm}	temperatura mínima media	°C
t_n	temperatura mínima absoluta	°C

Tabla 1: tabla símbolos y unidades

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p. 201.

2.4.2 Principios de transferencia de calor

Como precepto principal, se debe partir del concepto fundamental de que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma (enuncia el 1er Principio de la Termodinámica). La forma que tiene de transformarse es mediante la transmisión de la misma en sus distintas formas: conducción, convección, radiación.

El calor que se transmite entre dos cuerpos se conduce siempre desde el de mayor hacia el de menor temperatura, buscando igualar ambas magnitudes (2do Principio de la Termodinámica). Es por tanto, absolutamente independiente de la energía térmica de los cuerpos pero totalmente dependiente de sus temperaturas: dos objetos con masa en relación 1 a 100 que estén a la misma temperatura no presentan transferencia alguna de calor, están en lo que se denomina "equilibrio térmico". Sin embargo, si existe diferencia de temperatura, lo que se transmite es energía térmica donde el elemento de mayor temperatura cede gran parte de su energía al de menor temperatura, descendiendo bruscamente en el caso del primero y aumentando la del segundo, intentando equilibrarse.

En tanto, las formas que tiene el calor de transferirse de un cuerpo a otro se definen de la siguiente forma:

La conducción se produce por contacto molecular entre los cuerpos, y requiere que ambos sean sólidos o en caso de que uno de ellos (o ambos) sean fluidos, que se encuentren en reposo (caso de pequeños compartimentos estancos en los materiales aislantes), de manera de evitar la producción de corrientes convectivas por las variaciones que las mismas producirían al fenómeno original.

La convección se produce cuando uno (o ambos) cuerpos es un fluido. Tal hecho ocasiona, al comprobarse el contacto molecular, una transmisión por conducción que varía la densidad del fluido y esto le genera una corriente convectiva que afecta las condiciones de esa conducción, así como da lugar a un importante aumento en la

complejidad para la obtención de los valores finales de caracterización del fenómeno. Respecto a la incidencia de tal situación en la materia de estudio, la misma se simplifica al tratarse de un único fluido (el aire) y los cuerpos sólidos de la construcción y de sus habitantes.

La tercera y última de las formas de transmisión de calor es la radiación. Esta se produce a partir de todos los cuerpos que se encuentren por encima del cero absoluto (K), los que -en mayor o menor medida- irradian energía, y reciben la radiación de los otros cuerpos que se encuentran en un entorno apropiado (para radiaciones muy potentes como la del sol, el “entorno” significa millones de kilómetros, en el caso de la Tierra, 150.000.000 de km). Esta radiación puede reflejarse o absorberse, dependiendo el porcentaje de cada una de las formas, entre otras cosas (temperatura de la superficie o el ángulo de incidencia) de las características de esa superficie (textura, color). Por lo tanto, entre dos cuerpos que intercambian energía radiante, el que se encuentra a menor temperatura la elevará a expensas del calor recibido de la otra. Cuando ambas temperaturas se igualen, los cuerpos se encontrarán en el mencionado equilibrio térmico. El calor recibido será a su vez transformado en energía radiante que el cuerpo emitirá, en un proceso que suele denominarse re-radiación.

Es importante destacar la conveniencia de efectuar los estudios prácticos relativos a la transmisión de calor considerando las tres formas simples descritas del fenómeno, dado que en general se presentan en forma conjunta y de esta manera es más sencilla la solución del problema.

Un ejemplo muy tosco pero aclaratorio del tema lo representa la figura a continuación, que ilustra con actividades cotidianas los conceptos anteriormente mencionados.

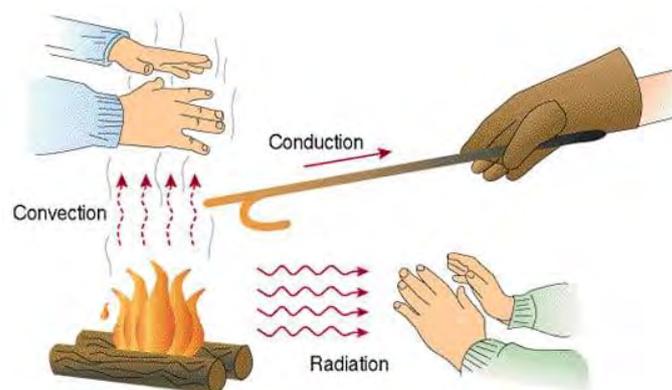


Figura 14: Formas de transmisión del calor

Fuente: <https://nergiza.com/radiacion-conduccion-y-conveccion-tres-formas-de-transferencia-de-calor/>

No obstante y a los efectos de este trabajo, cuyo planteo es el estudio de envolventes opacas, se entiende pertinente desarrollar en mayor profundidad la convección y conducción.

Por un lado, la transmisión de calor por conducción, se produce entre dos cuerpos u objetos que se encuentran a distintas temperaturas y en íntimo contacto, vale decir, contacto a nivel de sus partículas. El fenómeno se da principalmente entre cuerpos

sólidos, aunque sus fundamentos son también verificables en el caso de que siendo uno de los cuerpos un fluido, no existan corrientes convectivas.

Por otro, la convección, segunda forma en que se estudiará la transmisión del calor entre dos cuerpos, como se mencionó, requiere del cumplimiento de algunas condicionantes generales. El inicio del fenómeno se produce por conducción por lo que ambos cuerpos deben de encontrarse en contacto a nivel molecular, y además, uno de ellos mínimamente, debe de ser un fluido. A los efectos del presente trabajo se estudiará solamente el fenómeno de convección producido entre el aire y los cuerpos sólidos del entorno, (principalmente superficies) los que presentarán temperaturas distintas de modo de que se pueda producir la transmisión de calor de uno a otro de los elementos mencionados (aire y sólidos).

El fenómeno analizado está definido y regulado por un número importante de condiciones variables, entre las cuales destacan, en relación a los cuerpos o superficies: tamaños, texturas, morfología, así como la posición respecto a la dirección natural de la corriente convectiva que es la determinada por la atracción gravitacional (vertical). Con relación al fluido, influye la viscosidad, la temperatura y su velocidad. Por ende, surge una distinción entre las modalidades de convección: la convección natural y la convección forzada, según el movimiento del aire obedezca sólo al gradiente de temperatura o que el fluido posea una velocidad intrínseca. Se analizarán separadamente.

La convección natural es común que se produzca en las cámaras de aire formadas por mampostería o por vidrios (paredes o vidrios dobles), generalmente verticales, totalmente cerradas y carentes de ventilación, pudiendo aparecer también en cubiertas con cielorraso. En las superficies verticales, el movimiento del fluido se produce en una delgada capa adyacente a ellas -de unos 10mm de espesor según ensayos-. (RIVERO, 1988) Mención especial va para los cerramientos horizontales, en los que la cantidad de energía térmica que se transmite es en función de la dirección del viento.

De este fenómeno natural, se desprenden los coeficientes convectivos de la capa límite L para la realización de cálculos que se verán más adelante. Si bien son coeficientes que se calculan, para la realización de los cálculos en régimen estacionario existe una convención donde se encuentran tabulados.

La convección forzada se produce cuando el fluido interviniente en el fenómeno (el aire) posee velocidad por sí mismo, sin relación al fenómeno convectivo que está protagonizando. En este caso, la cantidad de calor transmitido depende fundamentalmente de esa velocidad propia del aire tanto como de la diferencia de temperaturas entre los elementos intervinientes en el suceso. (RIVERO, 1988)

2.4.3 Régimen estacionario, variable y variable cíclico

Cuando se tiene dos medios separados por un cerramiento, estando en equilibrio térmico los tres elementos, no existe ninguna transferencia de calor entre ellos. Si se realiza una elevación brusca e importante de la temperatura en uno de los medios, se iniciará un proceso de transmisión, primero hacia el cerramiento y más tarde – a través

de él - hacia el otro medio. Esta transferencia reconoce dos etapas, una en la que ella aumenta con el tiempo y la segunda en la que el flujo se estabiliza, dando así lugar al reconocimiento de las dos situaciones mencionadas: régimen estacionario y régimen variable. La primera se verifica para una misma temperatura en ambos medios, la segunda para un cambio permanente de por lo menos una de ellas.

Régimen estacionario

Un primer enfoque del estudio implica la consideración de la transmisión entre las dos superficies limitantes de un cerramiento. Se requieren varios factores condicionantes que se estén sucediendo simultáneamente, a saber: que las dos temperaturas superficiales sean distintas pero invariables en el tiempo; que el flujo de calor transmitido sea estacionario y perpendicular a las superficies; que el material constituyente del cerramiento sea homogéneo, y que sus caras sean planas y paralelas para que el calor que se transmite sea igual para la totalidad de los puntos del cerramiento.

La conductividad térmica (*“expresa la cantidad de calor transmitido a través de un cuerpo considerado homogéneo, en un régimen estacionario, por unidad de espesor, unidad de área y unidad de tiempo, cuando la diferencia entre las temperaturas de sus caras es igual a la unidad”*) (RIVERO, 1988, p. 42), propiedad inherente a cada material, presenta importantes variaciones de acuerdo a propiedades físicas de los materiales y también en función de condiciones ambientales o del entorno, caso la densidad y la higroscopicidad para las primeras y la humedad del ambiente y del lugar de ubicación para las segundas.

El aire es un material sumamente liviano y mal conductor del calor en ausencia de corrientes convectivas, y por otra parte, dicho elemento forma parte de la constitución de muchos materiales, influyendo notoriamente en la densidad de los mismos. Consecuentemente puede observarse que existe una correlación importante entre la mencionada propiedad física de la mayoría de los materiales y su coeficiente λ , características que varían en el mismo sentido. Igualmente, la conductividad térmica varía también en el mismo sentido en que varía su humedad o contenido de agua, al punto de poder anular las propiedades aislantes de materiales con alto contenido de aire por condensaciones importantes en su interior.

Por otro lado, si dos medios perfectamente aislados “E” e “I”, mantienen temperaturas $t_e > t_i$ constantes (del aire y los cerramientos), implica que en “E” se genera en forma permanente una cantidad de calor que es absorbida en “I”, lo cual determina que se trata de un régimen estacionario con un flujo de calor constante y en forma permanente. El calor se transmite de “E” a la superficie “A”, de ésta a la superficie “B” y finalmente desde ésta a “I”. De estas tres etapas, en la primera y la tercera se produce radiación y convección, así como conducción en la segunda. El mantenimiento del escenario descrito requiere que: $t_e > t_{se} > t_{si} > t_i$. (RIVERO, 1988)

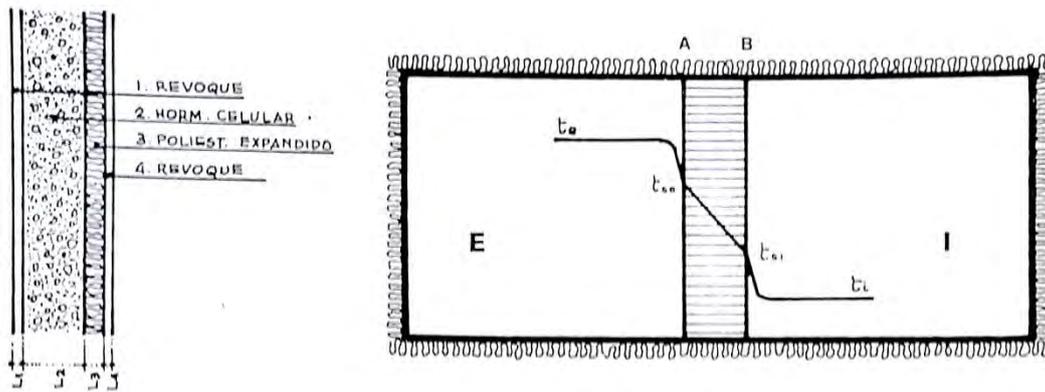


Figura 15: régimen estacionario, transmisión de medio a medio

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p.45.

La cantidad total de calor transmitida “q” se calcula por una fórmula en la que intervienen los parámetros y coeficientes correspondientes a las transmisiones en las tres etapas, las dos de radiación-convección y la de conducción. El valor final, total, se expresa como una fórmula que considera los cuatro valores mencionados: t_e y t_i en el numerador y t_{se} y t_{si} , vinculados con distintos coeficientes que toman en cuenta velocidad del aire, posición de las superficies, relación de dimensiones de los cuerpos, coeficientes de emisividad de los materiales, etc. Todos los valores aludidos en último término se engloban en uno sólo que se iguala a la inversa de otra magnitud, llamada transmitancia térmica (“U”) que permite expresar en forma sencilla el valor final de “q”: $q = U(t_e - t_i)$.

Los cerramientos heterogéneos son aquellos en los que las diferentes partes que lo constituyen tienen resistencias distintas, en general aquellos en los cuales intervienen más de un material en su construcción. En estos casos el cálculo de la U del cerramiento obliga a descomponer la sección en sectores homogéneos, calcular los respectivos valores de U para cada uno y obtener el valor global ponderando la incidencia de la superficie de cada uno en la de la unidad de la sección tomada como referencia.

Así, se define como transmitancia térmica a la cantidad de calor que es transmitido a través de todos los componentes de un sistema constructivo (por unidad de tiempo y superficie), cuando existe una diferencia de temperatura de 1°C entre los ambientes que los separa (normalmente interior y exterior). Este valor, se calcula como la inversa de la sumatoria de las resistencias térmicas parciales de cada uno de los componentes del cerramiento heterogéneo junto con la resistencia que ofrece el aire en la capa límite adyacente en los extremos del cerramiento (coeficientes convectivos).

$$U = 1/R_t \quad \text{siendo } R_t = R_{se} + R_1 \dots R_n + R_{si}$$

Régimen variable y variable cíclico (periódico)

Este es el otro régimen de transmisión de calor dentro de la modalidad de la conducción y se caracteriza por la variabilidad del flujo de calor en función del tiempo, en ambas o

al menos en una de las temperaturas consideradas. Normalmente, las oscilaciones de temperatura durante el día, el aporte solar a los cerramientos y la inercia que posea cada uno, así como las variaciones de la temperatura interior (producto del metabolismo de los usuarios y sus aspiraciones en cuanto al confort), hacen que el fenómeno varíe constantemente. El régimen estacionario es una simplificación del escenario en condiciones reales, pues implica tomar como variables de la transferencia de calor las condiciones más desfavorables que en ella intervienen (como temperatura del aire y HR interior y exterior), para simplificar el estudio del fenómeno y su intervención en los cerramientos. Es evidente que esto no representa fielmente la realidad (salvo el caso de algunos cerramientos compuestos solo por vidrio o chapa que tienen la particularidad de entrar en régimen rápidamente). En un escenario real, las condiciones de temperatura son variables y van cambiando hora a hora, minuto a minuto. No obstante, sirve como un acercamiento al problema y como un indicador comparativo para poder ponderar soluciones constructivas y tener un criterio de selección de materiales, así como para evaluar cerramientos ya construidos y buscar soluciones para mejorar su performance térmica.

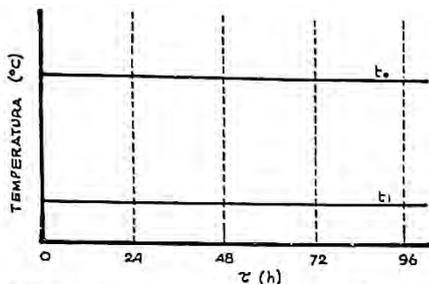


Figura 5.13 En caso que las temperaturas de ambos medios se mantengan uniformes en el tiempo, tendremos un régimen estacionario de transmisión del calor.

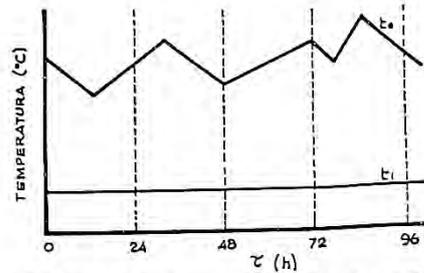


Figura 5.14. Si una de las temperaturas, por lo menos, se modifica en el tiempo el régimen será variable.

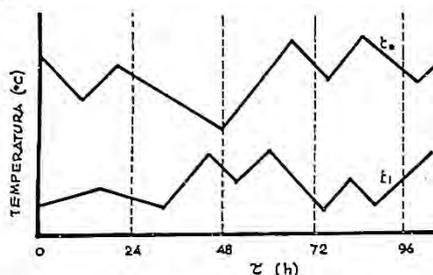


Figura 5.15. Ejemplo de otro tipo de régimen variable.

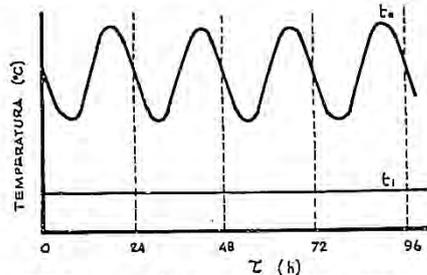


Figura 5.16 Cuando una de las temperaturas varía siempre de la misma manera, dentro de espacios iguales de tiempo, el régimen será variable de tipo periódico.

Figura 16: Distintos casos de régimen variable

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p.46.

Las diferencias entre ambos regímenes (estacionario y variable) pueden ser fácilmente visualizadas con simples gráficas de dos ejes de coordenadas. Lo anteriormente expresado, permite deducir que existen distintas combinaciones entre las características de constancia o variabilidad de las temperaturas del sistema considerado, aunque de todas ellas se destaca y alcanza el máximo interés la conocida como régimen periódico, sumamente representativo de la realidad de los espacios exteriores. Consiste esta categoría en un sistema en el que una de las temperaturas permanece constante y la

otra sufre una variación de tipo sinusoidal con período de 24 horas. El mencionado régimen tiene vigencia en estaciones extremas (invierno y verano) cuando la temperatura interior del edificio mantiene valores constantes en base a equipos de calefacción y aire acondicionado.

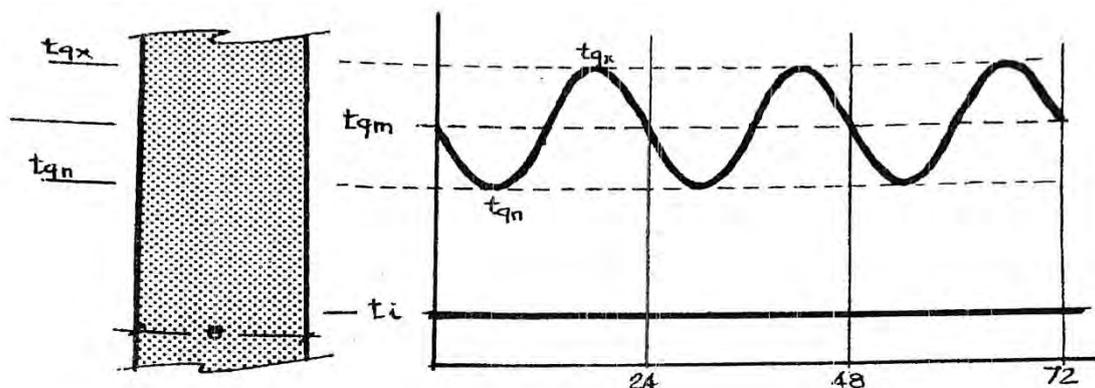


Figura 17: gráfico de las condiciones de análisis de un cerramiento en régimen variable cíclico

Fuente: FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelaR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. Acondicionamiento Térmico Guión 1. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006, p.71.

Otra propiedad de los materiales con incidencia importante en el régimen variable es el calor específico. Se representa por “c” y *“es la cantidad de calor necesaria para elevar en una unidad la temperatura de un cuerpo de masa igual a la unidad”* (RIVERO, 1988, p. 48) Al multiplicar el calor específico de un material por su densidad se obtiene el calor específico volumétrico (c.d), valor que a su vez multiplicado por el espesor de un cerramiento, da lugar a la capacidad térmica del mismo, lo que representa la cantidad de calor necesaria para aumentar una unidad la temperatura de un cerramiento cuya área es igual a una unidad y su espesor establecido (FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelaR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO, Guión 1, 2006).

El retardo térmico de un cerramiento es el tiempo que tarda una variación de la temperatura producida en un medio, en aparecer en la cara opuesta del cerramiento que lo separa del otro medio considerado. Tiene directa relación con el espesor del cerramiento, la densidad del material constitutivo, así como su calor específico y conductividad térmica, características y propiedades todas que influyen y determinan la transmisión del calor por conducción en los diferentes casos del régimen variable.

El estudio del régimen variable presenta similitudes con el del régimen estacionario. Así como para éste, en el caso de la transmisión de calor de un medio a otro (“E” e “I”) es conveniente conocer la temperatura superficial del cerramiento B en el medio interior, (cara al medio “E” = A; cara al medio “I” = B), en aquél la posesión de esa información es imprescindible para cuantificar la cantidad de calor (pérdida o ganancia) que afecta al espacio interior. La ecuación $q = h_i (t_{si} - t_i)$ para calcular la transmisión por conducción y convección de la cara interior del cerramiento al espacio contiguo aplicable al régimen estacionario, también lo es para el régimen variable. (RIVERO, 1988)

Suponiendo una situación de régimen estacionario con valores determinados para t_e , t_i y t_{si} durante 48 horas, a partir de las cuales, se aplica al medio "E" una variación de su temperatura de acuerdo a una trayectoria sinusoidal de régimen periódico con un período de 24 horas. La temperatura media de la nueva $t_{sol\text{-}aire}$ será t_e , mientras t_i permanecerá constante. En este nuevo escenario la temperatura de la superficie interior del cerramiento t_{si} , comenzará a presentar variaciones que alcanzarán al cabo de un tiempo sus valores y características definitivas. En estas circunstancias, se verificará para cada punto P de la temperatura $t_{sol\text{-}aire}$, la existencia de su correspondiente P' en la cara opuesta a partir de cumplido el retardo térmico correspondiente Δt . El régimen periódico de variación de 24 horas que se produce en el medio E se repite idénticamente en los valores de t_{si} en todos los puntos correspondientes. Respecto a la amplitud de la onda correspondiente a la senoide que representan la $t_{sol\text{-}aire}$ de la t_e (θ_s) y la correspondiente a la de la t_{si} , (ω_s) ambas en régimen variable, cabe destacar que el cociente entre ésta última y la primera (siempre menor a 1) representa lo que se define como factor de amortiguamiento " μ ", siendo entonces: $\mu = \theta_s / \omega_s$ para dicho cerramiento. El valor de μ y la capacidad de amortiguación del cerramiento varían en relación inversa. (RIVERO, 1988)

En definitiva: existen cuatro circunstancias constatables en la temperatura superficial interior que definen o caracterizan a un proceso de transmisión de calor sometido a un régimen periódico:

- 1) toda variación de t_e se manifiesta en t_s con retardo térmico;
- 2) t_s se manifiesta, como $t_{sol\text{-}aire}$ en régimen periódico;
- 3) t_s presenta variaciones amortiguadas con relación a las de $t_{sol\text{-}aire}$;
- 4) en el caso en que $t_{sol\text{-}aire}$ presente un valor medio uniforme, t_s tendrá la misma característica.

2.4.4 La inercia térmica y su importancia en la arquitectura

En este estudio del régimen variable y del retardo que se presenta en la temperatura de un medio a otro, viene a consideración una definición fundamental: la de la inercia térmica. En definitiva, esta propiedad relacionada con el tipo de material y su masa, conductividad y calor específico, indica la capacidad que tiene dicho material de almacenar la energía térmica recibida ya sea por el aporte solar o por el aporte de algún sistema de climatización, y consecuentemente ir liberándola gradualmente de acuerdo al retardo y amortiguamiento del mismo.

A los efectos de aplicaciones prácticas, se pueden suceder dos situaciones:

Por un lado, un local de uso permanente (como una vivienda, por ejemplo), en cuya zona geográfica las condiciones climáticas varían abruptamente contemplando grandes amplitudes térmicas entre día y noche, se aprovecha la masa del cerramiento que a partir de las ganancias solares directas e indirectas va almacenando en su interior el calor, transmitiéndolo al interior de forma retardada y llegando al mismo en horarios en que la temperatura desciende, haciendo prescindible la utilización de climatización auxiliar. En definitiva, la masa del cerramiento hace que las temperaturas interiores se mantengan más estables, evitando que se "copien" las condiciones exteriores de grandes amplitudes, y con lo cual el usuario está más en confort.

También es de gran ayuda su consideración en climas más templados, a los efectos del acondicionamiento térmico, colocando la barrera térmica al exterior del cerramiento también en locales de uso permanente, ya que al utilizar una fuente de climatización al interior, gracias a la inercia que poseen los materiales de la envolvente, ésta irá absorbiendo la energía, liberándola luego de cierto tiempo, evitando tener que utilizar los sistemas mecánicos durante mucho tiempo encendidos o al menos, poder exigirles menos.

Por otro lado, un local de uso muy limitado en el tiempo (caso de escuela u oficina), requerirá que se le “inhabilite” esta propiedad a los cerramientos, colocando una barrera térmica en la cara interior de los mismos, de modo de favorecer a la climatización artificial y que ésta entre en régimen más rápido. De esta forma se evitan erogaciones absurdas de combustible o energético a los efectos de lograr climatizar, así como el hecho de que el usuario alcanza la temperatura de confort mucho más rápidamente.

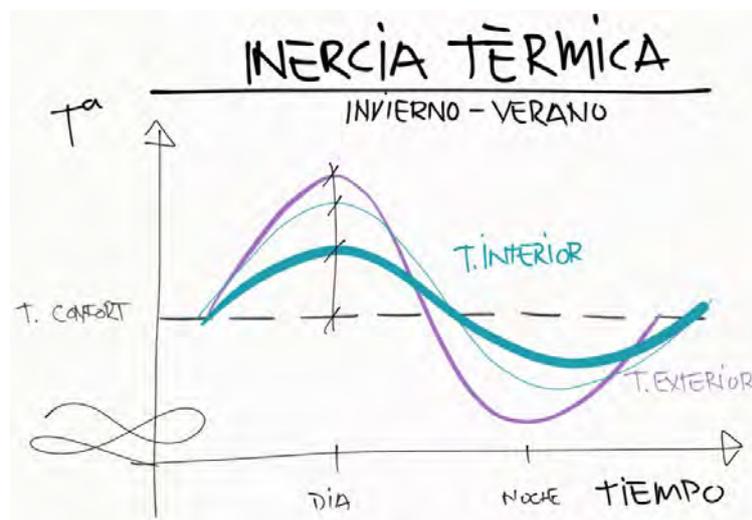


Figura 18: Inercia térmica

Fuente: <https://angelsinocencio.com/inercia-termica/>

La inercia térmica es una de las estrategias principales utilizadas en construcciones bioclimáticas, por ejemplo, para diseñar un Muro Trombe.

2.4.5 Temperatura equivalente

Otro factor a considerar en el estudio termo-energético de un cerramiento es el aporte que produce sobre él la radiación solar recibida. Es evidente que en climas como el nuestro, en que se tienen veranos e inviernos rigurosos, el aporte en este sentido debe de ser tenido en especial consideración durante la época estival, pues de no haber sido considerado, puede generarse el efecto no deseado de sobrecalentamiento de un local; mientras que en invierno este aporte es positivo y puede aportar favorable y significativamente a evitar el uso de calefacción artificial. De tan alto impacto es, que los materiales de construcción se comportan distinto ante este aspecto según sean opacos o transparentes. El tema central del presente trabajo obliga a focalizar en el detalle de lo que a cerramientos opacos corresponde.

La temperatura equivalente, también denominada temperatura sol-aire, “es la temperatura que debería tener el aire para producir los mismos intercambios térmicos que se producen en la realidad al agregarse el efecto del sol”. (FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelaR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO, Guión 1, 2006, p.62) En este proceso, en que no solo entra en juego el aporte incidente del sol, sino que se conjugan los intercambios energéticos a raíz de mecanismos de convección y conducción normales, intervienen y tienen directa relación el coeficiente de absorción y la emisividad del material superficial (relacionado con el color, rugosidad de la superficie, etc), así como lógicamente, la orientación a la que esté el cerramiento. Por ende, en este caso no importan espesores ni tipo de material, solo tipo de terminación y orientación, y por tanto coeficientes de absorción y emisividad. En el gráfico a continuación, se analizan distintos tipos de materiales y su comportamiento ante la radiación, siendo interesante resaltar que cuanto más claro y reflectivo es el mismo (como el caso del aluminio pulido) el porcentaje de absorción desciende notoriamente mientras que el de reflectancia es casi el máximo; en contraposición con materiales muy opacos y oscuros como la pintura negra en donde el efecto es exactamente el contrario al del recientemente mencionado material. Por tal motivo, queda demostrado que a la hora de diseñar una envolvente no solo es fundamental ponderar orientación y materiales, sino sus terminaciones y colorimetrías superficiales, sobre todo las que están más expuestas a la elevada irradiancia solar (caso plano horizontal u orientación oeste sobretodo en verano).

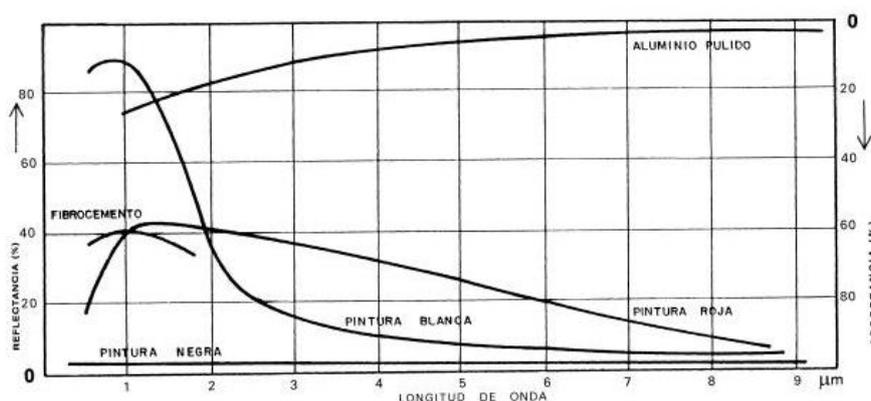


Gráfico 9: gráfico de comportamiento de materiales opacos ante la radiación

Fuente: FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelaR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. Repartido AT01. Diciembre 2002, p.30. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

En los gráficos a continuación, se ilustran las temperaturas equivalentes para varios planos de la latitud 35°S y para un coeficiente de absorción máximo de la superficie exterior (es decir 100%, todo lo que recibe como energía lo transforma en calor), de los que se puede concluir que, por un lado, el plano horizontal es el que recibe la mayor cantidad de radiación independientemente de la época del año y con respecto a los demás planos. Por otro, si bien los planos E y W por ser simétricos reciben la misma energía de radiación, el efecto sobre la W es distinto dado que se conjugan el aporte solar con la temperatura del aire, que para el momento del día en que el sol da hacia esta orientación, la temperatura del aire es mucho mayor que cuando da hacia el E.

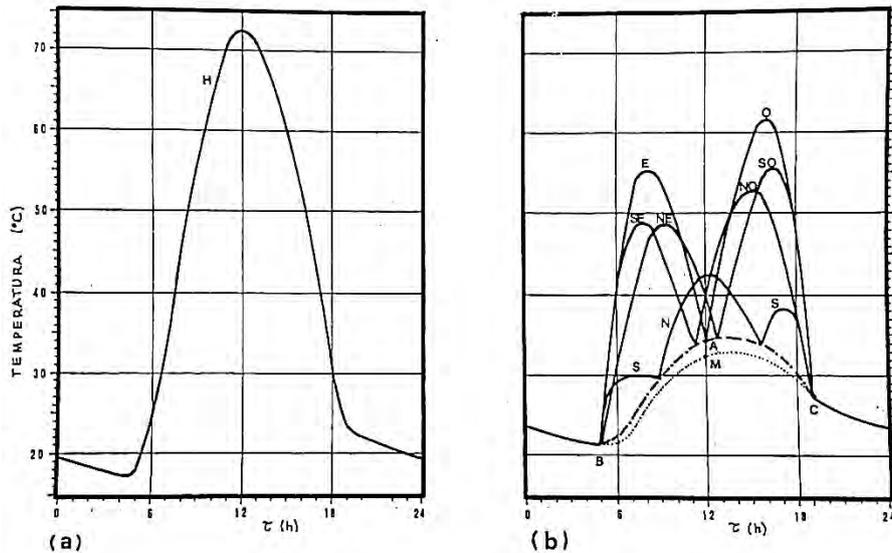


Figura 9.2. Temperaturas equivalentes para varios planos en la latitud 35° S (Montevideo).

Gráfico 10: temperaturas equivalentes para varios planos en la latitud 35° S (Montevideo)

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p. 99

La temperatura sol-aire se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$T_{\text{sol-aire}} = T_e + (I_g \times \alpha \times R_{se})$$

Cabe aclarar, que dicha fórmula contempla la temperatura exterior como la temperatura rigurosa de diseño para los meses de verano (más específicamente para el 22 de diciembre), de modo que se está calculando la máxima diaria y el efecto de la temperatura ambiente en las orientaciones E y W no se verá reflejado en los resultados, a menos que se calcule con la temperatura rigurosa para cada plano, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$T_{e\zeta} = t'_{xm} + A \times F_{\zeta}$$

Por lo tanto, la fórmula específica para una hora ζ en que la temperatura del aire exterior se hace máxima de acuerdo al plano de estudio es:

$$T_{\text{sol-aire}\zeta} = T_{e\zeta} + (I_{g\zeta} \times \alpha \times R_{se})$$

Muy vinculado a este parámetro se encuentra la temperatura en la superficie interior de los cerramientos. De alguna forma, en ese mecanismo de transmisión del calor evidentemente la orientación y la terminación superficial exterior tienen mucha incidencia, y esto se verá reflejado en el comportamiento interior del mismo. Evidentemente, la temperatura sol-aire está variando constantemente durante todo el día dado por el efecto de la radiación solar en sus distintas intensidades. Por ende, la transmisión del calor a través de los cerramientos se da en un régimen variable o periódico. Como en los otros casos, se suelen realizar simplificaciones para hacer más asequibles los cálculos y que en definitiva, aunque no representen fielmente lo que ocurre en la realidad, son parámetros que sirven para considerar para comparar con otras

soluciones constructivas y a la hora de la toma de decisiones con respecto a materiales y tipos de terminaciones superficiales de acuerdo a las orientaciones.

En este sentido, la temperatura superficial interior se podrá calcular de acuerdo a la siguiente fórmula:

- Temperatura superficial interior máxima (valor que afecta en verano)
 $T_{sx} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) + \mu \theta_s$
- Temperatura superficial interior mínima (valor que afecta en invierno)
 $T_{sn} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) - \mu \theta_s$

De igual forma ocurre con el flujo térmico a través de los cerramientos opacos, siendo importante considerar el aporte de la radiación mayormente durante la época estival, a efectos de evitar temperaturas superficiales interiores muy elevadas y por consiguiente un sobrecalentamiento indeseado en el interior de los locales, que afectaría negativamente al confort térmico del usuario (si este parámetro no se tiene en cuenta, no se pueden diseñar correctamente los mecanismos de ventilación natural así como la barrera aislante térmica componente de los cerramientos).

En efecto, a la fórmula estándar del flujo de calor por conducción se le adiciona el aporte de la temperatura sol-aire en verano, quedando de la siguiente forma:

$$q_{cond} = U [(T_{sol-aire} + t_e) - t_i]$$

2.4.6 La humedad y la condensación

Dadas las características de nuestro aire, sobre todo en la zona climática IVd por la proximidad a la franja costera y también las zonas próximas al litoral, que presenta un alto contenido de vapor de agua durante la mayor parte del año, resulta de suma importancia además de evaluar el desempeño térmico de los materiales de construcción, su comportamiento y desempeño higrométrico. Además del contenido de vapor en el aire exterior, en el interior de nuestros edificios existen un sinnúmero de fuentes de producción de vapor de agua, que, sobre todo durante el invierno, se intensifica exponencialmente. Así, sistemas de calefacción de combustión incompleta, fuentes de cocción, aseo y secado tanto personal como de objetos e incluso los propios individuos con sus mecanismos termorreguladores (evapotranspiración), tanto como una gran cantidad de fuentes más, producen una importante cantidad de vapor de agua que se incorpora al ambiente quedando una parte de él suspendido en el aire en la medida éste se lo permita y otra se difundirá a través de la envolvente del edificio hacia el exterior. Por ejemplo, según el Documento Técnico n°30 sobre Humedad de Condensación en Viviendas de la Cámara Chilena de la Construcción, en la tabla 2.4. "Agua evaporada por hora por persona en función del tipo de actividad y la temperatura", p.34, una persona en reposo, produce a 15°C 365g/h de vapor, y a 25°C 66g/h de vapor de agua; o una estufa a gas licuado genera 1,60 kilogramos de vapor de agua por kilogramo de combustible, según tabla 2.3 del Documento Técnico mencionado, p. 33. Esta agua se traduce e incorpora al ambiente interior en forma de vapor, y aquí es cuando comienza el problema, al encontrarse con cerramientos cuya temperatura superficial interior es bastante menor a la del aire en el ambiente: este escenario se ve favorecido mayormente en época invernal, ocurriendo normalmente en construcciones con calefacción interior y envolvente con baja resistencia térmica, o lo que es lo mismo, mal aislados. Este escenario favorece el crecimiento de moho, lo que acarrea

inconvenientes tanto desde el punto de vista del desmedro de la construcción, higiénicos y de salud, así como económicos (fenómenos que se desarrollarán más adelante).

El aire, a presión normal, presenta siempre cierto contenido de vapor de agua en él (humedad absoluta, expresada generalmente en gramos de agua por metro cúbico o kilogramos de aire seco), que dependerá directamente de la temperatura a la que se encuentre. Se define como “humedad”, al vapor de agua que se encuentra contenido en el aire. En determinado momento y a cierta temperatura, no puede seguir conteniendo más “cantidad” de humedad sin cambiar de fase, por lo que se dice que en ese punto alcanzó su capacidad máxima de contenido de vapor y por lo tanto ese aire se encuentra “saturado”. La humedad relativa será la relación entre ambas magnitudes, expresada en porcentaje. A partir del momento en que el aire se encuentra saturado de vapor de agua y por lo tanto la humedad relativa llega al 100%, si se le sigue suministrando vapor, comenzará el proceso de cambio de fase, es decir, condensará, y el vapor se transformará en agua líquida. Es en esta instancia en que el calor latente pasa a ser nuevamente calor sensible, aumentando por consiguiente la temperatura de la superficie condensada.

Entiéndase como calor sensible a “...aquel que aportado a un cuerpo o sustancia hace que aumente su temperatura sin afectar su estado...” (AZQUETA, 2014, p. 37) y calor latente como “...la energía absorbida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (...) o de líquido a gaseoso...” (AZQUETA, 2014, p.37) A propósito de estos conceptos, viene otra definición fundamental para definir el problema de la evaporación y condensación: el calor específico. Éste se define como la cantidad de energía que se le tiene que suministrar a una unidad de masa de cualquier elemento, para elevar su temperatura en un grado.

El diagrama psicrométrico, ábaco donde se expresan todas las características del aire, da la posibilidad de determinar todas las variables que se necesitan a efectos de evaluar las envolventes materiales desde el punto de vista higrométrico, entre otras tantas aplicaciones que en materia de sistemas de acondicionamiento mecánico tiene.

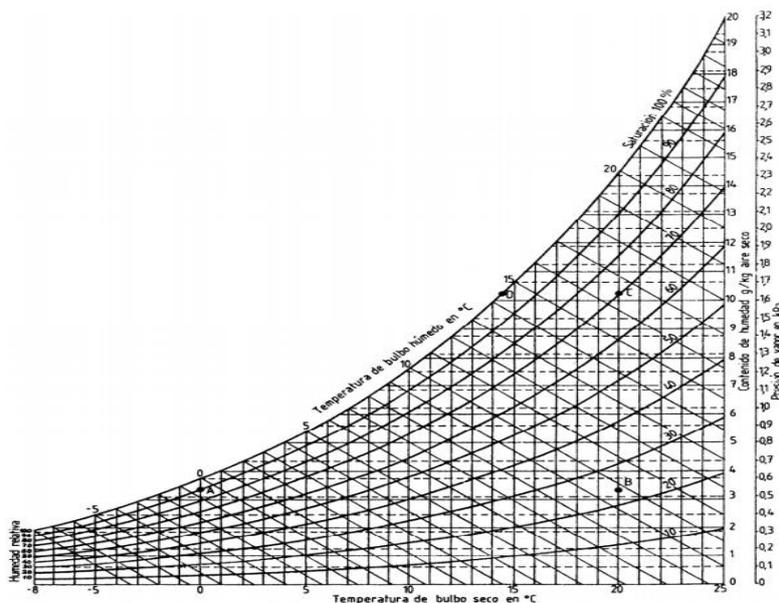


Gráfico 11: Diagrama Psicrométrico

Fuente: Norma IRAM 11625

Obtenemos a partir de él entonces información para diseñar y/o evaluar la envolvente de una construcción desde el punto de vista de su comportamiento frente a la humedad, en pro de evitar cerramientos tendientes a alcanzar el punto de rocío superficialmente y/o incluso en alguna de sus capas y por ende, evitar condensaciones que confluyen en patologías. Este estudio, denominado evaluación del riesgo de condensación de un cerramiento, se realiza en régimen estacionario, con condiciones ambientales interiores y climáticas exteriores extremas determinadas por norma, a efectos de considerar los peores escenarios posibles (poca o nula tasa de renovación de aire en conjunto con una importante producción de vapor lo que aumenta considerablemente el contenido de vapor de agua en el aire interior, y temperaturas interiores y exteriores acordes a la época del año para la que se realiza el estudio). Sin embargo, en este caso el papel del usuario es preponderante y concluyente: muchas veces el cerramiento puede estar diseñado correctamente desde el punto de vista de selección, cuantificación y localización de los materiales, pero si la producción de vapor en el interior es excesiva por diversos motivos, y a eso se le adiciona una poca o nula tasa de ventilación, puede ocurrir que en el cálculo teórico no exista riesgo, pero en la realidad se produzca la mencionada anomalía. Es en este sentido que este problema se complejiza y toma una real trascendencia: es importante entonces no solo como técnicos tomar en cuenta consideraciones higrotérmicas a la hora del diseño, sino también, resulta fundamental la sensibilización del usuario a tales efectos, en pro de evitar patologías, sobrecostos en mantenimiento edilicio y afectaciones en la salud por el síndrome del edificio enfermo.

Con respecto al tema de la condensación, entra en juego otra definición importante: el punto de rocío. Se define punto de rocío como la temperatura a la cual el aire encuentra su punto de saturación máxima de vapor, y a partir de la cual comienza el cambio de fase del vapor de agua a estado líquido.

A nivel de textos especializados en el tema, o incluso en literatura académica a nivel de grado, es frecuente encontrar matrices como la tabla 2, que sintetizan los síntomas de las patologías asociadas a problemas higrotérmicos y los posibles lineamientos para mejorar la problemática. Nótese que en todos los casos resalta la elevada presencia de humedad relativa en los ambientes, un poca o nula tasa de renovación de aire, así como una muy baja resistencia térmica de los cerramientos opacos producto de un inadecuado diseño acorde a las condiciones climáticas locales, higrométricas y térmicas.

PATOLOGÍA	CONDICIONES INTERIORES	CLIMA	CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS	MEDIDAS CORRECTIVAS DE DISEÑO
Condensaciones en vidrios.	Alta HR interior. Ventilación mal diseñada o insuficiente.	Período frío.	Muy baja resistencia térmica (muy alta trasmittancia U).	Colocación de doble vidriado o doble aventanamiento o perfil que recoja la condensación.
Condensaciones en cerramientos pesados.	Alta HR interior. Ventilación mal diseñada o insuficiente.	Período frío.	Baja resistencia térmica del cerramiento. Ordenamiento incorrecto de las capas. Cámaras de aire no ventiladas cuando el material de terminación exterior es un metal.	Incorporar o aumentar el aislamiento térmico. Ordenar correctamente la s capas. Ventilar las cámaras de aire sobre todo cuando el material de terminación exterior es un metal o aislamiento radiante.
Condensaciones en cerramientos livianos.	Alta HR interior. Ventilación mal diseñada o insuficiente.	Período frío.	Baja resistencia térmica del cerramiento. Ordenamiento incorrecto de las capas. Cámaras de aire no ventiladas cuando el material de terminación exterior es un metal. Filtraciones de aire a través del cerramiento.	Incorporar o aumentar el aislamiento térmico. Ordenar correctamente la s capas. Ventilar las cámaras de aire sobre todo cuando el material de terminación exterior es un metal o aislamiento radiante. Colocación de dos membranas: una interior (lado caliente) barrera al vapor y al aire y otra exterior (lado frío) barrera al aire y al agua pero permeable al vapor de agua.

Tabla 2: tabla con pautas para un diseño higrotérmico correcto de los cerramientos

Fuente: FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelaR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. Acondicionamiento Térmico Guión 2. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006, p. 57

La difusión del vapor de agua siempre se da desde el punto de mayor contenido de humedad absoluta al de menor, intentando equilibrar el interior con el exterior del edificio. En este proceso de difusión, el vapor es interceptado lógicamente por los cerramientos de la envolvente expuesta, que van a ofrecer mayor o menor resistencia a este proceso en función de su espesor, de la localización y tipo de material de sus capas constitutivas, así como de su coeficiente de resistencia al paso del mismo. Algunos materiales de construcción, como el ladrillo o los materiales aislantes térmicos (materiales porosos o que contienen gran porcentaje de aire en su composición interna como el segundo caso), ofrecen una baja resistencia a este proceso y por lo tanto permiten que el vapor se difunda a través de ellos. En cambio, materiales como películas metálicas o de polietileno de alta densidad, algunos papeles y cartones recubiertos de asfaltos, e incluso algunas pinturas, ofrecen una alta resistencia a esta difusión. Por tal motivo, se les denomina comúnmente a estos últimos como “barreras de vapor”. A los efectos prácticos, es por este motivo que resulta fundamental, a la hora del diseño de los cerramientos y sobre todo en regiones tan húmedas como la zona climática IVd y IIb de nuestro país, no solo el diseño en función del desempeño térmico, sino, además, el análisis correspondiente al comportamiento higroscópico de dichos cerramientos. La presencia de la barrera de vapor como material constitutivo de cualquier cerramiento ya sea vertical u horizontal resulta en casi el total de los casos fundamental: la condición *sine qua non* de la misma para que funcione en condiciones ideales es que sea lo más continua posible y en el caso donde se interrumpa dicha continuidad por cualquier motivo, que esté debidamente sellada. Se define barrera de vapor, según la norma IRAM 11625 Aislamiento térmico de edificios, verificación de sus condiciones higrotérmicas, como la “*capa de material que, generalmente de espesor pequeño, ofrece una alta*

resistencia al pasaje del vapor. Para que un material se considere barrera de vapor, su permeancia debe ser menor que 0,75 g/m² h KPa” (IRAM 11625, 2007 p. 6)

Esta barrera deberá colocarse siempre del “lado caliente” del cerramiento, es decir donde la temperatura es mayor y en la misma dirección del flujo de calor, e interponiéndose a la barrera térmica, para protegerla de la difusión del vapor y evitar condensaciones en su interior, lo que provocaría un desmedro del material aislante y por tanto, una pérdida de sus funciones como tal. Su localización inadecuada dentro del cerramiento puede provocar efectos más negativos que el hecho de no estar presente: al presentar una elevada resistencia a la difusión del vapor, por ejemplo, si se la coloca del lado “frío” subsiguiente a un material poroso o al aislante térmico mismo, por un lado se está permitiendo la libre difusión a través de ellos y por otro, no permitiendo que el vapor siga su curso, por lo cual se está conteniendo en dicha capa, favoreciendo que se humedezcan más aún producto del vapor condensado. En dicho caso se terminan convirtiendo en una suerte de “trampa de vapor”.

Según el Arq. Roberto Rivero, un aislante térmico está definido como:

“...el objetivo de una aislación es controlar al máximo las condiciones térmicas de un medio habitado frente a los agentes térmicos hostiles del medio inmediato; los instrumentos serán los materiales de construcción y los límites, las consideraciones económicas o de otro carácter aplicables al problema en estudio.” (RIVERO, 1988, p. 57)

La característica principal de cualquier material aislante térmico es su estructura interna de celdas cerradas que contienen aire estanco y seco. Cualquier aislante térmico contempla una gran permeabilidad al agua en estado gaseoso, por lo que, si no se le interpone un material que oficie de retardador y haga que el mismo se vaya disipando previamente a difundirse en el interior -barrera de vapor-, éste lo penetrará y condensará en sus celdas, aumentándole la conductividad y por lo tanto perdiendo su función principal: la de aislar térmicamente. El gráfico 12 muestra cómo la conductividad de diversos aislantes tradicionales aumenta en función del contenido de humedad dentro de ellos. Cabe la aclaración que, cuanto mayor es la conductividad térmica de un material, más conductor del calor es y por lo tanto, menos aislante térmico.

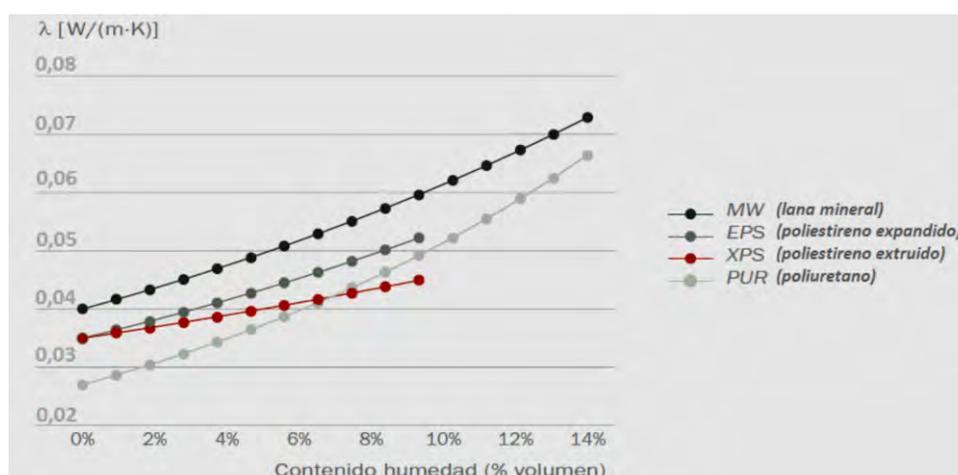


Gráfico 12: Variación de la conductividad térmica de materiales aislantes en función de la humedad (según EN ISO 10456).

Fuente: Soluciones de aislamiento térmico con poliestireno extruido XPS para una edificación sostenible, AIPEX.

Condensación superficial e intersticial.

Cualquiera de estos dos fenómenos, sucediéndose por separado o peor aún en simultaneidad, generan afectaciones negativas provocando el desmedro de los materiales constitutivos de los cerramientos, que van mucho más allá de problemas estéticos. Esto ocurre cuando la temperatura real ya sea en la superficie interior de paredes y techos o en alguna/s de su/s capa/s internas es menor a la temperatura de rocío (condensación superficial e intersticial respectivamente).

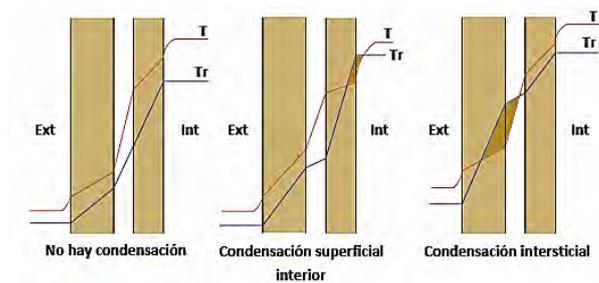


Figura 19: esquemas en muro de doble hoja de casos de condensación superficial e intersticial.

Fuente: <http://rehabilitayreforma.com/humedades-en-cerramientos-diagnostico/>

Las consecuencias de estas condensaciones son las humedades, escorrentías superficiales y proliferación de microorganismos como el moho en las superficies afectadas, y el humedecimiento del interior de los materiales (mayormente los porosos e higroscópicos), con el consecuente desmedro de los mismos y la aparición de eflorescencias –sales cristalizadas- visibles en la superficie. Estas problemáticas no solo acarrearán sobrecostos de mantenimiento del edificio, sino problemas de confort en el usuario e incluso afectaciones de diversa índole en la salud.

Este tipo de humedades se suscitan en zonas proclives a tal hecho, denominadas puentes térmicos. Éstas son zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor; pudiendo ser puentes térmicos de tipo constructivo o geométrico. Éstos en general, son zonas con poca iluminación natural y poca circulación de aire convectivo: dentro de placares y estanterías, diedros, dinteles, antepechos, entre otros. El síntoma con el que se manifiestan estas condensaciones superficiales es con la proliferación de moho asociado a ella (manchas de pequeño tamaño, de color grisáceo y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de patologías). En las imágenes a continuación, se pueden observar zonas de puentes térmicos con condensaciones -e incluso con escorrentía sobre la superficie- en la carpintería metálica de una abertura (figura 20); así como proliferación de moho en el antepecho de pared orientada al sur (figura 21), y en paño central de pared sur-este (figura 22) seguramente por discontinuidad en las capas materiales del cerramiento.



Figura 20: condensación en carpintería metálica de abertura. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [agosto 2017]



Figura 21: moho en antepecho de pared orientación sur. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]



Figura 22: moho en paño central de pared orientada al sur-este. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]

Estas condensaciones se encuentran asociadas directamente a un elevado contenido de humedad en el aire sostenido durante mucho tiempo (alta humedad relativa), así como a una envolvente térmica diseñada sin tener en cuenta el confort higrotérmico del usuario (esto es, una envolvente sin aislamiento térmico continuo que evite el efecto de “pared fría”, haciendo que la temperatura del aire en su superficie sea mayor a 2.5°C con respecto a la del aire ambiente interior, así como una gran cantidad de puentes térmicos –zonas por donde se pierde mayor flujo energético-).

Además, ante estos escenarios, es frecuente percibir el distintivo “olor a humedad”, lo que indica que estas colonias están creciendo “activamente”. Estos olores típicos se denominan VOCm (compuestos orgánicos volátiles de origen microbiano). El moho para proliferarse se nutre del material presente en la superficie que invadió, liberando enzimas que degradan el sustrato y como deshecho liberan estos compuestos, que no son otra cosa que aldehídos, cetonas, alcoholes, entre otros, y por ello son altamente perjudiciales para la salud) (SINGH. WATKINSON. LACEY. SAMSON. C.G. ADAN. LLOYD. BRUCE. PALFREYMAN. HILDITCH. LAL GARG. DHAWAN. ESCAMILLA. COMTOIS. KOCH. GOMEZ-ALARCON. DE LA TORRE. 1994)

En otro orden, además de las afectaciones aparentes en la superficie visible de la envolvente, esta patología de condensación intersticial afecta la integridad interior de los componentes de los cerramientos, siendo evidencia de ello en los casos en donde no hay agua penetrando por otras causas, la presencia de eflorescencias salinas en las superficies. Según el Dr. Arq. Juan Monjo Carrió en su libro *Patologías de Cerramientos y Acabados Arquitectónicos*, define a las eflorescencias como “*el depósito de sales por cristalización en la superficie exterior de los cerramientos cuando dichas sales provienen de los materiales constituyentes del mismo por disolución en agua que los atraviesa y posterior evaporación al llegar a la superficie.*” (MONJO CARIÓ, 1997, p. 277) Estas eflorescencias tienen un aspecto muy característico y distintivo como se puede observar en la imagen a continuación sobre una pared revocada (figura 23), o en la figura 24 sobre una pared de ladrillo cerámico visto.



Figura 23: Eflorescencias salinas causadas por condensaciones en el interior del muro. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]

A partir del análisis con termografía infrarroja, se puede verificar la elevada presencia de humedad en zonas de los cerramientos, cuyos síntomas son eflorescencias y manchas de moho, junto con la proliferación de biodeterioro. La heterogeneidad en la colorimetría de los termogramas indica dónde se encuentra humedad e incluso llega a haber agua contenida: las zonas más oscuras representan menores temperaturas (y describen el patrón de humedad presente). Esta humedad modifica las propiedades del cerramiento aumentándole la conductividad térmica (y por lo tanto aumentándole la capacidad de transmitir el flujo energético); así como también es capaz de arruinar materiales porosos como las mencionadas barreras térmicas, o materiales más actuales de origen natural.

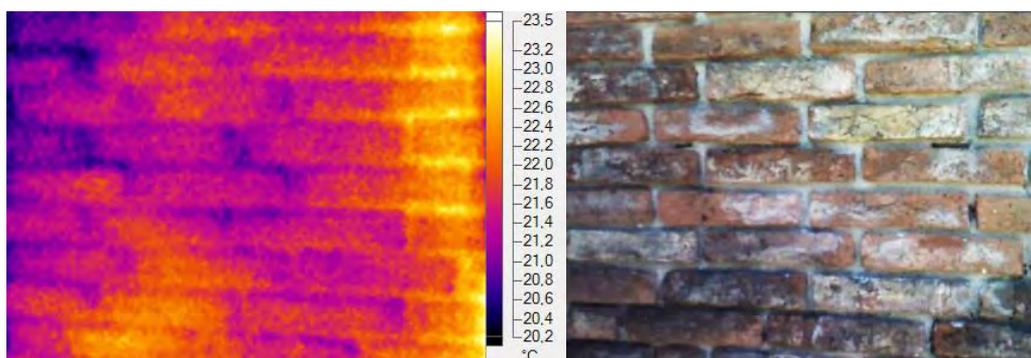


Figura 24: Termograma e imagen real del detalle del muro de mampostería vista en fachada suroeste. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [agosto 2017]

La termografía proporciona de forma rápida y eficaz, mediante ensayos no destructivos (es decir, sin tener que realizar cateos específicos en los cerramientos con el consecuente desmedro de los mismos), la existencia, localización y cuantificación de los puentes térmicos (pérdidas energéticas); radiación térmica que se puede traducir en temperaturas superficiales con alguna corrección básica; detección de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del aislamiento; así como detectar algunas patologías edilicias.

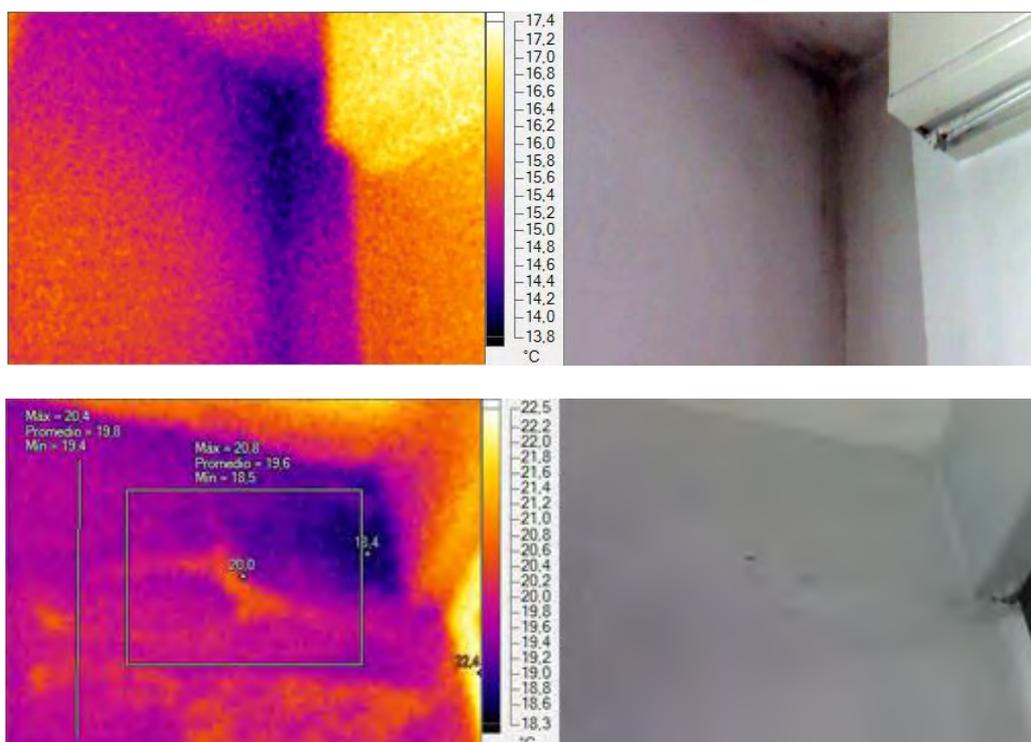


Figura 25: Termogramas e imágenes reales de las humedades de condensación en diedros superiores de fachadas sureste (arriba) y suroeste (abajo). Vivienda en Montevideo.

Fuente: imágenes tomadas por la autora del presente trabajo [agosto 2017]

2.4.7 Calidad del aire interior: caso particular del efecto nocivo de las micotoxinas producto de hongos y mohos.

En este punto se pretende realizar un análisis de las patologías derivadas del inadecuado acondicionamiento o construcción de las envolventes opacas, así como otros factores asociados al uso inadecuado y mantenimiento de los inmuebles y sus efectos perjudiciales que podrían tener en la performance y salud del ocupante (por los impactos negativos que acarrear en la calidad del ambiente interior).

En la actualidad, en pro de contribuir a la eficiencia energética de las edificaciones y por ende de mejorar el confort del usuario, la premisa es obtener edificios cada vez más

estancos, “hermetizándolos” a tal punto, que dicha solución tiene una evidente consecuencia positiva en lo que a reducción de demanda energética refiere, pero puede representar un verdadero inconveniente dependiendo de los hábitos del usuario en lo que supone una buena calidad del aire interior. En este sentido, se deberán aumentar las renovaciones de aire (mediante ventilación natural cruzada por ejemplo), o bien podrían utilizarse medios mecánicos (como deshumidificadores), a efectos de eliminar el alto contenido de vapor de agua inmerso en el aire interior, producto de limpieza, aseo personal o de procesos metabólicos propios del ser humano (según lo mencionado precedentemente en el ítem sobre riesgo de condensación de los cerramientos). De lo contrario, el vapor quedará atrapado en el interior del recinto, y en su proceso normal de difusión hacia el exterior, puede llegar a ocurrir que encuentre el punto de rocío en alguna zona del interior del cerramiento y se produzcan condensaciones, con las consecuencias anteriormente descritas. Asimismo, además del uso de deshumidificadores, es importante cambiar el tipo de calefacción “húmeda” que se utiliza a una de tipo “seca”, ya que en el proceso normal de la combustión, se genera vapor de agua⁴. Al tratarse de aire tomado desde el recinto y liberado en el mismo lugar, tanto el vapor como los demás gases expulsados quedan atrapados en el mismo local, generando las patologías mencionadas en el presente documento.

Estas patologías descritas, así como el exceso de contenido de vapor de agua en el aire ambiente, y la proliferación de microorganismos (tanto de origen vegetal como animal), conllevan a ciertas problemáticas en la salud del ocupante de los edificios denominada Síndrome del Edificio Enfermo. La Organización Mundial de la Salud lo define de la siguiente forma:

“...conjunto de molestias (sequedad de piel y mucosas, escozor de ojos, cefalea, astenia, falta de concentración y de rendimiento laboral, entre otras) o enfermedades que aparecen durante la permanencia en el interior del edificio afectado y desaparecen después de su abandono.” (REY MARTÍNEZ, 2007, p. 2)

Como complemento a la definición anterior, vale decir que desaparecen en el caso de ser enfermedades de origen alérgico o reumático al retirarse del interior de las construcciones afectadas, pero pueden permanecer crónicas o incluso ser letales en el caso de ser de origen tóxico (como las producidas por algunas micotoxinas que liberan los hongos y mohos, caso que se desarrollará en este capítulo).

Por un lado, con respecto a los agentes físicos, en esta categoría quedan comprendidos los factores de confort térmico, ruido y vibraciones provenientes mayormente del exterior (y que penetran por las aberturas), problemas de iluminación (baja iluminación o encandilamiento), partículas de diverso tipo dispersas en el aire, y la radiación electromagnética (que mayormente radian los equipos electrónicos y electrodomésticos como el microondas). En este caso tiene una gran incidencia el factor psicológico y subjetivo de cada usuario, pero las típicas enfermedades derivadas de este tema puede ser la proliferación de microbios y hongos en el ambiente propiciado por alta HR; o de

⁴ Según el Documento Técnico n° 30 sobre Humedad de Condensación en Viviendas de la Cámara Chilena de la Construcción (disponible online en <http://informatica.cdt.cl/documentos/eecs/manualdehumedad.pdf>), en la p. 33 se muestra la tabla 2.3. “Dióxido de carbono y vapor de agua generado por kilogramo de combustible”, una estufa o cocina a gas licuado libera 2,50Kg de vapor de agua/Kg de combustible.

lo contrario sequedad y dolor de las mucosas por la baja HR. En este eje de estudio, deberá tenerse especial atención en los parámetros del aire (temperatura seca, humedad relativa, temperatura media radiante de los cerramientos, velocidad del aire, así como parámetros propios del hombre como ser actividad, vestimenta, edad, entre otros); ruidos tanto interiores del edificio como exteriores, que puedan perturbar la concentración o el descanso de los usuarios; así como cualquier problema derivado de la iluminación (como se mencionó, baja iluminación, contrastes muy fuertes, brillos excesivos sobre planos de trabajo, generarán estrés visual que culminará en sintomatología como mareos, vómitos, irritación de los ojos, dolor de cabeza, etc).

Más específicamente en referencia a los agentes orgánicos o biológicos, se entiende pertinente que dicho aspecto merece algo más de desarrollo por la gravedad del asunto y dado que están relacionados directamente con el tema central del presente trabajo. Se pueden sub-clasificar en dos líneas: por un lado, los de origen vegetal (como los hongos, pólenes y esporas), y por otro, los de origen animal (como bacterias, virus, ácaros, insectos, etc). Si bien son todos contaminantes que no se ven a simple vista (excepto los insectos), los hongos, pertenecientes al reino de los fungis, luego de su proliferación pasan a una etapa en que se hacen visibles al ojo humano. Las esporas de moho se encuentran en suspensión en el aire, ingresando a los edificios por intermedio de ventanas, puertas y equipos de climatización. Viajan según orientación y velocidad del aire hasta a 160km (HESS-KOSA, 2011) de su punto de origen, esperando encontrar las condiciones ideales para su proliferación (típicamente ambientes con más de 50% de humedad relativa, poca o nula ventilación, zonas humedecidas -por condensación o filtración- y una diferencia de temperatura entre el aire y la superficie de los cerramientos muy grande. Se manifiestan como manchas verdosas grisáceas, negras o marrones, con algún dejo blancuzco, en muchos casos tendiendo a policromatismos y con textura “peluda” (dependiendo de la especie de hongo), que generan ambientes pesados y con olor desagradable. Pueden crecer sobre paredes y cielorrasos, sobre elementos naturales como la madera, sobre alfombras y otros textiles:

“Aparte de los varios cientos de miles de especies de mohos, hay alrededor de 16 especies diferentes que se conocen como mohos tóxicos ya que pueden liberar micotoxinas tóxicas para los seres humanos y animales.” (INFORMACIÓN DEL MOHO Y EL MOHO TÓXICO [Disponible online] <http://eliminarmoho.org/> [Consulta diciembre 2017])

Por supuesto los daños en la salud del usuario dependerán de la predisposición fisiológica del organismo, la coexistencia con otras enfermedades que potencias su afectación negativa, el tiempo y la concentración de la exposición a las micotoxinas, entre otros factores.

Algunas de las especies más comunes y peligrosas de moho que proliferan en los interiores de los edificios son Cladosporium, Alternaria, Penicillium y Aspergillus (HESS-KOSA, 2011). Todas ellas se nutren de diversos materiales, necesitan distintas condiciones para subsistir y generan efectos nocivos en la salud de diversa entidad. Por ejemplo, la cepa Alternaria, crece en alfombras, textiles y en zonas donde existe presencia de mucha cantidad de agua (como duchas o puntos de rotura de alguna cañería), su colorimetría comúnmente es entre verde grisácea, marrón e incluso algo negruzca, y las afectaciones que puede producir con sus micotoxinas son alergias, rinitis

y asma (Common Mold Library [Disponible online] <http://www.nationlabs.com/resources/mold-library/> [Consulta octubre 2017]). Otra, el *Penicillium*, prolifera en materiales de construcción en general, su aspecto es generalmente algodonoso y con un color blanquecino con pigmentos grises, azules e incluso en algunos casos rojizos; pudiendo producir en el usuario las mismas enfermedades de la cepa anterior e incluso neumonitis.



Figura 26: *Alternaria*, crece habitualmente en lugares con mucha humedad como duchas, debajo de fregaderos o donde ingresó o filtró agua proveniente del exterior o de una rotura de instalación sanitaria

Fuente: <http://microbiologiayepidemiologia.blogspot.com.uy/2012/06/alternaria-sp-aspergillus.html>



Figura 27: *Penicillium*

Fuente: <http://www.nationlabs.com/resources/mold-library/>

En referencia a las enfermedades alérgicas y pulmonares que pueden acarrear, el experto alergólogo Dr. Carlos Senent en su informe “*Alergia a la humedad: ¿qué son los hongos y cómo evitarlos?*” agrega:

“el diagnóstico de estos procesos no es fácil y debe estar en manos del alergólogo, quién se basará en la historia clínica, las pruebas cutáneas, el análisis de la presencia de anticuerpos de la clase IgE en el suero del paciente frente a los hongos, y en raros casos en pruebas de provocación (conjuntival, nasal o pulmonar)” (SENENT, [Disponible online] <http://alergiafbva.es/los-responsables-de-la-rinoconjuntivitis-y-el-asma-alergicas/9-alerxia-a-la-humedad-%C2%BFque-son-los-hongos-y-como-evitarlos/> [Consulta diciembre 2017])



Figura 28: Caricatura de una mujer con problemas de rinitis.

Fuente: <http://dominguet.blogspot.com.uy/2013/02/la-epidemia-debilitante-del-gobierno-de.html>



Figura 29: Caricatura de un niño con problemas respiratorios.

Fuente: <http://blogcas.hospitaldenens.com/2011/10/preguntas-al-especialista-el-neumologo.html>

Una de las especies de moho tóxico más nocivas que crecen en los ambientes de nuestros edificios es del tipo “Aspergillus”, existiendo también varias sub-especies del mismo. Vale la aclaración que en general cualquier colonia de moho lo que produce en el ser humano son dolencias o afecciones de carácter menor, como rinitis, alergias nasales y cutáneas, irritación en las mucosas, dolores de cabeza, sensación de fatiga y cansancio, sensación de discomfort térmico (se siente un ambiente húmedo y frío), así como problemas respiratorios y reumáticos. En personas con antecedentes de enfermedades graves pulmonares así como pacientes inmunodeprimidos por algún motivo o con enfermedades tumorales (aunque se encuentren en tratamiento), los efectos nocivos pueden ser más graves y hasta letales (generando por ejemplo, la enfermedad llamada Aspergilosis). Esta especie de hongo, puede crecer además dentro de los equipos de aire acondicionado (que no estén debidamente mantenidos y limpios, al igual que la Legionella, agente biológico de origen animal). La Aspergilosis, enfermedad pulmonar aguda, puede darse bajo tres formas distintas, cada una de ellas con distinto grado de riesgo en el humano: por un lado, podría generar alergia en el paciente asmático; por otro, ingresar la espora a través del sistema respiratorio y proliferar una colonia a nivel del tejido pulmonar (desarrollando una suerte de tumoración); y finalmente una neumonía infecciosa invasiva, que podría comprometer

otros órganos del cuerpo (MEDLINEPLUS. [Disponible online] <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/17263.htm> [Consulta diciembre 2017]).

A continuación, se aprecia una infografía de un pulmón con Aspergilloma y otra de Aspergilloma invasivo en el cérvix de una mujer con cáncer.

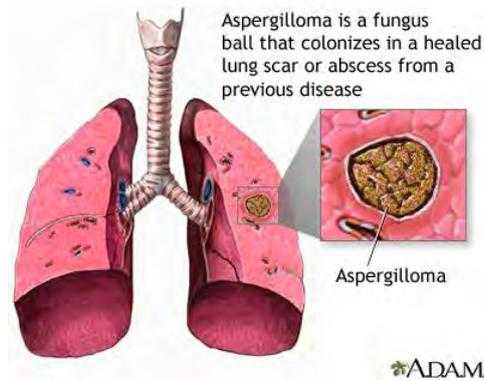


Figura 30: Aspergilloma

Fuente: <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/17263.htm>



Figura 31: “Aspergilosis angioinvasiva en una mujer de 86 años con carcinoma de cérvix y neutropenia grave secundaria a tratamiento con quimioterapia”

Fuente: <http://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-las-diferentes-manifestaciones-aspergilosis-pulmonar--S003383381300221X>

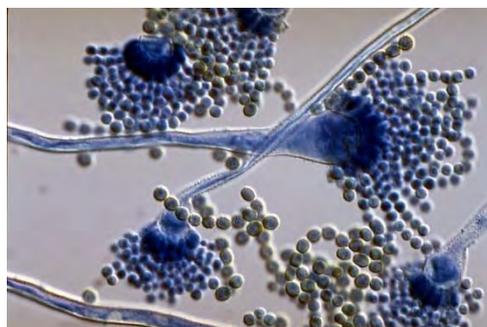


Figura 32: Aspergillus Flavus

Fuente: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/en/node/2780>



Figura 33: Cladosporium, usualmente prolifera en tejidos como alfombras y elementos de madera (caso piezas de estructura)

Fuente: <http://www.bianoti.com/gallery-cladosporium-mold.html>



Figura 34 Aspergillus Stachybotrys Chartarum

Fuente: <http://www.biotopia.net.au/gpage.html>

Vale mencionar que en general, no se manifiesta solo una especie de moho sino que proliferan varias simultáneamente (como se contempla en el ejemplo a continuación), lo que complejiza el escenario de diagnóstico y aumenta los efectos nocivos por potenciarse entre ellos (debiéndose tener que realizar pruebas de laboratorio para determinar cada especie)



Figura 35: Manifestación de humedad con distintas cepas de hongos.

Fuente: <http://www.medioambientaloitaben.es/PROYECTOS-Y-OBRAS/HUMEDADES/>

En el ciclo de vida normal de cualquier espora de moho, existe una etapa en la que es “invisible” al ojo humano (las esporas se encuentran en suspensión en el aire, ingresando a nuestros edificios mediante cualquier zona donde existen infiltraciones o tan solo por el hecho de abrir aberturas por renovaciones de aire con carácter higiénico). Estas esporas en suspensión, se encuentran esperando el microclima ideal para aflorar -esto es en general, agua contenida en el material superior al 20%, humedad relativa interior superior al 55-60%, temperatura entre 20 y 25°C, y nutrientes de donde alimentarse- (MONJO CARRIÓ, 2010), y pasar a la fase de reproducción en la que se convierten en “visibles”. La cepa de moho que crecerá dependerá del tipo de nutriente que se encontró (llámese “nutriente” a cualquier sustrato edilicio, material orgánico, tejido sintético, etc). Los mohos y hongos son organismos del grupo de las setas, y son de los pocos seres vivos que se alimentan por absorción y no por ingestión. Para absorber los nutrientes aptos para crecer activamente, liberan enzimas que van “carcomiendo” la superficie donde se instalaron, generando el desmedro de la misma por cuestiones lógicas. Estas enzimas son las responsables del característico “olor a humedad”, que como se mencionó anteriormente, no son otra cosa que compuestos orgánicos volátiles de origen microbiano (alcoholes, bencenos, aldehidos entre otros), altamente tóxicos para el hombre y responsables de los problemas de salud de diversa entidad que genera el moho en el usuario. (ANSI / IICRC S520-2008, 2008)

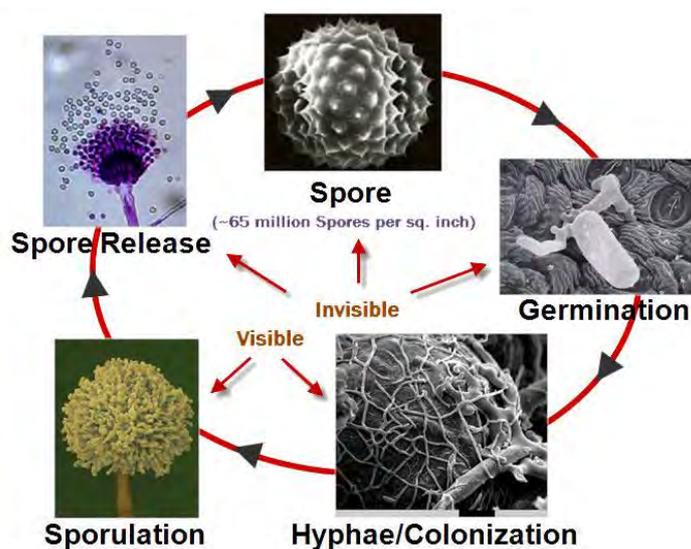


Figura 36: Ciclo de vida típico del moho.

Fuente: <http://emerg-nc.com/qa-easy-find-house-mold-calling-allergies/>

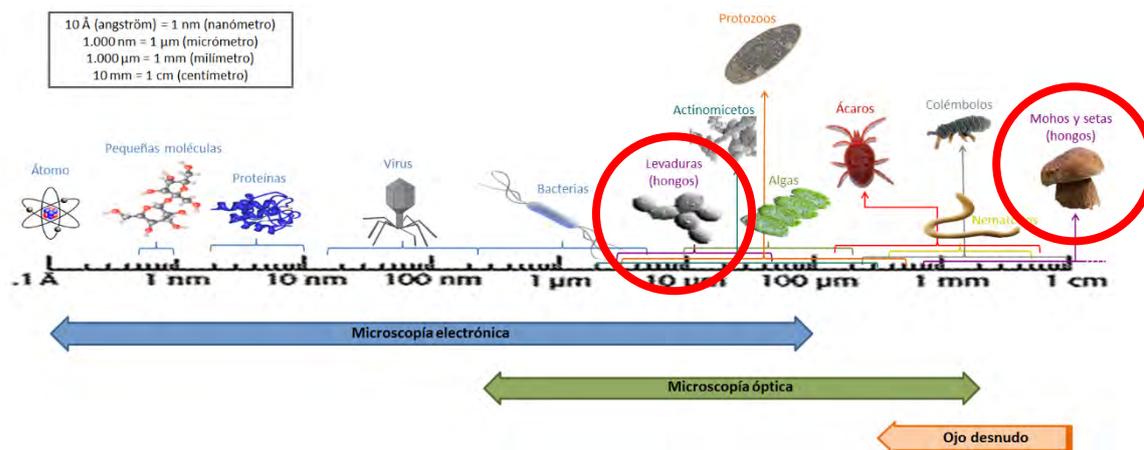


Figura 37: Tamaño de los microorganismos – levaduras, mohos y setas-

Fuente: <https://agrologia.wordpress.com/2015/06/29/el-tamano-de-los-microorganismos/>

Cuando se encarar tareas de remoción de moho, se debe de tener especial cuidado en quién lo hará y cómo lo hará, pues, normalmente se utilizan de forma indiscriminada algunas sustancias que en lugar de solucionar el problema lo “enmascaran” aparentando haberlo resuelto. Tal es el caso de la lejía (o hipoclorito de sodio) siendo ésta una sustancia decolorante pero que no destruye organismos a nivel celular. Lo que se va a estar haciendo es “blanquearlos” y esparcirlos por toda la superficie haciendo que, durante el invierno siguiente cuando vuelvan a aparecer las condensaciones, las colonias proliferen nuevamente. Lo que la norma *IICRC S520 Standard and references guide for professional mold remediation* aconseja es que, dependiendo del nivel de agresividad con que las colonias de moho se encuentran dispersas en las superficies de los cerramientos, se utilicen detergentes neutros y luego sustancias fungicidas (en este caso no se trabajará en “matar” al moho pero el fungicida actuará inhibiendo a la enzima que libera la espora para nutrirse, de modo que no continuará creciendo. Para casos más complejos, se deberá utilizar un biocida del tipo no oxidante (como las sales cuaternarias de amonio) que se encargan de destruir a los organismos desde el punto de vista celular. (Biocidas [Disponible online] <https://www.lenntech.es/biocidas.htm> [consulta: diciembre 2017])

Según la norma UNE 100030 IN, los biocidas son

“Sustancias activas y preparados que contienen una o más sustancias activas, presentados en la forma en que son suministrados al usuario, destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos. Dentro de los biocidas están los desinfectantes, productos que inhiben el crecimiento de las algas y evitan la fijación y crecimiento en las superficies de ciertos microbios, formas animales o vegetales, etc.”
(UNE 100030 IN, 2017, p. 4)

Este tipo de biocidas no oxidantes son los que se utilizan también en hospitales, para la desinfección de locales especiales como quirófanos o salas limpias. Vale aclarar, que

este tipo de sustancias son bastantes perjudiciales para la salud si no se utilizan con los debidos protocolos y medidas de seguridad.



Figura 38: Remoción de moho negro tóxico.

Fuente: <http://www.labioguia.com/notas/este-moho-negro-toxico-podria-estar-en-tu-hogar-pero-te-explicamos-como-reconocerlo>

A continuación, se muestran ejemplos de distintos hongos y mohos e incluso una seta creciendo sobre diversos materiales de construcción dentro de inmuebles, producto de entre otros factores, distintos niveles de presencia de agua contenida en el material, distintos nutrientes, distinta humedad relativa ambiental y temperatura interiores. Es importante distinguir claramente las diferencias entre ellos, no solamente desde el punto de vista físico (por la cepa que según se trate), sino por el nutriente en donde crece. A propósito de ello, el Dr. Juan Monjo Carrió en su libro *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*, argumenta que el hongo que puede ser de pudrición o cromógeno, crece solo sobre material orgánico con alto contenido de agua (por ejemplo sobre madera), mientras que sobre material inorgánico poroso y con superficie rústica como ladrillo, revoques u otro elemento crece el moho, que necesita de que se encuentre acumulado materia orgánica sobre este sustrato, exista también presencia de agua pero en este caso poca ventilación y asoleamiento (MONJO CARRIÓ, 2010).



Figura 39: Viga de madera con hongos creciendo por presentar alto contenido de humedad en su interior. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2017]



Figura 40: Moho atribuible a un problema de condensación, creciendo sobre diedro superior. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]



Figura 41: Moho creciendo sobre el triedro del cielorraso de un baño, debido a condensación y filtración desde la azotea. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]



Figura 42: Seta creciendo sobre el zócalo de una vivienda con problemas de alto contenido de humedad en el interior de los materiales atribuibles a diversas causas. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]

2.4.8 Confort térmico del usuario.

Los temas relacionados con el confort térmico del usuario hoy en día están volviendo a tomar real trascendencia, mayormente por los problemas de salud que éstos pueden conducir; pues no solo se trata de una “sensación” de bienestar o malestar con respecto a las condiciones ambientales de un recinto, sino que pueden ir mucho más allá del mero aspecto sensorial, atacando problemas físicos como son los músculo-esqueléticos.

En este sentido, cabe realizar un somero desarrollo acerca de los mecanismos termorreguladores que tiene el ser humano, como forma de alcanzar el “equilibrio interno”. El hombre destina una gran cantidad de energía interna en ciertos trabajos como puede ser respiración, transpiración, circulación de la sangre, digestión así como otras funciones biológicas. El cuerpo humano debe estar a una temperatura promedio de unos 37°C, teniendo unos rangos bastante estrechos tanto de límite superior como inferior, siendo éstos no factibles de poder ser sobrepasados ya que se estaría frente a consecuencias potencialmente letales. En estos mecanismos termorreguladores mencionados, está la posibilidad del hombre de “acomodarse” internamente frente a un ambiente con condiciones térmicamente desfavorables. Por lo tanto, como todo balance

energético el calor que el hombre está generando internamente o gana del entorno, debe de ser igual al que elimina (por procesos de evapotranspiración por ejemplo). Esto para alcanzar un “equilibrio térmico”. Dicho esto, se entiende entonces que si el usuario está perdiendo más cantidad de calor de la que recibe o genera, tendrá una sensación de “frío”; si genera por el contrario, una pérdida menor a la que recibe, sentirá “calor”.

En cuestiones de confort o comodidad térmica, además de variables inherentes al usuario (como edad, tipo de vestimenta y actividad, sexo, entre otros), entran en juego otras que son propiamente del entorno o ambiente que lo rodea, como la temperatura media radiante, la humedad relativa, o la velocidad y temperatura del aire. En estos parámetros es que como técnicos tenemos gran injerencia, pues están íntimamente relacionados con el diseño de la envolvente, de la relación de vanos y llenos, de la elección de las orientaciones más favorables, de un buen diseño de la ventilación natural, de la elección de los materiales, etc.; en definitiva, estaremos proveyendo de mayor o menor “habitabilidad” al usuario en función de nuestras tomas de partido.

Aparecen así dos definiciones claras a propósito de esta temática, que expresan que el confort se trata de un tema completamente subjetivo (por los parámetros que se mencionaron inherente a la persona), y que representan una cuestión sensorial. Estas definiciones aparecen en la Norma ISO 7730 y en el Standard 55 de ASHRAE. Para la UNE EN ISO 7730 *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local*, el confort térmico es “aquella condición en la que existe satisfacción respecto del ambiente térmico” (UNE-EN ISO 7730, 2006, p. 16). En esta misma línea, para el Standard 55 *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* implica “that condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment and is assessed by subjective evaluation” (ASHRAE STANDARD 55, 2010, p. 3)

No obstante a que se trate de una opinión o sensación subjetiva, existen diversos métodos que pueden estandarizar al fenómeno para poder generar indicadores que sirvan a efectos de su evaluación y así lograr ambientes más confortables no solo en una refuncionalización, sino también a nivel proyectual. A propósito de ello, muchos han sido los procedimientos que se han utilizado. Tanto es así, que desde los años 70 se vienen desarrollando distintos métodos, pero es P.O. Fanger quien desarrolla en su obra homónima *Thermal Comfort*, McGraw-Hill, 1973, el que se entiende más completo, por contemplar aspectos como la temperatura media radiante o la intensidad de la actividad, la vestimenta, velocidad del aire, entre otros; factores de importancia concluyente en las ganancias y/o pérdidas térmicas dentro del balance global, responsables en definitiva, en lograr o no la sensación de confort. Este método, basado en una serie de encuestas a individuos que realizó en distintas condiciones de ambiente interior, se formula en el cálculo de dos índices: Voto Medio Predictivo (PMV) y el Porcentaje de Personas insatisfechas (PPD). Éstos, manifiestan la sensación térmica de las personas en un lugar definido, y el porcentaje de dichos individuos que se sentirían insatisfechos (respectivamente).

Estos índices pretenden expresar la opinión de un conjunto importante de individuos frente a una escala de 7 escenarios de situaciones térmicas (tal como se puede observar en el gráfico 13), basándose en la ponderación individual entre el calor corporal producido por el mismo individuo y su radiación hacia el ambiente que lo rodea. El mencionado índice establece un valor promedio de la sensación térmica para el grupo de individuos en estudio, debiéndose para completar la información determinar el porcentaje de usuarios que calificarían la situación como inconfortable. Fanger

determinó así, que a pesar de los esfuerzos que se viertan en intentar generar un ambiente térmico confortable, siempre existirá un porcentaje de 0,5% de personas que estarán insatisfechas sintiendo calor o frío (área sombreada de gris en el gráfico 13).

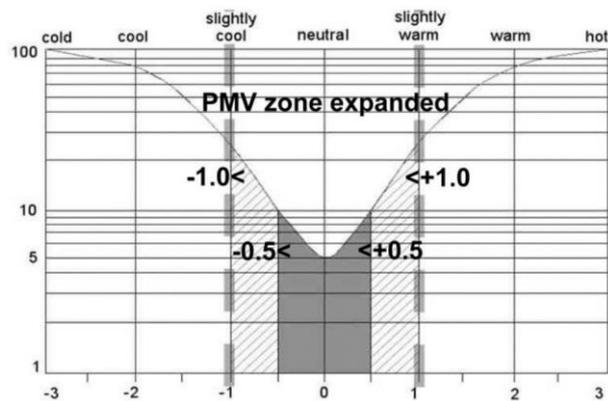


Gráfico 13: Gráfico de PPD y PMV

Fuente: <http://www.mdpi.com/2075-5309/3/1/122/htm>

Este método ha sido tomado y reformulado por la norma UNE EN ISO 7730 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

Los mencionados índices resultan de vital importancia para evaluar no solo ambientes construidos (factibles de ser modificados), sino para considerar ciertos escenarios a la hora de diseñar un edificio (sobre todo si se tratase de programas arquitectónicos en los que tienen gran incidencia las cargas internas de personas como aporte al balance energético).

La importancia de describir el problema del confort térmico para el presente trabajo radica en estar evaluando a las envolventes opacas edilicias, parte responsable de los factores ambientales que se pueden modificar a efectos de evitar ambientes inconfortables y por tanto, malestares y problemas en la salud del usuario, como fatiga, disminución del rendimiento, entre tantos otros.

2.4.9 Las condiciones climáticas y el diseño arquitectónico

En el presente apartado se argumenta y justifica la importancia de conocer y utilizar el clima como herramienta para proyectar, a los efectos de obtener un mejor desempeño del inmueble a lo largo de su vida útil, tanto desde el punto de vista energético como ambiental y constructivo. La consideración de los factores climáticos característicos de la zona en la que se está proyectando constituye una postura de alta responsabilidad profesional y promotora de resultados absolutamente satisfactorios, aunque muchas veces lamentablemente soslayada.

Es fundamental para obtener un buen resultado en el proyecto en el que se está trabajando, comprender y conocer el macro y micro clima del lugar de implantación a efectos de, por ejemplo, conocer la mejor orientación para cuestiones higiénicas y de asoleamiento (pudiendo aprovechar así en invierno las ganancias de la “mancha de sol”

para calentamiento pasivo o teniendo que proteger de sobrecalentamiento en el verano); conocer las orientaciones más desfavorables por los vientos fríos y húmedos, diseñar la morfología del edificio más compacta o “recortada” e incluso a lo que el diseño de la envolvente opaca refiere, le aportaría a tener un criterio de selección, cuantificación y localización de los materiales a utilizar, de modo de evitar tendencia a una mala performance higrotérmica por ejemplo.

De hecho, basta con tener una mirada retrospectiva y analizar la arquitectura vernácula de cada sitio, donde se pueden ver plasmados a la perfección los recursos arquitectónicos aplicados en función del clima y cómo las construcciones logran una performance cuasi perfecta. Vale aclarar que, estos recursos no se aplicaron en función de investigaciones y argumentos técnicos; sino que son el resultado de ensayos de prueba y error, y de las adaptaciones que se le fueron realizando con el paso de los años en función de las condiciones ambientales; transmitiéndose de generación en generación. En efecto, no es lo mismo diseñar para un clima árido y seco por ejemplo, que para uno cálido y húmedo. En el primero, se deberá de aprovechar al máximo la inercia de la tierra (por ejemplo, enterrando las construcciones para lograr mayor refrescamiento, evitándose incluso con este recurso la incidencia de la radiación solar directa), será importante apelar a edificaciones compactas con una trama urbana de calles estrechas para generar corredores de vientos y sombreamientos, así como la utilización de pocas y pequeñas aberturas. Además, se podrá emplear como materia prima la propia tierra del lugar (que también le dota de inercia a la construcción) y dejar la terminación vista o pintarla de un color claro, lo que le aportará también a evitar los sobrecalentamientos interiores por la incidencia de la radiación solar directa e indirecta sobre las superficies. En el segundo caso, las construcciones deberán contemplar envolventes permeables y sin inercia térmica de modo de favorecer la circulación natural del aire, deberán tener morfologías “recortadas” para favorecer las pérdidas térmicas, intentando si es posible, elevarlos sobre el terreno. Asimismo, se generarán grandes aventanamientos para garantizar una circulación cruzada constante. Ejemplo de ambos casos son las viviendas vernáculas de Matmata en Túnez, o Costa Rica (respectivamente).

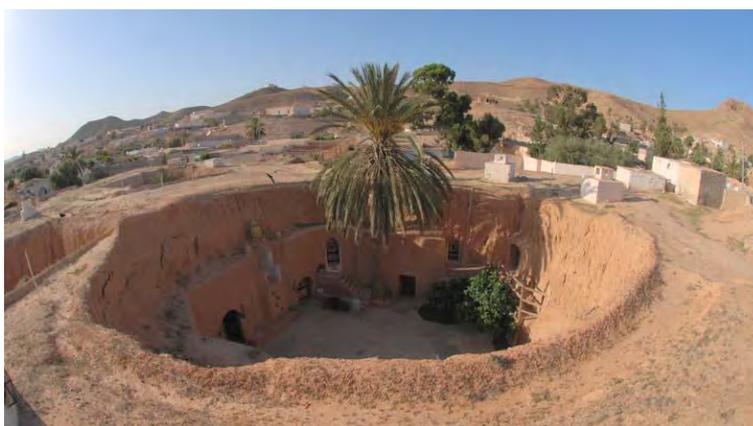


Figura 43: Viviendas de Matmata, Túnez

Fuente: <http://ruta-33.blogspot.com/2014/10/la-arquitectura-vernacular-de-las-casas-trogloditas-de-matmata.html>



Figura 44: Viviendas de Matmata, Túnez

Fuente: <http://ruta-33.blogspot.com/2014/10/la-arquitectura-vernacular-de-las-casas-trogloditas-de-matmata.html>



Figura 45: Vivienda de Costa Rica

Fuente: <http://casi-cero.blogspot.com.uy/2012/11/arquitectura-en-climas-calidos-y-humedos.html>

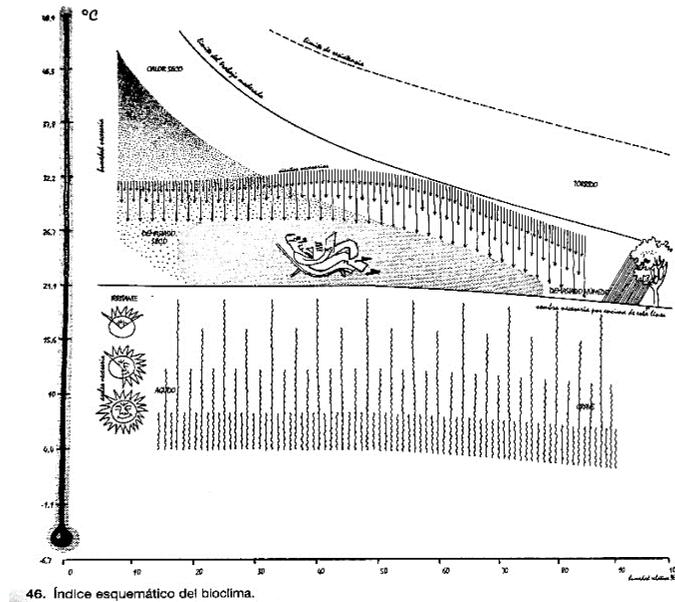


Figura 46: Vivienda de Costa Rica

Fuente: <http://casi-cero.blogspot.com.uy/2012/11/arquitectura-en-climas-calidos-y-humedos.html>

Aparecen así, como herramientas auxiliares para evaluar las condiciones climáticas de un lugar, lo que se denominan las cartas bioclimáticas. Las de Olgay y Givoni son las más conocidas por su uso y aplicación, siendo la primera destinada a la caracterización del sitio y la segunda, algo más ampliada, incorpora herramientas adicionales como son las estrategias pasivas a utilizar en la arquitectura, en función de las características principales climáticas.

Por un lado, el Diagrama de los hermanos Olgay, desarrollado en el año 1963 y publicado en su libro "Arquitectura y Clima", incluye las variables climáticas que tienen relación al confort térmico humano: temperatura y velocidad del aire, humedad relativa y temperatura media radiante; considerando la zona de confort tanto para invierno como para verano, con valores indicativos de una persona en reposo con nivel de arropamiento de 1 clo y a la sombra. Se deberán situar las particularidades del clima en cuestión y analizar si quedan por encima o por debajo de la línea de sombra. En efecto, los puntos característicos que quedaron por debajo de la línea indican que se requiere de acciones que posibiliten la incidencia de la radiación solar; mientras que por encima de la línea indican actuaciones en pro de sombreamientos y ventilación natural.



46. Índice esquemático del bioclima.

Figura 47: Diagrama bioclimático de Olgay

Fuente: OLGAY, Víctor. *Arquitectura y Clima*. 1ª Edición, 9ª Tirada. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 2014, p. 23.

El modelo de Givoni (desarrollado en el año 1969 y publicado en su libro “Man, Climate and Architecture”), sitúa sobre un diagrama psicrométrico -donde se caracterizan todas las variables del aire húmedo-, la zona de confort para invierno y verano y las zonas que describen cada una de las estrategias bioclimáticas posibles para un edificio. Así, se vuelcan los datos característicos del clima del lugar, dando como resultado una serie de puntos de los que se deberá analizar cómo es su posición dentro de las zonas de las estrategias posibles, a los efectos de evaluar y elegir posteriormente qué acciones correctivas conviene más o menos tomar. Su uso está más difundido que el de Olgay dado que en él intervienen no solamente los factores del sitio sino también lo que a la arquitectura refiere.

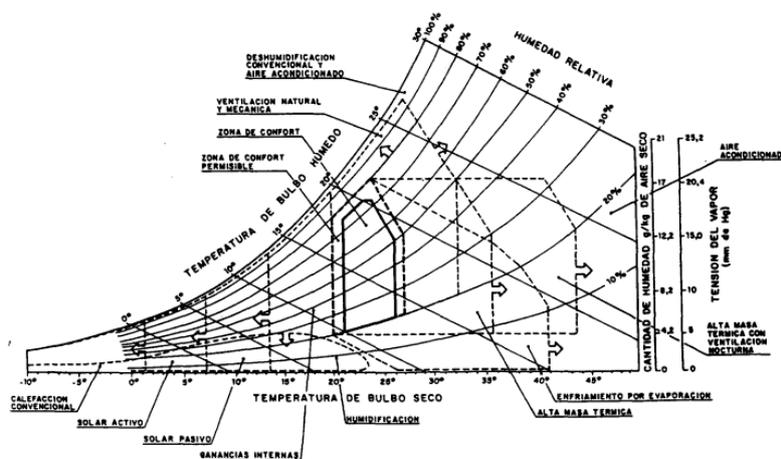


Figura 48: Diagrama bioclimático de Givoni

Fuente: <https://www.researchgate.net/figure/312938719-Figura-2-Diagrama-bioclimatico-para-edificios-de-Givoni>

Por lo tanto, resulta de vital importancia tener en cuenta estos temas, teniéndose sobre todo especial consideración cuando el arquitecto decide tener un “proyecto tipo” para mostrar a sus posibles clientes (sin importar el terreno ni la localización del mismo), o decide guiarse por las revistas de arquitectura en donde priman otros aspectos como la estética o la función, debiéndose utilizar estos ejemplos solo como un “disparador de ideas”, adecuándolos y adaptándolos a las condiciones de cada lugar. De lo contrario, se podrían estar logrando efectos muy contrarios a los deseados (RIVERO, 1988). Un ejemplo muy claro y sencillo, sería en nuestra latitud, construir un paño vidriado de grandes dimensiones hacia el norte o al oeste, sin proveerle de una protección solar adecuada para el período de verano.

METODOLOGÍA

3.1 Procedimiento de trabajo, normas aplicadas y herramientas utilizadas.

3.1.1 Descripción

3.1.1.1 Justificación de la elección de la población de estudio.

Este trabajo se focaliza en las envolventes opacas edilicias tradicionales más utilizadas en Cooperativas de Vivienda del Dpto. de Montevideo, abordando su estudio en varios ejes temáticos de forma de poder tener un modelo abarcativo de su comportamiento en distintos escenarios, y de poder interrelacionarlos y evaluar la problemática desde una visión más global e integradora.

Pero... ¿Por qué la vivienda social?

El Estado, desde hace ya casi dos décadas ha integrado como Política de Estado a la preocupación y la ocupación en el desarrollo de los programas habitacionales. Dicho esto mismo en el Plan Quinquenal de Vivienda 2015-2019, *“...ello supone incorporar a las políticas sociales, el derecho a la vivienda en y a, un hábitat sustentable como derecho humano básico”*. (MVOTMA. Plan Quinquenal de Vivienda, 2015-2019, p. 5)

Por supuesto esto implica “aggiornarse” a las nuevas condiciones y a los nuevos requerimientos en pro de una sociedad en crecimiento constante: *“el derecho a la vivienda adecuada es un concepto que va más allá del mero hecho de contar con un techo y cuatro paredes. Es el derecho de todo hombre, mujer, joven, niño/a, a acceder y mantener un hogar y una comunidad seguros de poder vivir en paz y dignidad”*. (MVOTMA. Plan Quinquenal de Vivienda, 2015-2019, p. 5)

En este marco, las políticas habitacionales deben contemplar una multiplicidad de variables que interactuarán entre sí, en pro de lograr los objetivos planteados. Básicamente estas variables incluyen la participación de los actores pertenecientes a la sociedad en sus distintos niveles y especialidades, los recursos económicos y humanos que tiene el Estado como instrumentos para llevar a cabo dichos objetivos, los “estándares mínimos” para el correcto funcionamiento de la Vivienda Social definidos por el MVOTMA, así como un marco normativo que regule estos estándares y contemple una sana convivencia de estas Políticas simultáneamente con las demás estipuladas por el Gobierno de turno. Así, como forma de apoyo a este accionar, nace hace más de 10 años la Comisión Asesora de Vivienda, comisión que nuclea a todos los actores que se mencionaron precedentemente, y que reformularon la antigua Ley Nacional de Vivienda de 1968 (con el propósito que se mencionó con anterioridad, el de “aggiornarse” a las condiciones de la sociedad actual). En esta nueva formulación de la Ley, en resumidas cuentas se plantea:

“...una vivienda adecuada a la composición del núcleo familiar respetando los ciclos vitales del mismo, con prescindencia de las capacidades económicas, con estándares establecidos de confort térmico, durabilidad y mantenimiento, y asociada a su localización; de modo de garantizar la presencia de servicios imprescindibles para la vida cotidiana: infraestructura sanitaria sustentable, agua potable, electricidad, accesibilidad, educación y salud”. (MVOTMA. Plan Quinquenal de Vivienda, 2015-2019, p. 7)

Por tanto, se entiende que al tratarse de una política que tomó el carácter de Política de Estado y al depender de un organismo público, es lógico que sea la producción edilicia que esté más monitoreada e inventariada, no solo a nivel proyectual sino también de la obra, comparada con la vivienda de carácter privado, en donde a lo único que se tiene acceso es a los permisos de construcción almacenados en la Municipalidad. Este relevamiento y monitoreo estadístico es importante como base de este trabajo para conferirle un rigor técnico a la selección de la población de estudio.

Por otro lado, y como opinión personal, es fundamental que el trabajo de especialistas en distintas materias deba ser de utilidad a los niveles sociales con menos recursos en pro de una mejora de su calidad de vida; pero sobre todo, a aquellos organismos que dedican sus esfuerzos en intervenir en dichas franjas menos pudientes.

Ya en un nivel de análisis más micro, la justificación de la elección de la población de estudio está basada en criterios estadísticos: tomando como períodos de estudio los de los últimos dos Planes Quinquenales de Vivienda 2005-2010 y 2010-15, (10 años hacia atrás), se analizó la producción edilicia según soluciones habitacionales. El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (en adelante, MVOTMA), subdivide a la vivienda social en una serie de programas habitacionales que actúan sobre los distintos estratos sociales, con sus respectivas necesidades y requerimientos a intervenir. Dentro de estos programas, el que tuvo mayor producción edilicia en los últimos 10 años según los Planes de Vivienda, fueron las Cooperativas de Vivienda (con una presencia del 27% durante el 2005-2010 y del 35% durante el 2010-2015, dentro del parque construido de vivienda nueva financiada por el Estado). En las gráficas siguientes, se observa la producción habitacional del 2005-2010 y 2010-2015, en donde la construcción de vivienda nueva demandó un 51% del total construido (20458 viviendas sobre un total de 40527 unidades de producción y soluciones habitacionales), y un 55% del total construido (25319 viviendas sobre un total de 46316) respectivamente. Además, en los gráficos 14 y 15, se representan la participación de las Cooperativas de Vivienda durante ambos períodos con respecto al total de vivienda nueva construida.

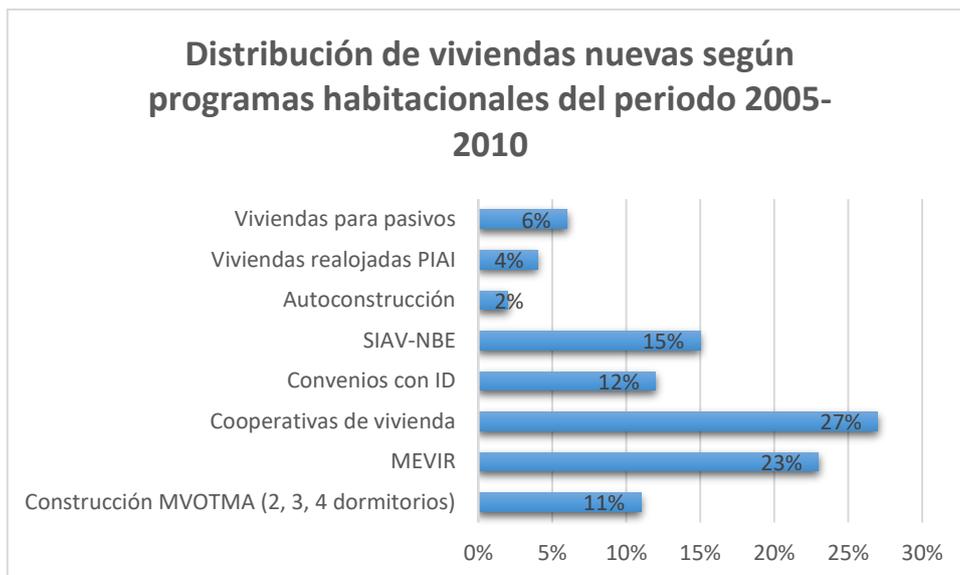


Gráfico 14: Distribución de viviendas nuevas según programas habitacionales del periodo 2005-2010.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda Plan quinquenal 2010-2015 pagina 58 disponible online http://www.mevir.org.uy/images/transparencia/Doc_estrategicos/plan_quinquenal_vivienda.pdf

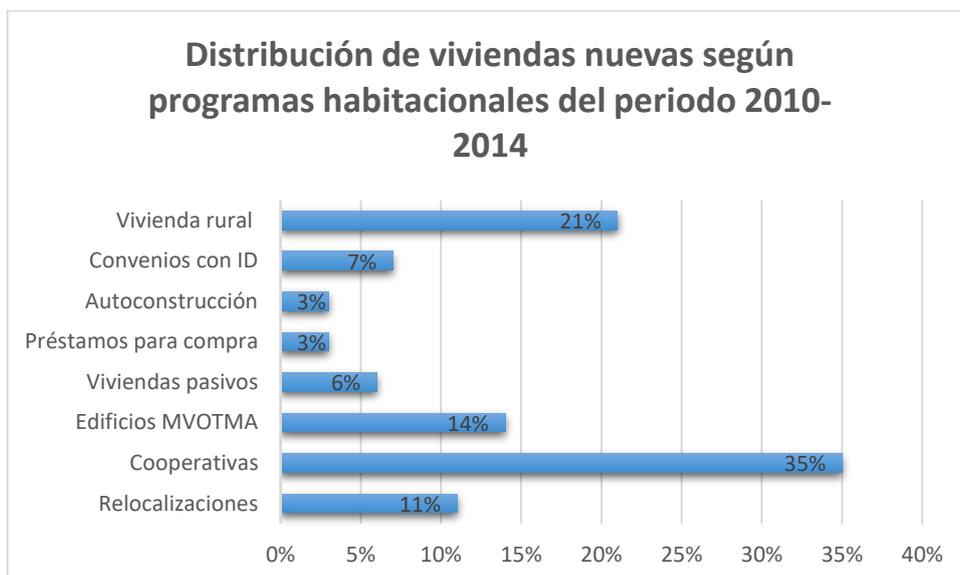


Gráfico 15: Distribución de viviendas nuevas según programas habitacionales del periodo 2010-2014.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda Plan quinquenal 2015-2019 pagina 16 disponible online http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf

Las Cooperativas de Vivienda son definidas según el MVOTMA como:

“aquellas que tienen por objeto principal proveer alojamiento adecuado y estable a sus socios, mediante la construcción de viviendas por esfuerzo propio, ayuda mutua, administración directa o contratos con terceros, y proporcionar servicios complementarios a la vivienda.” Art. N° 117 Ley 18407 y Decreto Reglamentario N° 198/2012. (MVOTMA, COOPERATIVAS [Disponible online] <http://www.mvotma.gub.uy/portal/tu-vivienda/construir/cooperativas.html> [Consulta: marzo 2017])

Ahora bien, si este escenario se traslada directamente a la capital del país, se puede observar que en el último quinquenio (2010-2014), según el Plan Quinquenal de Vivienda 2015-2019, la producción edilicia (entre obras iniciadas y obras terminadas), se distribuyó de la siguiente forma: de las obras iniciadas (un total de 205 cooperativas, que representan 6554 viviendas) y de las terminadas (unas 93 cooperativas que conforman 3155 viviendas), en Montevideo se iniciaron 69 cooperativas mientras que en el resto del país fueron 136; y de las obras terminadas, en Montevideo fueron 37 cooperativas mientras que en el resto del país fueron 56. En los gráficos a continuación, se visualiza mejor la distribución mencionada precedentemente:

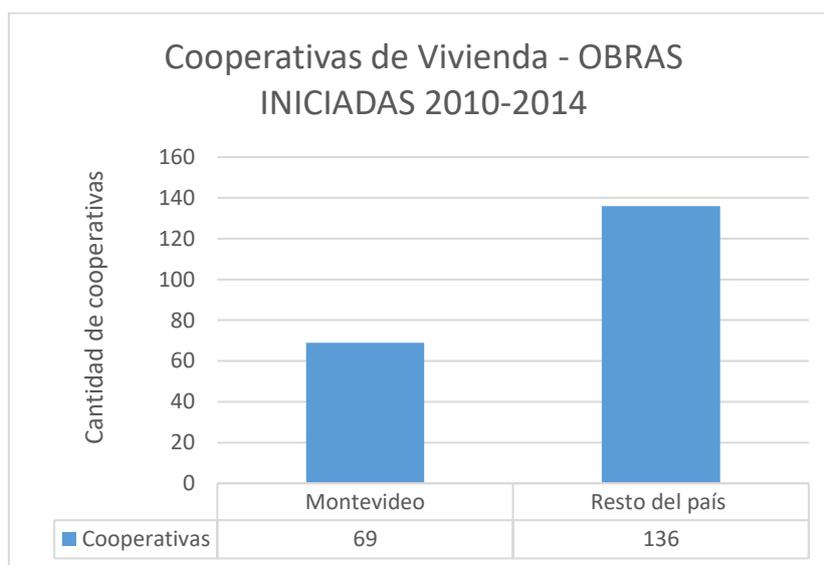


Gráfico 16: Distribución de Cooperativas de Vivienda – obras iniciadas del periodo 2010-2014.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda Plan quinquenal 2015-2019 pagina 53 disponible online

http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf

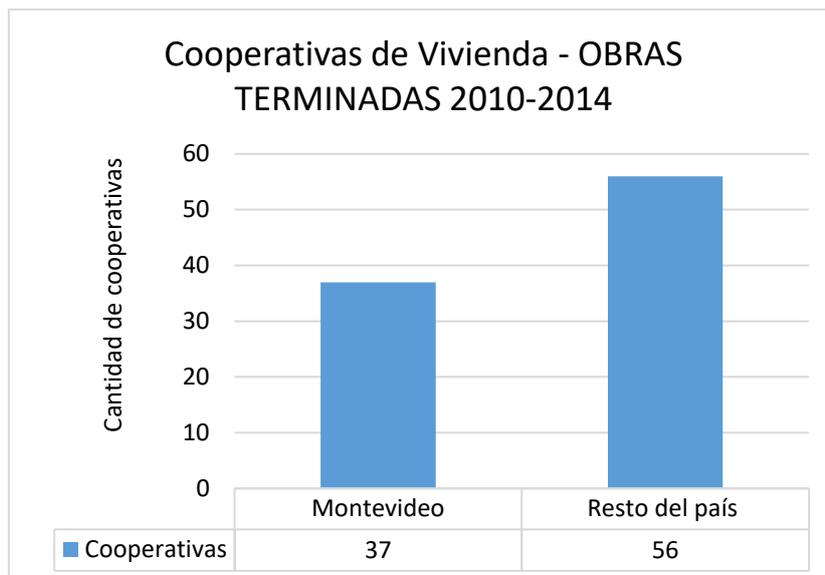


Gráfico 17: Distribución de Cooperativas de Vivienda – obras terminadas del periodo 2010-2014.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda Plan quinquenal 2015-2019 pagina 53 disponible online

http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf

3.1.1.2 Justificación de la zona geográfica de estudio.

El Uruguay es un país de escasa extensión territorial comparado con el resto de los colindantes del Cono Sur, así como uno de los de menor densidad de población (con un total de 3.440.157 (INE, URUGUAY EN CIFRAS, 2014) de habitantes como resultado del último censo del año 2014. Dado que su economía depende en forma importante desde tiempos de la Colonia mayormente de la actividad de su importante puerto natural como es el de la ciudad de Montevideo, la misma se organizó en función de dicho puerto y la población se distribuyó creando la capital del país en función de su economía puntualizada y su puerto también. El país presenta entonces una importante macrocefalia que se demuestra numéricamente por el hecho de que más del 40% de la población esté afincada en menos del 0.1% del territorio nacional⁵. Además, por ejemplo, la distribución vial de las principales rutas nacionales también parte del núcleo fundamental de la capital y se dirigen a todos los rincones del territorio de forma radial, con incluso poca presencia (en cantidad y calidad) de rutas transversales. Esta circunstancia de desigualdad que se reconoce en todos los aspectos, desde el productivo, el eje de ingresos per cápita, y hasta los socioeconómicos, está explícitamente reconocida por la misma ANV en su Plan Quinquenal de Vivienda al brindar la información desgregando al Uruguay entre “Montevideo” y “resto del país”, con información básicamente sobre producción edilicia. Tal situación hace que inexorablemente se deba de elegir el alcance del trabajo entre Montevideo o resto del país. El criterio será en función de la cantidad de información que se encuentre

⁵ Tomando en cuenta el territorio nacional como 176215Km² y el Dpto. de Montevideo neto (esto es sin el área metropolitana) con 201Km².

inventariada e importancia por ser la Capital, además de los motivos expuestos precedentemente, por lo que se entiende pertinente focalizar la población de estudio del presente trabajo solo en el Depto. De Montevideo. En futuras investigaciones sería interesante ocuparse del resto del país, aunque la calidad y cantidad de información gubernamental en este caso no sea tan importante como para la Capital, lo que hará que el trabajo de campo sea mucho mayor.

La franja social a la que tiene como cometido atender este programa habitacional son los estratos de ingresos medios, medios bajos y bajos, cuyos ingresos totales del núcleo familiar no superen las 60UR de ingreso líquido. Según las reglamentaciones vigentes, el sistema cooperativo puede ser bien por “ayuda mutua” (en la que no se exige ahorro previo), o bien por “ahorro previo” (en la que se exige un ahorro previo entre los socios de un mínimo de 15%) (MVOTMA, COOPERATIVAS [Disponible online] <http://www.mvotma.gub.uy/portal/tu-vivienda/construir/cooperativas.html> [Consulta: marzo 2017])

3.1.1.3 Montevideo y la zona climática IVd según norma UNIT 1026, estrategias de diseño para la envolvente opaca edilicia.

Según la norma UNIT 1026:1999. Aislamiento térmico de los edificios - zonificación climática, Uruguay se subdivide en tres zonas climáticas: zona IIb cálida, zona IIIb templada-cálida y zona IVd templada-fría. Cada una de ellas presenta características bien diferenciadas que hacen que se deba trabajar con especial cuidado en el diseño de las envolventes, con sus respectivas estrategias, cuantificación y localización de las numerosas capas de materiales, para garantizar así un correcto funcionamiento de las construcciones desde el punto de vista de los ejes de estudio planteados en el presente trabajo, en las fichas que se encuentran en el Capítulo 4.

No obstante, el presente trabajo se enfoca en el Departamento de Montevideo, que forma parte de la zona climática IVd templada-fría, por lo que se entiende pertinente realizar un breve detalle de las características de la misma y de las estrategias a realizar a las envolventes opacas edilicias, para luego contrastarlas con los resultados de las fichas de las soluciones constructivas.

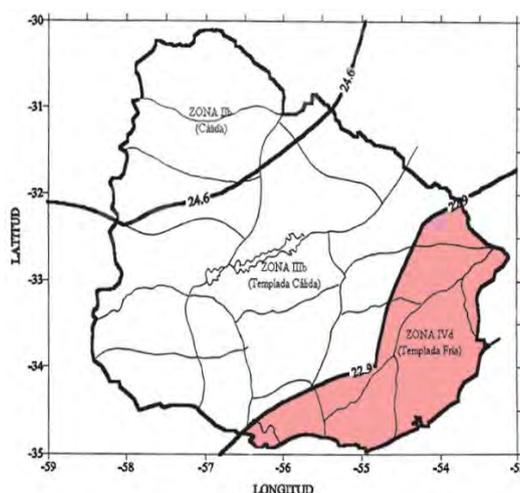


Figura 49: Mapa de zonificación climática del Uruguay, con sombreado en la zona climática de estudio, a la cual pertenece el Dpto. de Montevideo.

Fuente: norma UNIT 1026:1999.

Según lo expresa la Norma, las características climáticas más representativas de la zona en la que se encuentra Montevideo son las siguientes:

- Veranos no son rigurosos y las temperaturas máximas rondan los 30°C.
- Inviernos fríos, con temperaturas medias entre 8°C y 12°C, y mínimas medias con valores inferiores a los 5°C.
- Humedad relativa elevada durante todo el año, por la proximidad a la franja costera, encontrándose entre el 70% y 90%

El análisis climático fue realizado con el software Climate Consultant, software que utiliza la base de datos climática de la Agencia Internacional de Energía (IEA) de USA, cedidos por el World Meteorological Organization Region and Country.

Del software se desprenden una serie de tablas, gráficos y ábacos que serán de gran aporte a la evaluación de las condiciones locales para el mayor aprovechamiento de las mismas en la arquitectura: a continuación, se muestran la tabla resumen de los datos climáticos así como el diagrama psicrométrico que proyecta el software incluyendo las estrategias bioclimáticas a las que se debe apelar para alcanzar el clima de confort interior la mayor cantidad de tiempo en el año:

WEATHER DATA SUMMARY		LOCATION: MONTEVIDEO, -, URY											
		Latitude/Longitude: 34.83° South, 56.0° West, Time Zone from Greenwich -3											
		Data Source: IWEC Data 865800 WMO Station Number Elevation 32 m											
MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	460	477	427	325	260	216	249	272	361	415	483	493	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	338	374	406	335	318	289	335	266	346	347	381	371	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	191	191	153	133	108	97	105	128	148	167	187	198	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	1046	1009	929	780	617	503	575	670	816	980	1052	1062	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	893	885	902	856	832	816	852	765	879	910	929	943	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	499	523	511	406	309	278	313	350	461	486	488	523	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	6487	6374	5211	3628	2648	2097	2473	2923	4247	5383	6700	7059	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	4768	5002	4951	3728	3243	2804	3326	2846	4047	4504	5301	5314	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	2688	2554	1879	1485	1103	941	1047	1378	1757	2166	2594	2842	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	50953	52512	46742	35789	28336	23540	27006	29702	39296	45518	52778	54169	Lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	32363	35685	39221	31907	29702	26484	30913	25404	33530	33953	37215	36053	Lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	21	21	20	16	13	10	9	10	11	14	17	20	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	17	16	14	13	9	8	6	7	7	10	12	15	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	78	72	72	83	77	87	82	81	79	79	74	76	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	120	110	120	0	330	310	10	30	100	100	0	120	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	6	4	6	4	5	4	5	5	5	4	5	5	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	19	19	18	16	13	12	11	12	13	15	17	18	degrees C

Tabla 3: Tabla con el resumen de datos climáticos

Fuente: (Climate Consultant)

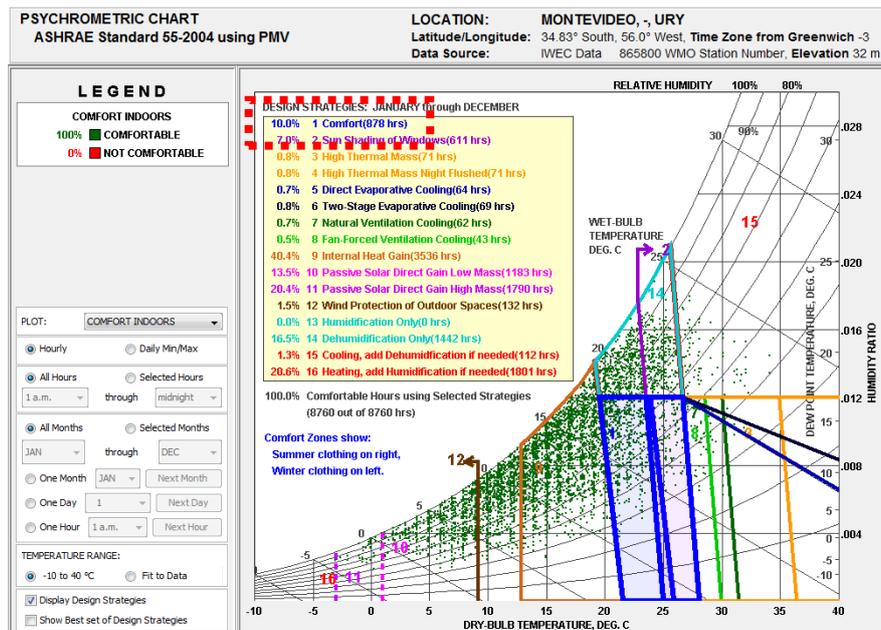


Gráfico 26: Ábaco psicrométrico con el modelo de confort ASHRAE 55 incorporado

Fuente: (Climate Consultant)

Del diagrama anterior, se puede concluir que si no se realizara ninguna intervención en cuanto a estrategias bioclimáticas en el diseño de los edificios en Montevideo, sólo se podrían alcanzar los niveles de confort requeridos durante 878hs al año (que representan tan solo un 10.0% de las 8760hs anuales). Por lo tanto, de alguna manera las condiciones climáticas van a estar condicionando ciertas pautas de diseño de modo que las siguientes son una serie de recomendaciones o sugerencias para lograr el confort térmico del usuario y evitar patologías asociadas a problemas higrotérmicos de la envolvente edilicia:

Los climas templados presentan una cierta complejidad dado que están conformados por componentes de los climas fríos, cálido-húmedos y cálido-secos en distinta proporción. Esto provoca que exista una variedad bastante importante en cuanto a los matices que presentan. De esa manera la situación particular de Montevideo sobre la costa y con una apertura casi total al océano en el cuadrante sur-este/sur-oeste lleva a que se distingan dentro del núcleo urbano distintas zonas con microclimas bastantes diferentes derivados de su mayor o menor proximidad a la costa. Tal situación obedece fundamentalmente a los movimientos de aire provenientes de dicho sector. De esa manera las sensaciones térmicas percibidas (que dependen en gran medida de los movimientos de aire) producen diferencias en invierno por los vientos muy fríos provenientes del sureste-sur-. Del mismo modo las áreas inmediatas a la costa son las más beneficiadas por las brisas refrescantes del mar en las épocas más calurosas, produciendo una sensación de confort mayor a la de las zonas más interiores (o por lo menos de menor disconfort)

En base a las características climáticas de la ciudad, se destaca una HR importante mayormente por su adyacencia sobre el mar así como la exposición a vientos marítimos, temperaturas medias propias de la zona climática en que se encuentra y precipitaciones

de frecuencia en intensidad medias en cualquier época del año; los “puntos de datos” (verdes) que describen las características del aire comparadas con la posición de la zona de confort en el diagrama, delimitada a partir del Modelo Ashrae 55 (zona azul), es evidente que las principales estrategias bioclimáticas a aplicar serán:

- Lograr el máximo aprovechamiento de todas las ganancias interiores en invierno (dadas por personas, equipamiento, iluminación, etc.), lo cual se obtiene generando una envolvente del edificio hermética y continua, a partir de una adecuada aislación de la envolvente térmica de los cerramientos; así como una adecuada disposición, orientación y cantidad de aberturas que aprovechen el aporte energético total de la radiación solar.
- La protección contra el frío y la humedad en régimen invernal, tanto como de las elevadas temperaturas en régimen estival, lleva a que deba permitirse el ingreso del sol en el primero de los períodos mencionados, y evitarlo o disminuirlo en el segundo, todo lo cual se logra con aberturas orientadas al norte y una adecuada protección (si se pudiera preferentemente móvil).
- Emplear en todas las aberturas protecciones con características aislantes, pesadas y de posibilidad de graduación mecánicamente (como cortina de enrollar). Asimismo, es fundamental el empleo de parasoles horizontales o verticales, fijos o móviles de acuerdo a la orientación (toldos, aleros, parasoles, celosías, etc.)
- Dada la zona climática, apelar a la deshumidificación de los ambientes, ya sea mediante ventilación natural, forzada, o mediante la utilización de equipos deshumidificadores

Por lo tanto, para la situación de Montevideo, se buscará lograr construcciones con una morfología compacta, dotadas de inercia térmica y aislamiento térmico; con aberturas que dispongan de elementos móviles que permitan graduar el ingreso de radiación solar, elementos constructivos fijos que favorezcan el control de esa radiación (como los aleros) y vegetación de relativa importancia en cuanto a su densidad pero en lo posible de follaje caduco (que garantice una permeabilidad a la radiación solar en invierno y un sombreado en verano). Por último, podrá recurrirse al uso de la ventilación cruzada controlada para períodos estivales y se deberá controlar la elevada humedad interior mediante deshumidificación natural o artificial.

3.1.1.4 Justificación de la unidad de análisis.

Continuando con esta línea de trabajo, se definió la unidad de análisis: la envolvente opaca edilicia. En este caso el criterio de selección de las soluciones constructivas fue el siguiente: con respecto a las soluciones constructivas de carácter alternativo, éstas quedan fuera del alcance del presente trabajo, por entenderse que ya se encuentran evaluadas técnicamente por el Instituto de la Construcción de la Facultad de Arquitectura UdelaR dentro del marco del otorgamiento del Documento de Aptitud Técnica DAT (documento que expide el MVOTMA y que se trata de una evaluación técnico-administrativa, herramienta que habilita a los sistemas constructivos no tradicionales a calificar en licitaciones de obras de la ANV y el MVOTMA, que estén financiadas a través de los programas que implementa el Ministerio). Por lo tanto, se

trabajará únicamente sobre soluciones constructivas tradicionales. En este otro caso, el criterio de selección de las mismas fue basado en el relevamiento que el MVOTMA tiene de su producción edilicia: las Cooperativas de Vivienda son construidas por los propios socios, con el asesoramiento técnico de los Institutos de Asistencia Técnica (IATs). De los 69 IATs constituidos -ver listado de IATs en anexo-, por antigüedad y por cantidad de cooperativas asesoradas, el de mayor envergadura es el Centro Cooperativista del Uruguay –CCU- (su constitución data del año 1961, siendo el instituto más antiguo de asesoramiento a cooperativistas, y que nuclea a todos los modelos de cooperativas de todo el país). El CCU cuenta con un monitoreo de las construcciones realizadas bajo su asistencia técnica dado que bajo su supervisión se encuentran los proyectos ejecutivos de las construcciones. Por tanto, poseen una suerte de inventario o relevamiento de las soluciones constructivas que más recomiendan y utilizan. De una entrevista con los arquitectos asesores se desprendió el listado de soluciones constructivas tradicionales más utilizadas en los últimos 10 años.

En consecuencia y en atención a lo expuesto precedentemente, es que se cree de verdadero interés trabajar sobre las envolventes edilicias opacas de tipo tradicional, dentro del marco de la “sociedad formal” pero con menos recursos.

A los efectos de cumplir con los objetivos planteados, el trabajo desarrolló dos ejes temáticos que servirán de criterios de análisis y comparación entre las soluciones constructivas: perfil termo-energético y perfil económico.

Se realizó un relevamiento bibliográfico exhaustivo sobre el área de la investigación, a efectos de poder construir un marco teórico y un Estado del Arte sobre el problema en cuestión.

Todos los valores pertenecientes a los perfiles de evaluación se efectuaron sobre la base de construcción de 1 metro cuadrado de solución constructiva opaca, en paño central, en contacto con el aire exterior, de caras plano-paralelas y espesor constante, y perpendiculares a la dirección del flujo de calor. Por tal motivo, se dejan para futuras investigaciones el análisis por ejemplo de puntos singulares o espesores variables de acuerdo a un proyecto en particular.

Para elegir las soluciones constructivas a evaluar, lo primero que se realizó fue definir el campo de aplicación, sus alcances y limitantes. En este sentido y como ya fue justificado precedentemente, por la elevada presencia de las Cooperativas de Vivienda dentro del parque edificado de viviendas sociales, éstas fueron tomadas como población de estudio. A efectos de manejar un criterio de selección de las soluciones constructivas (ya que en la práctica las posibilidades de configuraciones son infinitas), se realizó una entrevista a los técnicos del Centro Cooperativista del Uruguay (principal IAT por antigüedad -su constitución data del año 1961- y por cantidad de cooperativas asesoradas con alcance en todo el territorio nacional y sobre todas las modalidades de cooperativismo), quienes expusieron el relevamiento que contemplan sobre las soluciones que recomiendan a los cooperativistas. En este sentido, las soluciones constructivas más utilizadas en los últimos dos planes quinquenales en Montevideo, fueron seleccionadas a partir del relevamiento del CCU y por la transmisión oral a partir de la entrevistas. Las que se encuentran registradas, se muestran en gráficos adjuntos de algunas cooperativas (se entiende necesario aclarar, que las soluciones

constructivas en algunos casos no responden a lo que usualmente se realiza en una obra convencional, pero la intención fue respetar fielmente lo que indican los detalles constructivos). En tal sentido, las configuraciones de los cerramientos son los siguientes:

Soluciones constructivas de pared más utilizadas (capa exterior a capa interior):

M1 - Ladrillo de campo term. Vista c/ junta rehundida (12cm) + cámara de aire (3cm) + EPS (2cm) + Arena y Portland 3x1 c/hidrófugo (1cm) + Ladrillo de campo (12cm) bolseado (1mm) y pintado a la cal (1mm)

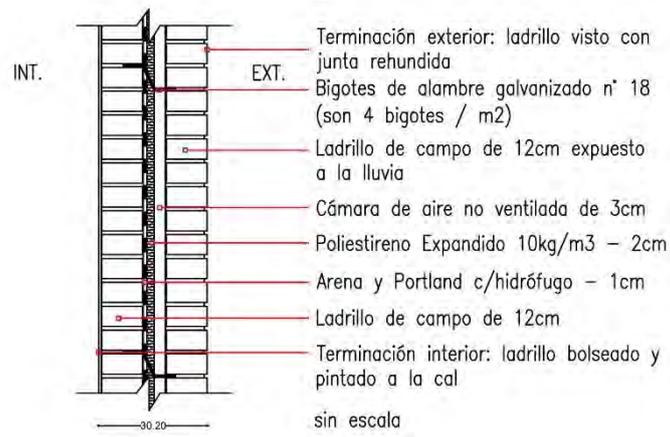


Gráfico 18: Detalle muro M1

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

M2 - Ladrillo de campo term. Vista c/ junta rehundida (12cm) + cámara de aire (5cm) + Arena y Portland 3x1 c/hidrófugo (1cm) + Ladrillo de campo term. Vista c/ junta rehundida (12cm)

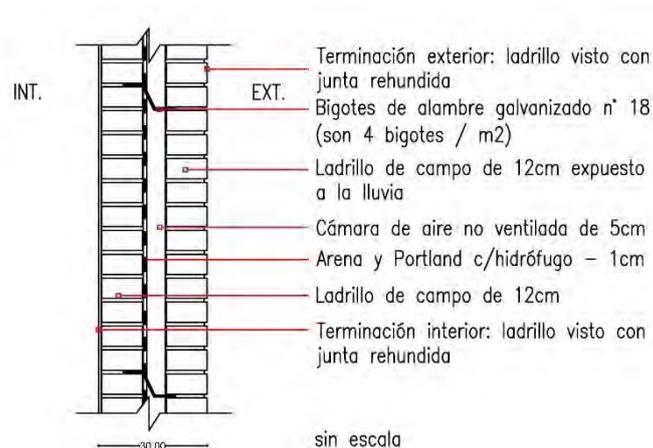


Gráfico 19: Detalle muro M2

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

M3 - Ladrillo de campo term. Vista c/ junta rehundida (12cm) + cámara de aire (3cm) + EPS (2cm) + 2 manos de emulsión asfáltica + Arena y Portland 3x1 c/hidrófugo (1cm) + Bloque vibrado de hormigón (12cm) bolseado (1mm) y pintado al agua (1mm)

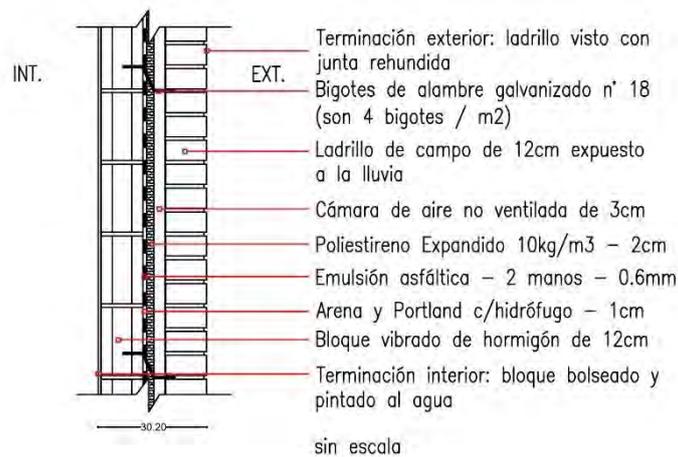


Gráfico 20: Detalle muro M3

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

M4 – Sistema EIFS (5.5cm) + 2 manos de emulsión asfáltica + Bloque vibrado de hormigón (12cm) boseado (1mm) y pintado al agua (1mm)

La placa de EPS del sistema EIFS solo se adhiere al muro con el adhesivo cementicio. NO utilizan tacos de anclaje.

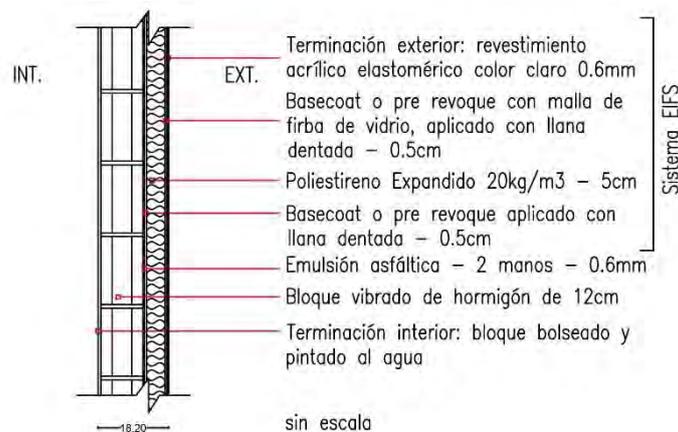


Gráfico 21: Detalle muro M4

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

Soluciones constructivas de cubierta más utilizadas (capa interior a capa exterior):

C1 - Losa de hormigón armado (10cm) + relleno de hormigón pobre (5cm) + emulsión asfáltica (4 manos) + EPS (3cm) + pilastra de ladrillo (h_{prom}=30cm) + perfil galvanizado C (80x64mm) + sobre techo de chapa “Econopanel” color oscuro calibre 26 (0.45mm)

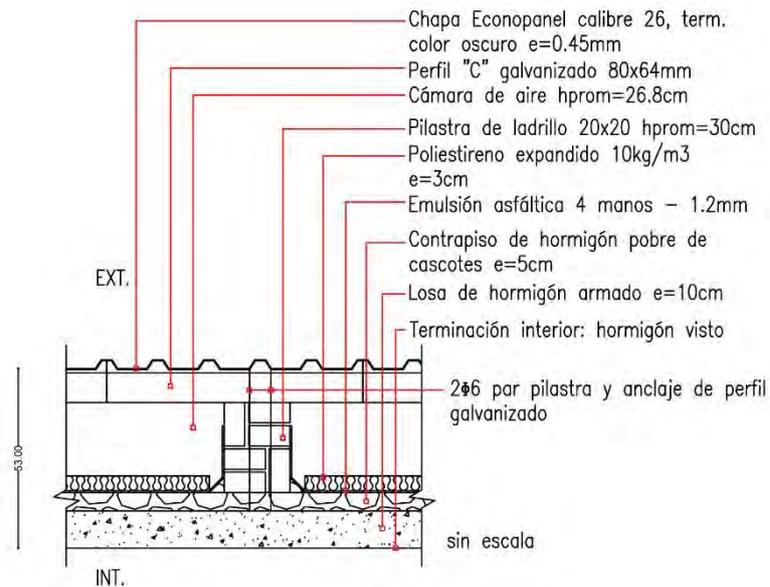


Gráfico 22: Detalle cubierta C1

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

C2 - Losa de hormigón armado (13cm) + relleno de hormigón pobre (5cm) + imprimación asfáltica (4 manos - 0.2mm) + membrana asfáltica c/aluminio (4mm)

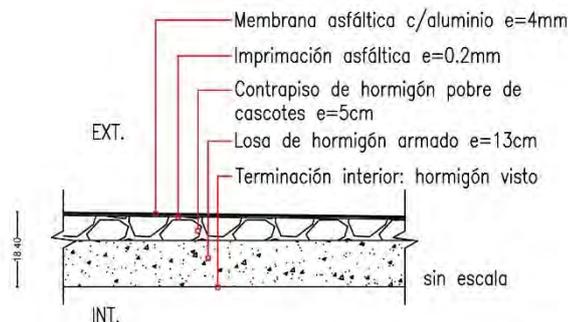


Gráfico 23: Detalle cubierta C2

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

C3 - Losa de hormigón armado (11cm) + polietileno 150 micrones + relleno de pend. (5cm) + Alisado Arena y Portland 5x1 (1cm) + EPS (4cm) + Papel Kraft + Arena y Portland c/malla (4cm) + imprimación asfáltica (4 manos - 0.2mm) + membrana asfáltica c/aluminio (4mm)

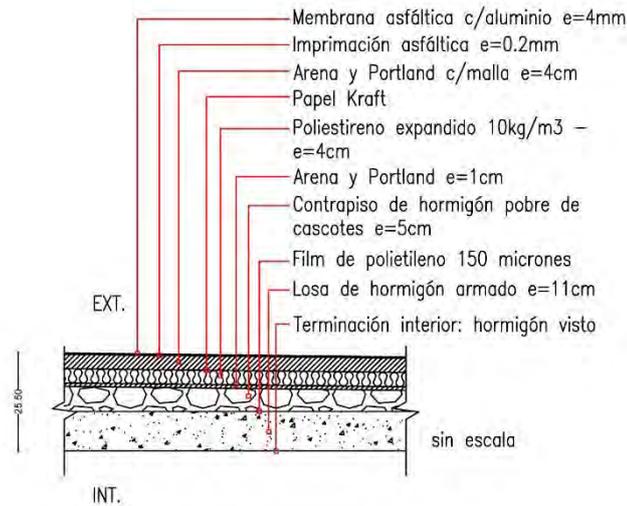


Gráfico 24: Detalle cubierta C3

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

C4 – Vigüeta prefabricada de hormigón de Hopresa term. Vista (h=10cm) + bovedilla prefabricada de hormigón tipo “Stalton” de Hopresa term. Vista (h=10cm) + carpeta de hormigón c/malla electrosoldada (5cm) + lechada de Cemento Portland (1cm) + emulsión asfáltica (4 manos) + EPS (5cm) + pilastra de ladrillo (h_{prom}=30cm) + perfil galvanizado C (80x64mm) + sobre techo de chapa “Econopanel” color oscuro calibre 26 (0.45mm)

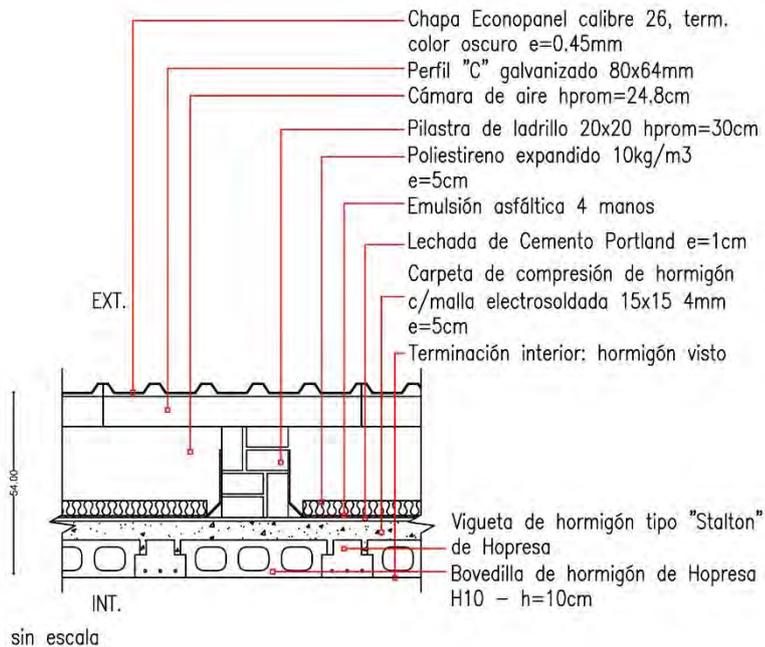


Gráfico 25: Detalle cubierta C4

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

En la documentación gráfica suministrada por el CCU presentan total validez las grandes definiciones volumétricas y dimensionales. Los detalles constructivos al no haberse estudiado específicamente como detalles a una escala apropiada (1:5 por ejemplo), así como sobre todo la carencia de una documentación gráfica más profusa y detallada, implican que necesariamente los mismos contemplen algunos aspectos que deben resolverse e interpretarse según las reglas del buen construir (disposiciones desarrolladas en el documento técnico por excelencia a nivel público nacional, la Memoria Constructiva General para Edificios Públicos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas⁶) y aquellas que obedecen al simple razonamiento (por ejemplo el aparente apoyo de una pilastra de ladrillo macizo de 50cm de altura máxima sobre una placa de eps de baja densidad, expuesto esto en los detalles de C1 y C4 –Covitac y Coviisol respectivamente, propiedad intelectual del CCU-). Por ende, se debió de realizar la reinterpretación técnica de los gráficos, incluso como corolario de la entrevista mantenida con los técnicos del CCU, modificando algunos aspectos como el mencionado de la pilastra y el eps.

3.1.2 Procedimiento de evaluación de los cerramientos

Se realizaron dos estudios que se plasmaron en las fichas: uno cuantitativo donde se calcularon valores característicos de una envolvente opaca desde el punto de vista termo-energético-económico; otro cualitativo, donde se analizaron algunas cuestiones importantes sobre los valores calculados (por ejemplo se los contrastó con normas nacionales a internacionales vinculadas al área de estudio desde el punto de vista de su cumplimiento). Estos estudios dieron pie además, al análisis de los mismos no solo desde los ejes nombrados precedentemente, sino también desde un punto de vista constructivo, que se plasmó en el Capítulo 4, en el ítem sobre “Análisis y discusión” de los resultados.

3.1.2.1 Resistencia y transmitancia térmica [U]

Se calcularon las resistencias térmicas (R) y transmitancias térmicas (U) de cada metro cuadrado de solución constructiva (homogénea y heterogénea simple) en régimen estacionario, de paño central, de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior, según Norma UNIT-ISO 6946:2007 (Componentes y elementos de los edificios. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo).

⁶ MTOP-DNA. *Memoria Constructiva General Para Edificios Públicos*. Montevideo: 2006. 397 p.

[Disponible online]

<http://www.mtop.gub.uy/documents/20182/59452/Memoria+Constructiva+General+Edicion+2006/a0d2588c-125f-45da-8ae9-af79fa227b41?version=1.1> [consulta: enero de 2018].

3.1.2.2 Capacidad térmica [CT]

Consecuentemente, se procedió a la determinación de la capacidad térmica de los cerramientos según fórmula (extraída de FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Guion 1, p. 74):

$$CT = \sum c.p.e$$

Siendo,

- c = calor específico
- ρ = densidad del material
- e = espesor de la capa

3.1.2.3 Retardo térmico y factor de amortiguamiento [Φ] y [μ]

Seguidamente, se calculó al retardo térmico y amortiguamiento de la solución constructiva (según procedimiento en Norma UNIT-ISO 13786:2007 Desempeño térmico de los componentes de los edificios. Características térmicas dinámicas. Método de cálculo).

3.1.2.4 Riesgo de condensación

A continuación, se evaluó el riesgo de condensación intersticial y superficial de las soluciones de envolvente de acuerdo a Norma UNIT-ISO 13788:2011 (Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo).

Cabe destacar que, para tanto para el cálculo de los cuatro valores precedentemente detallados así como para la evaluación del riesgo de condensación, se utilizó como herramienta el software libre HTerm 3.0. Este instrumento computacional, realizado entre la Facultad de Arquitectura, la Facultad de Ingeniería y con el apoyo y financiamiento de la Dirección Nacional de Energía, provee al usuario de forma sencilla y rápida, de acuerdo a la configuración de cerramiento elegida, la posición del mismo y a la zona climática para la que se esté estudiando, los valores y gráficos de los indicadores mencionados. En definitiva, el software permite realizar la evaluación higrotérmica de un cerramiento opaco en base a la comparativa de las temperaturas reales de cada capa y las temperaturas de rocío. En el programa están pre configurados los materiales con sus características técnicas de acuerdo a la Norma UNIT-ISO 10456:2007, según Tabla 3 – Valores térmicos de diseño para materiales en general para aplicaciones en la edificación, p. 11-14, y Tabla 4 – Propiedades húmidicas y calor específico de materiales aislantes térmicos y materiales de mampostería, p. 14-15. No obstante, se le pueden cargar otros materiales que no se encuentran en la biblioteca, siempre que se tenga los datos técnicos específicos que solicita el programa. En este sentido, se le agregaron los siguientes materiales (con sus correspondientes características), según información de los fabricantes/importadores:

- Bloque vibrado de hormigón de Hopresa
 - $R_m = 0.16 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Resistencia al vapor = $0.0041 \text{ m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa/Kg}$
 - $\mu = 6.15$
 - $m = 160 \text{ Kg/m}^2$
- Bovedillas de hormigón de Hopresa
 - $R_m = 0.11 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Resistencia al vapor = $0.0036 \text{ m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa/Kg}$
 - $\mu = 6.48$
 - $m = 273 \text{ Kg/m}^2$
- Pintura a la cal
 - $R_m = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Resistencia al vapor = $0.00005 \text{ m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa/Kg}$
 - $\mu = 3$
 - $m = 0 \text{ Kg/m}^2$
- Papel Kraft
 - $R_m = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Resistencia al vapor = $0.0005 \text{ m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa/Kg}$
 - $\mu = 30$
 - $m = 0 \text{ Kg/m}^2$

Asimismo, contempla realizar los cálculos de acuerdo a la posición del cerramiento y a la zonificación climática (ésta última conforme a Norma UNIT 1026), parámetros que se seleccionan por el usuario. Por otro lado, las condiciones ambientales interiores, $T_i=18^\circ\text{C}$ y $HR_i=80\%$ son valores por defecto del software y responden a valores establecidos por norma UNIT-ISO 13788:2012, correspondiendo a una higrometría de clase 3, nivel superior. En tanto, las condiciones climáticas exteriores ($T_e=4^\circ\text{C}$ para cerramientos verticales, $T_e=0^\circ\text{C}$ para cerramientos horizontales y $HR_e=90\%$) fueron modificadas a las que trae por defecto el programa, para que se ajusten a las investigaciones realizadas por el Departamento de Clima y Confort En Arquitectura - DECCA- de la FADU UdelaR –ver tabla 4-, sobre las condiciones locales en base a la metodología del CIBSE, datos que son los usualmente tomados para los cálculos dado que son más rigurosos que los medios considerados en el “año meteorológico típico” diseñado por el Laboratorio de Energía Solar de la Facultad de Ingeniería UdelaR y que viene por defecto en el Hterm. Se presentan en el Anexo, los reportes expedidos por el software de cada solución constructiva.

POSICIÓN DEL CERRAMIENTO	Horizontal	Vertical
Temperatura interior (t_i)	18 °C	18 °C
Temperatura exterior (t_e)	0 °C	4 °C
Humedad relativa interior (HR_i)	80 %	80 %
Humedad relativa exterior (HR_e)	90 %	90 %

Tabla 4: tabla de condiciones base para la evaluación del riesgo de condensación en cerramientos opacos según DECCA.

Fuente: CHAUVIE, Verónica. PICCIÓN, Alicia. *Patologías de Condensación: diseño y uso del edificio*. Montevideo: Facultad de Arquitectura. 2005, p. 30

Además, los valores del perfil termo-energético al ser calculados para el Departamento de Montevideo, se tomó como referencia de cálculo en el software HTerm 3.0 la zona climática IVd Templada Fría (zona C).

3.1.2.5 Transmitancia térmica media ponderada [Um]

Dado que el presente trabajo se refiere solo a evaluar 1m² de soluciones constructivas tradicionales y no analiza tipologías arquitectónicas; así como también vista la diversidad de tipologías y proyectos que se realizan y que son asesorados por el CCU, se encuentra pertinente que las cubiertas C1 y C4 que se sabe que son soluciones de cubiertas inclinadas con cielorraso horizontal, generando un ático sin ventilar entre ambos planos, como la pendientes de las mismas y los tamaños de las losas dependen del proyecto y de la cooperativa y por tanto no se conocen, se entiende necesario “estandarizarla” realizando la cámara de aire con altura promedio (y transformarla así en una solución de caras plano paralelas), a efectos de correrla en el Hterm 3.0. Futuros trabajos, independiente del presente en curso, en que se analizará un proyecto en particular con una cubierta determinada que contemple la solución C1 o C4 a criterio total del autor, deberá calcularse la transmitancia térmica mediante el procedimiento de cálculo para cubiertas con ático sin ventilar, según norma UNIT-ISO 6946:2007 Anexo C Cálculo de la transmitancia térmica de los componentes con capas de espesor variable, p. 20. Para esta “estandarización” o “simplificación” en cerramientos heterogéneos simples de caras plano-paralelas y capas de espesor constante, se calculará por medio del HTerm 3.0 la transmitancia térmica por cada parte representativa del mismo, y luego mediante cálculo simplificado utilizando los porcentajes de área de cada una de ellas, se obtendrá la transmitancia media ponderada total ($U_m = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$), según norma NCh 853, ítem 5.4.2 elementos con heterogeneidades simples.

3.1.2.6 Corrección de la transmitancia térmica debido a puentes térmicos (caso de discontinuidad en el aislante) [Uc]

Se calculó, además, la corrección de la transmitancia térmica debido a los puentes térmicos (esto es, huecos en el aislamiento o fijaciones mecánicas penetrando una capa aislante) mediante procedimiento en norma UNIT-ISO 6946:2007 Anexo D Correcciones a la transmitancia térmica, p. 25., según fórmula $U_c = U + \Delta U$.

Siendo:

- $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$

- ΔU_g = corrección para los huecos

$$\Delta U_g = \Delta U'' \left(\frac{R_1}{R_{t,h}} \right)^2$$
- ΔU_f = corrección para las fijaciones mecánicas

$$\Delta U_f = \alpha \times \left(\frac{\lambda_f \times A_f \times n_f}{d_o} \right) \times \left(\frac{R_1}{R_{t,h}} \right)^2$$
- ΔU_r = corrección para los techos invertidos (N/A en este estudio ya que se calcula solo para techos con placas de poliestireno extruido)

En los casos en que no existe discontinuidad en el aislante (por ser “continuo” por ejemplo el EIFS, en el que las placas presentan un escalonado en el perímetro para evitar este aspecto, de no existir anclajes que penetren al aislante -como en la cubierta-, o no existir directamente barrera térmica en el cerramiento), este procedimiento no aplica.

Por otro lado, otro aspecto importante a resaltar es que a efectos de comparar la transmitancia térmica de cada solución constructiva con respecto al valor máximo admisible por Resolución Municipal y por las normas UNIT e IRAM, se tomó como línea de base la U calculada con el Hterm 3.0 (para tomar el mismo parámetro de referencia en todos los casos). No obstante, en los casos que aplique, se hizo una mención en el ítem de observaciones dentro de las fichas sobre la comparativa de la transmitancia corregida o la media ponderada, con respecto a los valores admisibles, como para ser más rigurosos.

La norma UNIT ISO 6946 detalla el procedimiento para calcular la U corregida debido a discontinuidades en el aislante térmico (ya sean huecos que permitan circulación de aire o perforaciones por anclajes y fijaciones). Para los casos específicos de las cubiertas C1 y C4 -que son heterogéneas y contemplan básicamente una losa maciza de hormigón o de viguetas con un sobre techo de chapa, sostenido por una pilastra de ladrillo-, si bien la pilastra está generando una discontinuidad en la barrera aislante, no deja ningún hueco libre ni es un anclaje, por lo que se entiende que dicho procedimiento no aplica. En estos casos, lo que está ocurriendo es que la pilastra está conformando un puente térmico, de modo que habría que realizar el cálculo a partir de los procedimientos descritos en la norma UNIT-ISO 10211. No obstante, el alcance de este trabajo no contempla el cálculo de puentes térmicos ni puntos singulares, de modo que el cálculo y evaluación de este punto para C1 y C4 quedará para futuras investigaciones.

3.1.2.7 Temperatura equivalente (temperatura sol-aire) [Tsol-aire] a la hora de Te máxima por plano.

Continuando con las variables cuantificadas, se calculó la temperatura equivalente (o también denominada temperatura sol-aire), a efectos de evaluar la incidencia de la radiación solar en los distintos planos opacos en verano. Se despreció el cálculo para condiciones de invierno dado que en realidad durante esta época del año el aporte es positivo (ya que interesa la radiación para calentamiento pasivo), y en este estudio interesa evaluarlo para condiciones desfavorables, es decir, durante el verano. En esta época el aporte solar da como consecuencia un sobrecalentamiento indeseado en el

interior de los ambientes, agravando la situación de discomfort. Se calculó para los cuatro puntos cardinales de ejes cartesianos y para el plano horizontal.

El cálculo se realizó bajo la fórmula $T_{sol\text{-}aire} = T_e + (I_g \times \alpha \times R_{se})$ para planos verticales, y $T_{sol\text{-}aire} = T_e + [(I_g \times \alpha \times R_{se}) - 4]$ para planos horizontales, ya que se tuvieron en cuenta los efectos de las longitudes de onda larga que intercambia el techo con el cielo, sobre todo en estado claro. Los valores que se ingresaron a la fórmula fueron los obtenidos de la siguiente forma:

- La temperatura exterior T_e fue calculada para el día riguroso de verano -22 de diciembre- según fórmula extraída de FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Guion 1, p. 15: $t'_{xm} = t_{xm} + 0.297 (t_x - t_{xm})$; siendo t_{xm} la temperatura máxima media y t_x la temperatura máxima absoluta. Estos últimos valores fueron tomados de la tabla de “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío”, disponibles en FADU UdelaR Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01 – P. 27. En este sentido, los valores utilizados fueron:
 - $T_{xm} = 28.5 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $T_x = 42.8 \text{ }^\circ\text{C}$
- El valor de la radiación solar global $-I_g-$ fue obtenido de la tabla “Radiación Solar Directa y Difusa” para cada hora solar, en cielo claro y latitud $34^\circ 50' \text{ S}$, del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01, p. 20, de acuerdo a la hora solar correspondiente al pico máximo de radiación.
- El coeficiente de absorción solar de las superficies (α), que depende del color y rugosidad del material, fue obtenido a partir de la norma IRAM 11605 Anexo B Tabla 8 Valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores, p. 23.
- La resistencia superficial exterior $-R_{se}-$ fue obtenida a partir de norma UNIT-ISO 6946:2007 Tabla 1 Resistencias superficiales convencionales, p. 4.

Cabe aclarar, que dicha fórmula contempla la temperatura exterior como la temperatura rigurosa de diseño para los meses de verano, de modo que se está calculando la máxima diaria. Por tal motivo, y a efectos de que se vea reflejado en el resultado final de cada plano no solo la incidencia de la radiación solar sino el efecto de la temperatura del aire, se calculó la $T_{sol\text{-}aire}$ para la hora en que T_e e I_g eran las máximas, calculando por lo tanto la temperatura del aire exterior rigurosa para cada plano. Este cálculo se realizó bajo la fórmula (según libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 35:

$$T_{e_z} = t'_{nm} + A \times F_z$$

Siendo:

- T_{e_z} , la temperatura del aire exterior a una hora en particular
- Según la tabla de “Hora en que se produce T_{qx} ” del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 36, para cada plano se corresponde una hora solar pico siendo los planos de estudio que interesan para el presente trabajo:
 - Plano horizontal: 12hs
 - Norte: 12.50hs

- Este: 8hs
- Oeste: 16hs
- Sur: 17.50hs
- t'_{nm} la temperatura exterior mínima media de diseño para el día riguroso de verano, calculada según fórmula (libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 35): $t'_{nm} = t'_{xm} - A$, siendo t'_{xm} la temperatura rigurosa máxima media calculada precedentemente, y A la amplitud media extraída de tabla según ítem a continuación.
- “A” la amplitud media, dato extraído de la “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío” libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01, p. 27.
- F_{ζ} , el coeficiente que depende de la hora, extraído de la tabla de “Valores horarios de la temperatura rigurosa del aire exterior”, del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 35, para los horarios descriptos recientemente según plano:
 - $\zeta = 8:00hs \Rightarrow F_{\zeta} = 0.373$
 - $\zeta = 12:00hs \Rightarrow F_{\zeta} = 0.964$
 - $\zeta = 13:00hs \Rightarrow F_{\zeta} = 0.990$
 - $\zeta = 16:00hs \Rightarrow F_{\zeta} = 0.940$
 - $\zeta = 18:00hs \Rightarrow F_{\zeta} = 0.735$

3.1.2.8 Temperatura superficial interior máxima y mínima [Tsx] y [Tsn]

Luego, se calculó la temperatura superficial interior máxima y mínima, considerando los aportes solares (es decir, considerando la temperatura equivalente calculada anteriormente). Al igual que en el caso anterior, se calculó para los cuatro puntos cardinales de ejes cartesianos y para el plano horizontal. El procedimiento de cálculo fue de acuerdo a fórmula (extraída del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Guión 01, p. 66):

- Temperatura superficial interior máxima (valor que afecta en verano)
 $T_{sx} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) + \mu \theta_s$
- Temperatura superficial interior mínima (valor que afecta en invierno)
 $T_{sn} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) - \mu \theta_s$

Siendo:

- T_{sx} la temperatura superficial interior máxima
- T_{sn} la temperatura superficial interior mínima
- T_i la temperatura de confort para cada período tomada de los rangos de temperaturas de confort para Montevideo desarrollados a partir de investigaciones de campo por el Departamento de Clima y Confort en Arquitectura de la UdelaR, en el que en la tabla de “escalas utilizadas en la investigación sobre confort”, proponen un rango de confort para el período frío en Montevideo de 18 a 22/24°C, mientras que para el período caluroso es de 22 a 26/27°C (según libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Ficha 1, p. 17). Por tanto, para cada período se tomó un promedio de las temperaturas para ser utilizado como valor indicativo:
 - para invierno = 21°C

- para el verano = 24.5°C.
- Rsi la resistencia superficial interior de acuerdo a norma UNIT-ISO 6946:2007 Tabla 1 Resistencias superficiales convencionales, p. 4.
- U la transmitancia térmica hallada con el Hterm 3.0
- Tqm la temperatura equivalente media, obtenida a partir de Tabla de Temperatura de cálculo para Uruguay, en libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 38.
- μ el factor de amortiguamiento hallado a partir del Hterm 3.0
- θ_s la amplitud máxima superior, cuyo valor se a partir de Tabla de Temperatura de cálculo para Uruguay, en libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 38.

3.1.2.9 Densidad del flujo térmico en condiciones de invierno y verano [Qcond]

El eje del perfil termo-energético culmina con el cálculo de la densidad del flujo térmico por metro cuadrado en condiciones de invierno y verano, también calculándose para los cuatro puntos cardinales de ejes cartesianos y para el plano horizontal. En este caso, se determinó mediante fórmulas (extraídas de MIMBACAS, Alicia. LAGOMARSINO, Luis. Acondicionamiento térmico. Presentaciones de clase. Universidad ORT – Facultad de Arquitectura. 2007, diapositiva 71, PowerPoint sobre “Transmisión de calor de medio a medio”):

- Para invierno: $Q_{cond} = U (t_i - t_e)$
- Para verano: $Q_{cond} = U [(T_{sol-air} + t_e) - t_i]$ considerando el aporte solar, incluyendo la temperatura sol-aire en el cálculo

Siendo:

- U la transmitancia térmica hallada con el Hterm 3.0
- Te la temperatura rigurosa calculada para el 22 de junio y 22 de diciembre (temperatura rigurosa mínima de invierno y máxima de verano respetivamente). La T'xm de verano según procedimiento detallado en el punto del cálculo de la temperatura equivalente. En tanto la temperatura mínima rigurosa de invierno fue calculada según formula extraída de FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Guion 1, p. 15: $t'_{nm} = t_{nm} - 0.413 (t_{nm} - t_n)$; siendo t_{nm} la temperatura mínima media y t_n la temperatura mínima absoluta. Estos últimos valores fueron tomados de la tabla de “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío” disponibles en FADU UdelaR Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01 – p. 27. En este sentido, los valores utilizados fueron:
 - $T_{nm} = 6.5 \text{ °C}$ (junio)
 - $t_n = -5.0 \text{ °C}$ (anual)
- Ti la temperatura de confort vista en el ítem sobre el cálculo de la temperatura superficial.
- La T_{sol-aire} el valor calculado precedentemente para cada plano.

Se considera pertinente aclarar que, tanto para el cálculo de la temperatura superficial interior como de la densidad de flujo, el trabajo en su máximo grado de profundización requeriría utilizar el valor de U_c y el factor μ corregido a partir de ésta. No obstante, dado el alcance y la especificidad del presente trabajo, se ha optado por la solución de considerar la U y μ obtenidos con el software Hterm 3.0, así como en el caso de las cubiertas C1 y C4 que presentan heterogeneidades en su composición, de tomar la transmitancia térmica por la cámara de aire por ser la más representativa en porcentaje de área por m^2 que la presencia de la pilastra (el área de la pilastra de $20 \times 20 \text{ cm}$ representa tan solo un 4% del área del metro cuadrado de solución constructiva, por lo que no se toma como representativa su presencia).

3.1.2.10 Costo de construcción por m^2 de solución constructiva [\$/ m^2]

Continuado con el siguiente eje de estudio, el eje económico, consistió en calcular el costo de realización de 1 metro cuadrado de la solución constructiva y se realizó en base a las consideraciones a continuación.

El análisis de costos de las soluciones constructivas tradicionales más utilizadas a nivel de las Cooperativas de Vivienda en el Dpto. de Montevideo, se han realizado en base a tres fuentes de información, las que se detallan a continuación en orden de utilización preferencial, así como su justificación se corresponde con el orden de exposición:

Fuente 1 Libro de texto "Análisis de costos y presupuestación de obras", del Ing. Jorge Caviglia.⁷ Es la fuente más importante utilizada a nivel general, tanto privado como público, e incluido a nivel académico en las universidades.

Fuente 2 Lista de INCA – "Costos de Componentes de Obra", realizados por la Arq. Ana Cristina Rainusso⁸. Es una información brindada mes a mes por una importante empresa de fabricación de pinturas (INCA, dependencia de Pinturas ALBA de Argentina), desde hace varios años, lapso durante el cual (por mucho tiempo) constituyó la única fuente de información de este tipo a nivel de todo el país.

Fuente 3 Archivos Técnicos de la Empresa Constructora EMDECO S.R.L.

Es una empresa constructora fundada en 1983 y con actuación ininterrumpida hasta el año 2010, con importante volumen de actividad tanto a nivel particular como estatal.

- N° BPS (Banco de Previsión Social): 1.688.974
- N° DGI (Dirección General Impositiva): 211479880016
- N° de Inscripción en el RNEMTOP (Registro Nacional de Empresas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas): 134
- N° de MTSS (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social): 100010000034990

⁷ CAVIGLIA, Jorge C. Análisis de Costos y Presupuestación de Obras. 5° Edición. Impresora Gráfica. Montevideo, Uruguay. 2002, 231 p.

⁸ RAINUSSO, Ana Cristina. Costos de Componentes de Obra. [Disponible online] <https://costos.todouy.com/> [Consulta: enero 2018]

Fuente 4 Los materiales componentes de los costos provienen de las Listas de Precios de dos barracas, una pinturería, y para materiales particulares como los aislantes, del fabricante más importante a nivel del país; todos proveedores de reconocida trayectoria e importante volumen de ventas dentro de la Capital.

Los proveedores de referencia son:

Proveedor 1	Bca. UNO Montevideo	Avda. Gral. San Martín 3116	tel.	22082679
Proveedor 2	Bca. CENTRAL Montevideo	E. Raña 3185 esq. Bvard. J.B. y Ordóñez	tel.	25069999
Proveedor 3	Pintur. SHERWIN WILLIAMS	Miguel Barreiro 3366 y Rbla. M. Ghandi	tel.	27085946
Proveedor 4	Prefab. Hormig. HOPRESA	Bvard. Batlle y Ordóñez 5840	tel.	23592526
Proveedor 5	Baldivia S.A. - Polietileno	Avda. 8 de Octubre 3542	tel.	25074011
Proveedor 6	Bromyros S.A. Aislaciones Térmicas	Pedro Cosio 2430	tel.	25251320
Proveedor 7	APPELSA	Brig. Gral. Juan Antonio Lavalleja, Barros Blancos, Dpto. de Canelones	tel.	22883711

Tabla 5: tabla de proveedores de referencia
Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

Cabe mencionar que el MTOP emite un listado Oficial de precios de muchos de los insumos que se manejan en obra, pero el mismo incluye precios muy distorsionados de algunos materiales y su utilización se limita al cálculo de los ajustes mensuales de precios por fórmula paramétrica en contratos de Obra Pública. La distorsión mencionada en algunos precios de materiales no incide en el valor final de los ajustes dado que los precios de referencia para la paramétrica presentan la misma distorsión. La misma publicación oficial a la que se hace referencia presenta a pie de página en cada una de ellas, una advertencia al respecto: *"La presente lista debe ser usada al solo efecto de*

*los cálculos de ajustes paramétricos o similares. No se recomienda su uso para la realización de presupuestos de obra.*⁹

Como nota complementaria a los precios de materiales empleados, se efectúan las siguientes acotaciones, que responden al criterio de un volumen importante de construcción:

- Para los áridos (caso pedregullo y arena) se ha considerado el precio por viaje (de 7 m3.)
- Para los morteros, se consideró la mezcla gruesa por viaje (de 4 m3), y la mezcla fina (de mucho menor cuantía en su uso), por m3 (unidad)
- El Cemento Portland se tomó a precio de viaje (entre 40-50 sacos)
- El ladrillo de campo común y para vista ídem (3000-4000)
- Los elementos de hormigón prefabricados, tanto las bovedillas y las viguetas como los bloques vibrados para muro, se han considerado provenientes de la firma HOPRESA, por ser el proveedor habitual de las cooperativas en dichos rubros (dato extraído a partir de la entrevista realizada en el CCU)
- El polietileno de 150 micrones se asume provisto por una casa especializada en plásticos y polietileno (Baldivia S.A.)
- Respecto a las pinturas, se consideró su precio en envases apropiados a una o más viviendas completas.
- Respecto a las placas de poliestireno expandido así como al sistema EIFS, se tomó como proveedor al fabricante de aislaciones térmicas más grande de Uruguay (por volumen de producción anual): Bromyros S.A.
- Referente a los perfiles normalizados, se utilizaron los costos de APPELSA, barraca de hierro y taller metalúrgico más importante en el ramo.
- Los costos de los materiales utilizados para calcular los precios unitarios tienen incluido el impuesto al valor agregado.

Mano de Obra

Con relación al costo de la mano de obra cabe señalar que los valores utilizados tanto para la hora de Oficial Albañil como para la hora de Peón Práctico incluyen, además del Valor del Laudo establecido por Decreto Oficial del MTSS, todos los demás beneficios incluidos en dicho documento, por ejemplo:

- la media hora paga para almorzar
- la compensación por Ropa, Herramientas y Transporte
- el Incentivo Semanal Obrero por semana completa
- así como otros beneficios extra Decreto pero de uso general y larga data de aplicación, caso el % correspondiente a los 7 Feriados Pagos anuales, que de ordinario, se prorratan en todo el año sin cargárselos específicamente a la obra durante cuya ejecución se produzcan las fechas mencionadas.

Debe aclararse además que el sistema de construcción de Cooperativas de Viviendas, sobre todo las calificadas como "De Ayuda Mutua", contemplan la posibilidad del trabajo en la construcción, de los propios integrantes de la Cooperativa. Tal posibilidad es muy difícil de cuantificar en valores o porcentajes generales, que incluya a todas las

⁹ MTOP. Lista Oficial de Precios n° 502 – Octubre 2017. [Disponible online]
<http://www.mtop.gub.uy/documents/20182/21126/Lista+oficial+de+precios+de+la+construcci%C3%B3n+-+octubre+2017/a9c155f9-c504-41b7-b8ed-052fdbd7d4dc?version=1.0> [Consulta: enero 2018]

cooperativas, dado que el tiempo y las posibilidades físicas de los cooperativistas es sumamente variable, así como los conocimientos técnicos mínimos necesarios para realizar cualquiera de las tareas a emprender.

Para los cálculos correspondientes a la determinación de los Precios Unitarios que se emplearon en el presente trabajo entonces, se asumió que la mano de obra es externa al ámbito de los cooperativistas y contratada especialmente al efecto como si se tratara de una obra de construcción cualquiera.

Leyes Sociales

El mismo criterio expuesto para la Mano de Obra, se seguirá en consecuencia para calcular los aportes correspondientes a las Leyes Sociales generadas.

Uso de la planilla de precios unitarios

Como complemento y como herramienta práctica, se adjuntan en el sector “Anexos”, las planillas de cálculo de los costos unitarios cuya forma de uso se explicita a continuación y que permitirá, de acuerdo a los criterios expuestos (o sujetos a la variación en los proveedores que la fecha de empleo de la planilla y/o que el usuario disponga), la actualización correspondiente para completar los aspectos comparativos entre soluciones.

La Planilla consta de 23 columnas agrupadas en dos sectores: el superior, específico para cada uno de los tipos de elemento constructivos a analizar M1, M2, M3, M4, C1, C2, C3, y C4; y el inferior general a todos los casos con detalle de precios de los materiales y los que corresponden a cada tipo de cerramiento y los proveedores de cada uno de ellos, como también las fuentes teóricas en las que se sustenta técnicamente la planilla.

En el sector superior, las columnas se agrupan a su vez en 6 conjuntos, a saber:

1er. Grupo Sup.: “ELEMENTO CONSTRUCTIVO”, (5 columnas), con la identificación del M(1,2,3,4) o C(1,2,3,4,) correspondiente, y una descripción de las distintas capas que lo componen, sus dimensiones y la fuente de información correspondiente en que se basa el análisis (sustento técnico consultado);

2do. Grupo Sup.: “PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR”, (6 columnas), con el detalle exhaustivo de los diferentes materiales componentes de cada capa, la cantidad de los mismos por unidad de cerramiento estudiado (columna 1), la fuente de información correspondiente (proveedor), el precio unitario de cada material empleado (referido a los valores correspondientes establecidos en el sector inferior de la planilla – columna 2), y el costo de cada uno de los materiales que componen la unidad (columna 3 = columna 1 x columna 2). La Σ de todos los valores parciales representará – al pé de la columna – el costo total de los materiales de la unidad de cerramiento analizada.

3er. Grupo Sup.: “LAUDO OFICIAL” homologado por el MTSS, con las aclaraciones correspondientes explicitadas en la página titulada “R.O.U. --- M.T.S.S. --- LAUDOS VIGENTES EN EL PERIODO: 1º/10/17 AL 31/7/18” adjunta en anexos. Respecto a los componentes del valor de la Hora/Of. Albañil y la Hora/P. Práctico (columnas 4 y 5 respectivamente).

4to. Grupo Sup.: “COSTO DE LA MANO DE OBRA”, (5 columnas: dos subgrupos de 2 cada uno y otra separando a ambos) referido obviamente al tipo de cerramiento analizado. En las dos primeras columnas se trata del consumo de horas de cada una de las categorías (Of. Y Pp.), para la ejecución de cada una de las capas constitutivas del cerramiento, y con los valores establecidos en las Fuentes de Información mencionadas en las columnas 4 y 5 del 1er. Grupo (columnas 6 y 7).

Las siguientes columnas del conjunto, unificadas en una sola (columna 8 de la planilla generada por la suma de los productos de la columna 4 x columna 6 + columna 5 x columna 7) proporcionan el costo de ejecución de cada uno de los elementos constitutivos de cada una de las capas de la unidad en estudio. La Σ de todos los valores parciales representará – al pié de la columna – el costo de la mano de obra empleada para la realización de la unidad de cerramiento analizada.

5to. Grupo Sup.: Lo conforman dos columnas unificadas en la columna 9 la que expresa el el costo total de la unidad de cerramiento analizada, (Mat. + M.O).

6to. Grupo Sup.: Constituido por 3 columnas se reserva para el cálculo de los aportes a la Seguridad Social (Leyes Sociales – BPS).

En el sector inferior, las columnas se agrupan a su vez en 3 conjuntos, a saber:

1er. Grupo Inf.: Compuesto por 4 columnas (reagrupadas en 3). En él se exponen todos los materiales a emplearse en cualquiera de los tipos de cerramiento a estudio. También se indica la unidad que se empleará para la adquisición y la cantidad de la compra (p. ej. la arena y el pedregullo se compran por viaje de 7 m³., la mezcla gruesa por viaje de 4 m³., etc.)

2do. Grupo Inf.: está compuesto por 6 columnas (reagrupadas en 5) y se indica, en cada fila, el valor del material correspondiente mencionado en el 1er. Grupo, en la cantidad en que se adquiere (por ej., precio del viaje de 7 m³. de arena). Seguidamente se indica el proveedor del material (identificado con una letra mayúscula), y posteriormente la unidad y el precio de esa cantidad de material a emplearse en el cálculo del costo del cerramiento a estudiar (por ej., la arena se expresa en 1 m³, el portland en 1 kg., etc., ya que estas serán las unidades a utilizarse).

3er. Grupo Inf.: Consta de 8 columnas agrupadas de a pares, en las cuales se hace – para cada tipo: M1, M2, M3, M4, C1, C2, C3, C4) una indicación de todos los materiales a emplearse en ellos, directamente referido al listado de la 1er. Columna del 1er. Grupo Inf. (señalando la fila).

Completan el sector inferior de la planilla, el listado de las distintas fuentes teóricas que dieron sustento técnico a los consumos determinados para cada tipo de cerramiento estudiado, así como también el de los proveedores que cotizaron los distintos materiales que se tuvieron en cuenta para completar las planillas.

Finalmente, cada ficha posee un apartado al final con observaciones, comentarios pertinentes a cada caso que posibilitaron el puntapié inicial a la discusión en el capítulo del análisis de las fichas (por ejemplo se puntualizó sobre si cumplen o no con la normativa de transmitancia térmica de Montevideo, con la norma UNIT 1150 –valores de U según masa del cerramiento- o con la norma IRAM 11605 –valores de Kmax de

acuerdo a la temperatura exterior de diseño en el caso de invierno, o de la zona bioambiental para el caso de verano); así como algún comentario pertinente sobre el comportamiento constructivo-higrotérmico-hidro repelente). En tal caso, las condiciones de cumplimiento deberían de ser las siguientes:

- Resolución Departamental 2928/09 sobre Transmitancia Térmica: $U \leq 0.85\text{W/m}^2\text{K}$
- Norma UNIT 1150 (cerramientos con masa $\geq 120\text{ Kg/m}^2$): $U \leq 0.85\text{W/m}^2\text{K}$
- Norma IRAM 11605:
 - Condiciones de invierno (text de diseño ≥ 0)
 - Nivel A = muros $0.38\text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.32\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel B = muros $1.00\text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.83\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel C = muros $1.85\text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $1.00\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Condiciones de verano (Montevideo pertenece a la zona climática IVd templada fría. Estas condiciones en Argentina pueden ser equivalentes a la zona bioambiental IV)
 - Nivel A = muros $0.50\text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.19\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel B = muros $1.25\text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.48\text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel C = muros $2.00\text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.76\text{ W/m}^2\text{K}$

Siendo Nivel A: Recomendado; Nivel B: Medio; Nivel C: mínimo.

A los efectos de este trabajo, por un lado, se compararán los resultados con el nivel medio por considerarse un promedio entre las mejores condiciones (pero con una importante carga económica) y el nivel mínimo, si bien cumple con el aspecto térmico, no necesariamente implica una buena performance energética ni mucho menos una garantía de no generar condiciones propicias para la aparición de patologías. Por otro, dado que la temperatura exterior de diseño en invierno es de 4°C , se tomó de la tabla 1 de la IRAM 11605 una text de diseño ≥ 0 . Para verano, dado que Montevideo se encuentra en la zona climática IVd templada fría, sus características climáticas pueden ser asimilables a las de la zona bioambiental IV de Argentina, de modo que en la tabla 2 también de la IRAM 11605, se tomaron los datos de dicha zona para realizar las comparaciones.

Por último, en el Capítulo 4 sobre el análisis integrativo del contenido de las fichas y discusión, se procedió a realizar un estudio comparativo y ponderativo de todos los resultados de las variables halladas, utilizando como herramienta de interfase gráficos de barras que permitieran visualizar mejor la contrastación. Se trata de una evaluación con un enfoque crítico, sobre la performance de cada una de las soluciones, la disposición de las capas en el cerramiento desde un punto de vista constructivo, haciendo mayor hincapié en el material aislante térmico, la barrera de vapor, y el material que garantiza la estanqueidad al agua de lluvia del cerramiento, así como una valoración económica que en definitiva señale si además de “constructivamente viables” las soluciones constructivas son “económicamente viables”. A modo de cierre del capítulo, se presentan una serie de recomendaciones para envolvente opaca tradicional, en vivienda y en Montevideo, desprendidas del análisis y discusión, que sirvan para mejorar la performance termo-energética-higrométrica de las soluciones constructivas y evitar así la tendencia a la generación de patologías, con sus consecuentes afectaciones en la salud y el confort del usuario.

3.2 Interpretación (diseño y lectura) de una ficha tipo

Detalle constructivo del cerramiento en estudio

Código del cerramiento en estudio

Descripción del cerramiento en estudio: tipo, capas, posición, masa, espesor total



ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO):
CERRAMIENTO (POSICIÓN):
DESCRIPCIÓN:

Masa =
Espesor =

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)
U =

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]
U_m =

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]
CT =

Retardo Térmico [Hs]
ϕ =

Factor de amortiguamiento [adimensional]
μ =

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO
Intersticial	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]
U_c =

Temperatura sol-aire (solo para verano) [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte =	/	Plano Este =
Plano Oeste =	/	Plano Sur =
Plano Horizontal =		

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire) [°C]

invierno	verano
ts _{hvert} =	ts _{xnorte} =
ts _{horiz} =	ts _{xeste} =
	ts _{xoeste} =
	ts _{xsur} =
	ts _{xhoriz} =

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno	verano
Q _{condvertical} =	Q _{condnorte} =
Q _{condhorizontal} =	Q _{condeste} =
	Q _{condoeste} =
	Q _{condsur} =
	Q _{condhorizontal} =

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

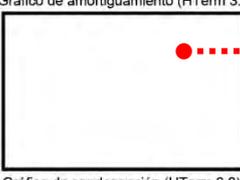
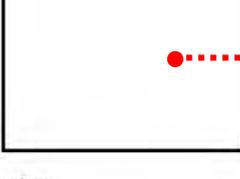


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = (pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales. No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

Eje de estudio de los principales indicadores termo-energéticos en régimen estacionario y variable cíclico: U, Um, CT, μ, Φ, riesgo de condensación, Uc, tsol-aire de acuerdo al plano, tsx y tsn (considerando el aporte solar), Qcond de acuerdo al plano.

Eje de estudio que evalúa el costo de ejecución por metro cuadrado de solución constructiva

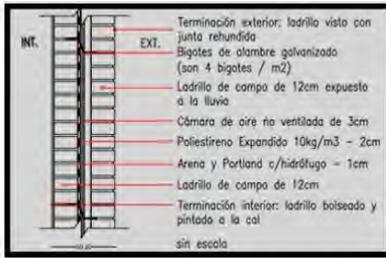
Gráfico de amortiguamiento térmico según HTERM 3.0

Gráfico de condensaciones según HTERM 3.0

Sector de la ficha donde se realizan comentarios pertinentes a los resultados precedentemente expuestos

Figura 50: Ficha tipo
Fuente: elaboración propia

4.1 Resultados: catálogo de fichas



M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. vista.

Masa = 334.2 Kg/m²

Espesor = 0.302 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$$U = 0.83 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$$U_m = \text{N/A}$$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$$CT = 334.47 \text{ KJ/m}^2\text{K}$$

Retardo Térmico [Hs]

$$\phi = 10.77 \text{ Hs}$$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$$\mu = 0.028$$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial SI NO

Intersticial SI NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$$U_c = 0.99 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = 39.13°C / Plano Este = 49.70°C

Plano Oeste = 52.12°C / Plano Sur = 34.91°C

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno	tsnvert = 19.63°C	verano	tsxnorte = 25.36°C
	tsnhoriz. = N/A		tsxeste = 25.84°C
			tsxoeste = 26.02°C
			tsxsur = 25.26°C
			tsxhoriz. = N/A

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno	Qcondvertical = 15.98 W/m ²	verano	Qcondnorte = 39.33 W/m ²
	Qcondhoriz. = N/A		Qcondeste = 48.09 W/m ²
			Qcondoeste = 50.11 W/m ²
			Qcondsur = 35.82 W/m ²
			Qcondhoriz. = N/A

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

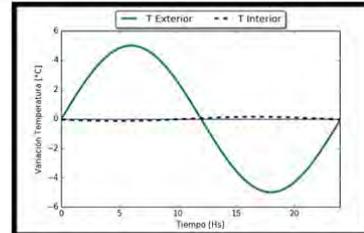
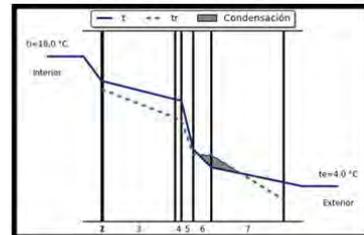


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3436.97
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

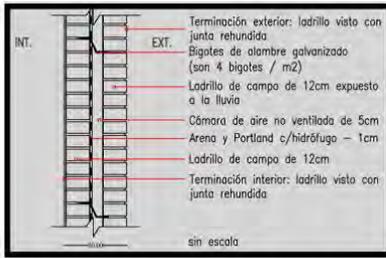
OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv)	SI	NO (ver) SI NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.

Figura 51: Ficha M1
Fuente: elaboración propia



M2

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y s/aislamiento térmico, term. vista.

Masa = 330.0 Kg/m²
 Espesor = 0.300 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 1.44 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 330.00 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 9.77 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.05$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial SI NO

Intersticial SI NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = 39.13°C / Plano Este = 49.70°C

Plano Oeste = 52.12°C / Plano Sur = 34.91°C

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno	$ts_{\text{vert.}} = 18.62^\circ\text{C}$	verano	$ts_{\text{Xnorte}} = 26.01^\circ\text{C}$
	$ts_{\text{horiz.}} = \text{N/A}$		$ts_{\text{Xeste}} = 26.84^\circ\text{C}$
			$ts_{\text{Xoeste}} = 27.17^\circ\text{C}$
			$ts_{\text{Xsur}} = 25.83^\circ\text{C}$
			$ts_{\text{Xhoriz.}} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno	$Q_{\text{condvertical}} = 27.72 \text{ W/m}^2$	verano	$Q_{\text{condnorte}} = 68.22 \text{ W/m}^2$
	$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$		$Q_{\text{condeste}} = 83.45 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condoeste}} = 86.93 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condsur}} = 62.15 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

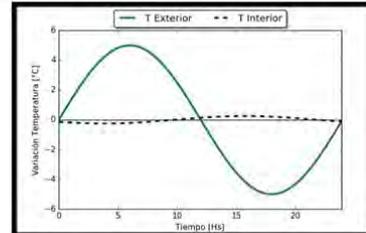
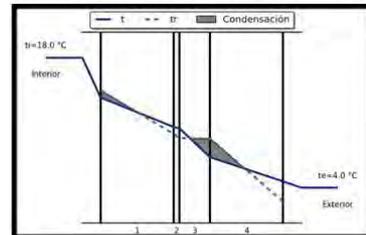


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3253.24
 (pesos uruguayos, impuestos incluidos)

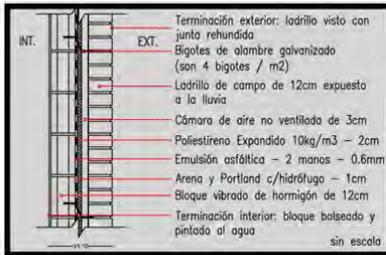
*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
 No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior, así como en la superficie interior del cerramiento interior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y en la cara visible del muro interior, así como aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos; con el consecuente desmedro de los materiales.

Figura 52: Ficha M2
Fuente: elaboración propia



M3

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo y bloque vibrado c/cámara y aislamiento térmico, term. vista.

Masa = 337.66 Kg/m2

Espesor = 0.302 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m2K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m2K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m2K]

$CT = 284.60 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 9.01 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.04$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO
Intersticial	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m2K]

$U_c = 1.02 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = 39.13°C	/	Plano Este = 49.70°C
Plano Oeste = 52.12°C	/	Plano Sur = 34.91°C
Plano Horizontal = N/A		

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno	$ts_{\text{vert.}} = 19.55^\circ\text{C}$	verano	$ts_{\text{xnorte}} = 25.50^\circ\text{C}$
	$ts_{\text{horiz.}} = \text{N/A}$		$ts_{\text{xeste}} = 26.03^\circ\text{C}$
			$ts_{\text{xoeste}} = 26.30^\circ\text{C}$
			$ts_{\text{xsur}} = 25.36^\circ\text{C}$
			$ts_{\text{horiz.}} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m2] cons. Tsol-aire

invierno	$Q_{\text{condvertical}} = 16.36 \text{ W/m}^2$	verano	$Q_{\text{condnorte}} = 40.27 \text{ W/m}^2$
	$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$		$Q_{\text{condeste}} = 49.26 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condoeste}} = 51.31 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condsur}} = 36.69 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

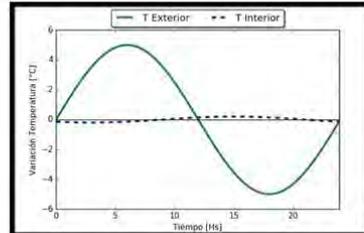
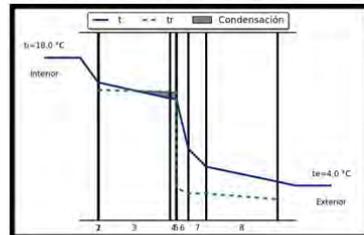


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m2 construido = \$ 3014.27
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

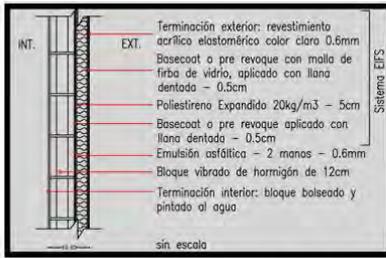
OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO (ver) SI NO

Posible riesgo de condensación intersticial en el interior del muro de bloque y la capa de arena y Portland hidrofugada, con el consecuente desmedro de los materiales en cuestión (por el elevado contenido de agua en su interior), así como aparecer eflorescencia salinas en la superficie visible interior, bolseada y pintada.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.

Figura 53: Ficha M3
Fuente: elaboración propia



M4

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de una hoja de bloque vibrado c/ sistema de aislamiento térmico exterior (EIFS)

Masa = 183,16 Kg/m2

Espesor = 0.182 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m2K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.63 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m2K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m2K]

$CT = 129.90 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 6.53 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.036$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO
Intersticial	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m2K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = 35.73°C	/	Plano Este = 35.45°C
Plano Oeste = 42.09°C	/	Plano Sur = 32.28°C
Plano Horizontal = N/A		

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno	$ts_{\text{vert.}} = 19.90 \text{ °C}$	verano	$ts_{\text{xnorte}} = 25.13 \text{ °C}$
	$ts_{\text{nhoriz.}} = \text{N/A}$		$ts_{\text{xeste}} = 25.22 \text{ °C}$
			$ts_{\text{xoeste}} = 25.45 \text{ °C}$
			$ts_{\text{xsur}} = 24.05 \text{ °C}$
			$ts_{\text{xhoriz.}} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m2] cons. Tsol-aire

invierno	$Q_{\text{condvertical}} = 12.13 \text{ W/m}^2$	verano	$Q_{\text{condnorte}} = 27.70 \text{ W/m}^2$
	$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$		$Q_{\text{condeste}} = 27.53 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condoeste}} = 31.71 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condsur}} = 25.53 \text{ W/m}^2$
			$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

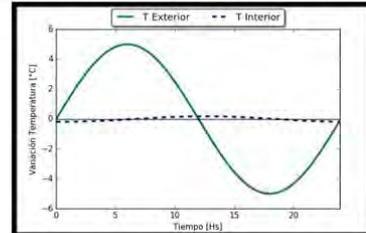
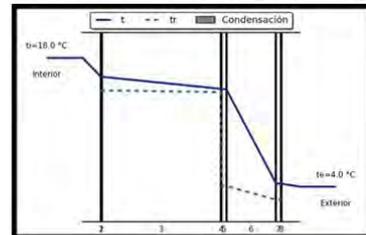


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m2 construido = \$ 2424.09
 (pesos uruguayos, impuestos incluidos)

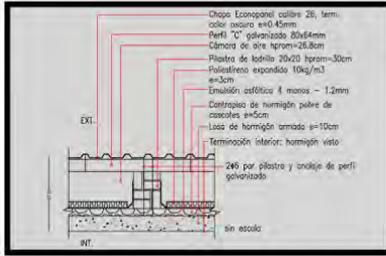
*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
 No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

No existe riesgo de condensación intersticial ni superficial.

Figura 54: Ficha M4
Fuente: elaboración propia



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m2 (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m2 (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m2K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

U_{por cámara} = 0.86 W/m2K / U_{por pilastra} = 1.41 W/m2K

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m2K]

U_m = 0.88 W/m2K

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m2K]

CT_{por cámara} = 606.20 KJ/m2K / CT_{por pilastra} = 992.38 KJ/m2K

Retardo Térmico [Hs]

φ (por cámara) = 9.78 Hs / φ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por cámara	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial	por cámara	SI	NO	por pilastra	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m2K]

U_c = N/A

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A
Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A
Plano Horizontal = 60.19°C

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno	ts _{vert.} = N/A	verano	ts _{xnorte} = N/A
	ts _{nhoriz.} = 18.81°C		ts _{xeste} = N/A
			ts _{xoeste} = N/A
			ts _{xsur} = N/A
			ts _{xhoriz.} = 25.92°C

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m2] cons. T_{sol-aire}

invierno	Q _{condvertical} = N/A	verano	Q _{condnorte} = N/A
	Q _{condhoriz.} = 16.56 W/m2		Q _{condeste} = N/A
			Q _{condoeste} = N/A
			Q _{condsur} = N/A
			Q _{condhoriz.} = 58.86 W/m2

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

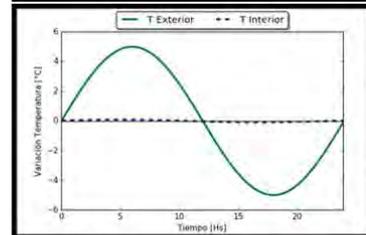
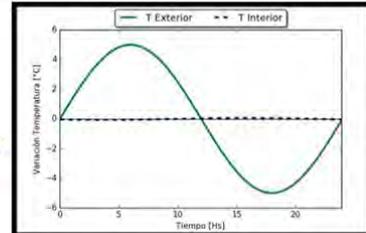
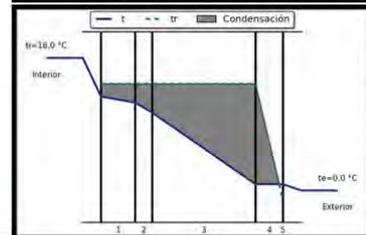
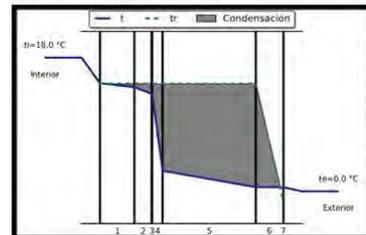


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m2 construido = \$ 2855.27
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

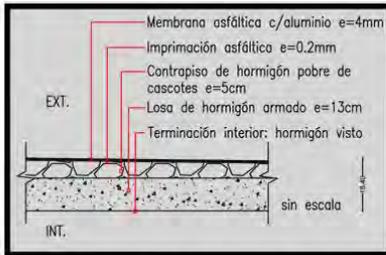
*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales. No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO (ver) SI NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinua la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pierda su capacidad de aislamiento y el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

Figura 55: Ficha C1
Fuente: elaboración propia



C2

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: losa de hormigón armado c/ relleno de pendiente mínima y terminación membrana c/aluminio gofrado

Masa = 400.96 Kg/m²

Espesor = 0.184 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 3.79 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 400.94 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 6.25 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.168$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NO

Intersticial **SI** NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 47.44°C

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno
tsnvert. = N/A
tsnhoriz. = 10.89 °C

verano
tsxnorte = N/A
tsxeste = N/A
tsxoeste = N/A
tsxsur = N/A
tsxhoriz. = 29.98°C

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno
Qcondvertical = N/A
Qcondhoriz. = 72.96 W/m²

verano
Qcondnorte = N/A
Qcondeste = N/A
Qcondoeste = N/A
Qcondsur = N/A
Qcondhoriz. = 211.07 W/m²

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

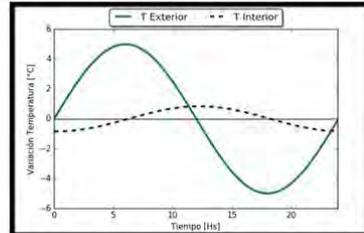
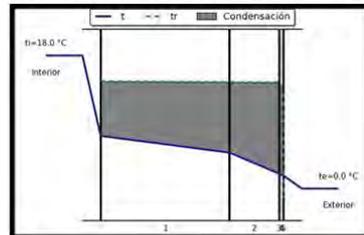


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 1759.49
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

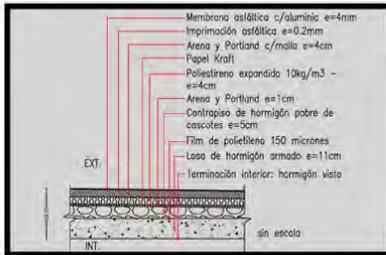
*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09 SI NO
Cumple con Norma UNIT 1150 SI NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv) SI NO (ver) SI NO

Posible riesgo de condensación intersticial en todas las capas del cerramiento, así como en la superficie interior del mismo (cielorraso). Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho en la cara visible interior de la cubierta (cielorraso), así como humedecimiento de las capas interiores con el consecuente desmedro de alguna de ellas, como el caso de la membrana, a causa del contenido de agua en su interior.

Figura 56: Ficha C2
Fuente: elaboración propia



C3

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: losa de hormigón armado c/ relleno de pend. mínima, aislamiento térmico y terminación membrana c/aluminio gofrado

Masa = 444.44 Kg/m2
Espesor = 0.255 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m2K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.77 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m2K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m2K]

$CT = 445.24 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 9.86 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.013$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NO

Intersticial **SI** NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m2K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 47.44°C

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno $ts_{nvert.} = \text{N/A}$
 $ts_{nhoriz.} = 19.03^\circ\text{C}$

verano $ts_{xnorte} = \text{N/A}$
 $ts_{xeste} = \text{N/A}$
 $ts_{xoeste} = \text{N/A}$
 $ts_{xsur} = \text{N/A}$
 $ts_{xhoriz.} = 25.24^\circ\text{C}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m2] cons. Tsol-aire

invierno $Q_{condvertical} = \text{N/A}$
 $Q_{condhoriz.} = 14.82 \text{ W/m}^2$

verano $Q_{condnorte} = \text{N/A}$
 $Q_{condeste} = \text{N/A}$
 $Q_{condoeste} = \text{N/A}$
 $Q_{condsur} = \text{N/A}$
 $Q_{condhoriz.} = 42.88 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

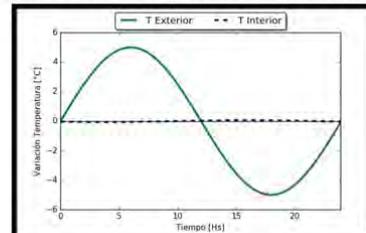
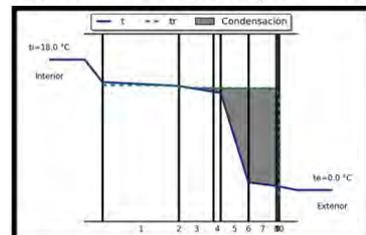


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m2 construido = \$ 2536.95
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

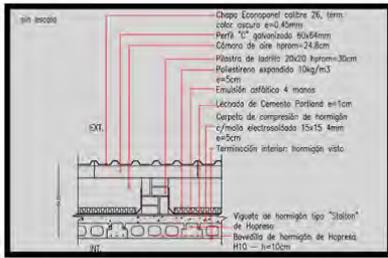
*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09 **SI** NO
Cumple con Norma UNIT 1150 **SI** NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv) **SI** NO (ver) **SI** **NO**

Posible riesgo de condensación intersticial en las capas desde la barrera térmica hasta la membrana asfáltica. Esto puede traer consecuencias negativas desde la pérdida de la capacidad aislante del EPS, hasta el desmedro de los demás materiales constitutivos de las capas comprometidas.

Figura 57: Ficha C3
Fuente: elaboración propia



C4

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de bovedillas y viguetas de hormigón "Stalton" c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1240.51 Kg/m² (por pilastra) / 939.53 Kg/m² (por cámara)
 Espesor = 0.540 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

U_{por cámara} = 0.60 W/m²K / U_{por pilastra} = 1.29 W/m²K

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

U_m = 0.63 W/m²K

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

CT_{por cámara} = 595.07 KJ/m²K / CT_{por pilastra} = 894.78 KJ/m²K

Retardo Térmico [Hs]

φ (por cámara) = 10.26 Hs / φ (por pilastra) = 22.72 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.008 / μ (por pilastra) = 0.017

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por cámara	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial	por cámara	SI	NO	por pilastra	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

U_c = N/A

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno	ts _{vert.} = N/A	verano	ts _{xnorte} = N/A
	ts _{nhoriz.} = 19.48°C		ts _{xeste} = N/A
			ts _{xoeste} = N/A
			ts _{xsur} = N/A
			ts _{xhoriz.} = 25.45°C

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. T_{sol-aire}

invierno	Q _{condvertical} = N/A	verano	Q _{condnorte} = N/A
	Q _{condhoriz.} = 11.55 W/m ²		Q _{condeste} = N/A
			Q _{condoeste} = N/A
			Q _{condsur} = N/A
			Q _{condhoriz.} = 41.06 W/m ²

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

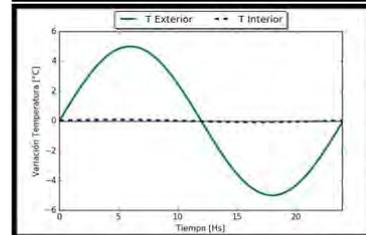
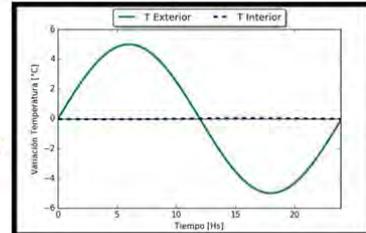
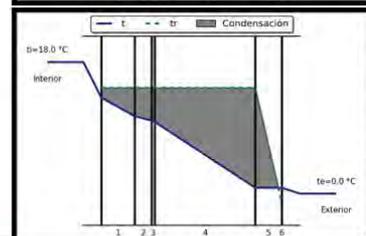
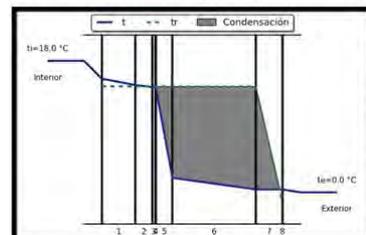


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4034.57 (pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales. No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO (ver) SI NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higratérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pierda su capacidad de aislamiento y el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

Figura 58: Ficha C4
Fuente: elaboración propia

4.2 Análisis, discusión y recomendaciones

A continuación, se analizarán y discutirán los resultados obtenidos y plasmados en las fichas de caracterización, mediante la inclusión de gráficos comparativos entre las soluciones constructivas evaluadas. Se discriminarán las soluciones de pared por un lado y las de cubierta por otro, a efectos de darle más mayor especificidad a la comparación. Además, se discutirán cuestiones teóricas que están relacionadas con la performance de las soluciones en todas sus variables de estudio, desprendiéndose recomendaciones para lograr mejorar su desempeño fundamentalmente termo-higrométrico, y evitar así la tendencia a la aparición de ciertas patologías constructivas que terminan con el desmedro del material y el desconfort térmico del usuario.

4. 2.1 Análisis y discusión

Soluciones de pared:

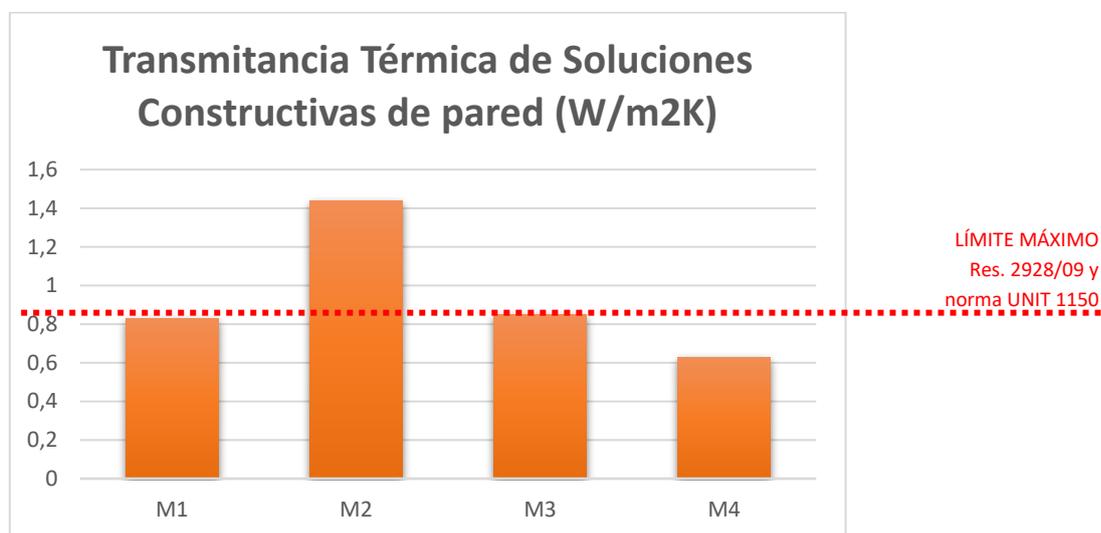


Gráfico 27: Transmitancias térmicas de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

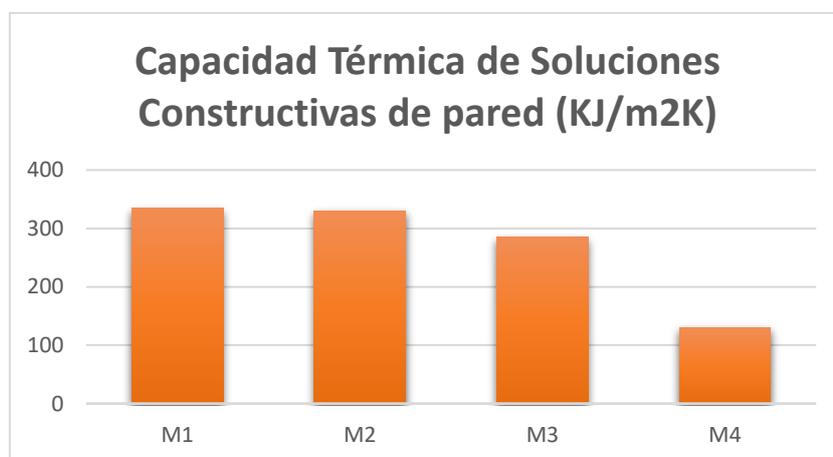


Gráfico 28: Capacidad térmica de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

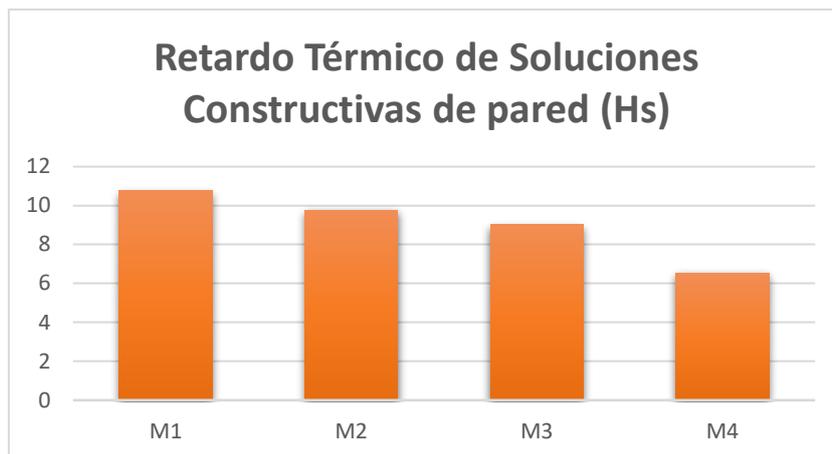


Gráfico 29: Retardo térmico de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

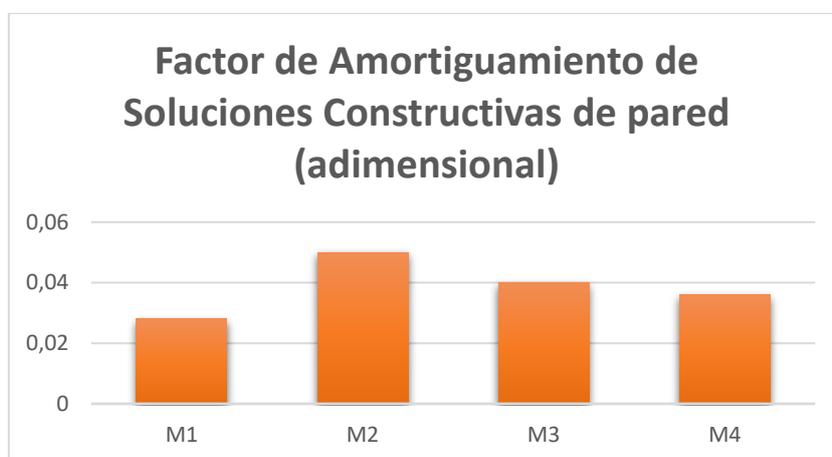


Gráfico 30: Amortiguamiento de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

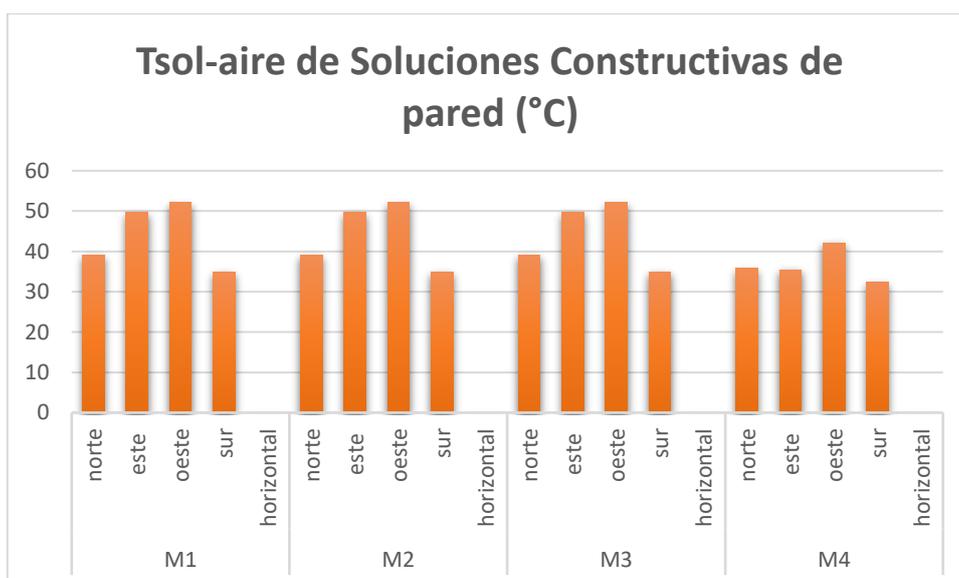


Gráfico 31: Temperatura sol-aire de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

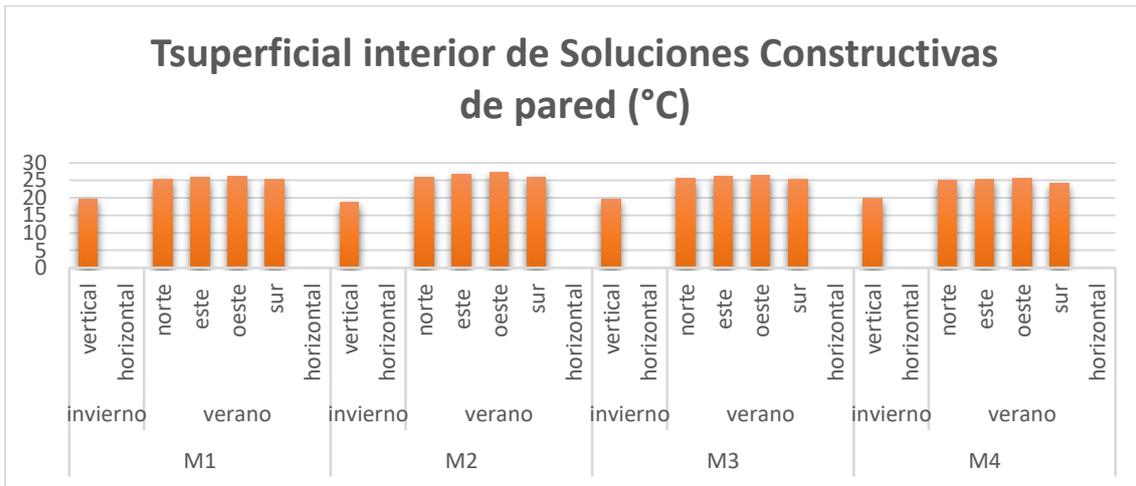


Gráfico 32: Temperatura superficial interior de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

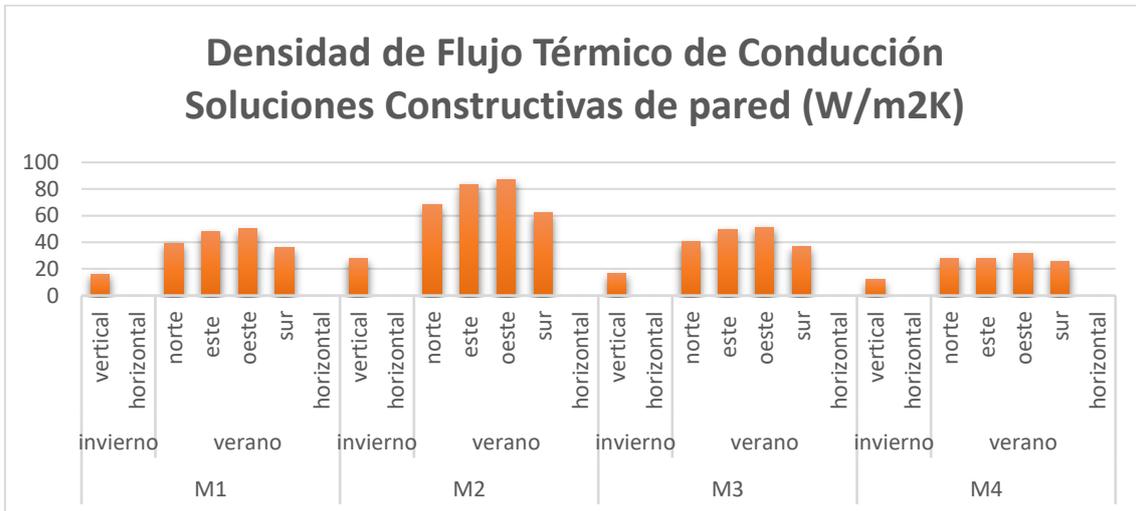


Gráfico 33: Densidad de flujo térmico de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.



Gráfico 34: Costo de construcción/m2 de soluciones de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

Del análisis de las gráficas, se desprende por ejemplo que, de las soluciones constructivas de pared, tres de ellas cumplen la Resolución Municipal de transmitancia térmica (M1, M3 y M4). Sin embargo, de las cuatro evaluadas solo una de ellas no contempla posibilidad de riesgo de condensación ni superficial ni intersticial (M4).

Resulta interesante observar la incidencia de que tienen los anclajes mecánicos metálicos (“bigotes”) en lo que a la transmitancia refiere: éstos tienen un alto impacto en la transmitancia térmica corregida dado que les aumenta este valor en el orden de un 20%.

El ejemplo que NO cumple la Resolución Municipal (M2) se excede de forma importante del máximo admisible establecido, siendo un 69% menos aislante de lo que exige la Normativa Departamental como máximo. Por otro lado, el ejemplo con menor valor de transmitancia térmica –M4- es un 26% más aislante que el máximo admisible por Resolución.

Con respecto a las capacidades térmicas, tres de los ejemplos se mantienen en un rango de entre el 15%, es decir tomando como el 100% la mayor de ellas (M1), la menor (en el M3) alcanza el 85% de ese valor. El cuarto caso, -M4- alcanza solamente el 39% del valor de M1 tomado como máximo. Por lo tanto, considerando los valores extremos, implica que al M1 hay que suministrarle 2,57 veces más energía que al M4 para que aumente en 1°C su temperatura.

Con respecto a las condiciones de la inercia de los muros (amortiguamiento y retardo térmico), se puede decir que las gráficas muestran en referencia al primero, que los muros M2 y M1 son los de mayor y menor factor de amortiguamiento respectivamente, con una diferencia del orden del 44% entre ellos, lo que determina que para Montevideo, el de menor valor de amortiguamiento es el que funciona mejor ya que implica que mayor será la capacidad de amortiguación de éste con respecto a las fluctuaciones climáticas exteriores. En el caso del retardo térmico, propiedad que para Montevideo es preciso que sea mayor a efectos de desfasar la onda y controlar las temperaturas interiores, de modo de que sean más estables y menos rigurosas, el mayor corresponde al M1 y el menor al M4, siendo un 65% mayor el primero con respecto al segundo. En este caso, teniendo en cuenta exclusivamente al cerramiento desde el punto de vista del retraso, el mejor en este sentido vendría a ser M1.

En referencia a la comparación de los valores de la temperatura sol-aire, la gráfica demuestra la trascendencia que tiene por un lado, el color de las superficies frente a la orientación y por tanto, el aporte de la radiación solar. Por otro, la afectación negativa que tiene en verano la orientación W no solo por la radiación global incidente, sino por el pico máximo de temperatura del aire que se produce en la tarde. Las tres soluciones que contemplan terminación vista (y de color oscuro) se encuentran unos 10°C por encima de la terminación clara del M4 en el plano W (plano más perjudicado), es decir, un 24% por encima. En el plano simétrico, es decir, la orientación E, aunque las temperaturas lógicamente van a estar por debajo con respecto a la W, se evidencia que

entre ellas, para los tres tipos iguales con respecto a la M4 ocurre lo mismo que en el caso anterior, estando las temperaturas de las primeras unos 14°C más elevadas con respecto a la segunda: en M1, M2 y M3, la diferencia entre $T_{sol-air}$ E y W es de apenas del orden de los 3°C, mientras que en M4 la diferencia es de casi 7°C. Con respecto a la norte, se verifica la misma situación que en los casos anteriores: M1, M2, y M3 que tienen la misma terminación, presentan la misma temperatura entre ellos, encontrándose a unos 4°C más elevados que el M4, representando esto el 10% del menor valor. Finalmente el plano S, mantiene las características de igualdad entre los tres primeros y diferencia con el cuarto, siendo todas ellas relativamente homogéneas. Las diferencias mencionadas verifican el mayor grado de reflexión de las superficies claras y pulidas (terminación pintada clara del M4), con respecto a las oscuras y rústicas (terminaciones de ladrillo visto en el caso de M1, M2, y M3), representando una diferencia de un 8% entre M4 y las otras soluciones.

Pasando a considerar la temperatura superficial interior tomando en cuenta el aporte solar y por tanto el amortiguamiento y retardo del cerramiento, se puede decir que en este caso se plantean dos escenarios estacionales, invierno y verano, y cuatro escenarios por orientación (al igual que para la densidad de flujo que se verá a continuación). En este rubro se constata una homogeneidad bastante notoria tanto en invierno como para la época estival en los cuatro planos. Por un lado, con respecto a la primer época nombrada, los muros M4 y M2 representan los de mayor y menor valor de temperatura superficial respectivamente (aunque con valores muy próximos entre sí), siendo tan solo un 7% la diferencia entre ambos. En verano, el M2 representa el de mayor valor, mientras que el M4 representa el de menor valor, con una diferencia entre ambos dependiendo de la orientación: la diferencia entre ambos al norte es del 3.5%, al este de 6.4%, al oeste del 6.8% y al sur del 7.4%

En referencia a la densidad de flujo, es notoria la incidencia del aislamiento térmico sobre todo en verano, pues el muro M2 que no tiene aislamiento alguno, permite el pasaje de calor en una relación respecto al valor de la solución M4, que es la de mejor comportamiento en tal sentido, de: 2.47 al norte, 3.03 al este, 2.74 al oeste y 2.43 al sur. Esto representa, un 147% de incremento de la primera sobre la segunda en el plano norte, un 203% en el plano este, un 174% en el plano oeste y un 143% en el sur. En invierno la diferencia en valor absoluto no es tan sustancial (ya que no se toma en cuenta la incidencia del aporte solar), pero sí se mantiene la proporcionalidad en los flujos de la situación de verano; comparando las mismas soluciones constructivas, M2 transmite en una relación de 2.29 veces más que M4 durante la época invernal.

Finalmente, con respecto a costos, se puede observar que el más económico de realizar es el muro M4, siendo éste un 29% más económico que la opción más cara, el M1. Entre las soluciones M1, M2, y M3, que contemplan características similares de materiales y terminaciones (con el agregado de aislamiento térmico en algún caso), los costos son bastante parejos, pues entre M1 (más caro) y M3 (más barato de los muros dobles), hay solo una diferencia del 12%. En este caso, se ve la incidencia de construir un muro doble comparado con uno simple que contemple el aditamento de un sistema de aislamiento térmico exterior. Construir dos muros es una solución que hoy por hoy resulta costosa no solo por el material sino por el tiempo y mano de obra que insume.

Soluciones de techo:

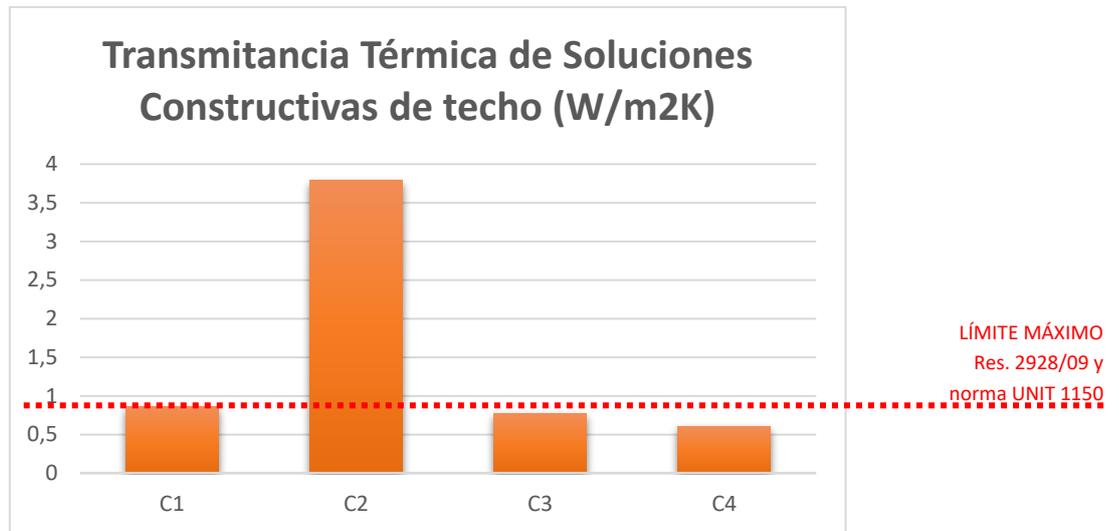


Gráfico 35: Transmitancias térmicas de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

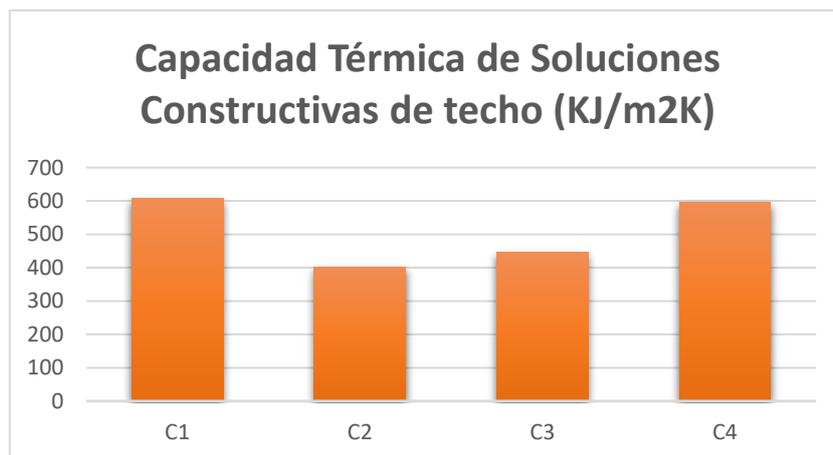


Gráfico 36: Capacidad térmica de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

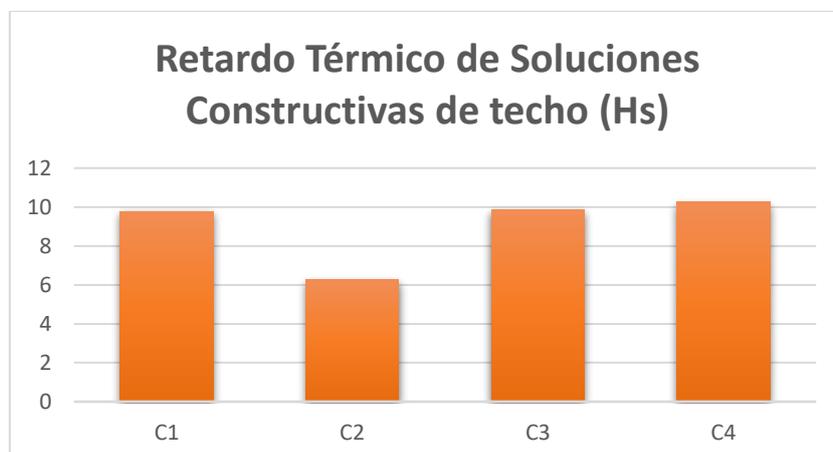


Gráfico 37: Retardo térmico de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

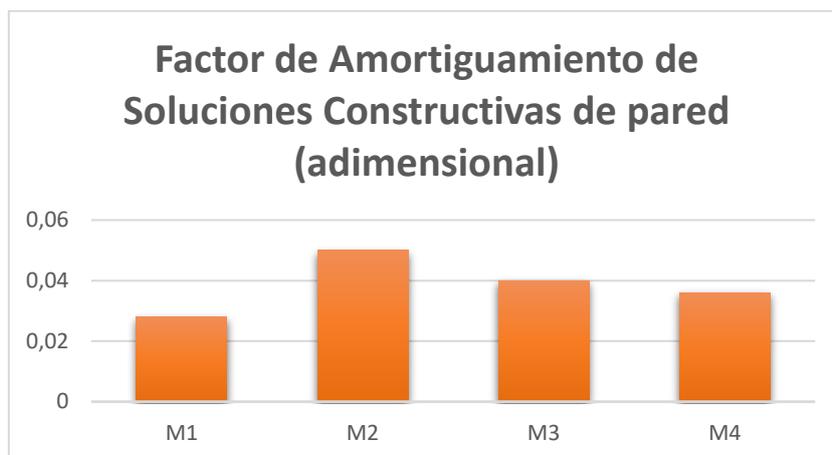


Gráfico 38: Amortiguamiento de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

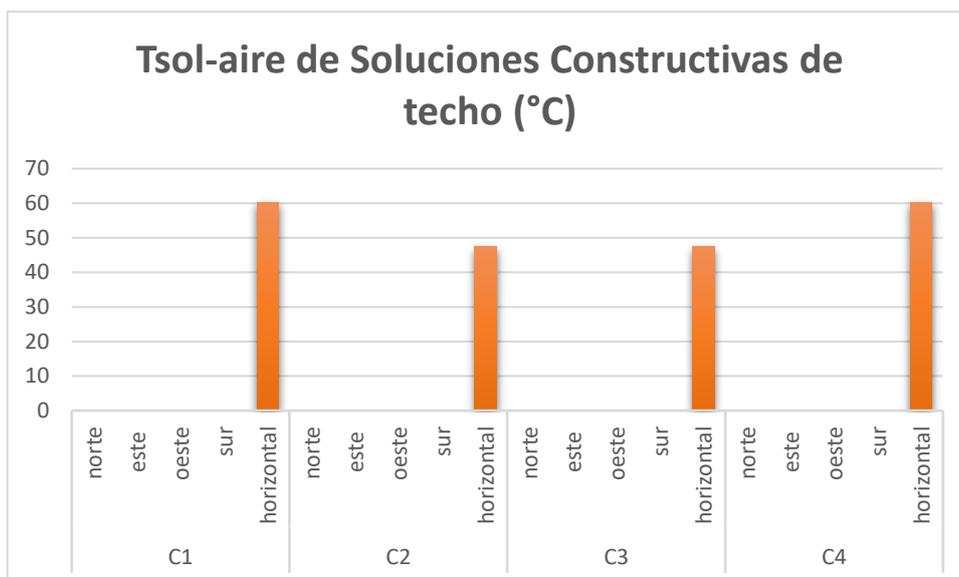


Gráfico 39: Temperatura sol-aire de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

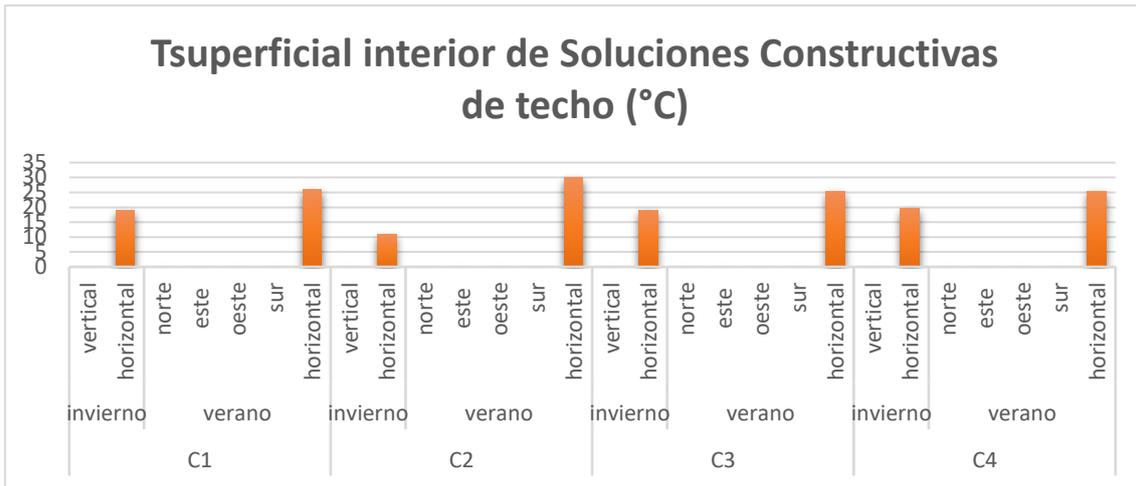


Gráfico 40: Temperatura superficial interior de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

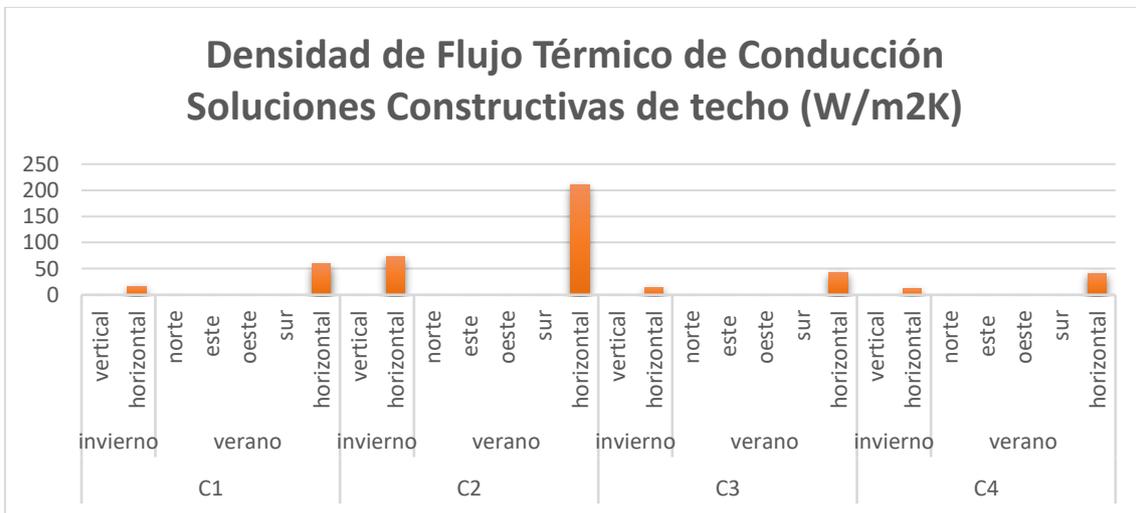


Gráfico 41: Densidad de flujo térmico de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

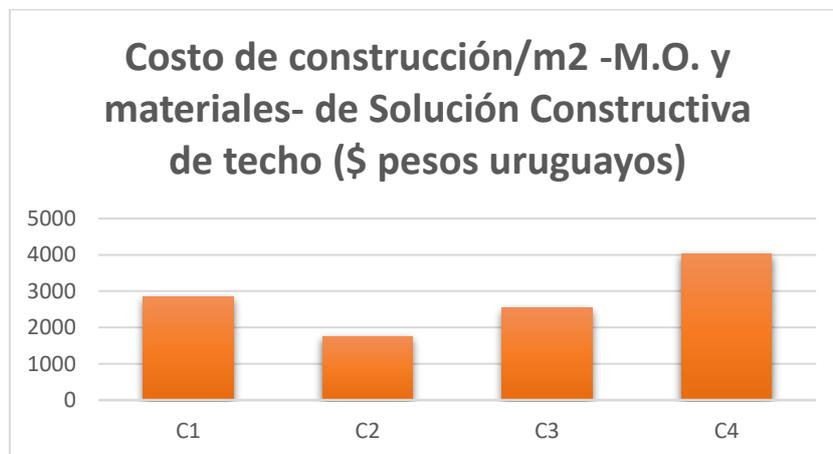


Gráfico 42: Costo de construcción/m2 de soluciones de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

Por otro lado, con respecto al análisis de los gráficos de las soluciones de cubierta, de las cuatro evaluadas, tres de ellas cumplen la Resolución Municipal de transmitancia térmica (C1, C3 y C4). Sin embargo, el 100% de los casos estudiados en cubierta presentan probabilidad de riesgo de condensación en alguna zona, de modo que su desempeño higrométrico es insatisfactorio.

Asimismo, las cubiertas que contemplan las pilastras de ladrillo para soportar el sobretecho, además de funcionar mal higrotérmicamente, son proclives a generar moho en el cielorraso interior de la vivienda, además de tener probabilidad de condensar adentro de la capa de EPS por no tener barrera de vapor; así como el hecho de que la chapa interiormente también puede tener probabilidad de condensar, lo que va a hacer que se acumule agua líquida en la cámara que no se puede evacuar porque no hay pensados desagües en tal sentido.

Desde el punto de vista estrictamente térmico, la solución C4 es mejor que C1 por la incidencia de las bovedillas huecas con respecto al hormigón macizo que en definitiva es mucho más transmisor. En este sentido, C4 es un 30% más aislante en términos de transmitancia térmica que C1.

La única solución de cubierta que no cumple la Resolución Municipal es la cubierta C2, siendo un 346% menos aislante de lo que señala la normativa como máximo admisible (es decir, es 4.46 veces mayor); así como la solución C4 es un 30% más aislante que el máximo normativo.

Con respecto a las capacidades térmicas, puede observarse que en dos de las soluciones (C1 y C4), éstas son muy similares, siendo la menor, C4, el 98% de la mayor, C1. Por su lado, las otras dos soluciones con capacidades térmicas menores se encuentran en situación similar: la más pequeña, C2, alcanza al 90% de la mayor, C3. Ambos conjuntos están despegados entre sí, a tal punto que la menor de las cuatro – C2- con respecto a la mayor –C1- ronda el 66%. Por lo tanto, considerando los valores extremos, implica que C1 precisa 1.51 veces más de energía el C2 para que aumente en 1°C su temperatura.

Con respecto a las condiciones de la inercia de las soluciones de cubierta (amortiguamiento y retardo térmico), se puede decir que las gráficas muestran en referencia al primero, que las cubiertas C2 y C4 son los de mayor y menor factor de amortiguamiento respectivamente, con una diferencia del 2100% entre ellos (o sea 21 veces mayor), lo que determina que para Montevideo, el de menor valor de amortiguamiento, es decir el C4, es el que funciona mejor ya que implica que mayor será la capacidad de amortiguación de éste con respecto a las fluctuaciones climáticas exteriores. En el caso del retardo térmico, propiedad que para Montevideo es preciso que sea mayor a efectos de desfasar la onda y controlar las temperaturas interiores, de modo de que sean más estables y menos rigurosas, el mayor corresponde al C4 y el menor al C2, siendo un 64% mayor el primero con respecto al segundo. En este caso, teniendo en cuenta exclusivamente al cerramiento desde el punto de vista del retraso, el mejor en este sentido vendría a ser C4.

Con respecto a la $t_{sol-air}$, al igual que en el caso de las soluciones de pared, la gráfica demuestra la trascendencia que tiene el color de las superficies frente a los planos de estudio y por tanto, el aporte de la radiación solar. En el caso de las cubiertas, las dos

que contemplan chapa pintada de color oscuro medio están en unos 13°C por encima de las de terminación de aluminio pulido, siendo esto un 21% de mayor temperatura de C1 y C4 con respecto a C2 y C3. Esto se debe a que estos últimos tienen un mayor porcentaje de reflexión que la chapa por la propia característica de la terminación.

Pasando a considerar la temperatura superficial interior tomando en cuenta el aporte solar y por tanto el amortiguamiento y retardo del cerramiento, se puede decir que en este caso, al igual que para las soluciones de pared, se plantean dos escenarios estacionales, invierno y verano, pero solo un escenario por plano horizontal (al igual que para la densidad de flujo que se verá a continuación). En este rubro no se constata, como en el caso de las paredes, una homogeneidad para lo que a invierno como para verano refiere. Por un lado, con respecto a la primera época nombrada, los techos C4 y C2 representan los de mayor y menor valor de temperatura superficial respectivamente, siendo un 79% la diferencia entre ambos. En verano, el C2 representa el de mayor valor, mientras que el C3 representa el de menor valor, con una diferencia entre ambos del 19%.

Referente a la densidad del flujo térmico, es notoria la incidencia del aislamiento térmico también en las soluciones de cubierta y sobre todo en verano, pues la solución C2 (que no contempla barrera térmica entre sus capas constitutivas), presenta una transmisión en una relación de 5.14 veces mayor que C4 (la de menor transmisión), siendo la transmisión de calor de C2 por lo tanto un 414% mayor que C4. Durante el invierno, los valores absolutos de transmisión son lógicamente más bajos, y en este caso también se deben de comparar C2 con respecto a C4 que son los de mayor y menor valores respectivamente. En este sentido, la solución C2 transmite el flujo térmico en una relación de 6,32 más veces que C4, es decir, un 532% más que C4.

Finalmente, con respecto a la cuestión de costos, se puede observar que el más económico de realizar es la cubierta C2 (siendo ésta la peor en desempeño higrotérmico, pues no contempla ni barrera térmica ni de vapor), siendo un 66% más económico que la opción de mayor erogación, el C4. En este caso existen más heterogeneidades entre los costos de las soluciones de cubierta que entre muros, dadas básicamente por las diferencias en su composición material. No obstante, entre las soluciones C1 y C3 que son las que quedan, la diferencia entre ellas no es muy grande, siendo apenas del 11%. Asimismo, una observación interesante a realizar es que entre C1 y C4 que son prácticamente iguales desde el punto de vista de composición material de sus capas, la diferencia de costo es del orden del 30% (solo por cambiar la losa maciza por bovedillas de hormigón)

4. 2.2 Recomendaciones

A partir del análisis precedente, se pueden destacar una serie de recomendaciones para el técnico a la hora de diseñar los cerramientos opacos para una vivienda en Montevideo, no solo a nivel de capas constitutivas (y por lo tanto de lo que a selección de materiales y sus espesores representa), sino también a nivel de ponderación de orientaciones y terminaciones, así como de “protecciones” refiere.

Recordando que la función principal de un cerramiento opaco como “filtro” o “escudo” protector de las fluctuaciones permanentes del clima exterior, es por un lado en invierno evitar las pérdidas de calor y por otro, en verano, evitar las ganancias; en efecto, el control de estas pérdidas y ganancias (las denominadas cargas térmicas), se realiza mediante:

- Una adecuada orientación: de esta forma se está tomando control de la radiación solar incidente, por ejemplo con dispositivos de sombreado como un árbol de hoja caduca o una “segunda” piel semi-permeable que puede ser modificable de acuerdo a la necesidad de sol, dependiendo de la época del año.
- La consideración de la selección de la terminación exterior: en lo que a color y textura refiere, hará que cambie el coeficiente de absorción, debiéndose optar por coeficientes bajos (colores claros y pulidos) para verano, mientras que para invierno, se podrá optar en dispositivos especiales de calentamiento pasivo, en ciertas orientaciones más favorables de radiación global, por terminaciones con coeficientes altos –esto es, colores medios y oscuros y texturas más rústicas-. Por lo tanto se puede decir que un mismo cerramiento orientado hacia el este o al oeste tiene un efecto térmico distinto; así como un mismo cerramiento con colores distintos posee un efecto térmico diferente.
- Cerramientos de baja transmitancia térmica: con esto habrá que estudiar las conductividades de los materiales, apelando al uso de aislamiento térmico y de la barrera de vapor. Con esta acción no solamente se estará trabajando en evitar las pérdidas, sino también en evitar la generación de patologías edilicias -con importantes connotaciones en lo relativo a la salud del ocupante-, asociadas a este problema y al elevado contenido de vapor de los ambientes interiores.

En atención a lo expuesto, en relación a las temperaturas superficiales equivalentes, (que en definitiva repercuten en el confort térmico interior, en lo que al balance energético refiere), se debe actuar en evitar terminaciones oscuras que absorban más la radiación solar. En caso que no se pueda evitar (por un tema estético por ejemplo), se deberá atender a la orientación y a la posibilidad de colocar sombreados (como se dijo precedentemente, por ejemplo una piel semi-permeable que hasta podría contar con posibilidad de ser regulable o modificable de acuerdo a las necesidades de radiación). Otro punto a considerar es el efecto contrario: si se procura aprovechar el aporte solar durante la época invernal en dispositivos especiales, en este caso sí habrá que apelar al uso de colores oscuros y potenciarlos con una orientación adecuada y otros recursos bioclimáticos, como el efecto invernadero, para realizar por ejemplo, un Muro Trombe.

Respecto a la cuestión de la prevalencia de las orientaciones y en referencia al uso de los colores y terminaciones, es fundamental la prioridad en la atención y protección en primer lugar del plano horizontal. Causa de esto es la elevada incidencia de la radiación solar mayormente en la época estival en dicho plano. En segundo lugar, debe tenerse en cuenta la afectación de la orientación oeste frente a la este, ya que aun siendo planos simétricos, en el análisis de los resultados de la temperatura sol-aire se verifica en la primera la influencia de la temperatura del aire ambiente en la tarde aumentando el valor de la temperatura equivalente sobre las superficies exteriores orientadas hacia ella.

Con esta preocupación de evitar el discomfort del usuario en el interior del recinto, el principal objetivo deberá ser el de buscar que las condiciones de temperatura y humedad interior sean lo más estables posibles, evitando “que copien” las oscilaciones del clima exterior. Por lo tanto, en un clima como el de Montevideo, otra recomendación para el programa vivienda puede ser la de aprovechar el efecto conjunto de la inercia de los cerramientos másicos (al interior del local, en la “cara caliente” del cerramiento) con el efecto del aislamiento térmico (en la “cara fría” del cerramiento). Se obtiene así un mayor desfasaje de la sinusoide y un menor amortiguamiento, con lo que las condiciones interiores se verán afectadas siendo más estables y menos rigurosas. Además, el uso de la barrera aislante térmica hará que las temperaturas de las capas aumente (más a favor si son menores que la temperatura exterior), de modo que al “subirlas” se está actuando en evitar la tendencia a ser menores que el punto de rocío y por tanto evitando la tendencia al riesgo de condensación; así como también evitando el indeseado “efecto de la pared fría” que provoca discomfort en el usuario.

Otro tema no menor a resolver en las viviendas de Montevideo, por el alto contenido de HR en el aire la mayor parte del año, es el problema de las condensaciones y su posterior manifestación en colonias de moho. La solución a estos problemas de condensación está en controlar la elevada HR interior de los locales, mediante ventilación natural o medios mecánicos –soluciones que quedan fuera del alcance de la presente investigación-; y a su vez, dotarle al cerramiento de una capa que impida la libre difusión del vapor a través de él: la barrera de vapor. En este caso es fundamental estudiar cuidadosamente dónde y cómo se va a colocar la misma, en atención a las presiones parciales dentro de cada capa, y siempre del lado “caliente”, ya que se puede lograr el efecto contrario al deseado. Para el caso del clima de Montevideo, deberá colocarse junto con la barrera de vapor, otro material que haga que las temperaturas de cada una de las capas no decaigan abruptamente ni sean menores en algún punto que la temperatura de rocío. En este caso se hace referencia a la barrera térmica, debiéndose prestar especial atención en su espesor y localización adecuada dentro del cerramiento. La razón de esto es para que cumpla un buen desempeño higrotérmico y para preservar su integridad física. En este sentido, se colocará la barrera térmica siempre del “lado frío” –lo más exteriormente posible- y la barrera de vapor del “lado caliente”, procurando que en esta última se eviten interrupciones por presencia de elementos de fijación de capas de terminación (caso revestimiento de yeso con perfiles metálicos). Además deberán contemplarse todos los requerimientos en la colocación de los componentes de la barrera que impliquen una continuidad absoluta de la misma (solapando la misma adecuadamente con un criterio similar al del solape de una membrana asfáltica por temas de estanqueidad al agua de lluvia).

Otra recomendación, es que dado que la vivienda es un inmueble que se caracteriza por ser utilizado por tiempo prolongado y continuado, la situación ideal de la barrera térmica es la de colocarlo en la cara exterior, del “lado frío” del cerramiento. De esta forma además de preservar al aislante se va a estar contribuyendo con la inercia térmica del muro interior, que permitirá “almacenar” el calor producido por la calefacción y lo “liberará” progresivamente conforme al retraso del mismo. Además, con respecto a los puentes térmicos, al colocar el aislamiento térmico al exterior se está generando una envolvente sin interrupciones en puntos singulares. Estos serían proclives a generar patologías, y por lo tanto, realizando la acción antedicha, se protege también no solo de

la tendencia a generar condensaciones y moho, sino también a proteger a la estructura de dilataciones y contracciones producto del calentamiento por el aporte solar, sobre todo durante el verano y en los planos horizontal y oeste. Otra ventaja en este caso es el cerramiento opaco puede o no necesitar barrera de vapor, de modo que si el técnico olvida incluirla en la composición del dispositivo, puede que durante el uso del inmueble no se constaten problemas higrométricos.

Finalmente, mención especial merecen algunas soluciones particulares evaluadas en el presente trabajo, como son el caso de las cubiertas C1 y C4, las que contemplan en su conformación una capa de aire no ventilada y de gran espesor. Se entiende importante realizar una referencia específica sobre recomendaciones para ellas por ser las que mayor erogación monetaria y peor comportamiento higrométrico poseen de los cuatro casos estudiados. En ciertas circunstancias en que este tipo de cubiertas que promueven la colocación algunos tipos de láminas metálicas (caso chapas galvanizadas como sobre techo), puede ocurrir que durante la vida útil del inmueble la zona de la cámara se ve afectada por condensaciones que quedan contenidas en su interior, sin poder ser encauzadas hacia el exterior, generando el menoscabo de los materiales. Dichas terminaciones evitan que la cámara “respire”, impidiendo la eliminación al exterior de la humedad producida durante la época invernal. En cubiertas existentes esto representa una difícil solución: no puede buscarse la solución en una ventilación forzada de la cámara de aire realizando dos aperturas, dado que se generarían corrientes convectivas que le harían perder la capacidad de aislar térmicamente. La solución está en colocar emulsiones o materiales tipo polietilenos que sirvan de barrera de vapor siendo esto solo posible en general, en obra nueva (CZAJKOWSKI. GÓMEZ. 1993). Una mejor solución para el programa vivienda usada, es la de rellenar la cámara con un aislante térmico específico (con barrera de vapor incorporada), como podría ser un manto de lana de vidrio con foil de aluminio, en la medida en que la cubierta permita su desmontaje. Es de destacar que para obra nueva el caso es más sencillo pues, al no estar construida, basta con la realización del cálculo de las posibilidades de riesgo de condensación y por tanto, la evaluación y ponderación de distintos materiales (en sus espesores y disposición correcta dentro del cerramiento) que anulen este efecto en la difusión normal del vapor y por tanto se evite la tendencia a generar patologías asociadas a este problema, con el consecuente desmedro del material y afectación en la salud del usuario.

CONCLUSIONES

Uruguay transita por un proceso de larga data en procura del mejoramiento de los niveles de vida de su población con acciones en la salud pública, la educación y sobre todo en el tema habitacional – enfocado a los sectores sociales medio y bajo – siendo ésta precisamente, la que motiva el presente trabajo. Estas acciones se enmarcan en un escenario mucho mayor como Política de Estado, en pro de trabajar en la eficiencia energética y el uso racional de los recursos en un marco de crisis energética mundial que no es tema nuevo, pero sí lo es su preocupación y ocupación en el tema con tanto esfuerzo.

Las patentes anomalías y patologías evidenciadas en gran parte de la edificación de la capital desnudan diversas carencias en la concepción de los proyectos, responsables ellas de importantes déficits en el aspecto sanitario de los usuarios tanto como en el plano económico, al necesitarse de reparaciones y mantenimientos no previstos en la concepción original, así como una erogación mayor en cuestiones de climatización para alcanzar los niveles de confort mínimos. Por tanto, no es ajeno al problema, la necesidad de uso de tecnologías de climatización que afectan la economía tanto a nivel del propietario como – en un plano más general - a la economía del propio país.

En este escenario es que cabe preguntarse: ¿Cómo se construye? ¿Qué se hace mal? La respuesta parecería estar relacionada con problemas de la formación de los técnicos a cargo de los proyectos, originados en complejas causas políticas, económicas, sociales y hasta culturales de los últimos años, que han llevado a que muchas veces el arquitecto carezca de una formación adecuada, que haya integrado diversas disciplinas básicas que de alguna forma permitan al profesional diseñar correctamente una envolvente edilicia, estudiarla teóricamente, elegir adecuadamente los materiales y procedimientos con los que se la va a construir, así como la posibilidad de tener una postura frente al cliente con amplio rigor técnico, de argumentos contundentes e irrefutables, de modo de poder encauzar al hecho arquitectónico hacia un modelo más sustentable.

El presente trabajo, desarrollado dentro del marco de la Arquitectura y el Hábitat Sustentable, pretende aportar una herramienta teórica útil y de fácil manejo para todos aquellos – técnicos, profesionales y académicos de distintos organismos y a distintos niveles- que, en el ámbito nacional, departamental o local, público o privado, grupal o individual, dediquen su esfuerzo y sus aspiraciones al logro de algunas metas de mucha importancia para el país, tales como el facilitar el acceso de su población a una vivienda digna y con niveles mínimos de confort asegurados. Simultáneamente, y además de un aporte importante al problema del ahorro energético que esto implica (y a través de éste a la economía de todo el país), se pretende, a partir de las pautas de diseño para las envolventes opacas edilicias en él contenidas, que el trabajo tenga presencia también, como corolario del punto anterior, al mejor aprovechamiento de los recursos energéticos

a nivel residencial, así como en el escenario de la salud pública. En este sentido, se estaría colaborando con las autoridades y técnicos en la materia, al evitar enfermedades respiratorias y reumatoideas vinculadas a los hongos, mohos y alta concentración de humedad relativa interior (caso alergias, asma, bronquitis, entre otras), que afectan anualmente en importante escala a la salud de la población y concomitantemente también a la economía del Estado, actuando en descomprimir las salas de emergencia de los centros de salud, desbordados por la población con estas problemáticas.

Las soluciones constructivas – elegidas a propuesta de los propios técnicos del CCU-, se encuentran entre los más representativos de los utilizados en el proyecto de los Conjuntos Habitacionales realizados en Montevideo por dicha oficina en los últimos 10 años. A los efectos de su mejor estudio y comparación se han denominado M1, M2, M3, y M4 (muros) y C1, C2, C3 y C4 (cubierta).

Dentro de la metodología de trabajo aplicada –y ya previa y extensamente explicitada-, las características principales de la exposición consistieron entonces en realizar el análisis pormenorizado desde el punto de vista de la eficiencia energética, de la cuestión constructiva y de los costos de distintas soluciones constructivas tanto para cubierta como para paredes, que por su uso, la frecuencia de su empleo, los destinatarios de las obra, su ubicación, sus promotores, fuente de financiamiento y su proyección social, principalmente pudieran ser de utilidad a los fines citados precedentemente.

El trabajo presenta entonces – sustancialmente, y vinculado a lo expuesto - cuatro objetivos: uno general y tres particulares. El Objetivo General puede describirse como el realizar la caracterización de envolventes opacas edilicias más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, con un enfoque sustentable y plasmando la información a brindar de forma simple y específica, nucleada en la herramienta práctica: la ficha diseñada a tales efectos.

Los Objetivos Particulares son: por un lado, producir un compendio de Fichas Técnicas para uso de profesionales y académicos; por otro mostrar, a través de ellas, un método replicable posible de ser usado para cualquier sistema constructivo; y finalmente el último, generar recomendaciones para el diseño de envolventes opacas a utilizarse en el Depto. de Montevideo (y acotadas por tanto a sus condiciones climáticas propias) y particulares para el Programa Vivienda. En este sentido, se resalta y desprende la importancia fundamental del trabajo: generar un marco teórico de referencia que servirá tanto a nivel académico como profesional (e incluso a nivel de las IATs y de la Facultad), y que permitirá durante el tiempo de uso del inmueble verificar los resultados de la teoría aplicada hacia esa directriz de evitar el derroche energético, patologías edilicias asociadas a un mal diseño de la envolvente térmica, mala calidad del aire interior y enfermedades en el usuario.

De los principales resultados, destaca:

- La importancia que tiene la utilización del aislamiento térmico en los cerramientos (de los cerramientos que no contemplan barrera aislante en su composición, el muro M2 es un 69% menos aislante que el máximo admisible por Resolución Municipal y la cubierta C2 un 346% menos aislante)

- La fundamental necesidad de una barrera de vapor bien ubicada y colocada para evitar la tendencia a generar patologías de condensación (de los casos estudiados, de los muros solo un caso no presenta riesgo de condensación; mientras que la totalidad de los casos de cubierta son proclives a condensar tanto intersticial como superficialmente). Esto verifica que no solamente importa la presencia de la barrera de vapor, sino también su ubicación entre capas.
- La importancia de los colores y el tipo de terminación de las superficies frente a los diferentes planos con respecto a la radiación solar global y al efecto del sobrecalentamiento de la temperatura del aire conforme va transcurriendo el día, en las épocas del año en que esto afecta negativamente (evitando terminaciones oscuras y rústicas en orientaciones menos favorables como el oeste y el plano horizontal, si se desea evitar el sobrecalentamiento de las habitaciones durante el verano; así como la posibilidad de aplicar sombreamientos fijo o móviles). Esto se plasma, por ejemplo en la temperatura sol-aire de los muros M1, M2 y M3 con terminación de ladrillo visto, cuya temperatura al Oeste y en el momento en que la temperatura del aire es máxima, la superficie del cerramiento cuenta con una temperatura equivalente de más de 52°C; así como en las cubiertas C1 y C4 con terminación de chapa azul, que también en el momento en que la temperatura del aire exterior es máxima, su temperatura equivalente en la superficie es de más de 60°C.
- Del punto anterior, también destaca el orden de prioridad de consideración de la terminación y/o protección de los cerramientos opacos: en primer lugar, se deberá considerar al plano horizontal; en segundo el oeste, le siguen el este y el norte, y por último el plano sur (que si bien no tiene radiación directa, sí tiene difusa)
- La relevancia que tiene particularmente para el clima de Montevideo y para el programa Vivienda, la utilización del efecto conjunto del aislamiento térmico en conjunto con la inercia térmica, colocando el primero en la “cara fría” del mismo y materiales con las propiedades de inercia al interior de los ambientes. Esto hará que contemplen un menor valor de amortiguamiento y un mayor valor de retardo, lo que funciona mejor ya que implica que mayor será la capacidad de amortiguación de éste con respecto a las fluctuaciones climáticas exteriores, retardando la onda y haciendo más estables y menos rigurosas las condiciones interiores y por tanto aportando favorablemente a las condiciones de confort térmico del usuario.
- Con respecto a los costos, quedó demostrado que se está construyendo con una erogación importante de dinero siendo el desempeño termo-energético-higrométrico de las soluciones constructivas no acorde si quiera a requerimientos mínimos aceptables. A excepción de la opción de muro más económica y que es la que funciona mejor higrotérmicamente (M4), de las cubiertas la más costosa es la C4 y es justamente a que peor comportamiento tiene en este sentido.

El Objetivo Principal del trabajo se entiende cumplido, al haberse definido los cuatro tipos de cerramientos verticales y otros tantos de cubierta en los que centrar el estudio a realizar, y que se corresponden con tipos altamente representativos de los proyectos producidos dentro de los planes de construcción de Cooperativas de Vivienda a nivel de Montevideo.

Con relación a los Objetivos Particulares se entiende también haberlos cumplido por cuanto: por un lado, se diseñaron y completaron las fichas correspondientes a los ocho

prototipos elegidos (M1 a M4 y C1 a C4), detallando las principales propiedades y características de cada uno de ellos relativos al fin último de la investigación ya explicitado (relativo a la eficiencia energética, de la cuestión constructiva y los costos): en particular la Transmitancia Térmica, la Capacidad Térmica, el Retardo Térmico y el factor de Amortiguamiento de cada una de las soluciones, así como la especificidad de la Temperatura Sol-Aire, temperatura superficial interior y densidad de flujo correspondiente. Por otro lado, se planteó la información en gráficos independientes y específicos para cada grupo (muros y cubiertas), facilitando la comparación entre las soluciones, así como las ventajas y desventajas de cada una según el proyecto en estudio en cada caso, tanto como su posible adecuación o discrepancia con la normativa municipal departamental correspondiente. Por último, se formularon las recomendaciones del caso –en un capítulo al efecto - para correcto y eficiente diseño de envolventes opacas a utilizarse en el área correspondiente al Departamento de Montevideo y en Programa Vivienda, desde el punto de vista de la eficiencia energética y de evitar cerramientos tendientes a generar patologías edilicias como (corolario) de tal déficit.

Así como se deja explicitado que esta investigación de carácter teórico tiene fines fundamentalmente didácticos y de apoyo académico, se reconoce que, como etapa complementaria para futuras investigaciones, sería interesante ampliar el espectro de estudio y, por tanto, el alcance y diseño de las fichas, a efectos de evaluar otros ejes que no fueron contemplados en este trabajo. A saber: un eje que involucre a la cuestión social, otro que considere el tema ambiental y de análisis de ciclo de vida (contabilidad energética y emisiones asociadas), así como otro que comprenda temas inherentes a la salud de los ocupantes y la calidad del aire en los ambientes interiores, por ejemplo, generando índices y estadísticas en lo que a salud de los ocupantes respecta. Asimismo, se podrá ampliar su campo de aplicación a envolventes opacas de sistemas alternativos, en otros programas arquitectónicos, a otras zonas climáticas del país; o incluso se podrán estudiar puntos singulares (puentes térmicos) o soluciones constructivas cuyas caras no sean plano-paralelas, correspondientes a un proyecto en particular. Los caminos a ampliar esta investigación son varios, dependiendo del enfoque e interés que le deseen dar los futuros investigadores.

Por lo tanto, y como complemento de las Conclusiones de carácter general abordadas precedentemente con relación al cumplimiento de los Objetivos propuestos, cabe destacar una conclusión de índole particular referida al contenido del trabajo. Respecto a la pregunta planteada en el inicio de la investigación, así como al problema descripto - la mala calidad de las construcciones que generan patologías edilicias y por ende problemas de salud y sobrecostos de mantenimiento, el derroche energético, el elevado contenido de vapor de agua en el interior de los recintos -, se verificó a partir del análisis que es un problema real y que existe, pues de las cuatro soluciones de techo evaluadas todas presentaban riesgo de condensación, y de las soluciones de muro solo una de ella no presentaba problemas higrométricos. Lo mismo ocurre con respecto al comportamiento térmico pura y exclusivamente, pues de todos los casos evaluados, si bien más de la mitad cumplen la Resolución Departamental, su desempeño no cumple los requerimientos básicos desde la perspectiva del retraso y amortiguamiento, a la luz de la importancia que se le debe dar al efecto conjunto de la inercia y del aislamiento térmico en un clima como el de Montevideo, y mayormente para el programa Vivienda.

BIBLIOGRAFÍA

ANSI / IICRC S520-2008. *Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation* (Second Edition). USA: ANSI - INSTITUTE OF INSPECTION CLEANING AND RESTORATION CERTIFICATION. 2008. 237p.

ANSI/ASHRAE. *Standard 55 – 2010. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. USA: ANSI. 2014

ARISTONDO, Graciela. *La legislación de la Vivienda Popular en el Uruguay del Siglo XX*. Barcelona: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona. 2005. [Disponible online] <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-29.htm> [consulta diciembre 2017]

AROSZTEGUI, José Miguel. NEGRÍN, Guzmán. *Propiedades térmicas de materiales y componentes de construcción corrientes en Uruguay. Criterios para el análisis del comportamiento térmico de cerramientos opacos*. Montevideo: Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura - Facultad de Arquitectura. 1996. 25 p.

AROSZTEGUI, José Miguel. *Evaluación térmica de proyectos. Método simplificado para la previsión de temperaturas internas en condiciones cíclicas estacionarias. Cuadernos de Facultad, serie Acondicionamientos – 1*. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1991. 39p.

AYOUB, Raymond. *Control térmico natural de los locales en los trópicos y en las regiones templadas y soleadas*. Montevideo: Instituto de la Construcción, Facultad de Arquitectura, 1963. 186p.

AZQUETA, Pablo. *Manual práctico del aislamiento térmico en la construcción. EPS-Poliestireno Expandido*. Buenos Aires: AAPE. 2014. 153 p. ISBN: 978-987-3607-35-6 [Disponible online] <http://www.fapyd.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/ManualPracticoDelEPS-intectivo-Encriptado-Abril2014.pdf> [consulta junio 2017]

BERENQUER, M. José; GUARDINO, Xavier; HERNÁNDEZ, Ana; MARTÍ, M. Carmen; NOGAREDA, Clotilde; SOLÉ, M. Dolores. *El síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1994. 149p. ISBN: 84-7425-393-4

Biocidas [Disponible online] <https://www.lenntech.es/biocidas.htm> [consulta diciembre 2017]

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN. *Documento Técnico n°30. Humedad por Condensación en Viviendas. Prevención y Soluciones*. Segunda Edición. CDT. Chile. 2012. 108 p. ISBN: 978-956-7911-19-6 [Disponible online] <http://informatica.cdt.cl/documentos/eecs/manualdehumedad.pdf> [Consulta junio 2017]

CAVIGLIA, Jorge C. *Análisis de Costos y Presupuestación de Obras*. 5° Edición. Montevideo: Impresora Gráfica. 2002. 231 p.

CENTRO COOPERATIVISTA DEL URUGUAY (sitio web oficial) [Disponible online] <http://www.ccu.org.uy/> [Consulta: marzo 2017]

CHAUVIE, Verónica. PICCIÓN, Alicia. *Patologías de Condensación: diseño y uso del edificio*. Montevideo: Facultad de Arquitectura. 2005, 69 p.

CZAJKOWSKI, Jorge. "Le Corbusier en La Plata. La casa y su desempeño ambiental". Presentación de clase en el marco del Seminario de Auditoría Energética de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable, FAU-UNLP, 2016, 9 p.

CZAJKOWSKI, Jorge. GÓMEZ, Analía. *Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia*. La Plata: Edición Previa. 1993. p. 108-128.

CZAJKOWSKI, Jorge. CORREDERA, Cecilia. DIAZ, Cristian. MERRO, Daniel. *Comportamiento higrotérmico de la Casa Curutchet de Le Corbusier en La Plata, Buenos Aires, Argentina*. 2006. 10p. [Disponible online] http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_0258_267.pdf [consulta diciembre 2017]

DIARIO LA VANGUARDIA. *La bóveda del Fin del Mundo amenazada por inundaciones por culpa del Cambio Climático*. [Disponible online] <http://www.lavanguardia.com/natural/20170526/422948141315/cambio-climatico-amenaza-boveda-fin-del-mundo.html> [Consulta noviembre 2017]

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. *Certificados de Eficiencia Energética*. [Disponible online] <http://www.dne.gub.uy/-/miem-lanza-esquema-de-certificados-de-eficiencia-energetica> [consulta abril 2017]

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. *Fideicomiso de Eficiencia Energética*. [Disponible online] <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/fideicomiso-de-eficiencia-energetica-fee-> [consulta abril 2017]

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. *Línea de Asistencia para Eficiencia Energética*. [Disponible online] <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/linea-de-asistencia-para-eficiencia-energetica-lae-> [consulta abril 2017]

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. *Plan Nacional de Eficiencia Energética*. [Disponible online] <http://www.dne.gub.uy/documents/112315/4572636/Plan%20Nacional%20de%20Eficiencia%20Energetica.pdf> [consulta abril 2017]

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. *Plan Nacional de Eficiencia Energética. Resumen*. [Disponible online] <http://www.dne.gub.uy/documents/112315/4537523/Plan%20Eficiencia%20EE%202015.pdf> [consulta abril 2017]

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. *Programa de apoyo a la eficiencia energética. Préstamos para la mejora de las viviendas*. [Disponible online] http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/visualizar-contenido/-/asset_publisher/fnOFJTPAaHM7/content/lanzamiento-programa-apoyo-a-la-eficiencia-energetica-prestamos-para-la-mejora-de-viviendas- [Consulta noviembre 2017]

ECHEVARRÍA, Cristina. PICCIÓN, Alicia. *Calidad higrotérmica de la vivienda. Exigencias mínimas y recomendaciones. Proyecto para el Banco Hipotecario del Uruguay*. Montevideo: Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura – Facultad de Arquitectura. 1998. 45p.

EDWARDS, Brian. *Guía Básica de la Sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili. 2004. 224 p. ISBN: 978-842-521-951-1

ELIMINAR EL MOHO. “*Información del moho y moho tóxico*” [Disponible online] <http://eliminarmoho.org/> [Consulta diciembre 2017]

ERGONAUTAS. *Método de Fanger. Estimación de la sensación térmica*. [Disponible online] <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php> [consulta diciembre 2017]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – ORT. *Plan de Estudios 2015*. [Disponible online] <http://fa.ort.edu.uy/fa/folleto-de-arquitectura/6-7/> [Consulta enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico Guión 1*. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006. 86p.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico Guión 2*. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006. 110p.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico. Ficha 1*. Montevideo: Oficina del Libro CEDA.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico. Ficha 2*. Montevideo: Oficina del Libro CEDA.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Repartido AT01*. Montevideo: 2002. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf> [consulta: enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Repartido AT02*. Montevideo: 2012. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf> [consulta: enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. *Plan de Estudios 2015*. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/patio/novedades/nuevo-plan-de-estudios-de-arquitectura.html> [Consulta enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. *Plan de Estudios 2002*. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/bedelia/files/2012/10/Plan-2002.pdf> [Consulta enero 2018]

GIACOSA, Antonella. PRIETO, Camila. SOUTTO, Araceli. *Uruguay en clases. Estratificación social en Uruguay*. (trabajo académico) Montevideo: 2016. 35 p. [Disponible online] https://ucu.edu.uy/sites/default/files/facultad/dcsp/concurso_2016/41_clases_uruguay_mencion.pdf [consulta enero 2018]

HESS-KOSA, Kathleen. *Indoor Air Quality. The latest sampling and analytical methods*. New York: CRC Press. 2011. 397 p. ISBN: 978-143-982-665-2

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los Hogares 2005-2006. Metodología y resultados*. 207p. [Disponible online]

http://www.ine.gub.uy/c/document_library/get_file?uuid=83d8c75c-a0f7-49d3-b5c1-1cb9548ddf1a&groupId=10181 [consulta mayo 2017]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Índice de condiciones de vivienda 1985-1996*. 29p. [Disponible online]
<http://www.ine.gub.uy/documents/10181/35933/Indice+de+Condiciones+de+Vivienda+-+1985-1996.pdf/66703a61-0abf-4fea-9e53-194267a53058> [consulta mayo 2017]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Situación de la Vivienda en Uruguay. Informe de Divulgación. Encuesta Nacional de Hogares Ampliada - Módulo de Vivienda Primer trimestre de 2006*. 73p. [Disponible online]
<http://www.ine.gub.uy/documents/10181/35933/ENHA+2006.+Situaci%C3%B3n+de+la+vivienda+en+Uruguay/04f07f2f-519c-48ec-b45a-fc78f137a8b1> [consulta mayo 2017]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Uruguay en cifras 2014*. p. 11-28 [Disponible online]
<http://www.ine.gub.uy/documents/10181/39317/Uruguay+en+cifras+2014.pdf/aac28208-4670-4e96-b8c1-b2abb93b5b13> [consulta mayo 2017]

INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO. *Reglamentación de aislación térmica de las edificaciones. Resolución 2928/09*. [Disponible online]
<http://www.montevideo.gub.uy/aplicacion/resolucion?parametro=2928-09> [consulta marzo 2017]

INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO. *Sustentabilidad Ambiental de la Vivienda*. [Disponible online]
http://mvd2030.montevideo.gub.uy/sites/mvd2030.montevideo.gub.uy/files/biblioteca/resentacion_suamvi_0.pdf [Consulta noviembre 2017]

IRAM 11605. *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. Argentina: IRAM. 1996.

IRAM 11625. *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general*. Argentina: IRAM. 2007.

MEDLINEPLUS. *Aspergilloma*. [disponible online]
<https://medlineplus.gov/ency/imagepages/17263.htm> [consulta: diciembre 2017].

MIDES. *Reporte social 2013. Principales características del Uruguay social*. Montevideo: Mastergraf, 2013. 296p. [Disponible online]
http://www.mides.gub.uy/innovaportal/file/23497/1/reporte_social_2013.pdf [consulta: mayo de 2017].

MIEM. *Balance Energético Nacional 2015*. Montevideo: 2016. 199p. [Disponible online]
<http://www.dne.gub.uy/documents/15386/8754206/1.1%20Libro%20BEN%202015.PDF> [consulta: abril de 2017].

MIEM. *Política Energética 2005-2030*. Montevideo. 12p. [disponible online] <http://www.miem.gub.uy/documents/49872/0/Pol%C3%ADtica%20Energ%C3%A9tica%202030?version=1.0&t=1352835007562> [consulta: abril de 2017].

MIEM. *Características del sector residencial. Datos 2013*. Montevideo: 2013. 31p. [disponible online] http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf [consulta: mayo de 2017].

MIEM. FUNDACIÓN BARILOCHE DE ARGENTINA. PRIEN. *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional. Informe Del Sector Residencial Informe Final Tomo I*. Montevideo: 2008. 130p. [disponible online] <http://www.dne.gub.uy/documents/15377/40852/Informe%20Sector%20Residencial%20T1.pdf> [consulta: abril de 2017].

MIEM. FUNDACIÓN BARILOCHE DE ARGENTINA. PRIEN. *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional. Balance Nacional en Energía Útil de Uruguay 2006. Caracterización del consumo de energía a nivel de usos: sector residencial*. Montevideo: 2008. 24p. [disponible online] <http://www.dne.gub.uy/documents/15377/40850/Resumen%20Residencial.pdf> [consulta: abril de 2017].

MIMBACAS, Alicia. LAGOMARSINO, Luis. *Acondicionamiento térmico. Presentaciones de clase*. Montevideo: Universidad ORT – Facultad de Arquitectura. 2007.

MONJO CARRIÓ, Juan. *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Madrid: Editorial Munilla-Lería. 2010. 426 p. ISBN: 978-84-89150-12-6

MTOP-DNA. *Memoria Constructiva General Para Edificios Públicos*. Montevideo: 2006. 397 p. [Disponible online] <http://www.mtop.gub.uy/documents/20182/59452/Memoria+Constructiva+General+Edicion+2006/a0d2588c-125f-45da-8ae9-af79fa227b41?version=1.1> [consulta: enero de 2018].

MVOTMA. *Cooperativas* [Disponible online] <http://www.mvotma.gub.uy/portal/tu-vivienda/construir/cooperativas.html> [Consulta: marzo 2017]

MVOTMA. *Guía de Vivienda 2015. Sistema Público de Vivienda*. 8° Edición. Montevideo: MVOTMA, 2015, p. 29-30. [Disponible online] http://www.mvotma.gub.uy/images/bct_guia_de_vivienda8a_2015_V4.pdf [consulta enero 2018]

MVOTMA. *Listado actualizado de Institutos de Asistencia Técnica IATs* [Disponible online] http://mvotma.gub.uy/images/LISTADO_ACTUALIZADO_IATS_2-mayo-2017.pdf?1516897059676 [consulta enero 2018]

MVOTMA. *Plan quinquenal de vivienda 2015-2019*. Montevideo. 146p. [Disponible online]

http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf [consulta: mayo de 2017].

MVOTMA. *Plan nacional de vivienda 2010-2015*. Montevideo. 155 p. [Disponible online] http://www.mevir.org.uy/images/transparencia/Doc_estrategicos/plan_quinquenal_vivienda.pdf [consulta: mayo de 2017].

NATION LABORATORIES. *Common Mold Library*. [Disponible online] <http://www.nationlabs.com/resources/mold-library/> [consulta setiembre 2017]

OLGYAY, Víctor. *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. 1° Edición, 9° Tirada. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 2014. 203 p. ISBN: 978-84-252-1488-2

ONU. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987. 300P. [Disponible online] <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [consulta junio 2017]

OPP. *Reporte Uruguay 2015*. Montevideo: 333p. [Disponible online] https://www.opp.gub.uy/opp/images/ReporteUruguay2015 OPP_web.pdf [consulta mayo 2017]

RAINUSSO, Ana Cristina. *Costos de Componentes de Obra*. [Disponible online] <https://costos.todouy.com/> [Consulta: enero 2018]

REY MARTÍNES, Francisco; VELASCO GÓMEZ, Eloy. *Calidad de ambientes interiores*. España: Editorial Thomson. 2007. 311 p. ISBN: 978-84-9732-540-0

RIELLA, Alberto. MASCHERONI, Paola. DANSILIO, Florencia. *La estratificación social en Uruguay: aplicación de una técnica de estratificación para la investigación social aplicada*. 24p. [Disponible online] <http://cienciasociales.edu.uy/wp-content/uploads/sites/3/2013/archivos/LasBrujas4-Riella.pdf> [consulta mayo 2017]

RIVERO, Roberto. *Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural*. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988. 278p.

RIVERO, Roberto. *Vivienda. Especificaciones, normas de cálculo y nociones elementales sobre su acondicionamiento térmico*. Montevideo: Servicio de Climatología aplicada a la Arquitectura, Facultad de Arquitectura UDELAR, 1970. 70p.

SEMENT, Carlos. *Alergia a la humedad: ¿qué son los hongos y cómo evitarlos?* Libro de las enfermedades alérgicas de la Fundación BBVA. [disponible online] <http://alergiafbbva.es/los-responsables-de-la-rinoconjuntivitis-y-el-asma-alergicas/9-alergia-a-la-humedad-%C2%BFque-son-los-hongos-y-como-evitarlos/> [Consulta diciembre 2017]

SINGH, Jagjit. WATKINSON, Sarah. LACEY, John. SAMSON, Robert. C.G. ADAN, Olaf. LLOYD, Huw. BRUCE, Alan. PALFREYMAN, John. HILDITCH, Austin. LAL GARG, Kundan. DHAWAN, Shashi. ESCAMILLA, Beatriz. COMTOIS, Paul. KOCH, Anne. GOMEZ-ALARCON, Gonzalo. DE LA TORRE, Maria Angeles. *Building Micology. Management of decay and health in buildings*. UK: E & FN Spon. 1994. 285p. ISBN 0-419-19020-1

TOXIC BLACK MOULD. Microbial volatile organic compounds (MVOC). [disponible online] <http://www.blackmould.me.uk/microbial%20VOC.html> [consulta: diciembre 2017]

UNE 100030 IN:2005. *Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de la Legionela en instalaciones*. p.4. Madrid: AENOR. 2005

UNE-EN ISO 7730. *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local*. Madrid: AENOR. 2006

UNIT 1026:1999. *Aislamiento térmico de los edificios – zonificación climática*. Montevideo: UNIT.

UNIT 1150:2010. *Desempeño térmico de los edificios de uso residencial. Diseño de la envolvente. Parámetros y guías para el cálculo*. Montevideo: UNIT.

UNIT-ISO 6946:2007. *Componentes y elementos de los edificios. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo*. Montevideo: UNIT. 2008.

UNIT-ISO 10456:2007. *Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores de diseño tabulados y procedimientos para determinar los valores térmicos de diseño y declarados*. Montevideo: UNIT. 2009.

UNIT-ISO 13788:2012. *Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo*. Montevideo: UNIT. 2015.

UNIVERSIDAD DE ALICANTE. BIBLIOTECA. *La norma ISO 690:2010(E). Material formativo*. 25p. [Disponible online] http://werken.ubiobio.cl/html/downloads/ISO_690/Guia_Breve_ISO690-2010.pdf [consulta enero 2018]

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. FACULTAD DE TRABAJO SOCIAL. BIBLIOTECA. *Guía para realizar citas y referencias bibliográficas*. 17p. [Disponible online] http://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/citas_y_referencias.pdf [consulta enero 2018]

EPA. *Una breve guía para el moho, la humedad. Su casa*. 16p. [Disponible online] https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2015-08/documents/moldguide_sp_1.pdf [consulta noviembre 2017]

VITRUVIO, Marco. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Ed. cast.: Alianza Editorial S. A., Madrid, 1997. Libro Sexto, Capítulo Primero: Las condiciones climáticas y la disposición de los edificios. P. 141-164 [Disponible online] http://aparejadoresacc.com/wp-content/uploads/Vitruvio_Polion_Marco.pdf [consulta febrero 2017]

VOLANTINO, Vicente. VILLARROEL, Zulema. MORUGA, Víctor. *Método De Evaluación Integral Del Comportamiento Higrotérmico De Sistemas Constructivos*. Argentina: INTI. 1999. 4p. [Disponible online] <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/1999/1999-t008-a009.pdf> [Consulta noviembre 2017]

WIKIPEDIA. Bóveda Global de Semillas de Svalbard. [Disponible online] https://es.wikipedia.org/wiki/B%C3%B3veda_Global_de_Semillas_de_Svalbard#Capacidad_del_banco [consulta diciembre 2017]

YAN, Chin S., HEINSOHN, Patricia. *Sampling and analysis of indoor microorganisms*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2007. 276p. ISBN: 978-0-471-73093-4

ENTREVISTAS

Entrevista a la Arq. Verónica Carve y su equipo técnico del Centro Cooperativista del Uruguay. Marzo de 2017

ANEXOS



Carrera: Arquitectura

ASIGNATURAS GENERALES	créditos	Horas		curso
		Presenciales	Totales	
Seminario Inicial	6	60:00	90:00	**
Matemática	11	82:30	165:00	16 semanas
Medios y Técnicas de Expresión I	13	97:30	195:00	16 semanas
Medios y Técnicas de Expresión II	8	60:00	120:00	13 semanas
Medios y Técnicas de Expresión III	6	45:00	90:00	13 semanas
Medios y Técnicas de Expresión IV	7	52:30	105:00	13 semanas
Seminario Interáreas	10	100:00	150:00	15 semanas
Cursos Opcionales	36	270:00	540:00	***
AREA PROYECTUAL	créditos	Horas		curso
Anteproyecto de Arquitectura Introductorio	24	180:00	360:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura I-a	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura I-b	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura II-a	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura II-b	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura III-a	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura III-b	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura IV	42	315:00	630:00	30 semanas
Anteproyecto de Arquitectura V	43	322:30	645:00	30 semanas
Proyecto de Arquitectura	51	127:30	765:00	30 semanas
ÁREA TECNOLÓGICA	créditos	Horas		curso
Arquitectura y Tecnología	13	97:30	195:00	16 semanas
Estabilidad de las Construcciones I	10	75:00	150:00	16 semanas
Estabilidad de las Construcciones II	10	75:00	150:00	16 semanas
Estabilidad de las Construcciones III	11	82:30	165:00	16 semanas
Construcción I	7	52:30	105:00	16 semanas
Construcción II	9	67:30	135:00	16 semanas
Construcción III	9	67:30	135:00	16 semanas
Construcción IV	7	52:30	105:00	16 semanas
Acondicionamiento Térmico	6	45:00	90:00	16 semanas
Acondicionamiento Lumínico	5	37:30	75:00	16 semanas
Acondicionamiento Acústico	6	45:00	90:00	16 semanas
Acondicionamiento e Instalaciones Sanitarias	5	37:30	75:00	16 semanas
Acondicionamiento Instalaciones Electromecánicas	6	45:00	90:00	16 semanas
Práctica Profesional de obra	14	105:00	210:00	16 semanas
ÁREA TEÓRICA	créditos	Horas		curso
Arquitectura y Teoría	13	97:30	195:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura I- Universal	6	45:00	90:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura II- Latinoamericana	6	45:00	90:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura III- Nacional	8	60:00	120:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura IV- Contemporánea	6	45:00	90:00	16 semanas
Teoría de la Arquitectura I	8	60:00	120:00	16 semanas
Teoría de la Arquitectura II	8	60:00	120:00	16 semanas
Ciencias Sociales - Sociología	7	52:30	105:00	16 semanas
Ciencias Sociales - Economía	7	52:30	105:00	16 semanas
Ciencias Sociales - Legal	7	52:30	105:00	16 semanas

** El Seminario Inicial se desarrolla en 3 semanas, con una carga horaria semanal de 20 horas.

*** La duración de los cursos opcionales varían de acuerdo a los créditos y a la carga horaria semanal correspondiente.



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
BULEVAR ARTIGAS 1031
MONTEVIDEO-URUGUAY

CRÉDITO: Unidad de medida del peso relativo de cada asignatura y curso dentro del Plan que equivale a 15 horas de dedicación del estudiante.

A cada asignatura se le asignará un número de créditos. Esta asignación se hace sobre la base de las horas de trabajo efectivo necesarias para la asimilación de los conocimientos y comprende el trabajo presencial en aula y el de estudio fuera de la misma.

Para calcular los horas de trabajo efectivo en un curso, a los efectos de calcular los créditos correspondientes, se multiplican por 2 las horas semanales de ese curso dedicadas a clase, por 1,5 las horas de los cursos bajo la forma de seminarios y por 6 en el caso del curso de Proyecto.

Ciclo y etapa	Área	Tipo de unidad en el plan	Curso	CREDITOS	Previas
1, inicial	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS	6	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	HISTORIA I - HISTORIA DE LA ARQUITECTURA OCCIDENTAL DE ANTIGÜEDAD A XIX	6	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ AMERICA LATINA EL MUNDO INDIANO	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE LA ARQUITECTURA Y LA CIUDAD DEL SXIX	3	Se cursa con HISTORIA I
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	HISTORIA II - HISTORIA DE LA ARQUITECTURA EN LOS S XX Y XXI	6	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE HISTORIA DE LA ARQ. EN S XX Y XXI	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE HISTORIA DE LA ARQ. RECIENTE	3	Se cursa con HISTORIA II
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	TEORIA DE LA ARQUITECTURA	6	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ ARQUITECTURA EN EL LIMITE: CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ PROBLEMAS DE LA ARQUITECTURA EN LA CONTEMPORANEIDAD	3	Se cursa con TEORIA DE LA ARQUITECTURA
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	TEORIA DEL URBANISMO	6	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ Ciudad, sociedad y políticas urbanas	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ PROYECTO URBANO Y PLANIFICACION	3	Se cursa con TEORIA DEL URBANISMO
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	HISTORIA III - HISTORIA DE LA ARQUITECTURA EN URUGUAY	6	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE LA AQUITECTURA EN U.	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ ARQUITECTURA MODERNA EN AMERICA LATINA	3	Se cursa con HISTORIA III
1, desarrollo	Transversal	Obligatoria	TRANSVERSAL 1	6	
2	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	ARQUITECTURA LEGAL (En revisión)	6	1ER CICLO Y 225 CRÉDITOS DE DESARROLLO
1, inicial	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO Y REPRESENTACION 1	24	
1, inicial	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO Y REPRESENTACION 2	24	
1, inicial	Proyecto y Representación	optativa libre	+ Producción de imágenes digitales avanzadas	3	Se cursa una sola vez con cualquier PROYECTO Y REPRESENTACIÓN
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	+ Profundización proyectual	3	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Posproducción digital en el dibujo de arquitectura	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Croquis. El dibujo a pulso	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Sistemas mixtos de representación	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Percepción, materialidad y tecnologías de representación digital	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	El dibujo analítico de arquitectura	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	La representación cinematográfica de la arquitectura	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Profundización proyectual	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO 3	24	PR1 y PR2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO 4	24	PR1 y PR2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	+ Herramientas de representación para la ideación	3	Se cursa una sola vez con cualquier PROYECTO
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 1	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 2	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	+ Representación urbana y del territorio	3	Se cursa una sola vez con PUT 1 ó 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 3	12	PUT1 O PUT 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 4	12	PUT1 O PUT 2

1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 1	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 2	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 3	12	PE1 O PE 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 4	12	PE1 O PE 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PTE1	12	PE1 O PE 2 O PUT1 O PUT2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PTE2	12	PE1 O PE 2 O PUT1 O PUT2
1, inicial	Transversal		TRANSVERSAL 2	6	
1, desarrollo	Transversal		TRANSVERSAL 3	6	
2	Transversal		TRABAJO FINAL CARRERA	45	Construcción 3, Instalaciones 2, ESTRUCTURAS 2, Primer año completo Y 225 créditos de desarrollo
1, inicial	Tecnología	Optativa restringida	MATEMATICAS A: PRINCIPIOS MATEMATICOS DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES	6	
1, inicial	Tecnología	Optativa restringida	MATEMATICAS B: GEOMETRIA DE LAS REPRESENTACIONES PLANAS DEL ESPACIO	6	
1, inicial	Tecnología	Optativa restringida	MATEMATICAS C: SIMETRIA	6	
1, inicial	Tecnología	Obligatoria	TECNOLOGÍA INTEGRADA	9	
1, inicial	Tecnología	Obligatoria	ACONDICIONAMIENTO NATURAL	9	
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ACOND E INSTALACIONES 1	6	acondicionamiento natural
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ACOND E INSTALACIONES 2	9	acond e instalaciones 1
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	CONSTRUCCION 1	6	tecnología integrada
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	CONSTRUCCION 2	9	construcción 1
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	CONSTRUCCION 3	9	construcción 2
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ESTRUCTURAS 1	12	Tecnología Integrada
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ESTRUCTURAS 2	12	ESTRUCTURAS 1
2	Tecnología	Obligatoria	PRACTICA Y DIRECCION DE OBRA	12	previa construcción 3, ESTRUCTURAS 1, instalaciones 1
?	Tecnología	Optativa libre	PROYECTO AVANZADO DE ESTRUCTURAS	9	previa ESTRUCTURAS 2
?	Tecnología	Optativa libre	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN DE OBRA	6	previa construcción 3
1, desarrollo	Transversal	Obligatoria	TRANSVERSAL 4	6	
1, desarrollo	Transversal	Obligatoria	TRANSVERSAL 5	6	

Plan de estudios

1.º año							
I	Proyecto 1	Dibujo 1	Introducción a la construcción	Matemática 1			Introducción a la arquitectura contemporánea
		Seminario de técnicas informáticas					
2.º año							
II	Proyecto 2	Dibujo 2	Materiales de construcción	Matemática 2			Teoría y práctica de la arquitectura
3.º año							
III	Proyecto 3		Procedimientos constructivos 1	Estructuras 1	Acondicionamiento térmico		La construcción del mundo moderno
IV	Proyecto 4		Procedimientos constructivos 2	Estructuras 2	Acondicionamiento acústico	Acondicionamiento sanitario	La conformación de la región
3.º año							
V	Proyecto 5		Procedimientos constructivos 3	Estructuras 3	Acondicionamiento eléctrico	Acondicionamiento lumínico	Análisis crítico de la arquitectura contemporánea
VI	Proyecto 6		Procedimientos constructivos 4 - Práctica	Estructuras 4	Energías renovables		Electiva 1
Título intermedio: Asistente de Obra y Estudio							
4.º año							
VII	Proyecto 7			Gestión de proyectos 1	Teoría y práctica del urbanismo	Enfoques y problemas en arquitectura	Electiva 2
VIII	Proyecto 8	Taller de urbanismo		Gestión de proyectos 2		Metodología de la investigación	Gestión ambiental
5.º año							
IX	Proyecto 9			Práctica profesional	Infraestructura urbana		Electiva 3
X	Proyecto fin de carrera				Memoria fin de carrera	Reflexiones arquitectónicas contemporáneas	
Título: Arquitecto							

DURACIÓN: 5 años de cursado.

REQUISITOS DE INGRESO: Bachillerato de Arquitectura o Ingeniería. Bachillerato Diversificado Científico, Opciones Físico-Matemática o Matemática y Diseño. Bachillerato Tecnológico de UTU, orientaciones vinculadas a Arquitectura, Construcción o Ingeniería Civil. Reformulación 2006 de ANEP: Bachillerato Diversificado Científico, Opciones Físico-Matemática o Matemática y Diseño; Bachillerato Diversificado Arte y Expresión, Opción Matemática y Diseño. Bachillerato de cualquier orientación con al menos una materia aprobada de una carrera universitaria y examen de evaluación de conocimientos.

REQUISITOS DE GRADUACIÓN: Examen integrador final, exonerable con un promedio acumulado de calificaciones (PAC) de 60% o superior.

Áreas temáticas:

Diseño Tecnología Ciencias sociales y humanas Electivas

Título intermedio:

Al finalizar el tercer año, nuestros estudiantes obtienen el título intermedio de **Asistente de Obra y Estudio**, que avala su capacitación para desarrollar tareas relacionadas con la profesión, en estudio y obra, lo que les permite comenzar su carrera laboral.

Los estudiantes o graduados de Arquitectura que deseen cursar la Licenciatura en Diseño de Interiores revalidan las materias que están marcadas con la esquina superior derecha recortada.

Detalle de las áreas temáticas:

fa.ort.edu.uy/arquitectura/plan

Nuestro plan de estudios se estructura en tres áreas de conocimiento:

- **Diseño** - Desarrolla las habilidades de creación y representación. Trabaja en ejercitaciones de proyectos de arquitectura.
- **Tecnología** - Trasmite los conocimientos técnicos necesarios para que el proyecto arquitectónico se pueda materializar: construcción, estructuras, instalaciones, gestión de obras.
- **Ciencias sociales y humanas** - Incorporan el conocimiento del contexto social y cultural en el que se desarrolla la arquitectura, lo que permite elaborar el argumento teórico que sustenta los proyectos.

Reconocimientos

Arquitectura es una carrera universitaria reconocida por resolución oficial del Ministerio de Educación y Cultura del 9/09/99.

Los títulos de la Universidad ORT Uruguay cumplen estándares internacionales que permiten continuar estudios de maestría y doctorado en universidades de todo el mundo.

Por su calidad académica, de gestión e infraestructura, la carrera de Arquitectura ha sido acreditada desde el año 2009 hasta la fecha por el sistema ARCU-SUR. A través de este reconocimiento se certifica que la carrera y la institución donde se dicta cumplen con los criterios de calidad definidos de común acuerdo por Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela.

Por más información: fa.ort.edu.uy/acreditacionarquitectura

LISTADO DE INSTITUTOS DE ASISTENCIA TECNICA VIGENTES					
					Reinscriptos a partir del Decreto 73/2007
IAT	Número	Año de Const.	Teléfonos	Fax	Mall
CCU	1	1961	2400 90 66	2400 67 35	habitat@ccu.org.uy
ITAC	5	1995	4586 2326	4586 2326	ltacasesores@adinet.com.uy
CIPAC	11	2008	473-28570	473-32990	sandrachiappa@hotmail.com
TECNOCONSULT	12	1997	29162056 43323095	99336437	cdursi@adinet.com.uy
HACER DESUR	15	1991	2902 88 05	2902 88 05	hacerdesur@gmail.com
INVIPO SRL	16	1992	2908 40 41		invipo@adinet.com.uy
CIAT COOP	25	1998	27070793	99284096	campana2jose@hotmail.com
CEDAS	31	2001	29086328	29086328	iat.cedas@gmail.com
COVIMA	34	1993	24021195	94143784	covima@adinet.com.uy
CATS	36	1996	29153793		teregut@montevideo.com.uy
INATECOVI	58	2002	99627377 - 099615409	262201385	insatmas@hotmail.com
IAT TACUAREMBÓ	60	2004	2916 79 88 /06323534	2916 79 88	cestoyh@gmail.com
ITACOVI SRL	67	1998	27092071	27092071	itacovi@gmail.com
COO.PRO.ASE	68	1998	435 24191	435 24191	claudi70@yahoo.es
CO.ART.	88	1996	44723635	98961066	latcoart@gmail.com
CAEESU	112	1995	26282198	26282198	argmepa@adinte.com.uy
IVIM	114	1996	99668839	24121692	ivim@adinet.com.uy
DESAVI	131	1999	2619 58 28 / 24032528	2916 68 81	aliciariarte@hotmail.com
LABADIE (Clatal)	148	1999	099 531 590	453-22962	hlabadie2@adinet.com.uy
COOPERATIVA SETIEMBRE	165	2000	099 531 590	29150437	qmorresi@icloud.com
CONSULTEC	180	2001	098 801 799	2908 01 35	arquimantaras@hotmail.com
SURGRAF	182	2002	29153793		iatsurgraf@gmail.com
COATT	185	2002	4532-8387/ 4245 / 2702	45324251	escdonato@gmail
ASTRUM	200	2003	24012256		institutoastrum@hotmail.com
ITE.CO.VI	204	2004	099 841 689	44 24590	carlos.fabini@gmail.com
DOMUS	207	2006	27085196	27086309	domus.at@gmail.com
IDC	212	2006	24030435		ayc@adinet.com.uy
CITE	214	2002	44380461		cite@adinet.com.uy
AREQUITA	215	2006	44431263		verogoday@gmail.com
ECO	219	2008	2401 17 54	2401 17 54	gysarq@adinet.com.uy
COPROFASI	220	2007	45382728	99952222	coprofasi@yahoo.com
FOCUS	221	2008	473-24195	473-24195	sburutan@adinet.com.uy
AONA YAMANA	223	2007	99598300		interoso10@yahoo.com
SALTO ORIENTAL(COINTSO)	225	2007	473 28982 / 099 741714	473 28982	hhqvazlr@adinet.com.uy
CAMINOS	227	2008	473 25193 / 096 750146	473 25330	lizar@adinet.com.uy
CRECER	230	2008	098 561531		alcs1971@adinet.com.uy
TECNICOS UNIDOS	231	2008	47336202		afm.estudiocontable@gmail.com
ICONO SRL	232	2010	24108710		laticono@gmail.com
EDIFICANDO(CIATE)	233	2009	46224741		alicia@carlevaro.com
COPRUNI	234	2010	26196520		iatsoriano@gmail.com

INTEGRACIÓN PLURAL	235	2010	2401 4234	2401 4234	integracion.plural@gmail.com
COOP.TRAB.ANDAR	236	2010	2408 05 35	2408 05 35	mujica@montevideo.com.uy
COSERPRO	238	2009	45382758	99971483	coserpro2011@hotmail.com
PUNTA DEL ESTE	240	2010	42443360		arquiestudio.dmf@gmail.com
CET PVS	241	2011	29005098	29085554	cetpvs@gmail.com
COPATNE	243	2011	46427253	46431821	copatne@gmail.com
EFG	245	2011	94458287	27073835	rubenellis@hotmail.com
ARQUITECMA	246	2011	29015180	29015180	gonzaloirazoqui@gmail.com
BICENTENARIO	247	2011	47326256	47328459	coopbicentenario2@gmail.com
COPORFLO PORVENIR	248	2011	99725804	43523937	agustinsacco@gmail.com
IAT PROP VIV COOP	249	2012	22040317	94559417	femat75@yahoo.com
COATHAB	250	2012	27079446	27079446	escribanasilvestri@adinet.com.uy
CASA TREINTA YTRES	252	2012		44522622	jalcasa33@gmail.com
SIGLO XXI PIEDRA ALTA	253	2013	43526601	91331903	gimenabruschi@hotmail.com
COOPASISTO 33	254	2013	99850181		lucianogona@gmail.com
CINACOVÍ	255	2014	29014769	98927294	gabinoliveira@gmail.com
COOP AVANZA MAS IAT	257	2013	24003084 094416868	24003084	stella.forcade@gmail.com
COOPATEL	258	2013	98320819		sperez@dypconsultora.com
INCOSACO	259	2013	98287467		cieronimoibarburu@gmail.com
IAT SINERGIA PROFESIONAL	260	2014	45629873	99571230	iat.sinergia@gmail.com
CO IAT 13 DE MAYO	261	2014	95602913	99732044	iat13demayo@gmail.com
RAICES IAT	262	2014	98851349	98850261	raices.iat@gmail.com
SENSATERRA	263	2015	99399809	98231239	sensaterra15@gmail.com
SEDULUS SRL	264	2016	99404689	98321721	tecnicos.inte@gmail.com
IAT CTP	265	2016	47232275	91350651	instituto.ctp@gmail.com
CONSTRUIMOS FUTURO	266	2015	95022209		iat.cofut@gmail.com
CO-HABITAR	267	2016	92457848	24023482	iat.cohabitar@gmail.com
COPROSIES	268	2016	99073757		yennyarias85@hotmail.com
COIAT DURAZNO	269	2015	99964965	99051483	esc.lorenasanchez@gmail.com

GUÍA DE VIVIENDA 2015

SISTEMA
PÚBLICO
DE VIVIENDA



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

8ª EDICIÓN

MVOTMA - DINA VI

Informate en: 0800 - 46427 / www.mvotma.gub.uy

Dir.: 25 de Mayo 402 esq. Zabala (Montevideo).

Y en oficinas del MVOTMA en todo el país.

PROGRAMAS DE COOPERATIVAS

Los programas promueven, asesoran y financian a las cooperativas para que accedan a un préstamo para la construcción de viviendas. En el sistema de Ayuda Mutua el aporte es la mano de obra, en el programa de Ahorro Previo los integrantes aportan un 15% de ahorro (7,5% al momento de escriturar y 7,5% con la adjudicación).

Para acceder al préstamo, la cooperativa debe ser asesorada por un Instituto de Asistencia Técnica (IAT), que debe estar habilitado por el MVOTMA. Los IAT habilitados se publican en el sitio web:

mvotma.gub.uy/cooperativas

En esta sección de la web también se pueden encontrar todas las leyes, decretos y resoluciones que regulan el programa. El llamado a cooperativas y posterior sorteo se realiza 2 veces al año.

REQUISITOS

De 10 a 50 socios:

1. Contar con un ingreso líquido máximo de 60 UR* en cada grupo familiar.
2. Los titulares no pueden ser propietarios de una vivienda.
3. Los titulares deben ser mayores de edad.
4. Tener un contrato firmado con un IAT.

*Valor de UR y UI actualizado en www.bhu.gub.uy

EJEMPLO: PARA COOPERATIVA DE AYUDA MUTUA / MVOTMA- DINA VI

Ingreso del hogar en pesos



Hasta 60 UR

Ahorro Previo



Mano de obra

Plazo



25 AÑOS

Interés Anual



5% en UR

EJEMPLO: PARA COOPERATIVA DE AHORRO PREVIO / MVOTMA- DINA VI

Ingreso del hogar en pesos



Hasta 60 UR

Ahorro Previo



7,5% al momento de escriturar

Plazo



25 AÑOS

Interés Anual



5% en UR

MVOTMA - DINAVI

Informate en: 0800 - 46427 / www.mvotma.gub.uy

Dir.: 25 de Mayo 402 esq. Zabala (Montevideo).

Y en oficinas del MVOTMA en todo el país.

COOPERATIVAS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y/O DE GESTIÓN

Este programa apunta a cooperativas que construyan viviendas nuevas o realicen reciclajes, innoven en las tecnologías tradicionales o utilicen tecnologías alternativas.

Para presentar un Sistema Constructivo No Tradicional, la cooperativa debe obtener el Documento de Aptitud Técnica en la Dirección Nacional de Vivienda (DINAVI).

REQUISITOS

De 10 a 50 socios:

1. Contar con ingreso líquido máximo de 60 UR* por grupo familiar.
2. Los titulares no deben ser propietarios de una vivienda.
3. Los titulares deben ser mayores de edad.
4. Tener un contrato firmado con un IAT.
5. En caso de optar por un Sistema de Construcción No Tradicional se deberá obtener el Documento de Aptitud Técnica solicitado en DINAVI.

EJEMPLO: PARA COOPERATIVA CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA / MVOTMA- DINAVI

Ingreso del Hogar en pesos



Hasta 60 UR

Ahorro Previo



15% u horas de trabajo

Plazo



25 AÑOS

Interés Anual



5% en UR

*Valor de UR y UI actualizado en www.bhu.gub.uy

REFERENCIAS:

CERRAMIENTO SUPERIOR

- 1.1 CHAPA ECONOPANEL (sin solape frontal) esp=8mm
- 1.2 BABETA DE CAMPO GALVANIZADA
- 1.3 REVESTIMIENTO DE CEMENTO
- 1.4 PEDESTAL LADRILLO DE CAMPO
- 1.5 PUESTRENO EXPANDIDO (esp = 3cm)
- 1.6 EMULSION ASFALTICA (4 manos. Con filtro de velo de lana)
- 1.7 LECHADA DE PORTLAND
- 1.8 CARPETA DE HORMIGÓN ARMADO e= 5cm
- 1.9 LOSETA DE LADRILLO DE CAMPO VISTA

ENTREPISO

- 2.1 PISO BALDOSA CERÁMICA
- 2.2 ALISADO DE ARENA Y PORTLAND
- 2.3 CARPETA DE HORMIGÓN esp=10cm
- 2.4 REVESTIMIENTO DE CEMENTO VISTA
- 2.5 PUESTRENO EXPANDIDO (esp = 4cm)
- 2.6 EMULSION ASFALTICA (3 manos. En ducha hasta +0.20 sobre NPT)
- 2.7 LECHADA DE PORTLAND
- 2.8 LECUA DE PORTLAND
- 2.9 PLACA DE YESO esp = 1cm

CERRAMIENTO VERTICAL

- 3.1 MURO DE LADRILLO DE CAMPO esp=12cm.
- 3.2 BOLSEADO PINTADO A LA CAL
- 3.3 REVOQUE DE ARENA Y PORTLAND e/ HIDROFUGO
- 3.4 REVESTIMIENTO CON CHORIZO
- 3.5 ANTEPECHO e/TERMA DE ARENA Y PORTLAND
- 3.6 CHAMBRANA DE ARENA Y PORTLAND
- 3.7 HILADAS TOMADAS GARENA Y PORTLAND e/ HIDROFUGO
- 3.8 BIGOTES DE ALAMBRE GALVANIZADO
- 3.9 REVESTIMIENTO CERÁMICO
- 3.10 CÁMARA DE AIRE esp =3cm
- 3.11 PUESTRENO EXPANDIDO esp=2cm
- 3.12 PUESTRENO EXPANDIDO esp=3cm.
- 3.13 VIGA HORMIGÓN ARMADO
- 3.14 TAMBOR Y CAJA PARA CINTA
- 3.15 TAMBOR Y CAJA PARA CINTA
- 3.16 CORTINA DE P.V.C.
- 3.17 REJILLA DE ALUMINIO.
- 3.18 REVESTIMIENTO CERÁMICO
- 3.19 IMPERME. BASE DE MUROS, TRES HILADAS TOMADAS GARENA Y PORTLAND HIDROFUGO
- 3.20 BOLSEADO PINTADO A LA CAL
- 3.21 MURO DE TICHOLLO esp=15cm
- 3.22 BOLSEADO PINTADO A LA CAL

TABIQUE/ CIELORRASO

- 4.1 PLACA DE YESO esp=58"
- 4.2 MONTANTES DE ACERO GALVANIZADO

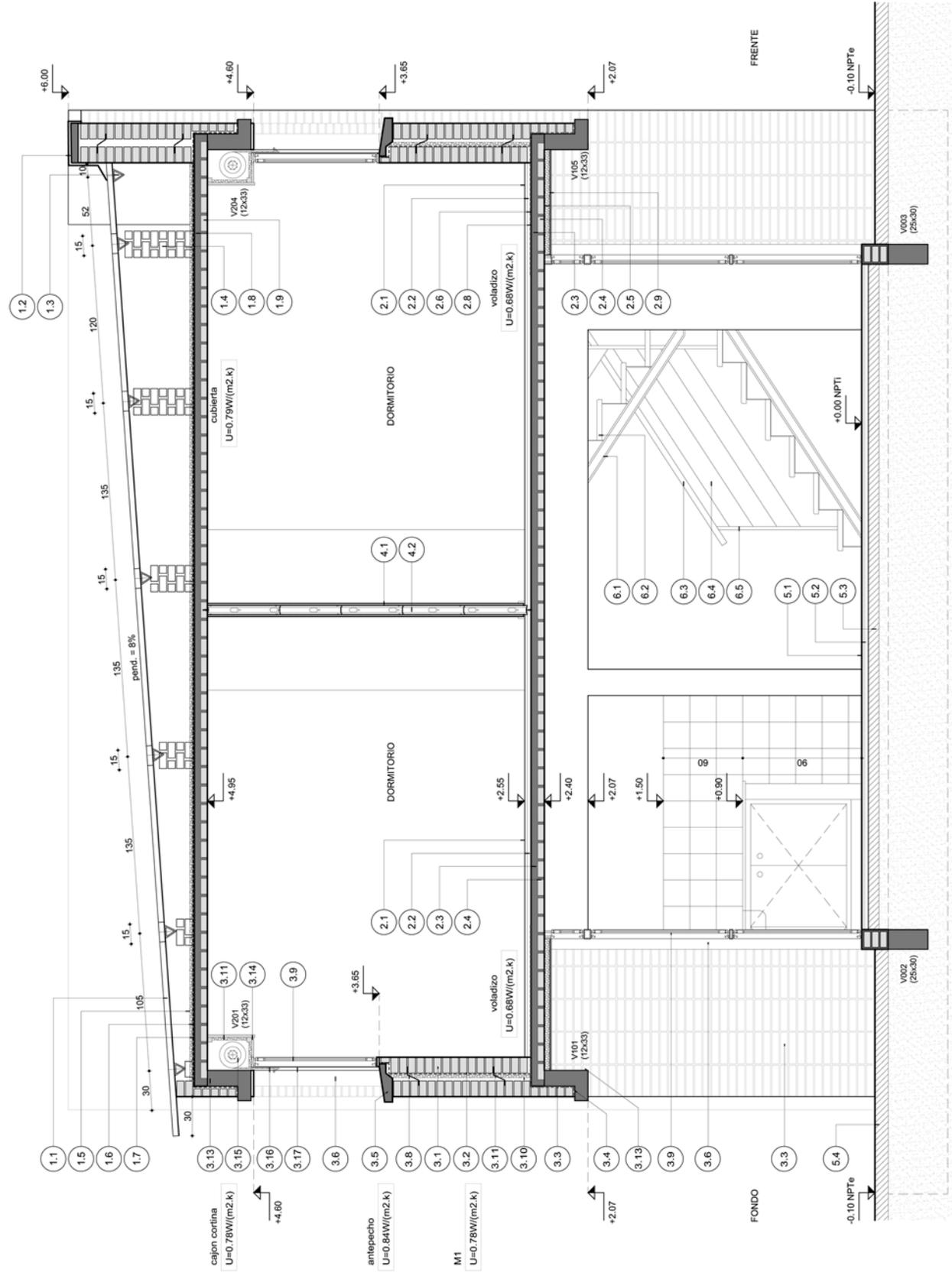
CONTRAPISO EN P. BAJA

- 5.1 PISO BALDOSA CERÁMICA
- 5.2 MORTERO DE TOMA
- 5.3 CONTRAPISO DE HORMIGÓN DE ARMADO
- 5.4 CONTRAPISO DE HORMIGÓN POBRE

ESCALERA

- 6.1 ESTRUCTURA METALICA
- 6.2 PELDAÑOS DE MADERA esp=1 1/2"
- 6.3 REVESTIMIENTO CERÁMICO
- 6.4 TUBULAR 40x40mm
- 6.5 BARANDA DE MADERA esp=1 1/2"

		CENTRO COOPERATIVISTA URUGUAYO	
PROGRAMA	COVIOFRIT		
PLANO	ALBANILERIA		
ESCALA	1/20	FECHA	04/2011 - 05/2011 - 09/2011
REVISOR	AM - A.R.	DISEÑADOR	J.C.
		NÚM. LAM.	2412



REFERENCIAS:

- CERRAMIENTO SUPERIOR**
- 1.1 CHAPA ECONOPANEL (sin solape frontal) calibre 24
 - 1.2 ASFETO DE CHAPA GALVANIZADA (armada con arena y portland o hidrologo)
 - 1.3 PERFILEADO GALVANIZADO (esp=12cm)
 - 1.4 CAMARA DE AIRE (variable)
 - 1.5 POLIESTIRENO EXPANDIDO (e=5cm)
 - 1.6 EMULSION ASFALTICA (4 manos)
 - 1.7 EMULSION ASFALTICA (4 manos)
 - 1.8 RELLENO HORMIGON PORRE (pendiente 2%)
 - 1.9 CARPETA DE COMPRESION HORMIGON (e=5cm)
 - 1.10 BOVEDILLA
 - 1.11 REJILLA PREFABRICADA
 - 1.12 PIASTRA DE LADRILLO
 - 1.13 GOTERON
 - 1.14 PIEZA DE HORMIGON ARMADO
 - 1.15 TERMINACION, CARPETA DE ARENA Y PORTLAND (esp=3cm)

ENTREPIESO

- 2.1 HORMIGON FRETACHADO
- 2.2 EMULSION ASFALTICA (4 manos)
- 2.3 REJILLA PREFABRICADA
- 2.4 BOVEDILLA
- 2.5 VIGUETA PREFABRICADA
- 2.6 POLIESTIRENO EXPANDIDO (esp = 4cm)
- 2.7 POLIESTIRENO EXPANDIDO (esp=3cm)
- 2.8 PERFIL PNC 10 (fondo a planicie de acero)

CERRAMIENTO VERTICAL

- 3.1 REVESTIMIENTO CERAMICO esp=12cm
- 3.2 BOLSEADO Y PINTADO AL AGUA
- 3.3 REVOQUE DE ARENA Y PORTLAND (pendiente 2%)
- 3.4 POLIESTIRENO EXPANDIDO esp=2cm
- 3.5 POLIESTIRENO EXPANDIDO esp=3cm
- 3.6 CAMARA DE AIRE esp=3cm
- 3.7 REVESTIMIENTO CON LADRILLO DE CAMPO
- 3.8 REVESTIMIENTO CON LADRILLO DE ARENA Y PORTLAND
- 3.9 ANTEPECHO C/TERM. DE ARENA Y PORTLAND
- 3.10 CHAMBRANA DE ARENA Y PORTLAND
- 3.11 ABETONADO DE ALUMINIO GALVANIZADO
- 3.12 MURO DE BLOQUE VIBRADO esp=20cm
- 3.13 BOLSEADO Y PINTADO AL AGUA, RELLENO CON HGN PORRE
- 3.14 REVESTIMIENTO CERAMICO
- 3.15 DESAGUE DE CAMARA EN JUNTA DE LADRILLO

TABIQUE/ CIECORRAGO

- 4.1 PLACA DE YESO
- 4.2 PLACA DE YESO RESIST. A LA HUMEDAD esp=58"
- 4.3 MONTANTES DE ACERO GALVANIZADO

CONTRAPISO EN P. BAJA

- 5.1 PISO BALDOSA CERAMICA
- 5.2 MORTERO DE TOMA
- 5.3 POLIESTIRENO EXPANDIDO esp=3cm
- 5.4 LOSA HORMIGON ARMADO
- 5.5 POLIETILENO 150 MICRAS
- 5.6 TORCA CEMENTADA, e=5cm
- 5.7 IMPERMEABILIZANTE
- 5.8 IMPERMEABILIZANTE
- 5.9 IMPERMEABILIZANTE
- 5.10 IMPERMEABILIZANTE
- 5.11 IMPERMEABILIZANTE
- 5.12 IMPERMEABILIZANTE
- 5.13 IMPERMEABILIZANTE
- 5.14 IMPERMEABILIZANTE
- 5.15 IMPERMEABILIZANTE
- 5.16 IMPERMEABILIZANTE
- 5.17 IMPERMEABILIZANTE
- 5.18 IMPERMEABILIZANTE
- 5.19 IMPERMEABILIZANTE
- 5.20 IMPERMEABILIZANTE
- 5.21 IMPERMEABILIZANTE
- 5.22 IMPERMEABILIZANTE
- 5.23 IMPERMEABILIZANTE
- 5.24 IMPERMEABILIZANTE
- 5.25 IMPERMEABILIZANTE
- 5.26 IMPERMEABILIZANTE
- 5.27 IMPERMEABILIZANTE
- 5.28 IMPERMEABILIZANTE
- 5.29 IMPERMEABILIZANTE
- 5.30 IMPERMEABILIZANTE
- 5.31 IMPERMEABILIZANTE
- 5.32 IMPERMEABILIZANTE
- 5.33 IMPERMEABILIZANTE
- 5.34 IMPERMEABILIZANTE
- 5.35 IMPERMEABILIZANTE
- 5.36 IMPERMEABILIZANTE
- 5.37 IMPERMEABILIZANTE
- 5.38 IMPERMEABILIZANTE
- 5.39 IMPERMEABILIZANTE
- 5.40 IMPERMEABILIZANTE
- 5.41 IMPERMEABILIZANTE
- 5.42 IMPERMEABILIZANTE
- 5.43 IMPERMEABILIZANTE
- 5.44 IMPERMEABILIZANTE
- 5.45 IMPERMEABILIZANTE
- 5.46 IMPERMEABILIZANTE
- 5.47 IMPERMEABILIZANTE
- 5.48 IMPERMEABILIZANTE
- 5.49 IMPERMEABILIZANTE
- 5.50 IMPERMEABILIZANTE
- 5.51 IMPERMEABILIZANTE
- 5.52 IMPERMEABILIZANTE
- 5.53 IMPERMEABILIZANTE
- 5.54 IMPERMEABILIZANTE
- 5.55 IMPERMEABILIZANTE
- 5.56 IMPERMEABILIZANTE
- 5.57 IMPERMEABILIZANTE
- 5.58 IMPERMEABILIZANTE
- 5.59 IMPERMEABILIZANTE
- 5.60 IMPERMEABILIZANTE
- 5.61 IMPERMEABILIZANTE
- 5.62 IMPERMEABILIZANTE
- 5.63 IMPERMEABILIZANTE
- 5.64 IMPERMEABILIZANTE
- 5.65 IMPERMEABILIZANTE
- 5.66 IMPERMEABILIZANTE
- 5.67 IMPERMEABILIZANTE
- 5.68 IMPERMEABILIZANTE
- 5.69 IMPERMEABILIZANTE
- 5.70 IMPERMEABILIZANTE
- 5.71 IMPERMEABILIZANTE
- 5.72 IMPERMEABILIZANTE
- 5.73 IMPERMEABILIZANTE
- 5.74 IMPERMEABILIZANTE
- 5.75 IMPERMEABILIZANTE
- 5.76 IMPERMEABILIZANTE
- 5.77 IMPERMEABILIZANTE
- 5.78 IMPERMEABILIZANTE
- 5.79 IMPERMEABILIZANTE
- 5.80 IMPERMEABILIZANTE
- 5.81 IMPERMEABILIZANTE
- 5.82 IMPERMEABILIZANTE
- 5.83 IMPERMEABILIZANTE
- 5.84 IMPERMEABILIZANTE
- 5.85 IMPERMEABILIZANTE
- 5.86 IMPERMEABILIZANTE
- 5.87 IMPERMEABILIZANTE
- 5.88 IMPERMEABILIZANTE
- 5.89 IMPERMEABILIZANTE
- 5.90 IMPERMEABILIZANTE
- 5.91 IMPERMEABILIZANTE
- 5.92 IMPERMEABILIZANTE
- 5.93 IMPERMEABILIZANTE
- 5.94 IMPERMEABILIZANTE
- 5.95 IMPERMEABILIZANTE
- 5.96 IMPERMEABILIZANTE
- 5.97 IMPERMEABILIZANTE
- 5.98 IMPERMEABILIZANTE
- 5.99 IMPERMEABILIZANTE
- 6.00 IMPERMEABILIZANTE

ESCALERA

- 6.1 ESTRUCTURA METALICA
- 6.2 Peldaños de madera esp=1 1/2"
- 6.3 PALMADO DE MADERA
- 6.4 MORTERO DE TOMA
- 6.5 BARANDA DE MADERA esp=1 1/2"

NOTA: La instalación de la cubierta será mediante aberturas de área total igual a 15cm² por cada metro cuadrado de cubierta. Las mismas deben ubicarse tanto en el alero como en la cumbreta.

NOTA: LOS NIVELES INDICADOS CORRESPONDEN A PISO TERMINADO. LOS NIVELES DE LOS TABIQUES Y TABIQUES DE CIECORRAGO, EL NIVEL ES EN P= -0.02 NPT/ft. Y EN PA -0.53 NPT/ft.

REALIZADO: B. FT. REVISADO: --

MVOTMA
Ministerio del Interior
AGENCIA NACIONAL DE VIVIENDA

ANTEPROYECTO

COVIUSOL
Carrilero de la Boyada y Caballo

REV: 1207
N° REG: 1355
DPTO: MONTEVIDEO
LOCALIDAD: MONTEVIDEO
PASAD: 47589 | SUP: 6487m² | FECHA: 04/2015

CCU
CENTRO COOPERATIVISTA URUGUAYO

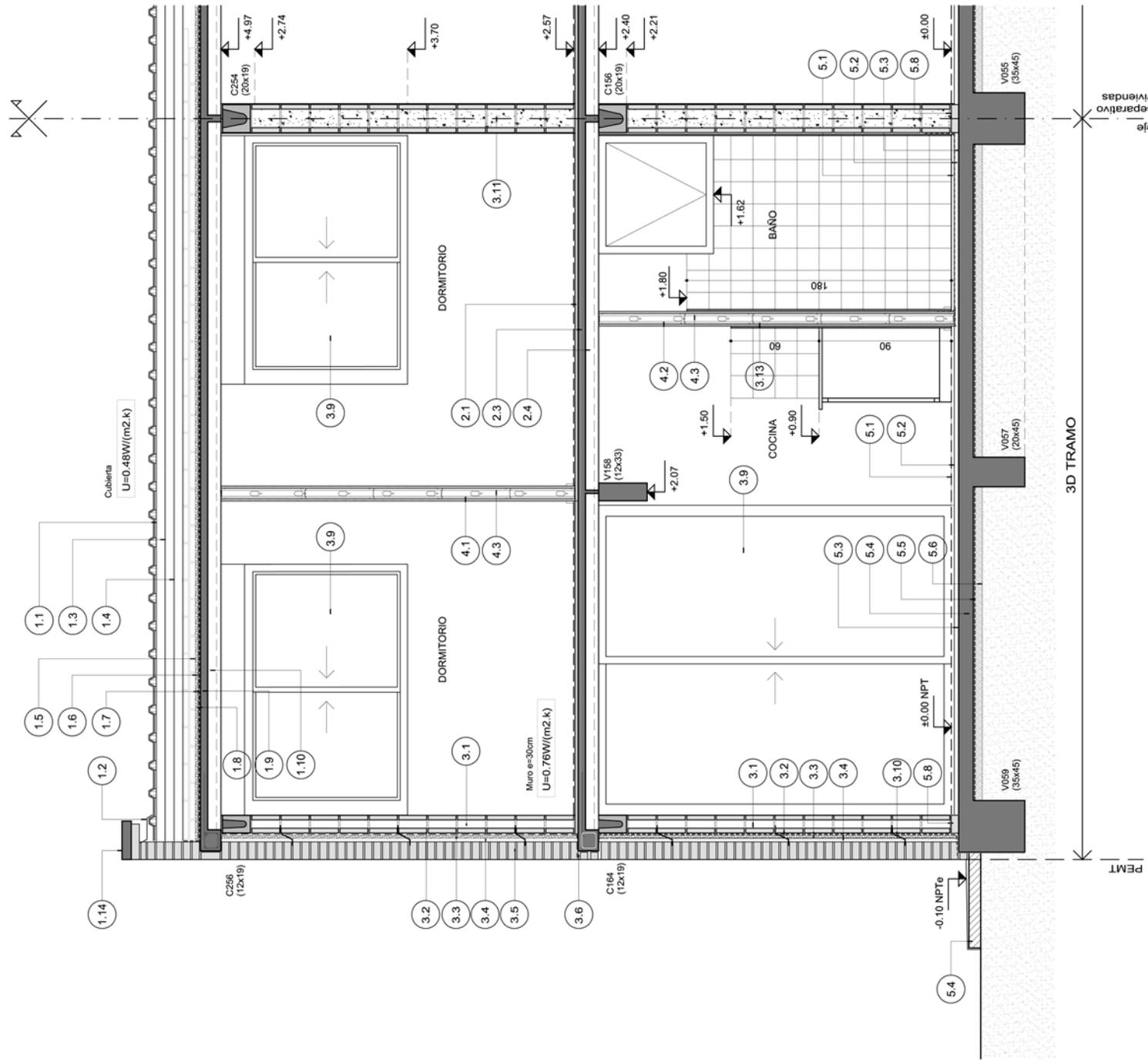
TECNICO: JUAN A. CAMMÁ N° REG: 001
TEL: 240/2541 EMAIL: angulatur@ccu.org.uy

PLANO: **DETALLES CORTE CONSTRUCTIVO B-B**

ALBAÑILERIA

TECNICO: JUAN A. CAMMÁ
PRESIDENTE: JUAN A. CAMMÁ
SECRETARIO: JUAN A. CAMMÁ

LABOR: 1207
Escala: A28



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura a la cal	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00		1.0	0.00E+00	0.00E+00	6.60E-11	1.52E+04	6.60E-05	3.0		
Revoque (densidad 1800)	2.0	1800.0	3.6	1.0	1000.0	2.00E-03	3.6	9.90E-12	2.02E+08	4.95E-09	20.0		BDO
Ladrillo de campo	120.0	1300.0	156.0	0.65	1000.0	0.18	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	20.0	30.0	0.6	4.00E-02	1450.0	0.5	0.87	3.30E-12	6.06E+09	1.65E-10	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	30.0				1008.0	0.18			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Ladrillo de campo expuesto a..	120.0	1300.0	156.0	0.79	1000.0	0.15	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Zona C

Reporte Hterm

Fuera de Norma

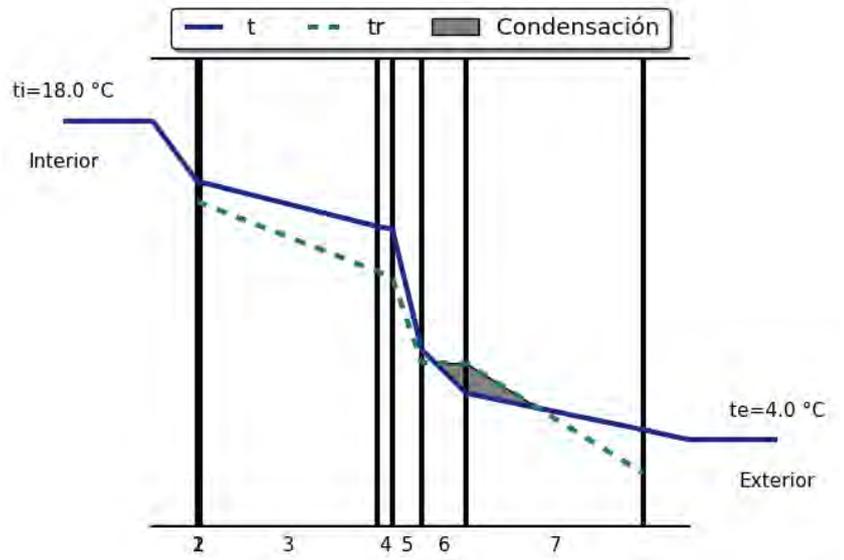
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.35	14.5
1-2	15.35	14.5
2-3	15.32	14.41
3-4	13.36	11.39
4-5	13.26	11.11
5-6	7.95	7.38
6-7	6.04	7.35
7-Ex	4.42	2.51

Transmitancia Térmica: 0.83 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 334.2 Kg/m²

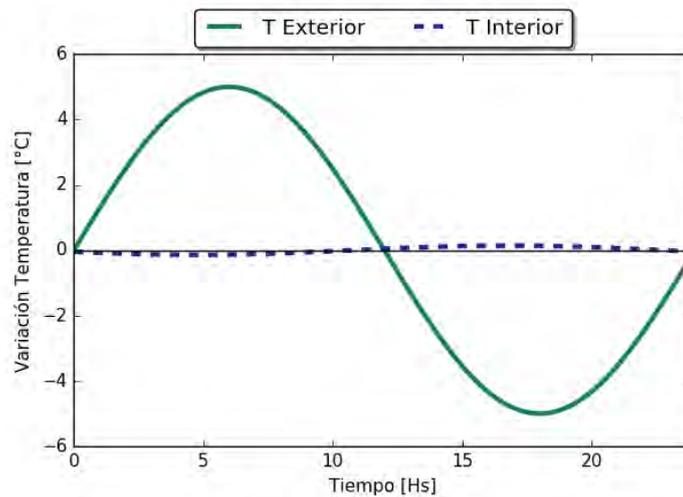
Espesor: 0.302 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.028

Retardo Térmico: 10.77 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Ladrillo de campo	120.0	1300.0	156.0	0.65	1000.0	0.18	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	50.0				1008.0	0.18			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Ladrillo de campo expuesto a ..	120.0	1300.0	156.0	0.79	1000.0	0.15	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

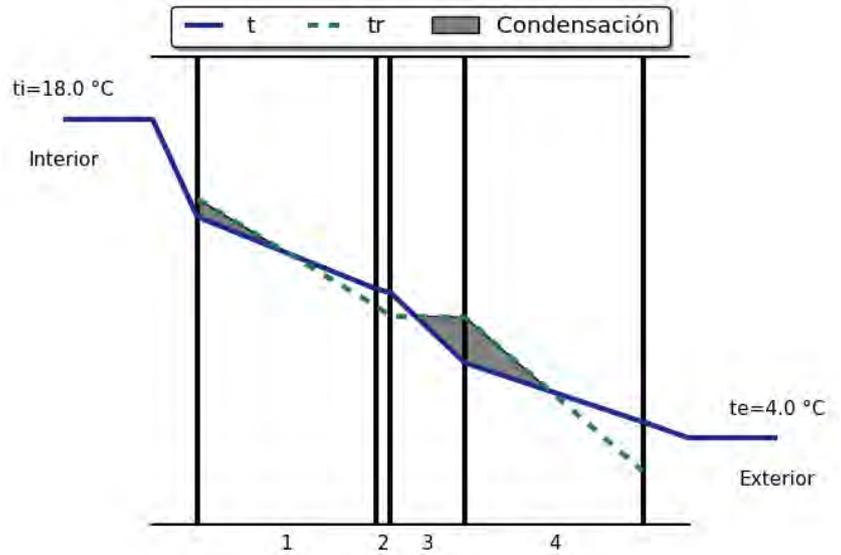
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	13.71	14.5
1-2	10.55	9.8
2-3	10.38	9.34
3-4	7.29	9.3
4-Ex	4.69	2.51

Transmitancia Térmica: 1.44 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 330.0 Kg/m²

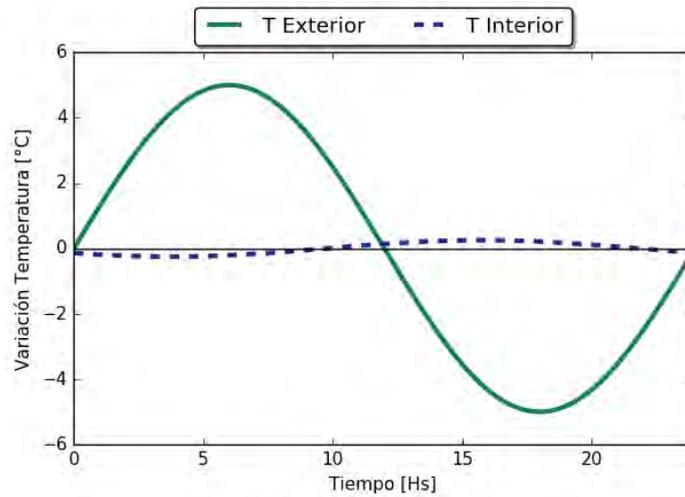
Espesor: 0.3 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.05

Retardo Térmico: 9.77 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	1.0	1800.0	1.8	1.0	1000.0	1.00E-03	1.8	9.90E-12	1.01E+08	9.90E-09	20.0		BDO
Bloque vibrado 12cm	120.0	1333.33	160.0		666.67	0.16	106.67	3.22E-11	3.73E+09	2.68E-10	6.15		
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Asfalto	0.6	2100.0	1.26	0.7	1000.0	8.57E-04	1.26	3.96E-15	1.52E+11	6.60E-12	5.00E+04		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	20.0	30.0	0.6	4.00E-02	1450.0	0.5	0.87	3.30E-12	6.06E+09	1.65E-10	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	30.0				1008.0	0.18			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Ladrillo de campo expuesto a ..	120.0	1300.0	156.0	0.79	1000.0	0.15	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

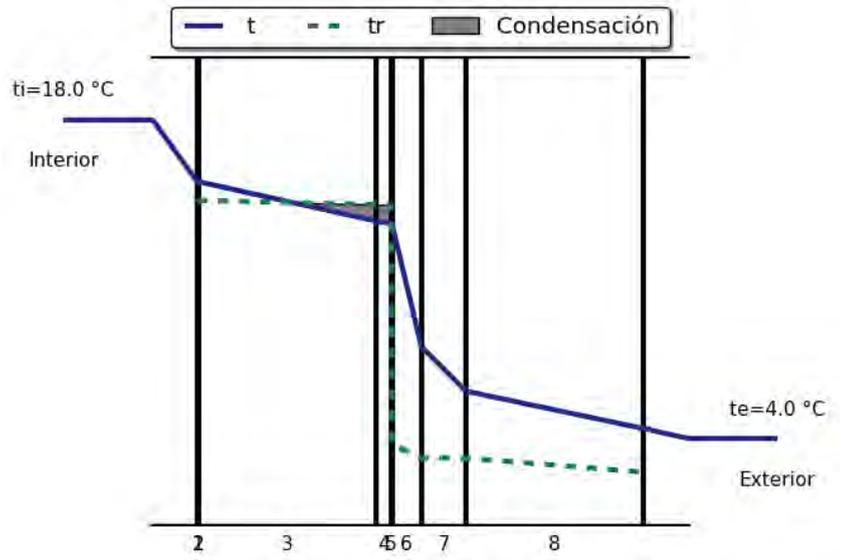
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.29	14.5
1-2	15.29	14.47
2-3	15.28	14.47
3-4	13.55	14.28
4-5	13.44	14.25
5-6	13.43	3.74
6-7	8.02	3.14
7-8	6.08	3.13
8-Ex	4.43	2.51

Transmitancia Térmica: 0.85 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 337.66 Kg/m²

Espesor: 0.302 m

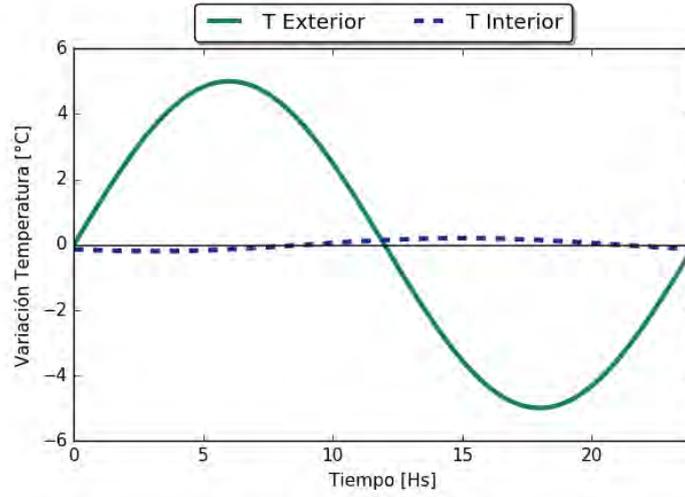


Reporte Hterm

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.04

Retardo Térmico: 9.01 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	1.0	1800.0	1.8	1.0	1000.0	1.00E-03	1.8	9.90E-12	1.01E+08	9.90E-09	20.0		BDO
Bloque vibrado 12cm	120.0	1333.33	160.0		666.67	0.16	106.67	3.22E-11	3.73E+09	2.68E-10	6.15		
Asfalto	0.6	2100.0	1.26	0.7	1000.0	8.57E-04	1.26	3.96E-15	1.52E+11	6.60E-12	5.00E+04		BDO
Cemento y arena	5.0	1800.0	9.0	1.0	1000.0	5.00E-03	9.0	1.98E-11	2.53E+08	3.96E-09	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Cemento y arena	5.0	1800.0	9.0	1.0	1000.0	5.00E-03	9.0	1.98E-11	2.53E+08	3.96E-09	10.0		BDO
Pintura - emulsión	0.6	1000.0	0.6		1.0	0.00E+00	6.00E-04		5.05E+08	1.98E-09		0.1	

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

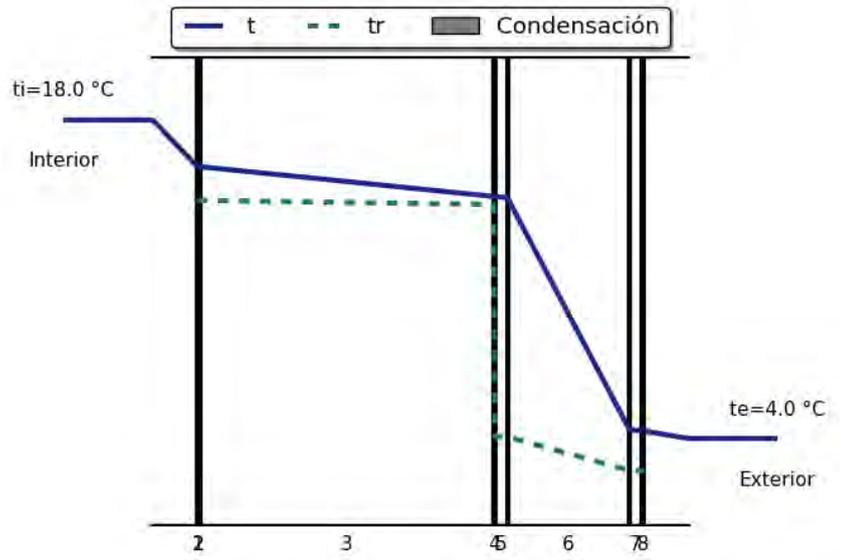
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.96	14.5
1-2	15.96	14.47
2-3	15.95	14.47
3-4	14.64	14.28
4-5	14.63	4.09
5-6	14.59	4.06
6-7	4.37	2.59
7-8	4.33	2.56
8-Ex	4.33	2.51

Transmitancia Térmica: 0.63 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 183.16 Kg/m²

Espesor: 0.182 m

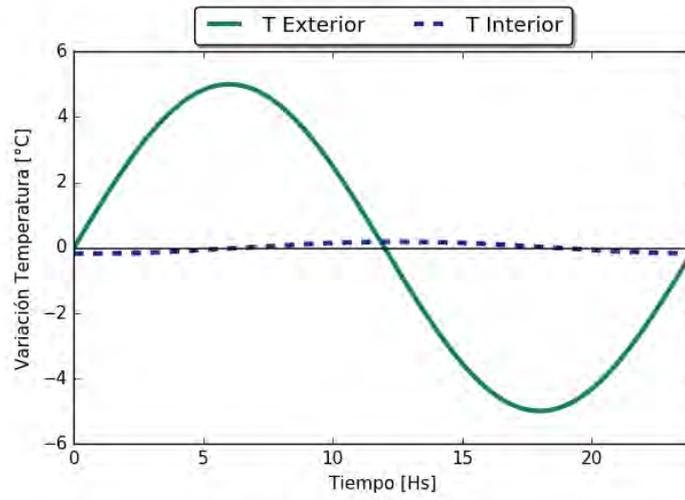


Reporte Hterm

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.036

Retardo Térmico: 6.53 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Armado con 2% de ac...	100.0	2400.0	240.0	2.5	1000.0	4.00E-02	240.0	1.52E-12	6.57E+10	1.52E-11	130.0		BDO
Hormigón de cascote (densida...	50.0	1600.0	80.0	0.76	1000.0	6.58E-02	80.0	1.32E-12	3.79E+10	2.64E-11	150.0		BDO
Asfalto	1.2	2100.0	2.52	0.7	1000.0	1.71E-03	2.52	3.96E-15	3.03E+11	3.30E-12	5.00E+04		BDO
Poliestireno expandido EPS (...)	30.0	30.0	0.9	4.00E-02	1450.0	0.75	1.3	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ...	268.8				1008.0	0.16			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Acero - Perfil Normalizado "...	80.0	7800.0	624.0	50.0	450.0	1.60E-03	280.8	1.98E-16	4.04E+14	2.48E-15	1.00E+06		
Acero - chapa Econopanel	0.45	7800.0	3.51	50.0	450.0	9.00E-06	1.58	1.98E-16	2.27E+12	4.40E-13	1.00E+06		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Reporte Hterm

Fuera de Norma

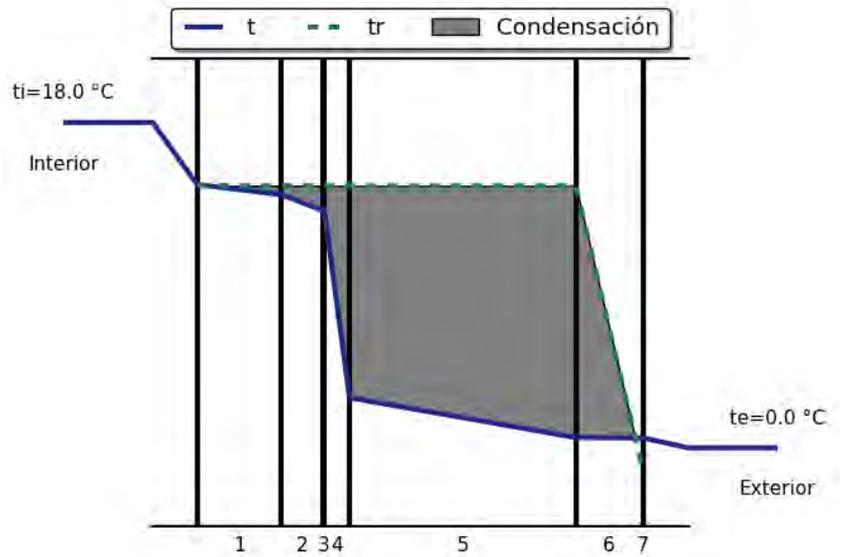
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	14.56	14.5
1-2	14.01	14.5
2-3	13.11	14.5
3-4	13.08	14.49
4-5	2.77	14.49
5-6	0.57	14.49
6-7	0.55	-1.27
7-Ex	0.55	-1.27

Transmitancia Térmica: 0.86 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 950.93 Kg/m²

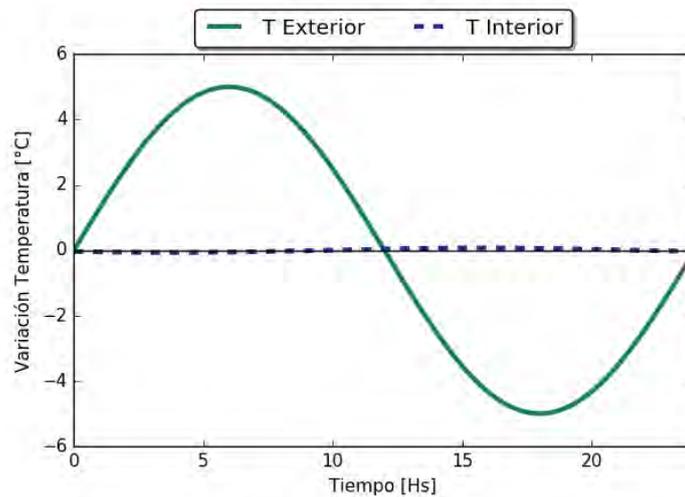
Espesor: 0.53 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.014

Retardo Térmico: 9.78 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Armado con 2% de ac	100.0	2400.0	240.0	2.5	1000.0	4.00E-02	240.0	1.52E-12	6.57E+10	1.52E-11	130.0		BDO
Hormigón de cascote (densida..	50.0	1600.0	80.0	0.76	1000.0	6.58E-02	80.0	1.32E-12	3.79E+10	2.64E-11	150.0		BDO
Ladrillo de campo - pilastra	300.0	1300.0	390.0	0.65	1000.0	0.46	390.0	1.98E-11	1.52E+10	6.60E-11	10.0		
Acero - Perfil Normalizado "...	80.0	7800.0	624.0	50.0	450.0	1.60E-03	280.8	1.98E-16	4.04E+14	2.48E-15	1.00E+06		
Acero - chapa Econopanel	0.45	7800.0	3.51	50.0	450.0	9.00E-06	1.58	1.98E-16	2.27E+12	4.40E-13	1.00E+06		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

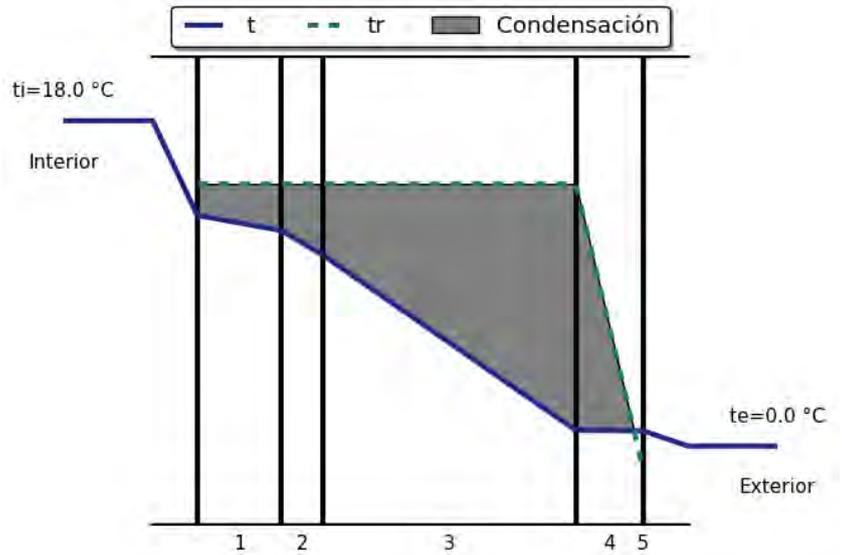
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	12.76	14.5
1-2	11.92	14.5
2-3	10.54	14.5
3-4	0.87	14.5
4-5	0.84	-1.27
5-Ex	0.84	-1.27

Transmitancia Térmica: 1.41 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 1337.51 Kg/m²

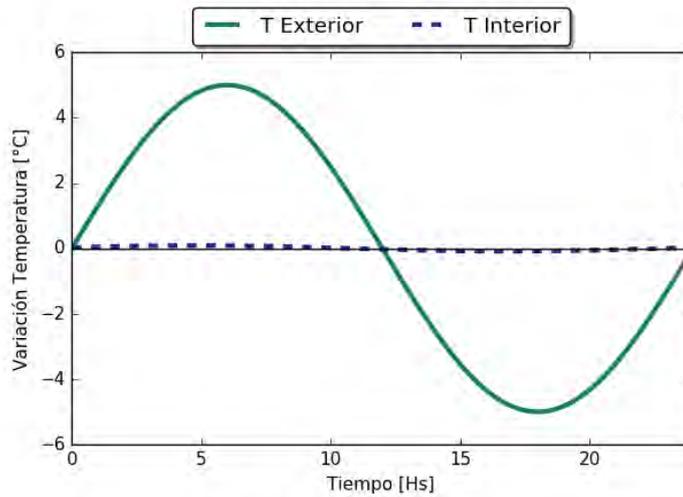
Espesor: 0.53 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.018

Retardo Térmico: 22.86 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Armado con 2% de ac	130.0	2400.0	312.0	2.5	1000.0	5.20E-02	312.0	1.52E-12	8.54E+10	1.17E-11	130.0		BDO
Hormigón de cascote (densida..	50.0	1600.0	80.0	0.76	1000.0	6.58E-02	80.0	1.32E-12	3.79E+10	2.64E-11	150.0		BDO
Asfalto	0.2	2100.0	0.42	0.7	1000.0	2.86E-04	0.42	3.96E-15	5.05E+10	1.98E-11	5.00E+04		BDO
Asfalto - membrana	4.0	2100.0	8.4	0.7	1000.0	5.71E-03	8.4	3.96E-15	1.01E+12	9.90E-13	5.00E+04		
Lámina de aluminio (0,05 mm)	5.00E-02	2800.0	0.14		880.0	0.00E+00	0.12		7.58E+12	1.32E-13		1500.0	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

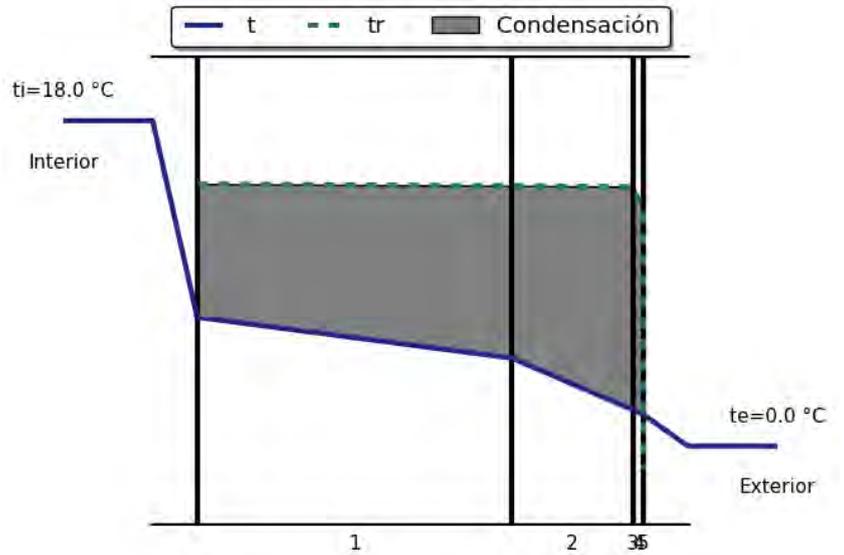
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	7.12	14.5
1-2	4.86	14.4
2-3	2.0	14.35
3-4	1.99	14.29
4-5	1.74	13.05
5-Ex	1.74	-1.27

Transmitancia Térmica: 3.79 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 400.96 Kg/m²

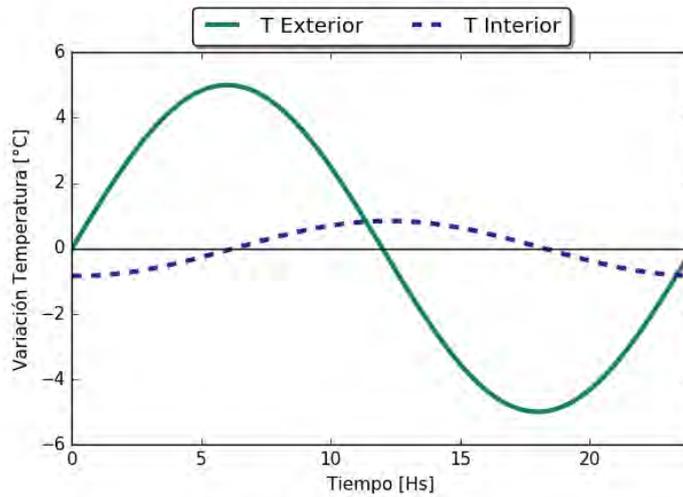
Espesor: 0.184 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.168

Retardo Térmico: 6.25 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Armado con 2% de ac	110.0	2400.0	264.0	2.5	1000.0	4.40E-02	264.0	1.52E-12	7.22E+10	1.38E-11	130.0		BDO
Lámina de polietileno (0,15 ..	0.15	950.0	0.14		2000.0	0.00E+00	0.28		2.53E+11	3.96E-12		50.0	BDO
Hormigón de cascote (densida..	50.0	1600.0	80.0	0.76	1000.0	6.58E-02	80.0	1.32E-12	3.79E+10	2.64E-11	150.0		BDO
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	40.0	30.0	1.2	4.00E-02	1450.0	1.0	1.74	3.30E-12	1.21E+10	8.25E-11	60.0		BDO
Papel Kraft	0.15	950.0	0.14		2000.0	0.00E+00	0.28	6.60E-12	2.27E+07	4.40E-08	30.0		
Cemento y arena	40.0	1800.0	72.0	1.0	1000.0	4.00E-02	72.0	1.98E-11	2.02E+09	4.95E-10	10.0		BDO
Asfalto	0.2	2100.0	0.42	0.7	1000.0	2.86E-04	0.42	3.96E-15	5.05E+10	1.98E-11	5.00E+04		BDO
Asfalto - membrana	4.0	2100.0	8.4	0.7	1000.0	5.71E-03	8.4	3.96E-15	1.01E+12	9.90E-13	5.00E+04		
Lámina de aluminio (0,05 mm)	5.00E-02	2800.0	0.14		880.0	0.00E+00	0.12		7.58E+12	1.32E-13		1500.0	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Reporte Hterm

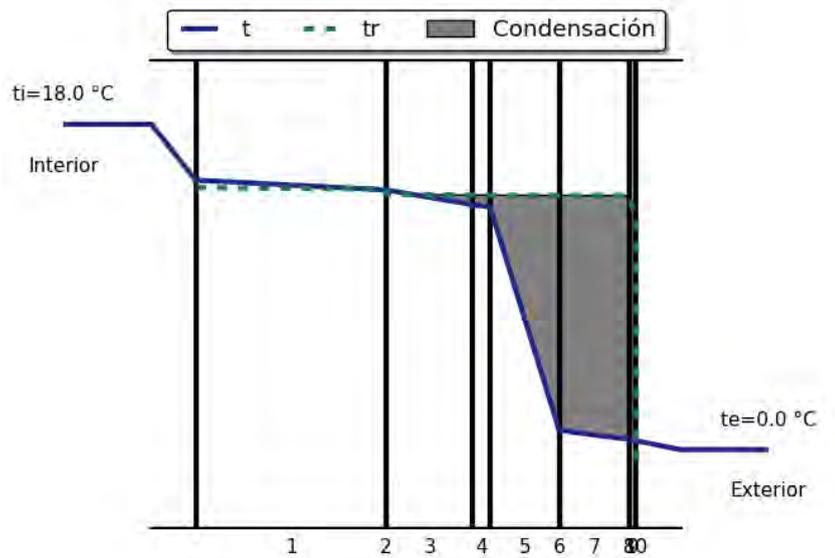
Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	14.91	14.5
1-2	14.36	14.42
2-3	14.36	14.12
3-4	13.55	14.08
4-5	13.43	14.08
5-6	1.06	14.06
6-7	1.06	14.06
7-8	0.57	14.06
8-9	0.57	14.0
9-10	0.49	12.77
10-Ex	0.49	-1.27



Transmitancia Térmica: 0.77 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 444.44 Kg/m²

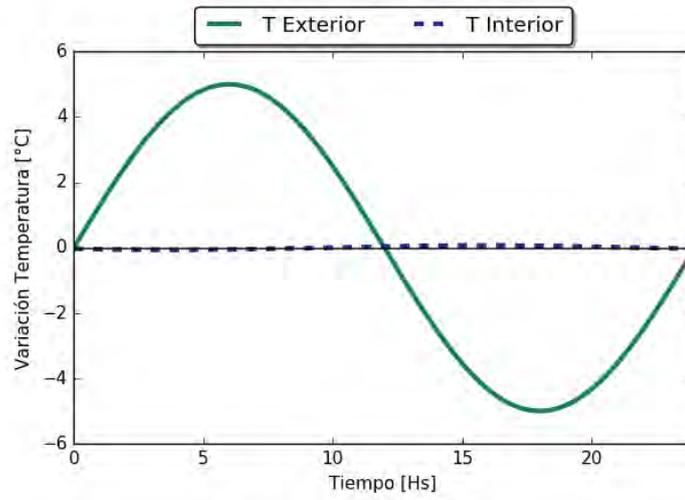
Espesor: 0.255 m

Reporte Hterm

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.013

Retardo Térmico: 9.86 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Densidad media (den..	100.0	1800.0	180.0	1.15	1000.0	8.70E-02	180.0	1.98E-12	5.05E+10	1.98E-11	100.0		
Hormigón Densidad media (den..	50.0	2200.0	110.0	1.65	1000.0	3.03E-02	110.0	1.65E-12	3.03E+10	3.30E-11	120.0		
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Asfalto	1.2	2100.0	2.52	0.7	1000.0	1.71E-03	2.52	3.96E-15	3.03E+11	3.30E-12	5.00E+04		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	248.8				1008.0	0.16			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Acero - Perfil Normalizado "..	80.0	7800.0	624.0	50.0	450.0	1.60E-03	280.8	1.98E-16	4.04E+14	2.48E-15	1.00E+06		
Acero - chapa Econopanel	0.45	7800.0	3.51	50.0	450.0	9.00E-06	1.58	1.98E-16	2.27E+12	4.40E-13	1.00E+06		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

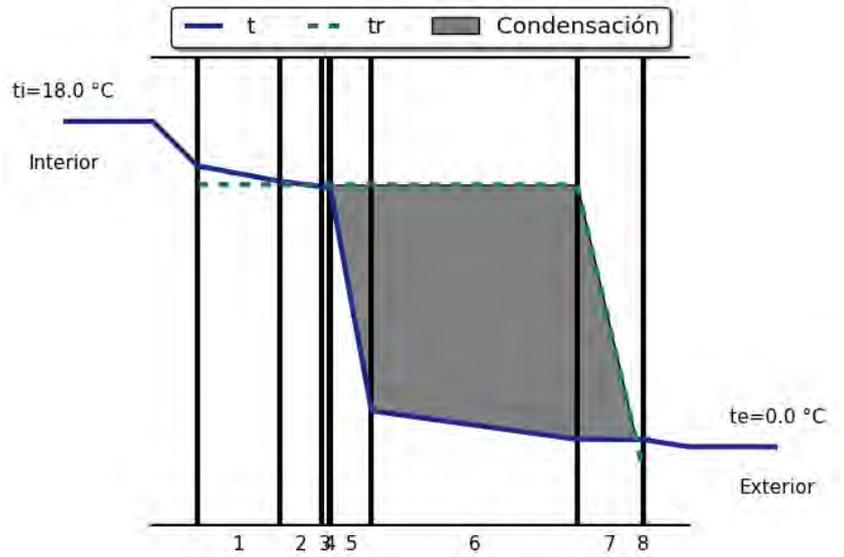
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.54	14.5
1-2	14.69	14.5
2-3	14.39	14.5
3-4	14.29	14.5
4-5	14.27	14.49
5-6	1.98	14.49
6-7	0.41	14.49
7-8	0.39	-1.27
8-Ex	0.39	-1.27

Transmitancia Térmica: 0.6 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 939.53 Kg/m²

Espesor: 0.54 m

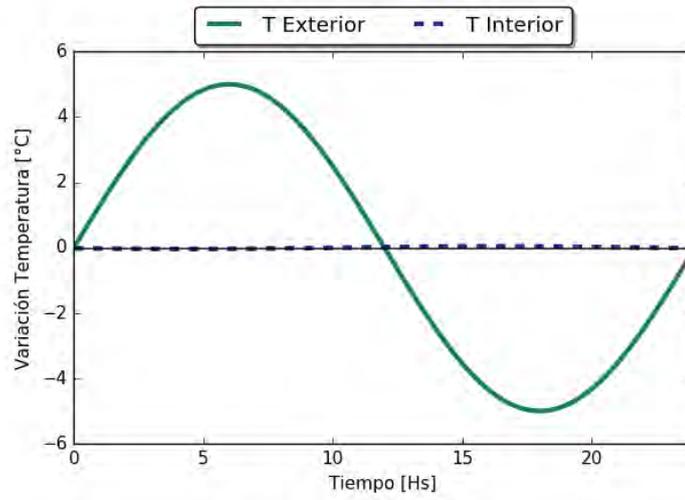


Reporte Hterm

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.008

Retardo Térmico: 10.26 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Bovedilla Stalton Hopresa	100.0	950.0	95.0		1000.0	0.13	95.0	3.30E-11	3.03E+09	3.30E-10	6.0		
Hormigón Densidad media (den..	50.0	2200.0	110.0	1.65	1000.0	3.03E-02	110.0	1.65E-12	3.03E+10	3.30E-11	120.0		
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Ladrillo de campo - pilastra	300.0	1300.0	390.0	0.65	1000.0	0.46	390.0	1.98E-11	1.52E+10	6.60E-11	10.0		
Acero - Perfil Normalizado "...	80.0	7800.0	624.0	50.0	450.0	1.60E-03	280.8	1.98E-16	4.04E+14	2.48E-15	1.00E+06		
Acero - chapa Econopanel	0.45	7800.0	3.51	50.0	450.0	9.00E-06	1.58	1.98E-16	2.27E+12	4.40E-13	1.00E+06		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

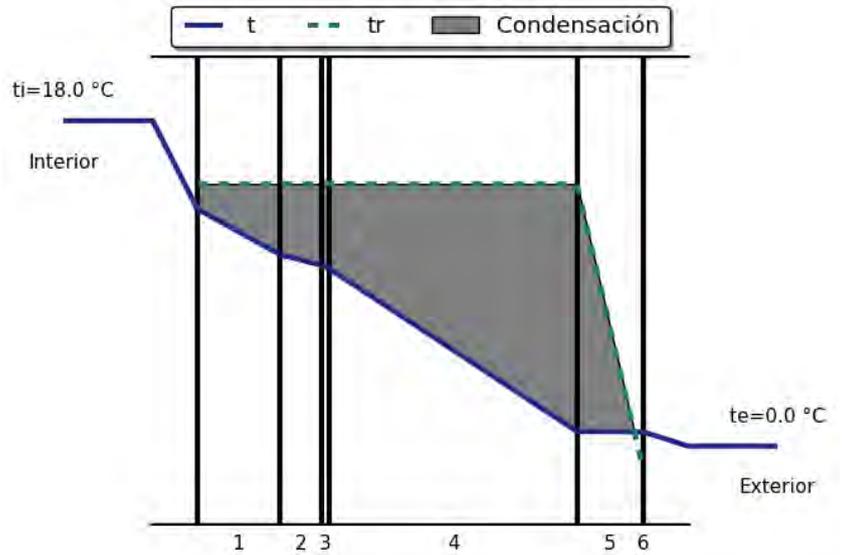
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	13.13	14.5
1-2	10.59	14.5
2-3	10.0	14.5
3-4	9.81	14.5
4-5	0.81	14.5
5-6	0.78	-1.27
6-Ex	0.78	-1.27

Transmitancia Térmica: 1.29 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 1240.51 Kg/m²

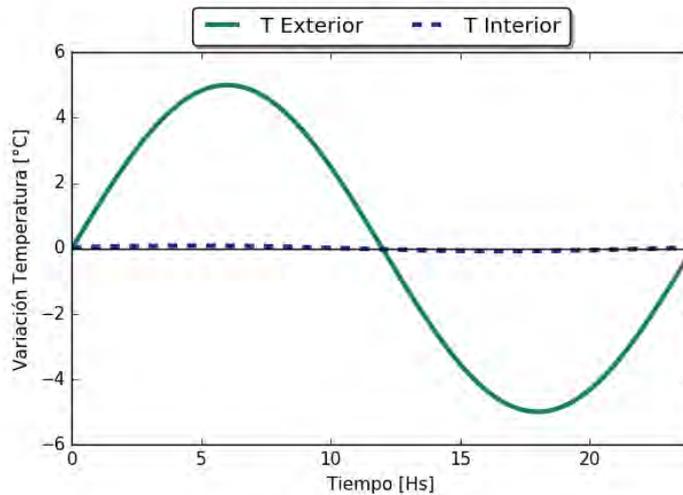
Espesor: 0.54 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.017

Retardo Térmico: 22.72 Hs



CÁLCULOS DEL PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Datos necesarios para los cálculos:

TEMPERATURA RIGUOSA DE VERANO E INVIERNO (procedimiento según AT GUIÓN I – p.15; valores del clima en tabla de “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío”, p. 27 repartido AT01)

		TEMPERATURAS						HR VIENTO			LLUVIA NUBOSIDAD				
CIUDAD	MES	t_x	t_{xm}	t_m	t_{mm}	t_n	A	prom	dir	v	prom	prom	a	b	c
ARTIGAS	ene.	40,9	32,6	26,6	18,7	8,2	13,9	61	SE	9	115	4,4	14	10	7
	jul.	29,5	18,9	13,6	7,9	-4,0	11,0	78	SE	9	82	4,6	13	7	11
COLONIA	ene.	38,2	27,9	24,3	19,2	10,7	8,7	66	SE	26	103	5,6	8	12	11
	jul.	26,7	14,8	11,9	8,6	-0,5	6,2	78	NE	26	64	6,7	6	10	15
MELO	ene.	43,0	31,1	24,3	16,8	6,0	14,3	63	SE	16	91	5,1	11	11	9
	jul.	27,6	17,2	11,9	6,4	-6,4	10,8	79	SE	14	98	5,6	10	9	12
MERCED.	ene.	42,8	31,8	26,0	18,2	5,0	13,6	58	NE	14	98	5,0	11	11	9
	jul.	28,0	17,0	11,9	6,7	-5,8	10,3	78	NE	13	48	5,5	9	11	11
MINAS	ene.	42,0	30,2	24,0	17,0	7,1	13,2	62	NE	11	99	4,8	12	10	9
	jul.	27,0	15,9	11,2	6,9	-3,4	9,0	77	SO	10	90	6,2	7	10	14
MONTEV.	ene.	42,8	28,5	22,5	16,8	7,6	11,7	67	ESE	17	77	4,7	13	11	7
	jul.	28,5	14,8	10,5	6,5	-5,0	8,3	81	NE	15	67	6,2	8	9	14
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
P ^a del ESTE	ene.	36,7	24,9	21,5	17,8	10,6	7,1	73	NE	24	78	5,2	10	11	10
	jul.	25,8	14,3	11,4	8,6	0,4	5,7	81	N	25	65	6,5	6	10	15
RIVERA	ene.	40,4	31,3	25,0	18,0	6,0	13,3	62	E	9	130	4,4	11	13	7
	jul.	29,0	17,4	12,5	6,9	-4,8	10,5	76	S	9	111	4,4	12	11	8
ROCHA	ene.	41,5	27,7	22,1	15,7	5,3	12,0	70	NE	17	90	5,1	10	11	10
	jul.	27,4	15,5	10,7	6,3	-5,6	9,2	82	NNE	13	67	5,8	8	11	12
SALTO	ene.	42,0	31,8	26,2	18,2	8,3	13,6	56	NE	13	116	3,5	18	10	3
	jul.	29,0	17,4	12,5	7,1	-4,8	10,3	73	NE	14	58	4,1	16	9	6
S. JOSE	ene.	43,0	30,9	24,5	17,1	8,2	13,8	60	SE	14	138	4,6	10	15	6
	jul.	27,0	15,6	10,9	6,1	-4,6	9,5	76	NE	13	80	5,4	9	12	10
TACUAR.	ene.	42,8	30,9	24,9	17,5	8,3	13,4	61	E	13	112	4,7	12	11	8
	jul.	27,8	16,4	11,5	6,5	-5,0	9,9	82	NE	12	66	5,4	9	10	12
T. TRES	ene.	41,1	30,4	24,4	16,2	5,0	14,2	59	E	12	99	5,1	10	11	10
	jul.	28,0	16,8	11,7	6,6	-4,0	10,2	78	O	10	78	5,4	10	11	10

Tabla 6: Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío

Fuente: Repartido AT01 – P. 27 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

Temperatura rigurosa de verano T'_{xm} (máxima)

$$T'_{xm} = t_{xm} + 0.297 (t_x - t_{xm})$$

$$T'_{xm} = 28.5^{\circ}\text{C} + 0.297 (42.8^{\circ}\text{C} - 28.5^{\circ}\text{C})$$

$$T'_{xm} = 32.75^{\circ}\text{C}$$

Temperatura rigurosa de invierno T'_{nm} (mínima)

$$T'_{nm} = t_{nm} - 0.413 (t_{nm} - t_n)$$

$$T'_{nm} = 6.5^{\circ}\text{C} - 0.413 [6.5^{\circ}\text{C} - (-5.0^{\circ}\text{C})]$$

$$T'_{nm} = 1.75^{\circ}\text{C}$$

Hora en que se produce T_{qx} (tabla de reparto web, p. 36) – hora solar

PH	12:00 h	NO	: 15:00 h	SE	: 8:00 h
N	12:50 h	E	8:00 h	SO	: 16:00 h
NE	: 9:50 h	O	16:00 h	S	17:50 h

Tabla 7: Tabla de hora solar en que se produce t_{qx}

Fuente: Repartido AT02 – P. 36 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

RADIACION SOLAR GLOBAL I_g (procedimiento según AT GUIÓN I – p.46; tabla para cielo claro y latitud $34^{\circ}50'$ de valores máximos y medios, en Repartido AT01 – p. 19; y tabla para el 22 de diciembre, para cielo claro y latitud $34^{\circ}50'$ según la hora solar, en Repartido AT01 – p. 20)

$\varphi = 34^{\circ} 50'$ CIELO CLARO			ORIENTACIÓN DEL PLANO RECEPTOR					
			N	NE-NO	E-O	SE-SO	S	HORIZ.
22 DICIEMBRE	I _g DENSIDAD DE FLUJO Wh/m^2	MAX.	243	492	717	589	188	1062
		MED.	57	117	151	114	53	367
	Q _g TOTAL DIARIO DE ENERGÍA Wh/m^2		1375	2805	3620	2734	1275	8821
21 MARZO 23 SETIEMBRE	I _g DENSIDAD DE FLUJO Wh/m^2	MAX.	566	686	642	322	44	839
		MED.	167	154	114	48	17	249
	Q _g TOTAL DIARIO DE ENERGÍA Wh/m^2		4004	3689	2726	1148	411	5986
22 JUNIO	I _g DENSIDAD DE FLUJO Wh/m^2	MAX.	680	634	396	67	37	471
		MED.	182	134	57	13	11	112
	Q _g TOTAL DIARIO DE ENERGÍA Wh/m^2		4371	3205	1371	306	261	2684

Tabla 8: Tabla de radiación solar global I_g máxima y mínima

Fuente: Repartido AT01 – P. 19 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

22 DICIEMBRE		34° 50' S					CIELO CLARO			
ORIENTACIÓN		N	NE	NO	E	O	SE	SO	S	HORIZ.
hora de salida del sol para el plano		8,57	4,83	11,22	4,83	12,00	4,83	12,78	15,43	4,83
5	lar	0	28	0	83	0	89	0	43	3
	lar	5	5	5	7	5	7	5	6	9
6	lar	0	204	0	447	0	429	0	159	111
	lar	24	30	24	38	24	37	24	29	52
7	lar	0	348	0	627	0	539	0	135	299
	lar	35	46	35	54	35	52	35	39	80
8	lar	0	427	0	658	0	503	0	54	500
	lar	41	54	41	61	41	56	41	43	98
9	lar	39	435	0	577	0	380	0	0	675
	lar	46	58	44	62	44	56	44	44	109
10	lar	117	383	0	424	0	217	0	0	812
	lar	50	58	46	59	46	53	46	46	117
11	lar	170	280	0	225	0	39	0	0	906
	lar	53	56	47	54	47	49	47	47	122
12	lar	189	134	134	0	0	0	0	0	940
	lar	54	52	52	48	48	48	48	48	124
13	lar	170	0	280	0	225	0	39	0	906
	lar	53	47	56	47	54	47	49	47	122
14	lar	117	0	383	0	424	0	217	0	812
	lar	50	46	58	46	59	46	53	46	117
15	lar	39	0	435	0	577	0	380	0	675
	lar	46	44	58	44	62	44	56	44	109
16	lar	0	0	427	0	658	0	503	54	500
	lar	41	41	54	41	61	41	56	43	98
17	lar	0	0	348	0	627	0	539	135	299
	lar	35	35	46	35	54	35	52	39	80
18	lar	0	0	204	0	447	0	429	159	111
	lar	24	24	30	24	38	24	37	29	52
19	lar	0	0	28	0	83	0	89	43	3
	lar	5	5	5	5	7	5	7	6	9
hora de puesta del sol para el plano		15,43	12,78	19,17	12,00	19,17	11,22	19,17	8,57	19,17

Tabla 9: Tabla de radiación solar global Ig según hora solar

Fuente: Repartido AT01 – P. 20 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/condicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

Siendo $I_g = I_{dir} + I_{dif}$

$$I_{gN-12HS} = 189W/m^2 + 54W/m^2 \Rightarrow I_{gN-12HS} = 243W/m^2$$

$$I_{gE-8HS} = 658W/m^2 + 61W/m^2 \Rightarrow I_{gE-8HS} = 719W/m^2$$

$$I_{gO-16HS} = 658W/m^2 + 61W/m^2 \Rightarrow I_{gO-16HS} = 719W/m^2$$

$$I_{gS-18HS} = 159W/m^2 + 29W/m^2 \Rightarrow I_{gS-18HS} = 188W/m^2$$

$$I_{gPH-12HS} = 940W/m^2 + 124W/m^2 \Rightarrow I_{gPH-12HS} = 1064W/m^2$$

Nota: nótese que la sumatoria de la $I_{dir}+I_{dif}$ correspondiente a los máximos de los planos, datos provistos en la tabla 9, lógicamente se corresponden con los máximos de densidad de flujo detallados en la tabla 8.

VALORES HORARIOS DE LA TEMPERATURA RIGUROSA DEL AIRE EXTERIOR

PARA VERANO							PARA INVIERNO								
•	F _t	•	F _t	•	F _t	•	F _t	•	F _t	•	F _t	•	F _t		
1	0,157	7	0,133	13	0,990	19	0,530	1	0,129	7	0	13	0,962	19	0,419
2	0,114	8	0,373	14	1	20	0,428	2	0,095	8	0,060	14	1	20	0,345
3	0,072	9	0,578	15	0,982	21	0,349	3	0,060	9	0,310	15	0,979	21	0,290
4	0,030	10	0,753	16	0,940	22	0,295	4	0,036	10	0,560	16	0,897	22	0,241
5	0	11	0,880	17	0,855	23	0,241	5	0,017	11	0,741	17	0,721	23	0,198
6	0,006	12	0,964	18	0,735	24	0,205	6	0,002	12	0,879	18	0,534	24	0,162

Tabla 10: Tabla de horarios de la temperatura rigurosa del aire exterior

Fuente: Repartido AT02 – P. 35 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/accondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

ABSORTANCIA (Tabla 8 – valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores – P. 23)

Tabla 8 - Valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores

Materiales	Coeficiente de absorción			
Ladrillo común	0,7			
Ladrillos negros oscuros	0,75 a 0,85			
Ladrillos rojos claros	0,50 a 0,60			
Hormigón a la vista	0,70			
Hormigón a la vista (texturado)	0,80			
Hormigón con agregado y cemento blanco	0,50			
Revoque	0,55			
Revoque claro	0,40			
Marfil blanco	0,40 a 0,50			
Baldosas rojas	0,85			
Fibrocemento	0,60			
Aluminio anodizado (natural)	0,45			
Aluminio envejecido	0,80			
Chapa galvanizada	0,50			
Pintura	Claro	Mediano	Oscuro	
Amarillo	0,30	0,50	0,70	
Castaño claro (beige)	0,35	0,55	0,90	
Castaño	0,45	0,75	0,98	
Rojo	0,85	0,80	0,90	
Verde	0,40	0,70	0,85	
Azul	0,40	0,75	0,90	
Gris	0,45	0,65	0,75	
Anaranjado	0,40	0,60	0,75	
Rosa	0,45	0,55	0,70	
Púrpura	0,60	0,80	0,90	
Aluminio	0,45			
Negro			0,95	

Tabla 11: Tabla de valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores

Fuente: Norma IRAM 11605, p. 23

RESISTENCIAS SUPERFICIALES EXTERIORES E INTERIORES (Tabla en norma UNIT 6946 – p. 4)

Tabla 1 – Resistencias superficiales convencionales

Resistencias superficiales $m^2.K/W$	Dirección del flujo de calor		
	Ascendente	Horizontal	Descendente
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

NOTA 1: Los valores dados son valores de diseño. Para los propósitos de declaración de la transmitancia térmica de los componentes y otros casos donde son requeridos valores independientes de la dirección del flujo de calor, o cuando la dirección del flujo de calor es probable que varíe, se recomienda que sean usados los valores correspondientes al flujo de calor horizontal.

NOTA 2: Las resistencias superficiales se aplican a las superficies en contacto con el aire. No se aplican a aquellas superficies en contacto con otro material.

Tabla 12: Tabla de resistencias superficiales convencionales

Fuente: Norma UNIT 6946, p. 4

TEMPERATURAS DE CONFORT (según investigaciones DECCA, AT FICHA 1 – p. 17)

	Rangos de confort (según DECCA)		Rangos de confort (según ASHRAE)	
	Período frío	Período caluroso	Período frío	Período caluroso
MONTEVIDEO	18 a 22/24 °C	22 a 26/27 °C	18.5 a 23.8°C	22.3 a 27.2°C
SALTO	18 a 22/24 °C	22 a 27/28 °C	19.5 a 24°C	23.8 a 28.5

Tabla 13: Tabla de escalas utilizadas en la investigación sobre confort

Fuente: AT FICHA 1 – p. 17

Por lo tanto:

Ti invierno = $(18^{\circ}C + 24^{\circ}C)/2 \Rightarrow$ **ti invierno = 21°C**

Ti verano = $(22^{\circ}C + 27^{\circ}C)/2 \Rightarrow$ **ti verano = 24.5°C**

TEMPERATURA DE CÁLCULO PARA URUGUAY (Tabla de condiciones rigurosas, Repartido AT02 – p. 38 y 39)

CIUDAD	DATO	VERANO				
		HORIZONTAL	N	NE	E	SE
ARTIGAS	$t_{qm} =$	24,12 + 14,68 [±]	28,12 + 1,75 [±]	28,12 + 4,31 [±]	28,12 + 5,90 [±]	28,12 + 4,64 [±]
	$\tau_s =$	6,45 + 28,48 [±]	6,45 + 5,73 [±]	1,08 + 14,29 [±]	-1,77 + 22,78 [±]	-3,43 + 18,84 [±]
COLONA	$t_{qm} =$	22,61 + 14,70 [±]	26,61 + 2,29 [±]	26,61 + 4,67 [±]	26,61 + 6,03 [±]	26,61 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	4,04 + 27,78 [±]	4,04 + 7,43 [±]	0,68 + 15,01 [±]	-1,10 + 22,65 [±]	-2,15 + 18,40 [±]
MELO	$t_{qm} =$	23,48 + 14,68 [±]	27,48 + 1,75 [±]	27,48 + 4,31 [±]	27,48 + 5,90 [±]	27,48 + 4,64 [±]
	$\tau_s =$	6,64 + 28,48 [±]	6,64 + 5,73 [±]	1,12 + 14,29 [±]	-1,82 + 22,78 [±]	-3,53 + 18,84 [±]
MERCED	$t_{qm} =$	24,27 + 14,70 [±]	28,27 + 2,29 [±]	28,27 + 4,67 [±]	28,27 + 6,03 [±]	28,27 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	6,31 + 27,78 [±]	6,31 + 7,43 [±]	1,06 + 15,01 [±]	-1,73 + 22,65 [±]	-3,36 + 18,40 [±]
MINAS	$t_{qm} =$	23,10 + 14,70 [±]	27,10 + 2,29 [±]	27,10 + 4,67 [±]	27,10 + 6,03 [±]	27,10 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	6,12 + 27,78 [±]	6,12 + 7,43 [±]	1,03 + 15,01 [±]	-1,68 + 22,65 [±]	-3,26 + 18,40 [±]
MONTEV.	$t_{qm} =$	22,90 + 14,70 [±]	26,90 + 2,29 [±]	26,90 + 4,67 [±]	26,90 + 6,03 [±]	26,90 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	5,43 + 27,78 [±]	5,43 + 7,43 [±]	0,91 + 15,01 [±]	-1,49 + 22,65 [±]	-2,89 + 18,40 [±]
PAYSAN.	$t_{qm} =$	24,10 + 14,68 [±]	28,10 + 1,75 [±]	28,10 + 4,31 [±]	28,10 + 5,90 [±]	28,10 + 4,64 [±]
	$\tau_s =$	6,73 + 28,48 [±]	6,73 + 5,73 [±]	1,13 + 14,29 [±]	-1,84 + 22,78 [±]	-3,58 + 18,84 [±]
P del ESTE	$t_{qm} =$	20,85 + 14,70 [±]	24,85 + 2,29 [±]	24,85 + 4,67 [±]	24,85 + 6,03 [±]	24,85 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	3,29 + 27,78 [±]	3,29 + 7,43 [±]	0,55 + 15,01 [±]	-0,90 + 22,65 [±]	-1,75 + 18,40 [±]
RIVERA	$t_{qm} =$	23,35 + 14,68 [±]	27,35 + 1,75 [±]	27,35 + 4,31 [±]	27,35 + 5,90 [±]	27,35 + 4,64 [±]
	$\tau_s =$	6,17 + 28,48 [±]	6,17 + 5,73 [±]	1,04 + 14,29 [±]	-1,69 + 22,78 [±]	-3,29 + 18,84 [±]
ROCHA	$t_{qm} =$	21,80 + 14,70 [±]	25,80 + 2,29 [±]	25,80 + 4,67 [±]	25,80 + 6,03 [±]	25,80 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	5,57 + 27,78 [±]	5,57 + 7,43 [±]	0,94 + 15,01 [±]	-1,52 + 22,65 [±]	-2,96 + 18,40 [±]
SALTO	$t_{qm} =$	24,03 + 14,68 [±]	28,03 + 1,75 [±]	28,03 + 4,31 [±]	28,03 + 5,90 [±]	28,03 + 4,64 [±]
	$\tau_s =$	6,31 + 28,48 [±]	6,31 + 5,73 [±]	1,06 + 14,29 [±]	-1,73 + 22,78 [±]	-3,36 + 18,84 [±]
S.JOSÉ	$t_{qm} =$	23,59 + 14,70 [±]	27,59 + 2,29 [±]	27,59 + 4,67 [±]	27,59 + 6,03 [±]	27,59 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	6,40 + 27,78 [±]	6,40 + 7,43 [±]	1,08 + 15,01 [±]	-1,75 + 22,65 [±]	-3,41 + 18,40 [±]
TACUAR.	$t_{qm} =$	23,73 + 14,68 [±]	27,73 + 1,75 [±]	27,73 + 4,31 [±]	27,73 + 5,90 [±]	27,73 + 4,64 [±]
	$\tau_s =$	6,22 + 28,48 [±]	6,22 + 5,73 [±]	1,05 + 14,29 [±]	-1,70 + 22,78 [±]	-3,31 + 18,84 [±]
T.TRES	$t_{qm} =$	22,48 + 14,70 [±]	26,48 + 2,29 [±]	26,48 + 4,67 [±]	26,48 + 6,03 [±]	26,48 + 4,56 [±]
	$\tau_s =$	6,59 + 27,78 [±]	6,59 + 7,43 [±]	1,11 + 15,01 [±]	-1,80 + 22,65 [±]	-3,51 + 18,40 [±]

Tabla 14: Tabla de temperaturas de cálculo para Uruguay / condiciones rigurosas

Fuente: Repartido AT02 – p. 38 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

CIUDAD	DATO	VERANO				INVIERNO		
		NO	O	SO	S	PLANOS VERTICALES	PLANO HORIZONTAL	
ARTIGAS	$t_{qm} =$	28,12 + 4,31 ²	28,12 + 5,90 ²	28,12 + 4,64 ²	28,12 + 2,22 ²	$t'_m =$	8,49	4,49
	$\gamma_s =$	6,70 + 14,29 ²	6,12 + 22,78 ²	5,53 + 18,84 ²	4,93 + 5,34 ²	$\gamma'_i =$	5,50	5,50
COLONIA	$t_{qm} =$	26,61 + 14,67 ²	26,61 + 6,03 ²	26,61 + 4,56 ²	26,61 + 2,12 ²	$t'_m =$	7,94	3,94
	$\gamma_s =$	4,19 + 15,01 ²	3,83 + 22,65 ²	3,46 + 18,40 ²	3,09 + 4,84 ²	$\gamma'_i =$	3,10	3,10
MELO	$t_{qm} =$	27,48 + 4,31 ²	27,48 + 5,90 ²	27,48 + 4,64 ²	27,48 + 2,22 ²	$t'_m =$	6,51	2,51
	$\gamma_s =$	6,89 + 14,29 ²	6,29 + 22,78 ²	5,69 + 18,84 ²	5,08 + 5,34 ²	$\gamma'_i =$	5,40	5,40
MERCED.	$t_{qm} =$	28,27 + 4,67 ²	28,27 + 6,03 ²	28,27 + 4,56 ²	28,27 + 2,12 ²	$t'_m =$	6,69	2,69
	$\gamma_s =$	6,56 + 15,01 ²	5,98 + 22,65 ²	5,41 + 18,40 ²	4,83 + 4,84 ²	$\gamma'_i =$	5,15	5,15
MINAS	$t_{qm} =$	27,10 + 4,67 ²	27,10 + 6,03 ²	27,10 + 4,56 ²	27,10 + 2,12 ²	$t'_m =$	7,15	3,15
	$\gamma_s =$	6,36 + 15,01 ²	5,81 + 22,65 ²	5,25 + 18,40 ²	4,69 + 4,84 ²	$\gamma'_i =$	4,50	4,50
MONTEV.	$t_{qm} =$	26,90 + 4,67 ²	26,90 + 6,03 ²	26,90 + 4,56 ²	26,90 + 2,12 ²	$t'_m =$	5,90	1,90
	$\gamma_s =$	5,64 + 15,01 ²	5,15 + 22,65 ²	4,66 + 18,40 ²	4,15 + 4,84 ²	$\gamma'_i =$	4,15	4,15
PAYSAN.	$t_{qm} =$	28,10 + 4,31 ²	28,10 + 5,90 ²	28,10 + 4,64 ²	28,10 + 2,22 ²	$t'_m =$	6,30	2,30
	$\gamma_s =$	6,99 + 14,29 ²	6,38 + 22,78 ²	5,77 + 18,40 ²	5,15 + 5,34 ²	$\gamma'_i =$	5,45	5,45
PdEL ESTE	$t_{qm} =$	24,85 + 4,67 ²	24,85 + 6,03 ²	24,85 + 4,56 ²	24,85 + 2,12 ²	$t'_m =$	8,06	4,06
	$\gamma_s =$	3,42 + 15,01 ²	3,12 + 22,65 ²	2,83 + 18,40 ²	2,52 + 4,84 ²	$\gamma'_i =$	2,85	2,85
RIVERA	$t_{qm} =$	27,35 + 4,31 ²	27,35 + 5,90 ²	27,35 + 4,64 ²	27,35 + 2,22 ²	$t'_m =$	7,32	3,32
	$\gamma_s =$	6,41 + 14,29 ²	5,85 + 22,78 ²	5,29 + 18,84 ²	4,72 + 5,34 ²	$\gamma'_i =$	5,25	5,25
ROCHA	$t_{qm} =$	25,80 + 4,67 ²	25,80 + 6,03 ²	25,80 + 4,56 ²	25,80 + 2,12 ²	$t'_m =$	5,99	1,99
	$\gamma_s =$	5,78 + 15,01 ²	5,28 + 22,65 ²	4,78 + 18,40 ²	4,26 + 4,84 ²	$\gamma'_i =$	4,60	4,60
SALTO	$t_{qm} =$	28,03 + 4,31 ²	28,03 + 5,90 ²	28,03 + 4,64 ²	28,03 + 2,22 ²	$t'_m =$	7,34	3,34
	$\gamma_s =$	6,56 + 14,29 ²	5,98 + 22,78 ²	5,41 + 18,84 ²	4,83 + 5,34 ²	$\gamma'_i =$	5,15	5,15
S.JOSÉ	$t_{qm} =$	27,59 + 4,67 ²	27,59 + 6,03 ²	27,59 + 4,56 ²	27,59 + 2,22 ²	$t'_m =$	6,43	2,43
	$\gamma_s =$	6,65 + 15,01 ²	6,07 + 22,65 ²	5,49 + 18,40 ²	4,83 + 22,65 ²	$\gamma'_i =$	4,75	4,75
TACUAR.	$t_{qm} =$	27,73 + 4,31 ²	27,73 + 5,90 ²	27,73 + 4,64 ²	27,73 + 2,22 ²	$t'_m =$	6,70	2,70
	$\gamma_s =$	6,46 + 14,29 ²	5,90 + 22,78 ²	5,33 + 18,84 ²	4,76 + 5,34 ²	$\gamma'_i =$	4,95	4,95
T.TRES	$t_{qm} =$	26,48 + 4,67 ²	26,48 + 6,03 ²	26,48 + 4,56 ²	26,48 + 2,12 ²	$t'_m =$	7,32	3,32
	$\gamma_s =$	6,84 + 15,01 ²	6,25 + 22,65 ²	5,65 + 18,40 ²	5,04 + 4,84 ²	$\gamma'_i =$	5,10	5,10

Tabla 15: Tabla de temperaturas de cálculo para Uruguay / condiciones rigurosas

Fuente: Repartido AT02 – p. 39 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA PARA INVIERNO Y VERANO (Tabla de condiciones rigurosas, IRAM 11605) – se buscaron condiciones equivalentes de zona bioclimática en Uruguay para verificar si cumple o no

Tabla 1 - Valores de $K_{MAX ADM}$ para condición de invierno *

en W/m^2K

Temperatura exterior de diseño (t_{ed}) [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
- 15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
- 14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
- 13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
- 12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
- 11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
- 10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
- 9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
- 8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
- 7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
- 6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
- 5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
- 4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
- 3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
- 2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
- 1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥ 0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

* Para valores de t_{ed} intermedios, los valores de $K_{MAX ADM}$ se obtienen por interpolación lineal.

Tabla 16: Transmitancia máxima admisible para condiciones de invierno

Fuente: IRAM 11605, p. 7

MONTEVIDEO – pertenece a la zona climática IVd templada fría => En Argentina esta zona equivale a la zona bioambiental IV

Tabla 2 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros

en $W/m^2.K$

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Tabla 3 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano en techos

en $W/m^2.K$

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

Tabla 17: Transmitancia máxima admisible para condiciones de verano

Fuente: IRAM 11605, p. 8

TRANSMITANCIA TÉRMICA MEDIA PONDERADA

$$U_m = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$$

C1

Área de la pilastra representa un 4% del área total del m2 de solución constructiva

$$U_m = \frac{(0.86 \text{ W/m}^2\text{K} \times 96\%) + (1.41 \text{ W/m}^2\text{K} \times 4\%)}{100}$$

$$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$$

C4

Área de la pilastra representa un 4% del área total del m2 de solución constructiva

$$U_m = \frac{(0.60 \text{ W/m}^2\text{K} \times 96\%) + (1.29 \text{ W/m}^2\text{K} \times 4\%)}{100}$$

$$U_m = 0.63 \text{ W/m}^2\text{K}$$

CORRECCIÓN DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEBIDO A PUENTES TÉRMICOS

$$U_c = U + \Delta U \quad \text{siendo } \Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

ΔU_g corrección para los huecos

$$\Delta U_g = \Delta U'' \left(\frac{R1}{R_{t,h}} \right)^2$$

ΔU_f = corrección para las fijaciones mecánicas

$$\Delta U_f = \alpha \times \left(\frac{\lambda_f \times A_f \times n_f}{d_o} \right) \times \left(\frac{R1}{R_{t,h}} \right)$$

ΔU_r = corrección para los techos invertidos N/A por no tener XPS en ninguna capa

M1

$$U = 0.83 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\Delta U'' = 0.00 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (porque se está evaluando paño central)}$$

$$R1 \text{ eps} = \frac{0.02 \text{ m}}{0.04 \text{ W/mK}} = 0.5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{t,h} = \frac{1}{0.83 \text{ W/m}^2\text{K}} = 1.205 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\alpha = 0.8 \text{ (porque el bigote penetra completamente la capa aislante)}$$

$$\lambda_f = 50.0 \text{ W/mK}$$

$$A_f \text{ alambre: diámetro} = 0.004 \text{ m} \Rightarrow \text{área} = D^2 \pi = (0.004 \text{ m})^2 \pi$$

$$A_f = 5.03 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$n_f = 4$$

$$d_o = 0.02 \text{ m}$$

$$U_c = U + \Delta U$$

$$U_c = 0.83 \text{ W/m}^2\text{K} + [0.00 \text{ W/m}^2\text{K} \left(\frac{0.5 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.205 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2] + [0.8 \times \left(\frac{50.0 \text{ W/Mk} \times 5.03 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \times 4}{0.02 \text{ m}} \right) \times \left(\frac{0.5 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.205 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2]$$

$$U_c = 0.83 \text{ W/m}^2\text{K} + 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_c = 0.99 \text{ W/m}^2\text{K}$$

M2

N/A porque no tiene capa aislante

M3

$$U = 0.85\text{W/m}^2\text{K}$$

$$\Delta U'' = 0.00\text{W/m}^2\text{K} \text{ (porque se está evaluando paño central)}$$

$$R1 \text{ eps} = \frac{0.02\text{m}}{0.04\text{W/mK}} = 0.5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{t,h} = \frac{1}{0.85\text{W/m}^2\text{K}} = 1.176 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\alpha = 0.8 \text{ (porque el bigote penetra completamente la capa aislante)}$$

$$\lambda_f = 50.0\text{W/mK}$$

$$\text{Af alambre: diámetro} = 0.004\text{m} \Rightarrow \text{área} = D^2\pi = (0.004\text{m})^2\pi$$

$$A_f = 5.03 \times 10^{-05} \text{m}^2$$

$$n_f = 4$$

$$d_o = 0.02\text{m}$$

$$U_c = U + \Delta U$$

$$U_c = 0.85\text{W/m}^2\text{K} + [0.00\text{W/m}^2\text{K} \left(\frac{0.5 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.176 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2] + [0.8 \times \left(\frac{50.0 \text{ W/Mk} \times 5.03 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \times 4}{0.02\text{m}} \right) \times \left(\frac{0.5 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.176 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2]$$

$$U_c = 0.85\text{W/m}^2\text{K} + 0.17\text{W/m}^2\text{K}$$

$$\mathbf{U_c = 1.02\text{W/m}^2\text{K}}$$

M4

N/A porque la capa aislante esta ubicada al exterior y no presenta discontinuidades por anclajes

C1

N/A porque la pilastra forma un puente térmico, de modo que el procedimiento se realiza más detalladamente con la norma UNIT-ISO 10211, y queda fuera del alcance del presente trabajo

C2

N/A porque no tiene capa aislante

C3

N/A porque la capa aislante no presenta discontinuidades por anclajes

C4

N/A porque la pilastra forma un puente térmico, de modo que el procedimiento se realiza más detalladamente con la norma UNIT-ISO 10211, y queda fuera del alcance del presente trabajo

TEMPERATURA EQUIVALENTE (TEMPERATURA SOL-AIRE) a la hora de Te máxima por plano

$$T_{\text{sol-aire}_z} = t_{e_z} + (I_{g_z} \times \alpha \times R_{se}) \quad \text{para planos verticales}$$

$$T_{\text{sol-aire}_z} = t_{e_z} + (I_{g_z} \times \alpha \times R_{se}) - 4 \quad \text{para planos horizontales}$$

$$\text{Siendo } t_{e_z} = t'_{nm} + A \times F_z$$

$$t'_{nm} = t'_{xm} - A$$

VERANO

M1

$$T_{\text{sol-aire norte}_{12\text{HS}}} = ((32.75^\circ\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire norte}_{12\text{HS}}} = 39.13 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire este}_{8\text{HS}}} = ((32.75^\circ\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire este}_{8\text{HS}}} = 49.70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}_{16\text{HS}}} = ((32.75^\circ\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}_{16\text{HS}}} = 52.12 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire sur}_{18\text{HS}}} = ((32.75^\circ\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire sur}_{18\text{HS}}} = 34.91 \text{ }^\circ\text{C}$$

M2

$$T_{\text{sol-aire norte}_{12\text{HS}}} = ((32.75^\circ\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire norte}_{12\text{HS}}} = 39.13 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire este}_{8\text{HS}}} = ((32.75^\circ\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire este}_{8\text{HS}}} = 49.70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}_{16\text{HS}}} = ((32.75^\circ\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}_{16\text{HS}}} = 52.12 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sol-air sur}}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air sur}}_{18\text{HS}} = 34.91^{\circ}\text{C}}$$

M3

$$T_{\text{sol-air norte}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air norte}}_{12\text{HS}} = 39.13^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{\text{sol-air este}}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air este}}_{8\text{HS}} = 49.70^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{\text{sol-air oeste}}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air oeste}}_{16\text{HS}} = 52.12^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{\text{sol-air sur}}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W}/\text{m}^2 \times 0.7 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air sur}}_{18\text{HS}} = 34.91^{\circ}\text{C}}$$

M4

$$T_{\text{sol-air norte}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W}/\text{m}^2 \times 0.35 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air norte}}_{12\text{HS}} = 35.73^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{\text{sol-air este}}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.35 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air este}}_{8\text{HS}} = 35.45^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{\text{sol-air oeste}}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W}/\text{m}^2 \times 0.35 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air oeste}}_{16\text{HS}} = 42.09^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{\text{sol-air sur}}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W}/\text{m}^2 \times 0.35 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\mathbf{T_{\text{sol-air sur}}_{18\text{HS}} = 32.28^{\circ}\text{C}}$$

C1

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (1062\text{W}/\text{m}^2 \times 0.75 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4$$

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = 60.19^{\circ}\text{C}$$

C2

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + [(1062\text{W}/\text{m}^2 \times 0.45 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4]$$

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = 47.44^{\circ}\text{C}$$

C3

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + [(1062\text{W}/\text{m}^2 \times 0.45 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4]$$

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = 47.44^{\circ}\text{C}$$

C4

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + [(1062\text{W}/\text{m}^2 \times 0.75 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4]$$

$$T_{\text{sol-air horizontal}}_{12\text{HS}} = 60.19^{\circ}\text{C}$$

TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERIOR – valores máximos (verano) y mínimos (invierno)

INVIERNO $t_{sn} = t_i + R_{si} \times [U (t_{qm} - t_i)] - \mu\theta_s = \text{temperatura superficial mínima}$

VERANO $t_{sx} = t_i + R_{si} \times [U (t_{qm} - t_i)] + \mu\theta_s = \text{temperatura superficial máxima}$

INVIERNO

M1

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 0.83\text{W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.028 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 19.63^{\circ}\text{C}}$$

M2

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 1.44\text{W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.05 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 18.62^{\circ}\text{C}}$$

M3

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 0.85\text{W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.04 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 19.55^{\circ}\text{C}}$$

M4

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 0.63\text{W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.036 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 19.90^{\circ}\text{C}}$$

C1

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times [0.86\text{W/m}^2\text{K} (1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.014 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 18.81^{\circ}\text{C}}$$

C2

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times 3.79\text{W/m}^2\text{K} [(1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.168 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 10.89^{\circ}\text{C}}$$

C3

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times 0.77\text{W/m}^2\text{K} [(1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.013 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 19.03^{\circ}\text{C}}$$

C4

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times 0.60\text{W/m}^2\text{K} [(1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.008 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 19.48^{\circ}\text{C}}$$

VERANO

M1

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.83\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.29^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.028 \times [5.43 + (7.43 \times 0.7)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ norte}} = 25.36^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ este}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.83\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.028 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.7)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ este}} = 25.84^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ oeste}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.83\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.028 \times [5.15 + (22.65 \times 0.7)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ oeste}} = 26.02^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.83\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.12^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.028 \times [4.15 + (4.84 \times 0.7)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ sur}} = 25.26^{\circ}\text{C}}$$

M2

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.44\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.29^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.05 \times [5.43 + (7.43 \times 0.7)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ norte}} = 26.01^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ este}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.44\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.05 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.7)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ este}} = 26.84^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ oeste}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.44\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.05 \times [5.15 + (22.65 \times 0.7)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ oeste}} = 27.17^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.44\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.12^{\circ}\text{C} \times 0.7) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.05 \times [4.15 + (4.84 \times 0.7)])\}$$

Tsx sur = 25.83°C

M3

$T_{sx\ norte} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.85W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.29^{\circ}C \times 0.7) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.04 \times [5.43 + (7.43 \times 0.7)])\}$

Tsx norte = 25.50°C

$T_{sx\ este} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.85W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.7) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.04 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.7)])\}$

Tsx este = 26.03°C

$T_{sx\ oeste} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.85W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.7) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.04 \times [5.15 + (22.65 \times 0.7)])\}$

Tsx oeste = 26.30°C

$T_{sx\ sur} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.85W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.12^{\circ}C \times 0.7) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.04 \times [4.15 + (4.84 \times 0.7)])\}$

Tsx sur = 25.36°C

M4

$T_{sx\ norte} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.63W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.29^{\circ}C \times 0.35) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.036 \times [5.43 + (7.43 \times 0.35)])\}$

Tsx norte = 25.13°C

$T_{sx\ este} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.63W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.35) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.036 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.35)])\}$

Tsx este = 25.22°C

$T_{sx\ oeste} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.63W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.35) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.036 \times [5.15 + (22.65 \times 0.35)])\}$

Tsx oeste = 25.45°C

$T_{sx\ sur} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.63W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.12^{\circ}C \times 0.35) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.036 \times [4.15 + (4.84 \times 0.35)])\}$

Tsx sur = 24.05°C

C1

$T_{sx\ horizontal} = 24.5^{\circ}C + 0.13\ W/m^2 \times \{0.86W/m^2K [(22.90^{\circ}C + (14.7^{\circ}C \times 0.75) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.014 \times [5.43 + (27.78 \times 0.75)])\}$

Tsx horizontal = 25.92°C

C2

$$T_{sx \text{ horizontal}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times \{3.79\text{W/m}^2\text{K} [(22.90^{\circ}\text{C} + (14.7^{\circ}\text{C} \times 0.45)) - 24.5^{\circ}\text{C}] + \{(0.168 \times [5.43 + (27.78 \times 0.45)])\}$$

$$T_{sx \text{ horizontal}} = 29.98^{\circ}\text{C}$$

C3

$$T_{sx \text{ horizontal}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times \{0.77\text{W/m}^2\text{K} [(22.90^{\circ}\text{C} + (14.7^{\circ}\text{C} \times 0.45)) - 24.5^{\circ}\text{C}] + \{(0.013 \times [5.43 + (27.78 \times 0.45)])\}$$

$$T_{sx \text{ horizontal}} = 25.24^{\circ}\text{C}$$

C4

$$T_{sx \text{ horizontal}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times \{0.60\text{W/m}^2\text{K} [(22.90^{\circ}\text{C} + (14.7^{\circ}\text{C} \times 0.75)) - 24.5^{\circ}\text{C}] + \{(0.008 \times [5.43 + (27.78 \times 0.75)])\}$$

$$T_{sx \text{ horizontal}} = 25.45^{\circ}\text{C}$$

DENSIDAD DE FLUJO (considerando el aporte solar en verano)

INVIERNO $Q_{\text{cond}} = U (t_i - t_e)$

VERANO $Q_{\text{cond}} = U [(t_{\text{sol-aire}} + t_e) - t_i]$

INVIERNO

M1

$Q_{\text{cond vertical}} = 0.83\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 15.98\text{W/m}^2$

M2

$Q_{\text{cond vertical}} = 1.44\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 27.72\text{W/m}^2$

M3

$Q_{\text{cond vertical}} = 0.85\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 16.36\text{W/m}^2$

M4

$Q_{\text{cond vertical}} = 0.63\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 12.13\text{W/m}^2$

C1

$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.86\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 16.56\text{W/m}^2$

C2

$Q_{\text{cond horizontal}} = 3.79\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 72.96\text{W/m}^2$

C3

$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.77\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 14.82\text{W/m}^2$

C4

$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.60\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 11.55\text{W/m}^2$

VERANO

M1

$Q_{\text{cond norte}} = 0.83\text{W/m}^2\text{K} [(39.13^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond norte}} = 39.33\text{W/m}^2$

$Q_{\text{cond este}} = 0.83\text{W/m}^2\text{K} [(49.70^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond este}} = 48.09\text{W/m}^2$

$Q_{\text{cond oeste}} = 0.83\text{W/m}^2\text{K} [(52.12^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond oeste}} = 50.11\text{W/m}^2$

$Q_{\text{cond sur}} = 0.83\text{W/m}^2\text{K} [(34.91^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond sur}} = 35.82\text{W/m}^2$

M2

$Q_{\text{cond norte}} = 1.44\text{W/m}^2\text{K} [(39.13^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond norte}} = 68.22\text{W/m}^2$

$Q_{\text{cond este}} = 1.44\text{W/m}^2\text{K} [(49.70^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond este}} = 83.45\text{W/m}^2$

$Q_{\text{cond oeste}} = 1.44\text{W/m}^2\text{K} [(52.12^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond oeste}} = 86.93\text{W/m}^2$

$Q_{\text{cond sur}} = 1.44\text{W/m}^2\text{K} [(34.91^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond sur}} = 62.15\text{W/m}^2$

M3

$Q_{\text{cond norte}} = 0.85\text{W/m}^2\text{K} [(39.13^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond norte}} = 40.27\text{W/m}^2$

$$Q_{\text{cond este}} = 0.85\text{W/m}^2\text{K} [(49.70^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond este}} = 49.26\text{W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond oeste}} = 0.85\text{W/m}^2\text{K} [(52.12^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond oeste}} = 51.31\text{W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond sur}} = 0.85\text{W/m}^2\text{K} [(34.91^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond sur}} = 36.69\text{W/m}^2}$$

M4

$$Q_{\text{cond norte}} = 0.63\text{W/m}^2\text{K} [(35.73^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond norte}} = 27.70\text{W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond este}} = 0.63\text{W/m}^2\text{K} [(35.45^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond este}} = 27.53\text{W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond oeste}} = 0.63\text{W/m}^2\text{K} [(42.09^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond oeste}} = 31.71\text{W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond sur}} = 0.63\text{W/m}^2\text{K} [(32.28^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond sur}} = 25.53\text{W/m}^2}$$

C1

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.86\text{W/m}^2\text{K} [(60.19^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond horizontal}} = 58.86\text{W/m}^2}$$

C2

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 3.79\text{W/m}^2\text{K} [(47.44^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond horizontal}} = 211.07\text{W/m}^2}$$

C3

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.77\text{W/m}^2\text{K} [(47.44^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond horizontal}} = 42.88\text{W/m}^2}$$

C4

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.60\text{W/m}^2\text{K} [(60.19^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{\text{cond horizontal}} = 41.06\text{W/m}^2}$$

R.O.U. --- M.T.S.S. --- LAUDOS VIGENTES EN EL PERIODO : 1º/10/17 AL 31/7/18

CATEGORIA	JORNAL ANT.	JORNAL 8 HORAS	JORNAL HORA	DESC. INTERM.	R.H.T.	Subtotal HORA	INCENT. SEMANAL	PART. FIJA ALIM.	TOTAL HORA	FERIAD. PAGOS	HORAS LLUVIA	INCENT. MENSUAL	ASAMB. DE SEGUR.	TOTAL PARA PRESU-PUEST.	MONTO IMP.	
III	PEON COMUN,CANCHERO	951,91	1028,07	128,51	8,03	14,20	150,75	14,60	3,41	168,76	4,11	4,37	6,43	3,06	186,72	156,71
IV	PEON PRACTICO	1037,10	1120,06	140,01	8,75	14,20	162,96	15,91	3,41	182,28	4,48	4,76	7,00	3,33	201,86	170,73
V	MEDIO OFICIAL ALBAÑIL	1122,49	1212,29	151,54	9,47	17,24	178,24	17,22	3,41	198,87	4,85	5,15	7,58	3,61	220,06	184,79
V	MEDIO OFICIAL HERRERO	1122,49	1212,29	151,54	9,47	17,24	178,24	17,22	3,41	198,87	4,85	5,15	7,58	3,61	220,06	184,79
V	MEDIO OFICIAL PINTOR	1122,49	1212,29	151,54	9,47	17,24	178,24	17,22	3,41	198,87	4,85	5,15	7,58	3,61	220,06	184,79
VI	M.OF. CARP. SANIT. ELECT.	1214,77	1311,95	163,99	10,25	17,24	191,48	18,64	3,41	213,52	5,25	5,58	8,20	3,90	236,45	199,98
VII	OFICIAL PAVIMENTO	1308,79	1413,49	176,69	11,04	17,24	204,97	20,08	3,41	228,45	5,65	6,01	8,83	4,21	253,15	215,46
VIII	OFICIAL ALBAÑIL	1501,44	1621,56	202,69	12,67	17,24	232,60	23,03	3,41	259,04	6,49	6,89	10,13	4,83	287,38	247,18
VIII	OFICIAL HERRERO	1501,44	1621,56	202,69	12,67	17,24	232,60	23,03	3,41	259,04	6,49	6,89	10,13	4,83	287,38	247,18
VIII	OFICIAL PINTOR	1501,44	1621,56	202,69	12,67	17,24	232,60	23,03	3,41	259,04	6,49	6,89	10,13	4,83	287,38	247,18
VIII	OFICIAL SANITARIO	1501,44	1621,56	202,69	12,67	17,24	232,60	23,03	3,41	259,04	6,49	6,89	10,13	4,83	287,38	247,18
IX	OFICIAL FINALISTA	1599,97	1727,96	216,00	13,50	17,24	246,73	24,54	3,41	274,68	6,91	7,34	10,80	5,14	304,88	263,39
IX	OFICIAL CARPINTERO	1599,97	1727,96	216,00	13,50	17,24	246,73	24,54	3,41	274,68	6,91	7,34	10,80	5,14	304,88	263,39

Compensación desgaste ropa			5,000%	1212,29	60,61
Compensación desgaste herramientas			2,000%	1212,29	24,25
Compensación transporte			4,374%	1212,29	53,03
Compensación transporte Mensual					
Compensación trabajo en altura		> 10 MTS.	9,00%	1212,29	109,11

R.T.		113,64
R.H.T.		137,89

INCREMENTO DE SALARIOS BASICO	8%	
-------------------------------	----	--

TRASLADO A PRECIOS BASICO	8%	
---------------------------	----	--

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	--------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES		COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA
			1	2	

M1
(del Ext. al Int.)

Ladrillo visto	12 cm.	m2.	1	84
			3	
			3	
Cám. Aire	3 cm.	m2.	-	-
EPS	2 cm.	m2.	3	-
			3	
A. y p. c/hidrófugo	1 cm.	m2.	1	164
			1	
			3	
Ladrillo interior	12 cm.	m2.	1	85
			1	
			1	
Bolseado	0,2 cm.	m2.	3	
			3	
Pintura a la cal	0,03 cm.	m2.	3	

Lad. Campo p/vista	55	lad.	B	\$ 13,00	\$ 715,00
Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 155,15
Portland	5	kg.	B	\$ 7,56	\$ 37,80
Alambre galv. No. 8	1,4	m.l.	A	\$ 19,28	\$ 26,99
-	-	-	-	0	-
EPS 2 cm.	1	m2.	F	\$ 50,04	\$ 50,04
Emulsión asf.	0,3	kg.	A	\$ 28,04	\$ 8,41
Arena terciada	0,01	m3.	B	\$ 754,29	\$ 7,54
Portland	2,50	kg.	B	\$ 7,56	\$ 18,90
Hidrófugo	0,2	lt.	A	\$ 31,80	\$ 6,36
Lad. Campo común	55	lad.	A	\$ 10,00	\$ 550,00
Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 155,15
Portland	5	kg.	B	\$ 7,56	\$ 37,80
M. Grsa. Bolseado	0,002	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 6,21
Portland bolseado	0,2	kg.	B	\$ 7,56	\$ 1,51
Cal en pasta p/blanqueo	0,19	kg.	A	\$ 28,13	\$ 5,34

1 X 2

\$ 1 782,21

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant
--	----------------

Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha
----------	------------	-------	----------	-------

Arena terciada	7	m3.
Pedregullo	7	m3.
Balastro fino de cantera	7	m3.
Mezcla gruesa	4	m3.
hierro Ø 6 tratado	2,71	kg.
Alambre galvanizado No. 8	1	kg.
malla electrosold. C34	1	m2.
Portland saco	25	kg.
Ladrillo de campo común	1	U.
Ladrillo de campo p/visto	1	U.
Hidrófugo SIKA	10	lt.
Basecoat	27	lt.
Red de fibra de vidrio (malla)	50	m2.
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5	m2.
Alambre negro No. 18 x kg.	1	kg.
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1	kg.
Tabla encofrado 6" x 3,30	1	U.
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1	m2.
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1	m2.
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1	m2.
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1	m2.
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10	m2.
Emulsión asfáltica	100	kg.
Polietileno 200µ	5	m2.
papep kraft	1	m3
Bovedilla + vigueta de hormigón	1	m2.
Bloque H°12x19x39 vibr/pr. Split	1	U.
Cal para blanqueo	8	kg.
Pintura al agua	18	lt.
Revestim. Texturable Acrílico	20	lt.
Perfil "U" galvanizado 80x64	6	m.
Chapa Econopanel color cal 26	3	m.

\$ 5 280,00	B	1	m3.	\$ 754,29	11/01/2018
\$ 7 814,00	B	1	m3.	\$ 1 116,29	11/01/2018
\$ 4 769,00	A	1	m3.	\$ 681,29	15/01/2018
\$ 12 412,0	B	1	m3.	\$ 3 103,0	11/01/2018
\$ 108,47	A	1	kg.	\$ 40,00	15/01/2018
\$ 192,76	A	1	m.l.	\$ 19,28	15/01/2018
\$ 130,00	A	1	m2.	\$ 130,00	15/01/2018
\$ 189,00	B	1	kg.	\$ 7,56	11/01/2018
\$ 10,00	A	1	U.	\$ 10,00	15/01/2018
\$ 13,00	A	1	U.	\$ 13,00	15/01/2018
\$ 318,00	A	1	lt.	\$ 31,80	15/01/2018
\$ 2 287,03	F	1	lt.	\$ 84,70	15/01/2018
\$ 6 434,28	F	1	m2.	\$ 128,69	15/01/2018
\$ 210,49	F	1	m2.	\$ 420,97	15/01/2018
\$ 59,68	A	1	kg.	\$ 59,68	15/01/2018
\$ 69,20	A	1	kg.	\$ 69,20	15/01/2018
\$ 65,00	A	1	U.	\$ 65,00	15/01/2018
\$ 50,04	F	1	m2.	\$ 50,04	15/01/2018
\$ 73,72	F	1	m2.	\$ 73,72	15/01/2018
\$ 96,33	F	1	m2.	\$ 96,33	15/01/2018
\$ 120,49	F	1	m2.	\$ 120,49	15/01/2018
\$ 1 456,00	A	1	m2.	\$ 145,60	15/01/2018
\$ 2 804,00	A	1	kg.	\$ 28,04	15/01/2018
\$ 154,00	E	1	m2.	\$ 30,80	12/01/2018
\$ 5,90	A	1	m2.	\$ 5,90	15/01/2018
\$ 1 355,42	D	1	m2.	\$ 1 355,4	15/01/2018
\$ 24,40	D	1	U.	\$ 24,40	15/01/2018
\$ 225,00	A	1	kg.	\$ 28,13	15/01/2018
\$ 1 740,00	C	1	lt.	\$ 96,67	15/01/2018
\$ 7 190,00	C	1	lt.	\$ 359,50	15/01/2018
\$ 1 215,00	G	1	m.l.	\$ 202,50	15/01/2018
\$ 1 028,00	B	1	m2.	\$ 342,67	15/01/2018

TIPO DE CAMBIO AL 15/01/18	1 U\$S =	\$ 29,30
----------------------------	----------	----------

SUSTENTO TECNICO DE APOYO	
1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES	
A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	--------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	1		2		3	
			PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

M2 (del Ext. al Int.)	Ladrillo visto	12 cm.	m2.	1	84
				1	
				3	
				3	
	Cám. Aire	5cm.	m2.	-	-
	A. y p. c/hidrófugo	1 cm.	m2.	1	164
				1	
				3	
	Ladrillo interior	12 cm.	m2.	1	85
				1	

Lad. Campo p/vista	55	lad.	B	\$ 13,00	\$ 715,00
Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 155,15
Portland	5	kg.	B	\$ 7,56	\$ 37,80
Alambre galv. No. 8	1,4	m.l.	A	\$ 19,28	\$ 26,99
-	-	-	-	0	-
Arena terciada	0,01	m3.	B	\$ 754,29	\$ 7,54
Portland	2,50	kg.	B	\$ 7,56	\$ 18,90
Hidrófugo	0,2	lt	A	\$ 31,80	\$ 6,36
Lad. Campo común	55	lad.	A	\$ 10,00	\$ 550,00
Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 155,15
Portland	5	kg.	B	\$ 7,56	\$ 37,80

\$ 1 710,69

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant
--	----------------

Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha
----------	------------	-------	----------	-------

Arena terciada	7	m3.	\$ 5 280,00	B	1	m3.	\$ 754,29	11/01/2018
Pedregullo	7	m3.	\$ 7 814,00	B	1	m3.	\$ 1 116,29	11/01/2018
Balastro fino de cantera	7	m3.	\$ 4 769,00	A	1	m3.	\$ 681,29	15/01/2018
Mezcla gruesa	4	m3.	\$ 12 412,0	B	1	m3.	\$ 3 103,00	11/01/2018
hierro Ø 6 tratado	2,71	kg.	\$ 108,47	A	1	kg.	\$ 40,00	15/01/2018
Alambre galvanizado No. 8	1	kg.	\$ 192,76	A	1	m.l.	\$ 19,28	15/01/2018
malla electrosold. C34	1	m2.	\$ 130,00	A	1	m2.	\$ 130,00	15/01/2018
Portland saco	25	kg.	\$ 189,00	B	1	kg.	\$ 7,56	11/01/2018
Ladrillo de campo común	1	U.	\$ 10,00	A	1	U.	\$ 10,00	15/01/2018
Ladrillo de campo p/visto	1	U.	\$ 13,00	A	1	U.	\$ 13,00	15/01/2018
Hidrófugo SIKA	10	lt.	\$ 318,00	A	1	lt	\$ 31,80	15/01/2018
Basecoat	27	lt	\$ 2 287,03	F	1	lt	\$ 84,70	15/01/2018
Red de fibra de vidrio (malla)	50	m2.	\$ 6 434,28	F	1	m2.	\$ 128,69	15/01/2018
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5	m2.	\$ 210,49	F	1	m2.	\$ 420,97	15/01/2018
Alambre negro No. 18 x kg.	1	kg.	\$ 59,68	A	1	kg.	\$ 59,68	15/01/2018
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1	kg.	\$ 69,20	A	1	kg.	\$ 69,20	15/01/2018
Tabla encofrado 6" x 3,30	1	U.	\$ 65,00	A	1	U.	\$ 65,00	15/01/2018
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1	m2.	\$ 50,04	F	1	m2.	\$ 50,04	15/01/2018
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1	m2.	\$ 73,72	F	1	m2.	\$ 73,72	15/01/2018
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1	m2.	\$ 96,33	F	1	m2.	\$ 96,33	15/01/2018
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1	m2.	\$ 120,49	F	1	m2.	\$ 120,49	15/01/2018
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10	m2.	\$ 1 456,00	A	1	m2.	\$ 145,60	15/01/2018
Emulsión asfáltica	100	kg.	\$ 2 804,00	A	1	kg.	\$ 28,04	15/01/2018
Polietileno 200µ	5	m2	\$ 154,00	E	1	m2.	\$ 30,80	12/01/2018
papep kraft	1	m3	\$ 5,90	A	1	m2.	\$ 5,90	15/01/2018
Bovedilla + vigueta de hormigón	1	m2.	\$ 1 355,42	D	1	m2.	\$ 1 355,42	15/01/2018
Bloque H°12x19x39 vibr/pr. Split	1	U.	\$ 24,40	D	1	U.	\$ 24,40	15/01/2018
Cal para blanqueo	8	kg.	\$ 225,00	A	1	kg.	\$ 28,13	15/01/2018
Pintura al agua	18	lt.	\$ 1 740,00	C	1	lt.	\$ 96,67	15/01/2018
Revestim. Texturable Acrilico	20	lt.	\$ 7 190,00	C	1	lt.	\$ 359,50	15/01/2018
Perfil "U" galvanizado 80x64	6	m.	\$ 1 215,00	G	1	m.l.	\$ 202,50	15/01/2018
Chapa Econopanel color cal 26	3	m.	\$ 1 028,00	B	1	m2.	\$ 342,67	15/01/2018

TIPO DE CAMBIO AL 15/01/18 1 U\$S = \$ 29,30

SUSTENTO TECNICO DE APOYO	
1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES	
A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

LAUDO OFICIAL MTSS		COSTO DE LA MANO DE OBRA		COSTO TOTAL		B.P.S. (BANCO DE PREVISION SOCIAL)		
4	5	6	7	8	9	10	11	12
VALOR de la HORA de OFICIAL	VALOR de la HORA de PEON Pr.	Cant. Hs. OF. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	Cant. Hs. P. Pr. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	COSTO MANO de OBRA de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	COSTO TOTAL DE LA UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	MONTO IMPONIBL E = 0,92x ítem 8	% sobre M. Imp. = 0,76 x M. Imp.	LEYES SOCIALES para la UNIDAD
				4X6 + 5X7	3 + 8	8 x 0,92	10 x 0,76	10 X 11 X 12

\$ 287,38	\$ 201,86	1,95	1,4	\$ 843,00	\$ 1 558,00			
				\$ 0,00	\$ 155,15			
		0,15	0,00	\$ 0,00	\$ 37,80			
		-	-	\$ 43,11	\$ 70,09			
		0,38	0,23	-	-			
				\$ 153,19	\$ 160,73			
				\$ 0,00	\$ 18,90			
				\$ 0,00	\$ 6,36			
		1,40	0,50	\$ 503,26	\$ 1 053,26			
				\$ 0,00	\$ 155,15			
				\$ 0,00	\$ 37,80			
				\$ 1 542,55	\$ 3 253,24	0,92	0,76	\$ 1 078,55

M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4
X	X	X		X	X	XXX	X
				X	X	X	X
XX	X	XX		X	X	X	X
				X	X	X	X
X	X	XX				O	
XXX	XX	XX	XX	XXX	X	XXXX	XX
X				X			XX
X	X	X					
X	X	X					
			XX				
			X				
			X				
				X	X	X	X
				X	X	X	X
				X	X	X	X
X		X		X			
						X	
							X
		X	X	X	X	X	X
						X	
		X	X				
X		X	X				
				X			X
				X			X

COSTO DE MANO DE OBRA	Of.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
	Pp.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018

NOTA: Incluye los laudos más todos los beneficios (descanso intermedio, Incentivo semanal por asistencia, Incentivo mensual, Feriados pagos, etc.)

COSTO DE LEYES SOCIALES	Of.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
	Pp.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018

NOTA: Los costos por concepto de Leyes Sociales (aportes al BPS) constituyen el 76% del Monto Imponible de la Mano de Obra

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	--------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES		COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA
			1	2	

M3 (del Ext. al Int.)	Ladrillo visto	12 cm.	m2.	1	84
				1	
				3	
				3	
	Cám. Aire	3 cm.	m2.	-	-
	EPS	2 cm.	m2.	3	-
				3	
	A. y p. c/hidrófugo	1 cm.	m2.	1	164
				1	
				3	
	Bloque Horm. Vibrado	12 cm.	m2.	1	86
				1	
				3	
	Bolseado	0,2 cm.	m2.	3	
			3		
Pintura al agua	0,01 cm.	m2.	3		

Lad. Campo p/vista	55	lad.	B	\$ 13,00	\$ 715,00
Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 155,15
Portland	5	kg.	B	\$ 7,56	\$ 37,80
Alambre galv. No. 8	1,4	m.l.	A	\$ 19,28	\$ 26,99
	-	-	-	0	-
EPS 2 cm.	1	m2.	F	\$ 50,04	\$ 50,04
Emulsión asf.	0,60	kg.	A	\$ 28,04	\$ 16,82
Arena terciada	0,01	m3.	B	\$ 754,29	\$ 7,54
Portland	2,50	kg.	B	\$ 7,56	\$ 18,90
Hidrófugo	0,2	lt	A	\$ 31,80	\$ 6,36
Bloques	13	bl.	D	\$ 24,40	\$ 317,20
Mezcla grsa.	0,015	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 46,55
Portland	1,5	kg.	B	\$ 7,56	\$ 11,34
M. Grsa. Bolseado	0,002	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 6,21
Portland bolseado	0,2	kg.	B	\$ 7,56	\$ 1,51
Pintura al agua	0,2	lt.	A	\$ 96,67	\$ 19,33

\$ 1 436,74

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant
--	----------------

Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha
----------	------------	-------	----------	-------

Arena terciada	7 m3.	\$ 5 280,00	B	1 m3.	\$ 754,29	11/01/2018
Pedregullo	7 m3.	\$ 7 814,00	B	1 m3.	\$ 1 116,29	11/01/2018
Balastro fino de cantera	7 m3.	\$ 4 769,00	A	1 m3.	\$ 681,29	15/01/2018
Mezcla gruesa	4 m3.	\$ 12 412,0	B	1 m3.	\$ 3 103,00	11/01/2018
hierro Ø 6 tratado	2,71 kg.	\$ 108,47	A	1 kg.	\$ 40,00	15/01/2018
Alambre galvanizado No. 8	1 kg.	\$ 192,76	A	1 m.l.	\$ 19,28	15/01/2018
mallá electrosold. C34	1 m2.	\$ 130,00	A	1 m2.	\$ 130,00	15/01/2018
Portland saco	25 kg.	\$ 189,00	B	1 kg.	\$ 7,56	11/01/2018
Ladrillo de campo común	1 U.	\$ 10,00	A	1 U.	\$ 10,00	15/01/2018
Ladrillo de campo p/visto	1 U.	\$ 13,00	A	1 U.	\$ 13,00	15/01/2018
Hidrófugo SIKA	10 lt.	\$ 318,00	A	1 lt.	\$ 31,80	15/01/2018
Basecoat	27 lt.	\$ 2 287,03	F	1 lt.	\$ 84,70	15/01/2018
Red de fibra de vidrio (mallá)	50 m2.	\$ 6 434,28	F	1 m2.	\$ 128,69	15/01/2018
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5 m2.	\$ 210,49	F	1 m2.	\$ 420,97	15/01/2018
Alambre negro No. 18 x kg.	1 kg.	\$ 59,68	A	1 kg.	\$ 59,68	15/01/2018
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1 kg.	\$ 69,20	A	1 kg.	\$ 69,20	15/01/2018
Tabla encofrado 6" x 3,30	1 U.	\$ 65,00	A	1 U.	\$ 65,00	15/01/2018
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 50,04	F	1 m2.	\$ 50,04	15/01/2018
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 73,72	F	1 m2.	\$ 73,72	15/01/2018
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 96,33	F	1 m2.	\$ 96,33	15/01/2018
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 120,49	F	1 m2.	\$ 120,49	15/01/2018
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10 m2.	\$ 1 456,00	A	1 m2.	\$ 145,60	15/01/2018
Emulsión asfáltica	100 kg.	\$ 2 804,00	A	1 kg.	\$ 28,04	15/01/2018
Polietileno 200µ	5 m2	\$ 154,00	E	1 m2.	\$ 30,80	12/01/2018
papep kraft	1 m3	\$ 5,90	A	1 m2.	\$ 5,90	15/01/2018
Bovedilla + vigueta de hormigón	1 m2.	\$ 1 355,42	D	1 m2.	\$ 1 355,42	15/01/2018
Bloque H°12x19x39 vibr/pr. Split	1 U.	\$ 24,40	D	1 U.	\$ 24,40	15/01/2018
Cal para blanqueo	8 kg.	\$ 225,00	A	1 kg.	\$ 28,13	15/01/2018
Pintura al agua	18 lt.	\$ 1 740,00	C	1 lt.	\$ 96,67	15/01/2018
Revestim. Texturable Acrilico	20 lt.	\$ 7 190,00	C	1 lt.	\$ 359,50	15/01/2018
Perfil "U" galvanizado 80x64	6 m.	\$ 1 215,00	G	1 m.l.	\$ 202,50	15/01/2018
Chapa Econopanel color cal 26	3 m.	\$ 1 028,00	B	1 m2.	\$ 342,67	15/01/2018

TIPO DE CAMBIO AL 15/01/18	1 U\$S =	\$ 29,30
----------------------------	----------	----------

SUSTENTO TECNICO DE APOYO

1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES

A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

LAUDO OFICIAL MTSS		COSTO DE LA MANO DE OBRA		COSTO TOTAL		B.P.S. (BANCO DE PREVISION SOCIAL)		
4	5	6	7	8	9	10	11	12
VALOR de la HORA de OFICIAL	VALOR de la HORA de PEON Pr.	Cant. Hs. OF. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	Cant. Hs. P. Pr. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	COSTO MANO de OBRA de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	COSTO TOTAL DE LA UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	MONTO IMPONIBLE = 0,92x ítem 8	% sobre M. Imp. = 0,76 x M. Imp.	LEYES SOCIALES para la UNIDAD

\$ 287,38	\$ 201,86	1,95	1,4	4X6 + 5X7 \$ 843,00	3 + 8 \$ 1 558,00	8 x 0,92	10 x 0,76	10 X 11 X 12
				\$ 0,00	\$ 155,15			
		0,15	0,00	\$ 0,00	\$ 37,80			
		-	-	\$ 43,11	\$ 70,09			
		0,10	0,10	-	-			
		0,10	0,50	\$ 48,92	\$ 98,97			
		0,38	0,23	\$ 129,67	\$ 146,49			
				\$ 153,19	\$ 160,73			
				\$ 0,00	\$ 18,90			
				\$ 0,00	\$ 6,36			
		0,60	0,60	\$ 293,54	\$ 610,74			
				\$ 0,00	\$ 46,55			
				\$ 0,00	\$ 11,34			
		0,05	0,00	\$ 14,37	\$ 20,58			
				\$ 0,00	\$ 1,51			
		0,18	0,00	\$ 51,73	\$ 71,06			
				\$ 1 577,52	\$ 3 014,27	0,92	0,76	\$ 1 103,00

M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4
X	X	X		X	X	XXX	X
				X	X	X	X
XX	X	XX		X	X	X	X
X	X	XX		X	X	X	X
						O	
XXX	XX	XX	XX	XXX	X	XXXX	XX
X				X			XX
X	X	X					
X	X	X					
			XX				
			X				
			X				
				X	X	X	X
				X	X	X	X
				X	X	X	X
X		X					
				X		X	
							X
		X	X	X	X	X	X
		X	X				X
X		X	X				
		X	X				
				X			X
				X			X

COSTO DE MANO DE OBRA	Of.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
	Pp.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
NOTA: Incluye los laudos más todos los beneficios (descanso intermedio, Incentivo semanal por asistencia, Incentivo mensual, Feriados pagos, etc.)				

COSTO DE LEYES SOCIALES	Of.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
	Pp.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
NOTA: Los costos por concepto de Leyes Sociales (aportes al BPS) constituyen el 76% del Monto Imponible de la Mano de Obra				

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	--------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO	
			UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

M4 (del Int. al Ext.)	Bloque Horm. Vibrado Visto	12 cm.	m2.	1	87
				1	
				3	
	Emulsion Asf. 2 manos	0,06	cm.		
	Basecoat con malla Fib. Vidrio	0,5	cm.	1	164
				3	
				3	
	Espuma Plast 5 cm. esp. Tipo II	5	cm.	3	
	Basecoat con malla Fib. Vidrio	0,5	cm.	1	164
				3	
			3		
Revestimiento Texturable Acrílico	0,1	cm.	3		

					1 x 2
Bloques	13	bl.	D	\$ 24,40	\$ 317,20
Mezcla grsa.	0,015	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 46,55
Portland	1,5	kg.	B	\$ 7,56	\$ 11,34
Emulsión asf.	0,60	kg.	A	\$ 28,04	\$ 16,82
Basecoat	2,7	lt.	F	\$ 84,70	\$ 228,70
Red fib. vidrio (malla)	1,00	m2.	F	\$ 128,69	\$ 128,69
Portland	2,00	kg.	B	\$ 7,56	\$ 15,12
			F		
Basecoat	2,7	lt.	F	\$ 84,70	\$ 228,70
Red fib. vidrio (malla)	1,00	m2.	F	\$ 128,69	\$ 128,69
Portland	2,00	kg.	B	\$ 7,56	\$ 15,12
Revest.Text. Acrílico	1,00	kg.	C	\$ 359,50	\$ 359,50

\$ 1 496,43

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant
--	----------------

Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha
Arena terciada	B	1 m3.	\$ 754,29	11/01/2018
Pedregullo	B	1 m3.	\$ 1 116,29	11/01/2018
Balastro fino de cantera	A	1 m3.	\$ 681,29	15/01/2018
Mezcla gruesa	B	1 m3.	\$ 3 103,0	11/01/2018
hierro Ø 6 tratado	A	1 kg.	\$ 40,00	15/01/2018
Alambre galvanizado No. 8	A	1 m.l.	\$ 19,28	15/01/2018
malla electrosold. C34	A	1 m2.	\$ 130,00	15/01/2018
Portland saco	B	1 kg.	\$ 7,56	11/01/2018
Ladrillo de campo común	A	1 U.	\$ 10,00	15/01/2018
Ladrillo de campo p/visto	A	1 U.	\$ 13,00	15/01/2018
Hidrófugo SIKA	A	1 lt.	\$ 31,80	15/01/2018
Basecoat	F	1 lt.	\$ 84,70	15/01/2018
Red de fibra de vidrio (malla)	F	1 m2.	\$ 128,69	15/01/2018
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	F	1 m2.	\$ 420,97	15/01/2018
Alambre negro No. 18 x kg.	A	1 kg.	\$ 59,68	15/01/2018
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	A	1 kg.	\$ 69,20	15/01/2018
Tabla encofrado 6" x 3,30	A	1 U.	\$ 65,00	15/01/2018
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	F	1 m2.	\$ 50,04	15/01/2018
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	F	1 m2.	\$ 73,72	15/01/2018
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	F	1 m2.	\$ 96,33	15/01/2018
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	F	1 m2.	\$ 120,49	15/01/2018
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	A	1 m2.	\$ 1 456,00	15/01/2018
Emulsión asfáltica	A	1 kg.	\$ 2 804,00	15/01/2018
Polietileno 200µ	E	1 m2.	\$ 30,80	12/01/2018
papep kraft	A	1 m2.	\$ 5,90	15/01/2018
Bovedilla + vigueta de hormigón	D	1 m2.	\$ 1 355,42	15/01/2018
Bloque H°12x19x39 vibr/pr. Split	D	1 U.	\$ 24,40	15/01/2018
Cal para blanqueo	A	1 kg.	\$ 28,13	15/01/2018
Pintura al agua	C	1 lt.	\$ 96,67	15/01/2018
Revestim. Texturable Acrílico	C	1 lt.	\$ 359,50	15/01/2018
Perfil "U" galvanizado 80x64	G	1 m.l.	\$ 202,50	15/01/2018
Chapa Econopanel color cal 26	B	1 m2.	\$ 342,67	15/01/2018

TIPO DE CAMBIO AL 15/01/18	1 U\$S =	\$ 29,30
----------------------------	----------	----------

SUSTENTO TECNICO DE APOYO

1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES

A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pinturería S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	--------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	1 x 2	
			PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

C1 (del Int.al Ext.)	Losa de Hormigón armado	0,10	m.	1	65
				1	65
				1	65
				1	56
				3	
				3	
				1	48
	Contrapiso hormigón pobre	0,05	m.	1	118
	Emulsión Asfáltica 4 manos	1,2	kg.	3	
	EPS 3 cm Tipo I	1	m2.	3	
				1	85
	Pilastra de ladrillo 20 x 20			1	85
				3	
	Colocación perfil "C" 80 x 64	1	m2.	3	
Chapa Econopanel color Cal 26	1	m2.	3		

Arena terciada	0,0444	m3.	B	\$ 754,29	\$ 33,49
Pedregullo	0,0889	m3.	B	\$ 1 116,29	\$ 99,24
Portland	30	kg.	B	\$ 7,56	\$ 226,80
Hierro redondo	3,77	kg.	A	\$ 40,00	\$ 150,79
Alambre 14/18	0,11	kg.	A	\$ 59,68	\$ 6,56
Clavos 2"/2½	0,074	kg.	A	\$ 69,20	\$ 5,12
Tabla de encofrado	5	pie2.	A	\$ 5,91	\$ 29,55
Balastro fino	0,06	m3.	A	\$ 681,29	\$ 40,88
Mezcla gruesa	0,015	m3.	A	\$ 3 103,00	\$ 46,55
Portland	4	kg.	A	\$ 7,56	\$ 30,24
Emulsión asf.	1,2	kg.	A	\$ 28,04	\$ 33,65
EPS 3 cm. tipo I	1,00	m2.	F	\$ 73,72	\$ 73,72
Emulsión asf.	0,3	kg.	A	\$ 28,04	\$ 8,41
Lad. Campo común	4,95	lad.	A	\$ 10,00	\$ 49,50
Mezcla grsa.	0,0045	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 13,96
Portland	0,45	kg.	B	\$ 7,56	\$ 3,40
Perfil Galvanizado	0,9	m.l.	G	\$ 202,50	\$ 182,25
Chapa econopanel	1,00	m2.	B	\$ 342,67	\$ 342,67

\$ 1 376,78

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant
Arena terciada	7 m3.
Pedregullo	7 m3.
Balastro fino de cantera	7 m3.
Mezcla gruesa	4 m3.
hierro Ø 6 tratado	2,71 kg.
Alambre galvanizado No. 8	1 kg.
malla electrosold. C34	1 m2.
Portland saco	25 kg.
Ladrillo de campo común	1 U.
Ladrillo de campo p/visto	1 U.
Hidrófugo SIKA	10 lt.
Basecoat	27 lt.
Red de fibra de vidrio (malla)	50 m2.
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5 m2.
Alambre negro No. 18 x kg.	1 kg.
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1 kg.
Tabla encofrado 6" x 3,30	1 U.
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1 m2.
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1 m2.
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1 m2.
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1 m2.
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10 m2.
Emulsión asfáltica	100 kg.
Polietileno 200µ	5 m2
papep kraft	1 m3
Bovedilla + vigueta de hormigón	1 m2.
Bloque H°12x19x39 vibr/pr. Split	1 U.
Cal para blanqueo	8 kg.
Pintura al agua	18 lt.
Revestim. Texturable Acrilico	20 lt.
Perfil "U" galvanizado 80x64	6 m.
Chapa Econopanel color cal 26	3 m.

Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha
\$ 5 280,00	B	1 m3.	\$ 754,29	11/01/2018
\$ 7 814,00	B	1 m3.	\$ 1 116,29	11/01/2018
\$ 4 769,00	A	1 m3.	\$ 681,29	15/01/2018
\$ 12 412,0	B	1 m3.	\$ 3 103,0	11/01/2018
\$ 108,47	A	1 kg.	\$ 40,00	15/01/2018
\$ 192,76	A	1 m.l.	\$ 19,28	15/01/2018
\$ 130,00	A	1 m2.	\$ 130,00	15/01/2018
\$ 189,00	B	1 kg.	\$ 7,56	11/01/2018
\$ 10,00	A	1 U.	\$ 10,00	15/01/2018
\$ 13,00	A	1 U.	\$ 13,00	15/01/2018
\$ 318,00	A	1 lt.	\$ 31,80	15/01/2018
\$ 2 287,03	F	1 lt.	\$ 84,70	15/01/2018
\$ 6 434,28	F	1 m2.	\$ 128,69	15/01/2018
\$ 210,49	F	1 m2.	\$ 420,97	15/01/2018
\$ 59,68	A	1 kg.	\$ 59,68	15/01/2018
\$ 69,20	A	1 kg.	\$ 69,20	15/01/2018
\$ 65,00	A	1 pié	\$ 5,91	15/01/2018
\$ 50,04	F	1 m2.	\$ 50,04	15/01/2018
\$ 73,72	F	1 m2.	\$ 73,72	15/01/2018
\$ 96,33	F	1 m2.	\$ 96,33	15/01/2018
\$ 120,49	F	1 m2.	\$ 120,49	15/01/2018
\$ 1 456,00	A	1 m2.	\$ 145,60	15/01/2018
\$ 2 804,00	A	1 kg.	\$ 28,04	15/01/2018
\$ 154,00	E	1 m2.	\$ 30,80	12/01/2018
\$ 5,90	A	1 m2.	\$ 5,90	15/01/2018
\$ 1 355,42	D	1 m2.	\$ 1 355,4	15/01/2018
\$ 24,40	D	1 U.	\$ 24,40	15/01/2018
\$ 225,00	A	1 kg.	\$ 28,13	15/01/2018
\$ 1 740,00	C	1 lt.	\$ 96,67	15/01/2018
\$ 7 190,00	C	1 lt.	\$ 359,50	15/01/2018
\$ 1 215,00	G	1 m.l.	\$ 202,50	15/01/2018
\$ 1 028,00	B	1 m2.	\$ 342,67	15/01/2018

TIPO DE CAMBIO AL 15/01/18 1 U\$S = \$ 29,30

SUSTENTO TECNICO DE APOYO

1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora
PROVEEDORES	
A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	--------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	1		2		3	
			PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

C3 (del Int.al Ext.)	ELEM. CONSTRUCTIVO				PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR						
	DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM	MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA
	Losa de Hormigón armado	0,11	m.	1	65	Arena terciada	0,05	m3.	B	\$ 754,29	\$ 36,84
				1	65	Pedregullo	0,10	m3.	B	\$ 1 116,29	\$ 109,16
				1	65	Portland	33,00	kg.	B	\$ 7,56	\$ 249,48
				1	56	Hierro redondo	4,15	kg.	A	\$ 40,00	\$ 165,87
				3		Alambre 14/18	0,12	kg.	A	\$ 59,68	\$ 7,22
				3		Clavos 2"/2½	0,08	kg.	A	\$ 69,20	\$ 5,63
				1	48	Tabla de encofrado	5,00	pie2.	A	\$ 5,91	\$ 29,55
	Polietileno 150 µ	1	m2.	3		Polietileno 150 µ	1	m2.	E	\$ 30,80	\$ 30,80
	Contrapiso hormigón pobre	0,05	m.	1	118	Balastro fino	0,06	m3.	A	\$ 681,29	\$ 40,88
						Mezcla guesa	0,015	m3.	A	\$ 3 103,00	\$ 46,55
	A. y portland	1 cm.	m2.	1	164	Portland	4	kg.	A	\$ 7,56	\$ 30,24
				1		Arena terciada	0,01	m3.	B	\$ 754,29	\$ 7,54
	EPS 4cm Tipo I	1	m2.	3		Portland	2,50	kg.	B	\$ 7,56	\$ 18,90
				3		EPS 4 cm. tipo I	1,00	m2.	F	\$ 96,33	\$ 96,33
	Papel kraft	1	m2.	3		Emulsión asf.	0,3	kg.	A	\$ 28,04	\$ 8,41
	A. y portland con malla	1 cm.	m2.	3		Papel kraft	1,10	m2.	A	\$ 5,90	\$ 6,49
						Arena terciada	0,01	m3.	B	\$ 40,00	\$ 0,40
	Membrana asf. c/Aluminio	1	m2.	3		Portland	2,50	kg.	B	\$ 84,70	\$ 211,76
	Emulsión asfáltica	1	m2.	3		Malla C34	1,10	m2.	A	\$ 130,00	\$ 143,00
						Memb. asf. c/Aluminio	1,10	m2.	A	\$ 145,60	\$ 160,16
						Emulsión asf.	0,30	kg.	A	\$ 28,04	\$ 8,41

\$ 1 413,62

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant	Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha
Arena terciada	7 m3.	\$ 5 280,00	B	1 m3.	\$ 754,29	11/01/2018
Pedregullo	7 m3.	\$ 7 814,00	B	1 m3.	\$ 1 116,29	11/01/2018
Balastro fino de cantera	7 m3.	\$ 4 769,00	A	1 m3.	\$ 681,29	15/01/2018
Mezcla gruesa	4 m3.	\$ 12 412,0	B	1 m3.	\$ 3 103,0	11/01/2018
hierro Ø 6 tratado	2,71 kg.	\$ 108,47	A	1 kg.	\$ 40,00	15/01/2018
Alambre galvanizado No. 8	1 kg.	\$ 192,76	A	1 m.l.	\$ 19,28	15/01/2018
malla electrosold. C34	1 m2.	\$ 130,00	A	1 m2.	\$ 130,00	15/01/2018
Portland saco	25 kg.	\$ 189,00	B	1 kg.	\$ 7,56	11/01/2018
Ladrillo de campo común	1 U.	\$ 10,00	A	1 U.	\$ 10,00	15/01/2018
Ladrillo de campo p/visto	1 U.	\$ 13,00	A	1 U.	\$ 13,00	15/01/2018
Hidrófugo SIKA	10 lt.	\$ 318,00	A	1 lt.	\$ 31,80	15/01/2018
Basecoat	27 lt.	\$ 2 287,03	F	1 lt.	\$ 84,70	15/01/2018
Red de fibra de vidrio (malla)	50 m2.	\$ 6 434,28	F	1 m2.	\$ 128,69	15/01/2018
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5 m2.	\$ 210,49	F	1 m2.	\$ 420,97	15/01/2018
Alambre negro No. 18 x kg.	1 kg.	\$ 59,68	A	1 kg.	\$ 59,68	15/01/2018
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1 kg.	\$ 69,20	A	1 kg.	\$ 69,20	15/01/2018
Tabla encofrado 6" x 3,30	1 U.	\$ 65,00	A	1 pié	\$ 5,91	15/01/2018
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 50,04	F	1 m2.	\$ 50,04	15/01/2018
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 73,72	F	1 m2.	\$ 73,72	15/01/2018
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 96,33	F	1 m2.	\$ 96,33	15/01/2018
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1 m2.	\$ 120,49	F	1 m2.	\$ 120,49	15/01/2018
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10 m2.	\$ 1 456,00	A	1 m2.	\$ 145,60	15/01/2018
Emulsión asfáltica	100 kg.	\$ 2 804,00	A	1 kg.	\$ 28,04	15/01/2018
Polietileno 200µ	5 m2	\$ 154,00	E	1 m2.	\$ 30,80	12/01/2018
papep kraft	1 m3	\$ 5,90	A	1 m2.	\$ 5,90	15/01/2018
Bovedilla + vigueta de hormigón	1 m2.	\$ 1 355,42	D	1 m2.	\$ 1 355,4	15/01/2018
Bloque H°12x19x39 vibr/pr. Split	1 U.	\$ 24,40	D	1 U.	\$ 24,40	15/01/2018
Cal para blanqueo	8 kg.	\$ 225,00	A	1 kg.	\$ 28,13	15/01/2018
Pintura al agua	18 lt.	\$ 1 740,00	C	1 lt.	\$ 96,67	15/01/2018
Revestim. Texturable Acrilico	20 lt.	\$ 7 190,00	C	1 lt.	\$ 359,50	15/01/2018
Perfil "U" galvanizado 80x64	6 m.	\$ 1 215,00	G	1 m.l.	\$ 202,50	15/01/2018
Chapa Econopanel color cal 26	3 m.	\$ 1 028,00	B	1 m2.	\$ 342,67	15/01/2018

TIPO DE CAMBIO AL 15/01/18 1 U\$S = \$ 29,30

SUSTENTO TECNICO DE APOYO

1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES	
A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

LAUDO OFICIAL MTSS		COSTO DE LA MANO DE OBRA			COSTO TOTAL	B.P.S. (BANCO DE PREVISION SOCIAL)		
4	5	6	7	8	9	10	11	12
VALOR de la HORA de OFICIAL	VALOR de la HORA de PEON Pr.	Cant. Hs. OF. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	Cant. Hs. P. Pr. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	COSTO MANO de OBRA de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	COSTO TOTAL DE LA UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	MONTO IMPONIBLE = 0,92x ítem 8	% sobre M. Imp. = 0,76 x M. Imp.	LEYES SOCIALES para la UNIDAD
				4X6 + 5X7	3 + 8	8 x 0,92	10 x 0,76	10 X 11 X 12

\$ 287,38	\$ 201,86
-----------	-----------

0,09	0,51	\$ 127,43	\$ 164,27
0,00	0,00	\$ 0,00	\$ 109,16
0,00	0,00	\$ 0,00	\$ 249,48
0,17	0,17	\$ 81,16	\$ 247,02
0,00	0,00	\$ 0,00	\$ 7,22
0,00	0,00	\$ 0,00	\$ 5,63
0,80	0,80	\$ 391,39	\$ 420,94
0,04	0,04	19,57	50,37
0,15	0,15	\$ 73,39	\$ 114,26
		\$ 0,00	\$ 46,55
		\$ 0,00	\$ 30,24
0,38	0,23	\$ 153,19	\$ 160,73
		\$ 0,00	\$ 18,90
0,02	0,02	\$ 9,78	\$ 106,12
0,05	0,05	\$ 24,46	\$ 32,87
0,04	0,02	\$ 15,53	\$ 22,02
0,43	0,26	\$ 173,61	\$ 174,01
		\$ 0,00	\$ 211,76
		\$ 0,00	\$ 143,00
0,06	0,06	\$ 29,35	\$ 189,51
0,05	0,05	\$ 24,46	\$ 32,87

\$ 1 123,33	\$ 2 536,95
-------------	-------------

0,92	0,76	\$ 785,43
------	------	-----------

M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4
X	X	X		X	X	XXX	X
				X	X	X	X
				X	X	X	
XX	X	XX		X			X
				X	X	X	X
						O	
XXX	XX	XX	XX	XXX	X	XXXX	XX
X				X			XX
X	X	X					
X	X	X					
			XX				
			X				
			X				
				X	X	X	X
				X	X	X	X
				X	X	X	
X		X					
				X		X	
							X
					X	X	
		X	X	X	X	X	X
		X	X				X
X		X	X				
			X				
				X			X
				X			X

COSTO DE MANO DE OBRA	Of.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
	Pp.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018

NOTA: Incluye los laudos más todos los beneficios (descanso intermedio, Incentivo semanal por asistencia, Incentivo mensual, Feriados pagos, etc.)

COSTO DE LEYES SOCIALES	Of.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018
	Pp.		VIGENCIA:	1/OCT/2017 al 31/ JULIO/2018

NOTA: Los costos por concepto de Leyes Sociales (aportes al BPS) constituyen el 76% del Monto Imponible de la Mano de Obra

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM. - ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	--------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	1		2		3	
			PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

C4 (del Int.al Ext.)	Losa de Bov. Stalton	0,10	m.	3	
	Carpeta de Hormigón c/malla	0,05	m.3	3	
	A. y portland	1 cm.	m2.	1	164
	Emulsión Asfáltica 4 manos	1,2	kg.	3	
	EPS 5 cm Tipo I	1	m2.	3	
	Pilastra de ladrillo 20 x 20			1	85
				1	85
				3	
	Colocación perfil "C" 80 x 64	1	m2.	3	
	Chapa Econopanel color Cal 26	1	m2.	3	

Boved. + vigueta horm.	1	m2.	D	\$ 1 355,42	\$ 1 355,42
Arena terciada	0,022	m3.	B	\$ 754,29	\$ 16,75
Pedregullo	0,044	m3.	B	\$ 1 116,29	\$ 49,62
Portland	15	kg.	B	\$ 7,56	\$ 113,40
Arena terciada	0,01	m3.	B	\$ 754,29	\$ 7,54
Portland	2,50	kg.	B	\$ 7,56	\$ 18,90
Emulsión asf.	1,2	kg.	A	\$ 28,04	\$ 33,65
EPS 3 cm. tipo I	1,00	m2.	F	\$ 73,72	\$ 73,72
Lad. Campo común	4,95	lad.	A	\$ 10,00	\$ 49,50
Mezcla grsa.	0,0045	m3.	B	\$ 3 103,00	\$ 13,96
Portland	0,45	kg.	B	\$ 7,56	\$ 3,40
Perfil Galvanizado	0,9	m.l.	G	\$ 202,50	\$ 182,25
Chapa econopanel	1,00	m2.	B	\$ 342,67	\$ 342,67

\$ 905,36

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant
--	----------------

Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha
----------	------------	-------	----------	-------

Arena terciada	7	m3.
Pedregullo	7	m3.
Balastro fino de cantera	7	m3.
Mezcla gruesa	4	m3.

\$ 5 280,00	B	1	m3.	\$ 754,29	11/01/2018
\$ 7 814,00	B	1	m3.	\$ 1 116,29	11/01/2018
\$ 4 769,00	A	1	m3.	\$ 681,29	15/01/2018
\$ 12 412,0	B	1	m3.	\$ 3 103,0	11/01/2018

hierro Ø 6 tratado	2,71	kg.
Alambre galvanizado No. 8	1	kg.
malla electrosold. C34	1	m2.

\$ 108,47	A	1	kg.	\$ 40,00	15/01/2018
\$ 192,76	A	1	m.l.	\$ 19,28	15/01/2018
\$ 130,00	A	1	m2.	\$ 130,00	15/01/2018

Portland saco	25	kg.
Ladrillo de campo común	1	U.
Ladrillo de campo p/visto	1	U.
Hidrófugo SIKA	10	lt.

\$ 189,00	B	1	kg.	\$ 7,56	11/01/2018
\$ 10,00	A	1	U.	\$ 10,00	15/01/2018
\$ 13,00	A	1	U.	\$ 13,00	15/01/2018
\$ 318,00	A	1	lt.	\$ 31,80	15/01/2018

Basecoat	27	lt.
Red de fibra de vidrio (malla)	50	m2.
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5	m2.

\$ 2 287,03	F	1	lt.	\$ 84,70	15/01/2018
\$ 6 434,28	F	1	m2.	\$ 128,69	15/01/2018
\$ 210,49	F	1	m2.	\$ 420,97	15/01/2018

Alambre negro No. 18 x kg.	1	kg.
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1	kg.
Tabla encofrado 6" x 3,30	1	U.

\$ 59,68	A	1	kg.	\$ 59,68	15/01/2018
\$ 69,20	A	1	kg.	\$ 69,20	15/01/2018
\$ 65,00	A	1	pié	\$ 5,91	15/01/2018

EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1	m2.
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1	m2.
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1	m2.
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1	m2.

\$ 50,04	F	1	m2.	\$ 50,04	15/01/2018
\$ 73,72	F	1	m2.	\$ 73,72	15/01/2018
\$ 96,33	F	1	m2.	\$ 96,33	15/01/2018
\$ 120,49	F	1	m2.	\$ 120,49	15/01/2018

Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10	m2.
Emulsión asfáltica	100	kg.
Polietileno 200µ	5	m2
papep kraft	1	m3
Bovedilla + vigueta de hormigón	1	m2.
Bloque H°12x19x39 vibr/pr. Split	1	U.

\$ 1 456,00	A	1	m2.	\$ 145,60	15/01/2018
\$ 2 804,00	A	1	kg.	\$ 28,04	15/01/2018
\$ 154,00	E	1	m2.	\$ 30,80	12/01/2018
\$ 5,90	A	1	m2.	\$ 5,90	15/01/2018
\$ 1 355,42	D	1	m2.	\$ 1 355,4	15/01/2018
\$ 24,40	D	1	U.	\$ 24,40	15/01/2018

Cal para blanqueo	8	kg.
Pintura al agua	18	lt.
Revestim. Texturable Acrilico	20	lt.

\$ 225,00	A	1	kg.	\$ 28,13	15/01/2018
\$ 1 740,00	C	1	lt.	\$ 96,67	15/01/2018
\$ 7 190,00	C	1	lt.	\$ 359,50	15/01/2018

Perfil "U" galvanizado 80x64	6	m.
Chapa Econopanel color cal 26	3	m.

\$ 1 215,00	G	1	m.l.	\$ 202,50	15/01/2018
\$ 1 028,00	B	1	m2.	\$ 342,67	15/01/2018

TIPO DE CAMBIO AL 15/01/18 1 U\$S = \$ 29,30

SUSTENTO TECNICO DE APOYO

1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES

A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

Seleccione una Pagina

- [Inicio](#)
- [La Empresa](#)
- [Plantas de producción](#)
- [Productos](#)
- [Contacto](#)

- [Inicio](#)
- [La Empresa](#)
- [Plantas de producción](#)
- [Productos](#)
- [Contacto](#)

Techos y Entrepisos

Stalton

[Hopresa](#) > [Portfolio](#) > [Productos](#) > [Techos y Entrepisos](#) > STALTON de Hormigón

STALTON de Hormigón

Stalton:

Es una losa nervada en la cual la armadura resistente se reemplaza por viguetas pretensionadas, se construye alterando estas viguetas con bovedillas especiales, la solución se caracteriza por su sencillez y velocidad a la hora de ejecutar una losa para techo o piso. Por esto es una de las soluciones más usadas en el mundo para techos y es desarrollada en nuestro país desde hace más de 20 años por HOPRESA.



- PARA TECHOS O ENTREPISOS.
- LUCES HASTA 7m.
- NO REQUIERE ENCOFRADO.
- CARPETA DE COMPRESIÓN DE 4 A 8 cm.
- MONTAJE MANUAL.

MONTAJE

APUNTALAMIENTO PREVIO

Previamente a la colocación de las viguetas, se colocaran los costillones de apuntalamiento transversal mente a la dirección de las viguetas. Normalmente serán de sección 2" x 6" y estarán dispuestas cada 2 m. Los puntales que soportarán las costillas irán cada 1 m y deberán estar

arriostros y acufados de modo de obtener una contraflecha mínima de 1 mm/m de luz.

DISTANCIA ENTE VIGUETAS

Las viguetas se irán colocando con una bovedilla en cada punta de modo de obtener el modulo de separación. El apoyo mínimo de las viguetas es de 10 cm.

COLOCACIÓN DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS

Una vez colocadas todas las viguetas, se procederá a completar la losa colocando el resto de las bovedillas, previendo la separación entre ellas donde se dispondrán los nervios transversales, generalmente coincidentes con las fajas de apuntalamiento, por simplicidad constructiva. Luego de colocar los nervios transversales donde lo indican los planos, se extenderá la malla electro-soldada y los refuerzos en caso de que así se indicara en los planos.

LIMPIEZA

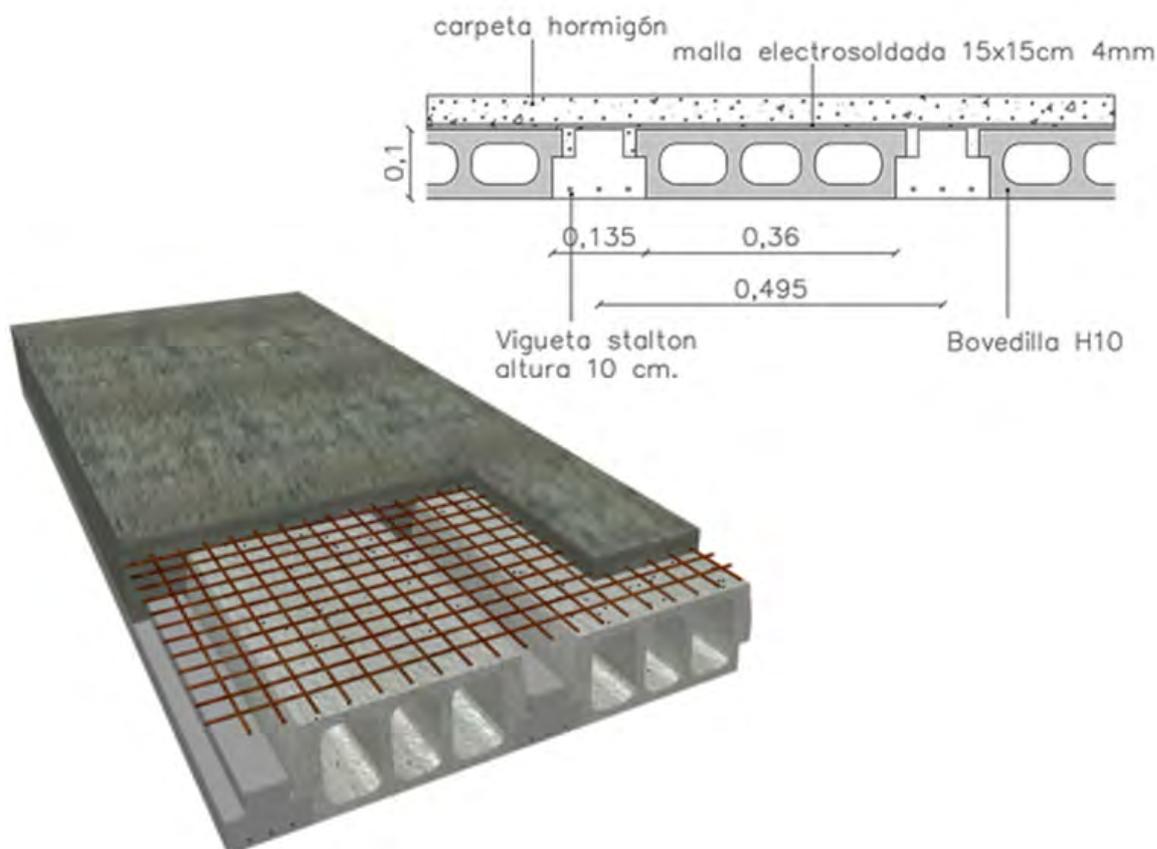
Se limpiará la losa en seco, eliminando todo resto de madera, alambres o residuos que pudieran perjudicar la adherencia de la carpeta de compresión.

HORMIGONADO

Se podrá hormigonar tanto con material premezclado como elaborado en sitio, siempre que este tenga una resistencia característica de 200 k/cm². Si fuera premezclado se deberá tener la precaución colar el hormigón de forma pareja, y no volcar la canchada entera en un mismo punto para luego distribuirla.

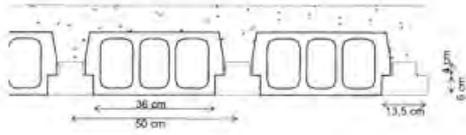
DESAPUNTALADO

El fraguado y endurecimiento de la carpeta de compresión es indispensable para que la losa adquiera su resistencia de trabajo, por lo tanto se deberá esperar para su desapuntalado lo mismo que para una losa maciza tradicional.



STALTON

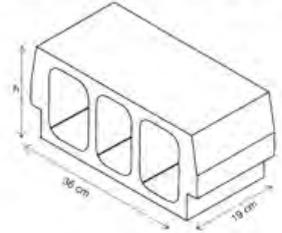
APOYO MÍNIMO 10 CM ARMADURA DE CARPETA: MALLALUZ C34 APUNTALADO: C/2.25M NERVIOS: 1010 /2.25M



LUZ MÁXIMA: 5.5M CON SIMPLE VIGUETA
7.0M CON DOBLE VIGUETA



MATERIAL: HORMIGÓN C45
PESO: 28KG /ML
CONSUMO: VIGUETA SIMPLE 2M/M2
VIGUETA DOBLE 3.2M/M2

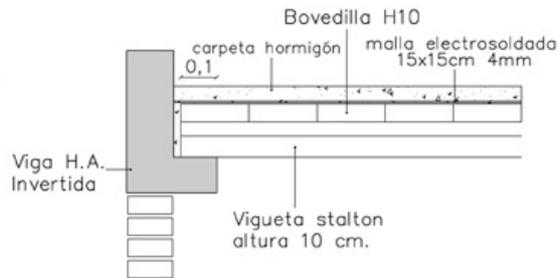


MATERIAL: HORMIGÓN C45
PESO: 10, 12 Y 17
CONSUMO: 10 UNIDADES/M2

APOYO EN VIGA DE H.A.

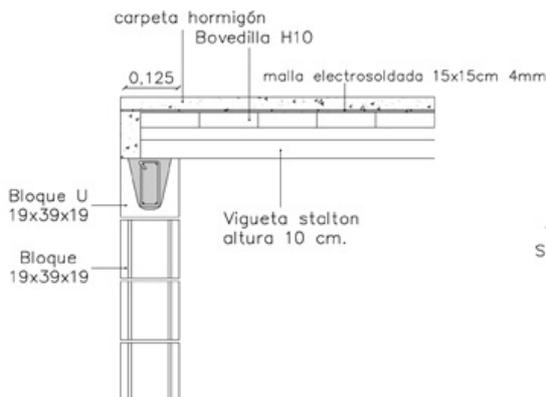


APOYO EN VIGA DE H.A. INVERTIDA

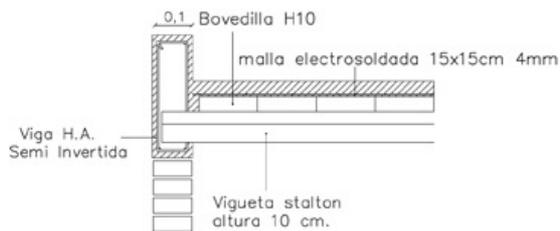


APOYO EN VIGA DE H.A. Y APOYO EN VIGA DE H.A. INVERTIDA

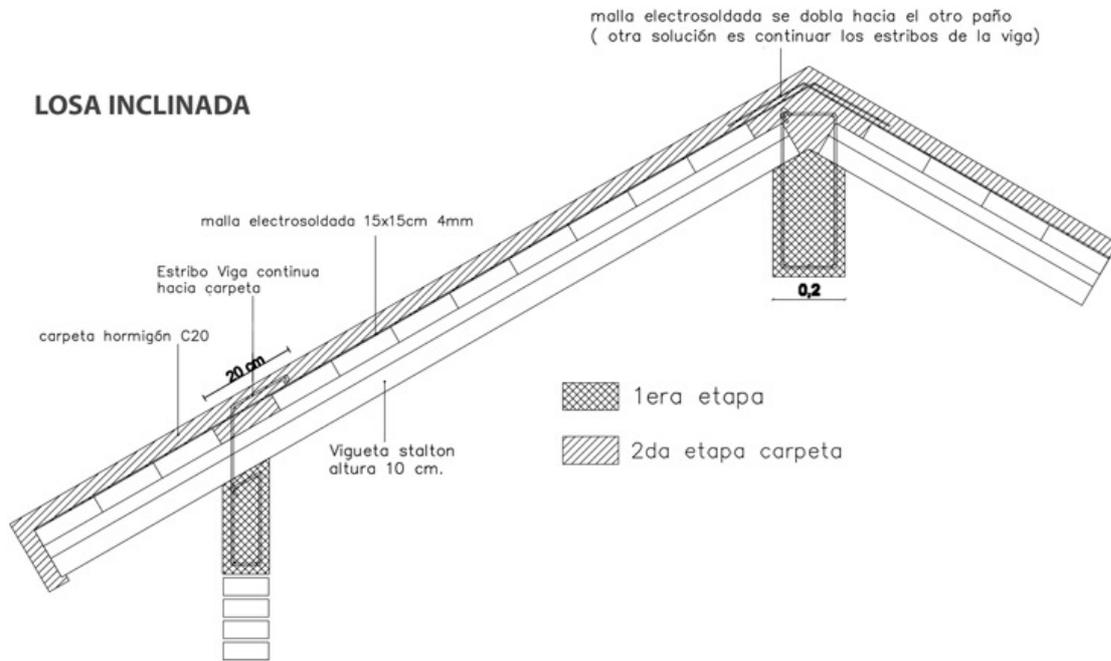
APOYO EN MURO PORTANTE DE BLOQUES DE HORMIGÓN



APOYO EN VIGA H.A. SEMI INVERTIDA



APOYO EN MURO PORTANTE Y APOYO EN VIGA H.A. SEMI INVERTIDA



LOSA INCLINADA

¿Dudas o consultas? contáctese con nosotros por este u otros productos:

[contáctenos](#)

Compartir   

[Losa Hueca](#)

[Tribunas Prefabricadas](#)

PRODUCTOS

[COLUMNAS](#)

[BLOQUES](#)

[CERRAMIENTOS](#)

[PAVIMENTOS](#)

[SANITARIA](#)

[TECHOS Y ENTREPISOS](#)

[EQUIPAMIENTO URBANO](#)

[OTROS PRODUCTOS](#)

HOPRESA

HORMIGÓN PRETENSIONADO S.A.

Oficinas y Planta 1: Bvar. Batlle y Ordóñez 5840
Tel: 2359 2526 / 2355 8201 / 2355 8298
Fax: 2359 6021
Email: hopresa@hopresa.com.uy

Planta 2: Camino Repetto 3520
Tel: 2222 3653 / Fax: 2227 1437
Email: planta2@hopresa.com.uy

[contáctenos](#) 

HOPRESA es una empresa de capitales uruguayos fundada en el año 1958, que se dedica a la producción y comercialización de productos de hormigón prefabricado y pretensado en sus dos plantas industriales

-  [Ladrillos de Hormigón](#)
-  [Bloque U](#)
-  [Bloque Térmico](#)
-  [Bloque Split](#)
-  [Bloques](#)
-  [Adoquín Tri-Hexagonal](#)
-  [Adoquín Rectangular](#)
-  [Adoquín UNI](#)

Información de contacto

Oficinas y Planta 1: Bvar. Battle y Ordóñez 5840

Tel: 2359 2526 / 2355 8201 / 2355 8298

Planta 2: Camino Repetto 3520 Tel: 2222 3653

hopresa@hopresa.com.uy

©2018 Programación y Diseño web: [CreaWeb](#)

Seleccione una Pagina

- [Inicio](#)
- [La Empresa](#)
- [Plantas de producción](#)
- [Productos](#)
- [Contacto](#)

- [Inicio](#)
- [La Empresa](#)
- [Plantas de producción](#)
- [Productos](#)
- [Contacto](#)

Bloques de Hormigón

[Hopresa](#) > [Portfolio](#) > [Productos](#) > [Bloques](#) > [Bloques](#)

Bloques



La durabilidad ante los agentes climáticos, su resistencia mecánica, su bajo costo y su perfecta terminación y modulación; permiten su utilización en los más variados diseños arquitectónicos.

VENTAJAS ECONÓMICAS DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN (click aquí)

La construcción con bloques de hormigón presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo tradicional, la que se pone de manifiesto durante la ejecución de los trabajos y al finalizar la obra.

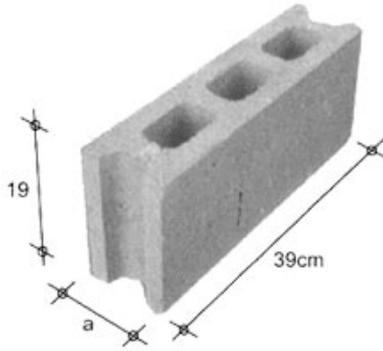
Estas ventajas se originan en la rapidez, exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo, y sobre todo por constituir un sistema modular. Esta circunstancia permite computar todos los materiales en la etapa de proyecto con gran certeza, y dichas cantidades se aproximan a los realmente utilizados en obra. Esto significa que es muy importante la programación y diagramación de todos los detalles, previamente a la iniciación de los trabajos.

Estas cualidades pueden desarrollarse tanto en viviendas unifamiliares como en :

- Edificio escolares.
- Edificios industriales y depósitos.
- Edificios en altura.
- Muros de sostenimiento.
- Piletas de natación y cisternas.
- Centros comerciales.
- Barreras antifuegos, etc.

Si se compara un muro de bloques de hormigón con otro espesor equivalente, utilizando mampostería tradicional de ladrillo de campo o bloque cerámico, se obtienen las siguientes conclusiones :

- Menor costo por metro cuadrado de pared, originado en la menor cantidad de mampuestos(12 ½ bloques/m²), y al bajo precio por unidad (ver Cuadro N° 1).
- Menor cantidad de mortero de asiento (ver Cuadro N° 1).
- Mayor rendimiento de la mano de obra debido a la menor cantidad de movimientos necesario para levantar un metro cuadrado. Esto se traduce en una relación hora oficial y ayudante por m² de pared, menor a la existente en la mampostería tradicional.
- En caso de aprovechar la triple función del bloque (cerramiento, textura y estructura) en la mampostería de hormigón reforzada, sólo es necesario contar con un único rubro de mano de obra, es decir el oficial albañil, ya que las tareas de armado, colocación de los bloques y terminaciones, las puede realizar sin el auxilio de los oficiales carpinteros y armadores.
- Asimismo, el hecho de utilizar el bloque en su función estructural, agiliza los trabajos y posibilita una mayor rapidez constructiva, ya que no será necesario contar con los tiempos de encofrado y tiempos de espera para desencofrado de columnas, vigas, encadenados, etc., típicos de la construcción tradicional de las estructuras de hormigón armado independiente.
- Disminuyen las cantidades de hormigón a colar en obra, ya que al utilizar el bloque como elemento integrante de la estructura, parte de ese hormigón ya viene fraguado de fábrica (el del propio bloque).
- El armado de la mampostería reforzada es muy sencillo, ya que sólo es necesario utilizar barras rectas sin ataduras de ningún tipo, siendo muy sencillo el empalme de las mismas por simple yuxtaposición.
- Debido a la excelente terminación que presentan los bloques fabricados por vibrocompresión en equipos modernos de elevada potencia, es posible e inclusive recomendable, dejarlos a la vista, con el consiguiente ahorro en materiales y mano de obra correspondientes a las tareas de revoque y terminación. Asimismo, el paramento interior puede mejorar su terminación, aplicando directamente un capa de yeso. Esto se puede realizar debido a que el paramento del bloque es un excelente revoque grueso.
- Por la existencia de las canalizaciones verticales de los bloques huecos, es posible también programar y detallar las instalaciones de electricidad, sin necesidad de canaletear y rompiendo la mampostería existente, tal como sucede con la mampostería tradicional de ladrillos de campo o bloques cerámicos. Esto implica una racionalización de estas tareas que redundan en una economía de materiales, mano de obra y rapidez constructiva, sin mencionar la prolijidad y presentación de la obra.
- La distribución de las cañerías de agua fría y caliente, y la correspondiente a la instalación de gas, se realiza por fuera de la pared, y disimuladas en doble tabique sanitario, muebles de cocina y baño , contrapisos, e inclusive en algunos casos se dejan directamente a la vista, facilitando su inspección periódica, y fácil acceso en caso de ser necesaria alguna reparación.
- La posibilidad de contar con bloques alivianados permite diseñar fundaciones y vigas portamuros menos robustas, lo que implica también mayor economía.
- Las excelentes propiedades contra el fuego que presentan los muros de bloques de hormigón, permiten en algunos casos disminuir las primas de seguro contra incendio.
- Los bloques de color y texturados, también llamados arquitectónicos, son una excelente herramienta para arquitectos y diseñadores en general, para proyectar obras de gran atractivo estético. Esta ventaja es quizás una de las más importantes, ya que le cambia totalmente la reputación del bloque de hormigón y lo posiciona muy por encima de otros mampuestos de condiciones estéticas muy limitadas, tal es el caso del bloque cerámico.
- Finalmente, se puede afirmar enfáticamente, que la reducción real de los costos definitivos de la mampostería de hormigón, varía entre un 15 y un 30% con respecto a otros tipos de mamposterías, dependiendo este margen del tipo de obra de que se trate.



Bloques

Dimensiones			Peso kg.	Cant.	Resist.
ancho	altura	largo	unitario	u/m ²	kg/cm ²
10	19	39	10	12,5	60
12	19	39	11	12,5	60
15	19	39	13	12,5	60
19	19	39	16	12,5	60

Resistencias mayores a pedido.

¿Dudas o consultas? contáctese con nosotros por este u otros productos:

[contáctenos](#)

Compartir   

Bloque Split

Adoquín Tri-Hexagonal

PRODUCTOS

COLUMNAS

BLOQUES

CERRAMIENTOS

PAVIMENTOS

SANITARIA

TECHOS Y ENTREPISOS

EQUIPAMIENTO URBANO

OTROS PRODUCTOS

HOPRESA
HORMIGÓN PRETENSIONADO S.A.

Oficinas y Planta 1: Bvar. Batlle y Ordóñez 5840

Tel: 2359 2526 / 2355 8201 / 2355 8298

Fax: 2359 6021

Email: hopresa@hopresa.com.uy

Planta 2: Camino Repetto 3520

Tel: 2222 3653 / Fax: 2227 1437

Email: planta2@hopresa.com.uy

[contáctenos](#)

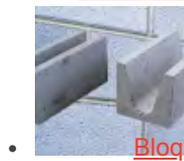


Hopresa

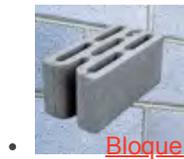
HOPRESA es una empresa de capitales uruguayos fundada en el año 1958, que se dedica a la producción y comercialización de productos de hormigón prefabricado y pretensado en sus dos plantas industriales



- [Ladrillos de Hormigón](#)



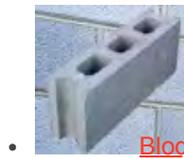
- [Bloque U](#)



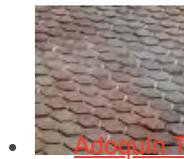
- [Bloque Térmico](#)



- [Bloque Split](#)



- [Bloques](#)



- [Adoquín Tri-Hexagonal](#)



- [Adoquín Rectangular](#)



- [Adoquín UNI](#)

Información de contacto

Oficinas y Planta 1: Bvar. Batlle y Ordóñez 5840

Tel: 2359 2526 / 2355 8201 / 2355 8298

Planta 2: Camino Repetto 3520 Tel: 2222 3653

hopresa@hopresa.com.uy

©2018 Programación y Diseño web: [CreaWeb](#)



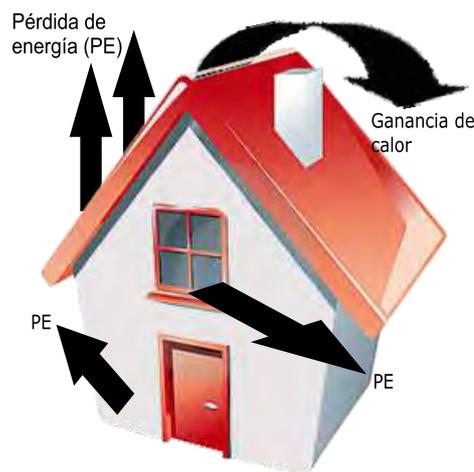
BROMYROS

AISLACIONES TÉRMICAS

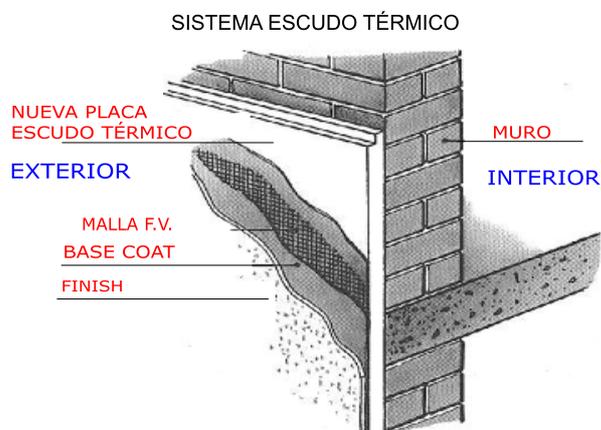
PLACA ESCUDO TÉRMICO® AISLAMIENTO EXTERIOR PARA MUROS

VENTAJAS DEL SISTEMA

- > La colocación del sistema de aislamiento en la cara externa de la construcción no reduce la superficie interior, aportando de esta manera valor al usuario.
- > Disminuye el consumo energético, generando un ahorro global del 40% de energía para calefacción, que redonda en un ahorro económico importante y en un mayor confort en la habitabilidad del hogar.
- > Elimina los puentes térmicos. No hay pérdidas de calor a través de la estructura de hormigón, debido a que el perímetro está totalmente aislado.
- > Resuelve el problema de las condensaciones superficiales internas en los muros (humedad y formación de hongos) de las habitaciones.
- > Excelente terminación exterior que permite una amplia gama de acabados decorativos.
- > Se adapta a diversos estilos arquitectónicos.
- > Disponible en las configuraciones constructivas que cumplen con las nuevas Normas de aislación térmica en todas las regiones climáticas del País.
- > Rápida y fácil colocación del sistema.
- > Sistema probado con mucho éxito por más de 40 años en los climas más extremos de Estados Unidos y Europa.



- > Aislamiento térmico externo tanto para construcciones nuevas como ya existentes. No ocupa espacio, maximizando el efecto de inercia térmica.
- > Alta prestación de posibilidades estéticas.
- > Impermeable al agua. De bajo peso propio.
- > Importante ahorro económico tanto en calefacción como aire acondicionado.



ESCUDO
TÉRMICO®



PLACA ESCUDO TÉRMICO® AISLAMIENTO EXTERIOR PARA MUROS

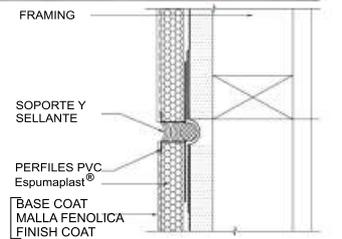
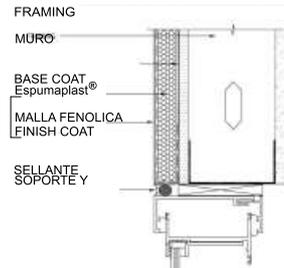
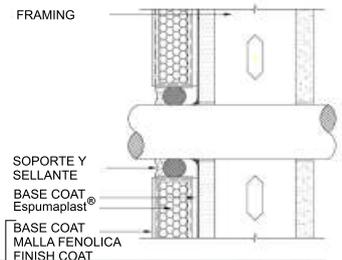
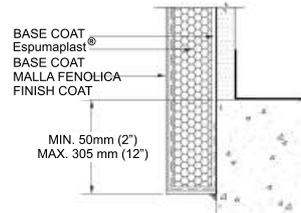
COMPONENTES DEL SISTEMA

PLACA MOLDEADA

Medidas 1.00 x 0.50 x 0.05 m con
encastre lateral.

PRODUCTOS

- > Adhesivos, anclajes y revoques base y finales: Alpha Dry Base Coat.
- > Recubrimiento a base cemento y acrílico que se mezcla en obra con cemento portland.
- > Para tapar la placa de EPS y embeber las mallas- excelente adherencia Flexguard Mesh.
- > Malla de Refuerzo uniforme de fibra de vidrio.
- > Trama abierta. Tratada especialmente para que no la afecten los ál calis del cemento.
- > Diferentes tipos de densidades Finish.
- > Recubrimiento base acrílico color con agregados incorporados.
- > 100% acrílico para acabado final. Agregados inertes incorporados.
- > No se debe agregar nada en el mezclado previo a la aplicación- Color incorporado- Antihongos y antipolvo.



INFORMACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

En nuestra página web Ud. encontrará am información técnica de este y de otros produc Aconsejamos siempre la intervención de su arquitecto y aprovechar el asesoramiento de nuestro depto. técnico, quien se encuentra a su entera disposición para brindarle asesoramiento en cualquier punto del país.

NOTA: Los datos que se publican son únicamente de información general, de forma tal que nuestros clientes puedan hacer sus propias evaluaciones. BROMYROSS.A. se reserva el derecho



NUESTROS PRODUCTOS

SOLUCIONES TÉRMICAS

ESPUMAPLAST® - POLIESTIRENO EXPANDIDO:

Poderoso aislante térmico, introducido al país por nuestra empresa en 1959, de calidad y densidad controladas debido a la implantación de tecnología de última generación. A partir de este material surgen los distintos productos que fabricamos.

PLACAS AISLANTES EN DISTINTAS MEDIDAS Y ESPESORES

Para el aislamiento térmico de toda construcción civil e industrial; cámaras de frío, congelado o de ambiente controlado. Se producen en distintas densidades (tipo I/II/III/IV/V), medidas y espesores.

PLACA AUTOTRABANTE®

Una verdadera joya para la aislación térmica de azoteas transitables, de muy fácil colocación; prolonga la vida de su impermeabilización y mejora la calidad de vida de su hábitat, manteniéndolo libre de moho, humedades por condensación etc, además de preservar su patrimonio de grietas y deterioros producidos por las permanentes diferencias de temperatura, a que se encuentran expuestas.

CONSERVADORAS TÉRMICAS

Domésticas e industriales, brindan una solución ideal para el transporte de productos sujetos a cadena de frío o calor.

ELEMENTOS DE PACKING

Piezas moldeadas y cortes especiales aplicables al embalaje de productos de exportación.

PLACA ESCUDO TÉRMICO®

Para aislamiento exterior tanto de construcciones nuevas como recicladas. Placa moldeada, ranurada para mejor adherencia del revoque y con encastre en sus cantos para evitar puentes térmicos. Se reviste con malla fenólica y sustratos base y de acabado.

MEDIAS CAÑAS

Con y sin forro de aluminio, para aislar ductos y tanques contra la pérdida de frío o calor de los fluidos contenidos.

ISOPANEL® - ISODEC®

Panel aislante autoestructural de última generación para pared o techo, con núcleo de espumaplast® y revestimiento en ambas caras, pre pintado con acabado poliéster blanco. Además posee un revolucionario sistema de multi-encastre en sus cantos. Éste asegura ausencia total de puentes térmicos, sin necesidad de perfiles cobertores (uso de tapajuntas), es equivalente a mayor higiene, impecable apariencia, practicidad y velocidad en el avance de obra.

Nuestros ISOPANELES son sumamente indicados para techos y todo tipo de construcción liviana o en seco.

Se presentan en diferentes espesores, que varían según las necesidades térmicas y/o luces a cubrir sin apoyos intermedios.

ALMACIGUERAS

Semilleros bandejas apilables, especialmente diseñadas para el cultivo de almácigas forestales y de hortalizas.

CONCRESPUMA®

Sistema constructivo basado en un panel básico tipo sandwich de espumaplast® de espesor variable, revestido de ambas caras con malla de alambre galvanizado.



NUESTROS PRODUCTOS

ESPUMAPLAST®



TABLA DE PROPIEDADES FÍSICAS



ORÍGENES DEL POLIETIESTIRENO EXPANDIDO

Parte del estireno líquido, aislado originalmente de la corteza de un árbol. A partir de 1930 se sintetiza mayormente partiendo del petróleo. Durante un proceso químico, las moléculas de estireno se juntan en cadenas y forman un sólido, el poliestireno. En la década de los 50, BASF (Alemania) desarrolla el mismo e inicia la producción de poliestireno expandible o Styropor, nuestra materia prima desde el comienzo. Sus perlitas incluyen un agente expansor, el pentano, que las hace crecer ya durante el período de pre-expansión aprox. 60 veces su tamaño original. Luego se deja reposar en silos, facilitando el intercambio del gas de pentano por el aire atmosférico.

En un segundo paso, el granulado de espumaplast® es llevado a la bloquera o a la moldeadora, en donde como consecuencia de un aporte de energía, se logra una nueva dilatación de las perlitas, ablande de sus contornos y finalmente la soldadura entre las mismas. Así se genera el espumaplast®: "aire envasado", el aislante más natural e inocuo.

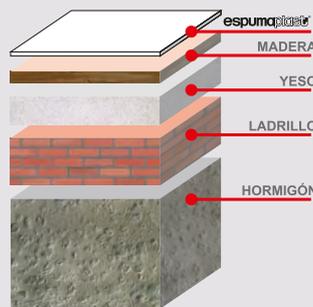
INFORMACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

En nuestra página web Ud. encontrará amplia información técnica de este y de otros productos. Aconsejamos siempre la intervención de su arquitecto y aprovechar el asesoramiento de nuestro depto. técnico, quien se encuentra a su entera disposición para brindarle asesoramiento en cualquier punto del país.

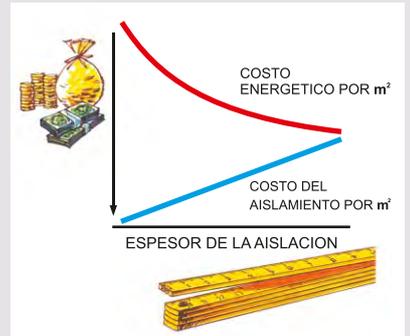
Fuente: BASF The Chemical Company

PROPIEDAD	UNIDAD	espumaplast®			NORMA O METODO DE ENSAYO CONSIDERADO
Peso EspecificoAparente	kg/m ³	15	20	30	DIN 53420
Coeficiente de Conductividad Térmica (laboratorio)	W/(m · K)	0.036-0.038	0.033-0.036	0.031-0.035	DIN 52612
		0.040	0.040	0.035	DIN 4108
Resistencia permanente a la compresión con un aplastamiento < 2%	N/mm ²	0.015-0.025	0.025-0.040	0.045-0.060	—
Deformación por alta temperatura a	°C	75-80	80-85	80-85	DIN 18164
Absorción de agua por inmersión después de 28 días	%	1.0 - 3.0	1.0 - 3.0	1.0 - 3.0	DIN 53434
Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua U	1	20 / 50	30 / 70	40 / 100	DIN 4108

EQUIVALENCIAS TÉRMICAS



3 cms. de espumaplast® corresponden a:
20 cms de madera, 44 cms de yeso,
75 cms. de ladrillo o 190 cms. de hormigón.



NO AGREDE LA CAPA DE OZONO
NO CONTIENE CLOROFLUORO CARBONO



PRODUCTO RECICLABLE
RECICLABLE GRUPO 6

espumaplast®

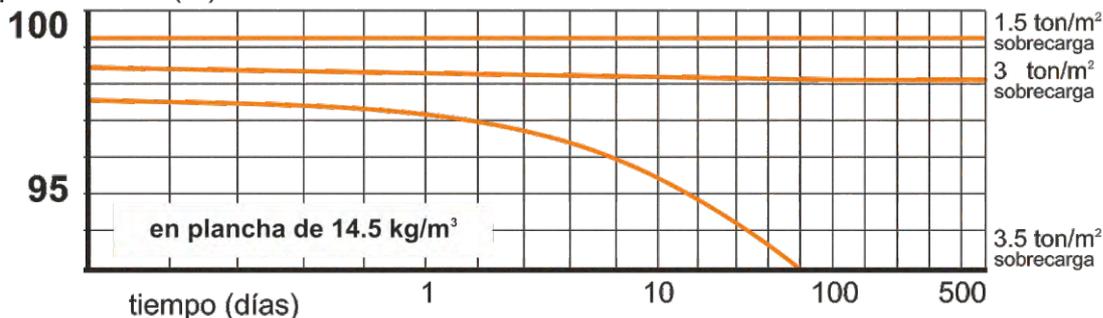




NUESTROS PRODUCTOS

ESTUDIO DE APLASTAMIENTO DEL ESPUMAPLAST®

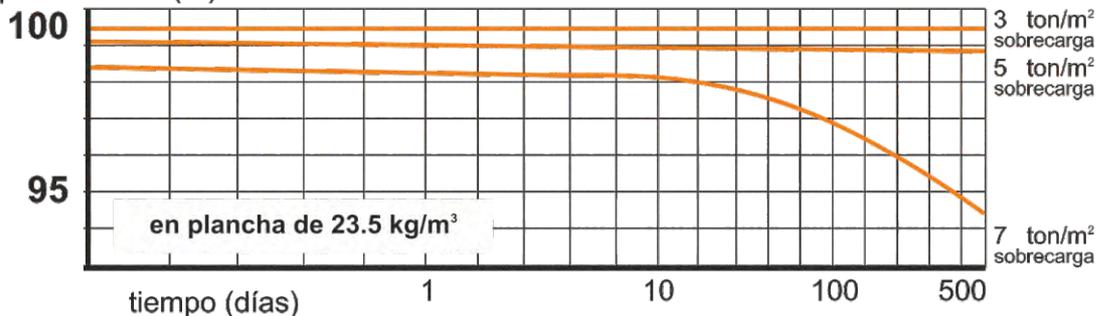
aplastamiento (%)



comportamiento:

- estable
- casi constante
- no recomendable

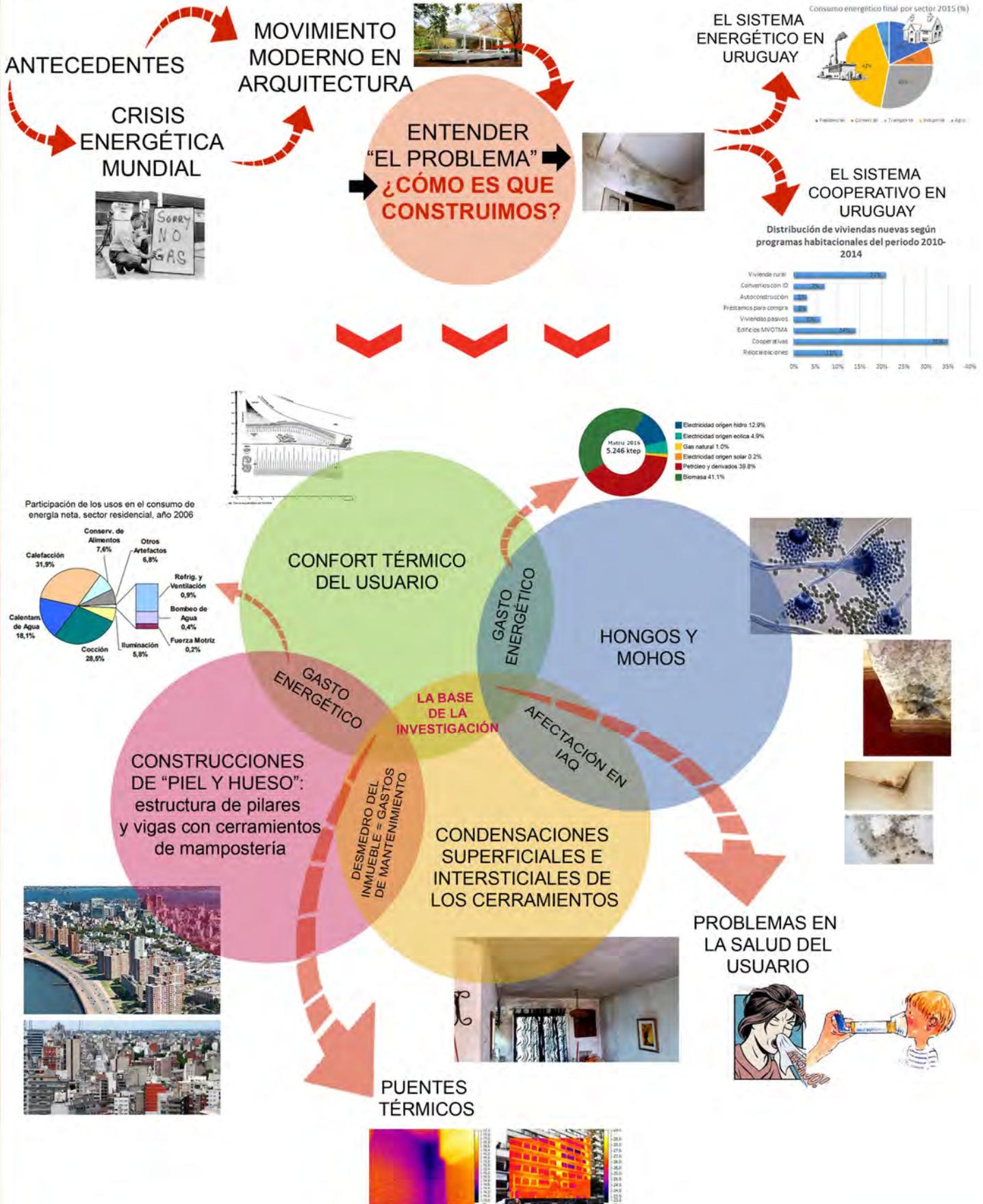
aplastamiento (%)



comportamiento:

- estable
- casi constante
- no recomendable

NOTA: Los datos que se publican son únicamente de información general, de forma tal que nuestros clientes puedan hacer sus propias evaluaciones. BROMYROSS.A. se reserva el derecho





Contenido, lectura e interpretación de una ficha

Detalle constructivo del cerramiento en estudio.

Descripción del cerramiento en estudio: tipo, capas, posición, masa, espesor total.

Código del cerramiento en estudio.

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO):
CERRAMIENTO (POSICIÓN):
DESCRIPCIÓN:

Masa =
Espesor =

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)
 $U =$
 Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]
 $U_m =$
 Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]
 $CT =$
 Retardo Térmico [Hs]
 $\Phi =$
 Factor de amortiguamiento [adimensional]
 $\mu =$
 Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2011)

Superficial	SI	NO
Intersticial	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]
 $U_c =$
 Temperatura sol-aire (solo para verano) [°C] a la hora de T_e máxima por plano
 Plano Norte =
 Plano Este =
 Plano Oeste =
 Plano Sur =
 Plano Horizontal =

Temperatura superficial interior (considerando la T_{sol} -aire)

Invierno	$T_{si,norte} =$	$T_{si,norte} =$
	$T_{si,interior} =$	$T_{si,interior} =$
Verano	$T_{so,norte} =$	$T_{so,norte} =$
	$T_{so,interior} =$	$T_{so,interior} =$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. T_{sol} -aire

Invierno	$Q_{cond,vertical} =$	$Q_{cond,vertical} =$
	$Q_{cond,horizontal} =$	$Q_{cond,horizontal} =$
Verano	$Q_{cond,vertical} =$	$Q_{cond,vertical} =$
	$Q_{cond,horizontal} =$	$Q_{cond,horizontal} =$

PERFIL ECONÓMICO

Costo/m² construido =
(precios uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/03	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11805	(mv) SI	NO	(ver) SI	NO

Eje de estudio de los principales indicadores termo-energéticos en régimen estacionario y variable cíclico:

- U (UNIT-ISO 6946:2007)
- U_m (UNIT-ISO 6946:2007-anexo C y $\frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$)
- CT ($\sum c.p.e$)
- μ (UNIT-ISO 13786:2007)
- Φ (UNIT-ISO 13786:2007)
- riesgo de condensación (UNIT-ISO 13788:2011)
- U_c (UNIT-ISO 6946:2007-anexo D)
- t_{sol} -aire (a la hora de T_e máxima por plano; para planos verticales $T_e + (I_g \times \alpha \times R_{se})$; planos horizontales $T_e + [(I_g \times \alpha \times R_{se}) - 4]$)
- t_{sx} (valor que afecta en verano: $t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) + \mu \theta_s$)
- t_{sn} (valor que afecta en invierno: $t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) - \mu \theta_s$)
- Q_{cond} (valor que afecta en invierno: $U (t_i - t_e)$; valor que afecta en verano por el aporte solar: $U [(T_{sol}\text{-aire} + t_e) - t_i]$)

Gráfico de amortiguamiento térmico según HTERM 3.0

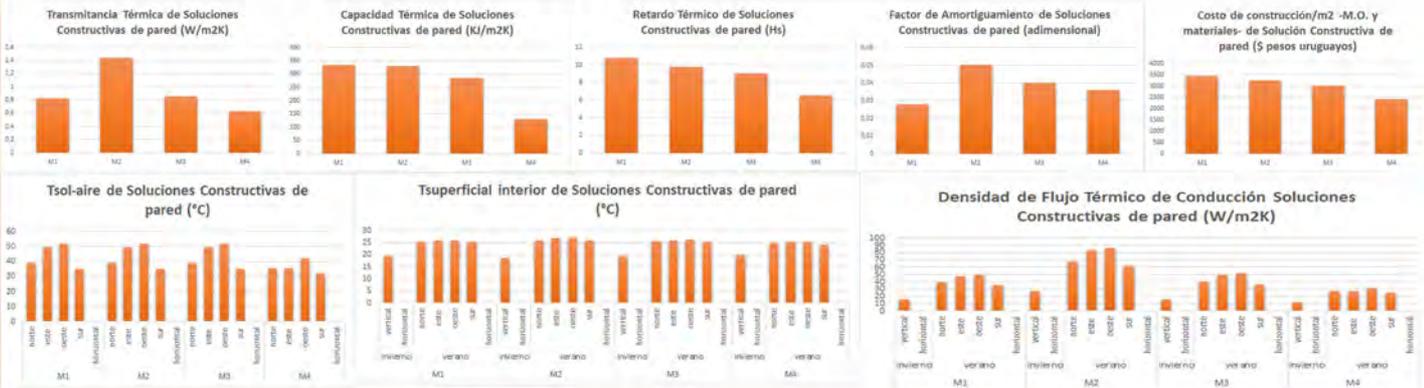
Gráfico de condensaciones según HTERM 3.0

Eje de estudio que evalúa el costo de ejecución por metro cuadrado de solución constructiva (considerando solo mano de obra y costo de materiales). Realizado en base a los criterios del libro del Ing. Caviglia, los costos de Componentes de INCA, archivos técnicos de la Empresa EMDECO SRL y precios de barracas.

Sector de la ficha donde se realizan comentarios pertinentes a los resultados precedentemente expuestos.



Análisis, discusión y conclusiones



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

PRINCIPALES RESULTADOS

- La importancia que tiene la utilización del **aislamiento térmico** en los cerramientos.
- La fundamental necesidad de una **barrera de vapor** bien ubicada y colocada para evitar la tendencia a generar patologías de condensación.
- La importancia de los **colores** y el **tipo de terminación** de las superficies frente a los **diferentes planos** con respecto a la radiación solar global y al efecto del sobrecalentamiento de la temperatura del aire conforme va transcurriendo el día, en las épocas del año en que esto afecta negativamente.
- También destaca el **orden** de prioridad de consideración de la terminación y/o **protección de los cerramientos opacos**: en primer lugar, se deberá considerar al plano horizontal; en segundo el oeste, le siguen el este y el norte, y por último el plano sur.

PRINCIPALES CONCLUSIONES

El trabajo, desarrollado dentro del marco de la **Arquitectura y el Hábitat Sustentable**, pretende aportar una **herramienta teórica útil y de fácil manejo** para todos los técnicos y académicos que dediquen sus esfuerzos al logro de facilitar el acceso de la población de medios y bajos recursos a una **vivienda digna** y con **niveles mínimos de confort** asegurados. Además, pretende aportar como consecuencia, al **mejor aprovechamiento de los recursos energéticos** y al plano de la **salud pública**, descongestionando los centros de salud en épocas del año donde priman problemas respiratorios y de alergias.

Respecto a la **pregunta problema de la investigación** (¿cómo es que construimos? ¿qué hacemos mal?), así como al **problema descrito** - la mala calidad de las construcciones que generan patologías edilicias y por ende problemas en la salud y sobrecostos de mantenimiento, el derroche energético, el elevado contenido de vapor de agua en el interior de los locales -, se **verificó** a partir del **análisis** que es un **problema real y que existe**; pues de las soluciones constructivas evaluadas casi el 100% de los casos presentaban riesgo de condensación o bien superficial o bien intersticial, o ambos. Con respecto a otros aspectos, de los casos analizados el comportamiento con respecto a la inercia (retardo y amortiguamiento) tampoco cumple los requerimientos necesarios para nuestro tipo de clima, a sabiendas de la importancia que se le debe dar al efecto conjunto de la inercia con el aislamiento térmico.

- La relevancia que tiene en particular para el clima de Montevideo y para Vivienda, la utilización del **efecto combinado del aislamiento térmico** en conjunto con la **inercia térmica**, colocando el primero en la "cara fría" del mismo y materiales con las propiedades de inercia al interior de los ambientes.
- La importancia de contar con **cerramientos** que tengan un **valor de amortiguamiento menor** y un **mayor valor de retardo**, lo que funciona mejor ya que implica que mayor será la capacidad de amortiguación de éste con respecto a las fluctuaciones climáticas exteriores, retardando la onda y haciendo más estables y menos rigurosas las condiciones interiores y por tanto aportando favorablemente a las condiciones de confort térmico del usuario.
- Con respecto a los **costos**, se verificó que se está construyendo con una **erogación importante de dinero** siendo el **desempeño termo-energético-higrométrico** de las soluciones constructivas **no acorde a los mín. requeridos**

