



Especialización AYHS

DOCUMENTO ANEXO TIF Mejoramiento energético- ambiental de un ante-proyecto existente

Director de la carrera de Especialización: Dr. Jorge
Czajkowski

Directora del TIF: Arq. Analía Fernanda Gómez

Alumno:

Arq. Palacios, Luján Victoria



ÍNDICE

1. AGRADECIMIENTOS
2. INTRODUCCIÓN
3. METODOLOGÍA
4. ANÁLISIS DEL SITIO DE INTERVENCIÓN
5. DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO
6. ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN PASIVA
7. ENVOLVENTE TÉRMICA: VERIFICACIÓN AL CUMPLIMIENTO DE LA LEY 13.059 DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES
 - 7.1. PROYECTO EXISTENTE
 - 7.2. PROYECTO MEJORADO
8. SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN
 - 8.1. REFRESCAMIENTO EN VERANO
 - 8.2. CALEFACCIÓN EN INVIERNO
9. USO EFICIENTE DEL AGUA
10. BIBLIOGRAFÍA



1. AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros y amigos de la carrera. La experiencia de la carrera ha sido exponencialmente enriquecida con su compañía; por las charlas y debates, los momentos compartidos, los asados, etc

Uno bien especial a mis compañeros platenses (Roberto, Guille, Paz, Mauro, Pablito, Laura, Leti, Anto, Gabriela) que gracias a su generosidad, compañerismo y simpatía nos han hecho sentir como en casa en los días de cursada.

A todos los profesores de los seminarios y talleres, por su entrega y dedicación.

A Jorge Czajkowski por haberme brindado la oportunidad de cursar esta carrera

Agradezco especialmente a: “Lucas Micha y toda mi familia por el apoyo en todo momento de esta segunda etapa académica. Sin olvidarme de las Arqs. Laura Romanello y Analiá Afonso por ser grandes amigas y tan buenas compañeras en esta aventura sustentable.”



2. INTRODUCCION

El presente documento es un anexo al Trabajo Integrador Final (TIF que se presenta para la aprobación de la carrera de posgrado Especialización en Arquitectura y Hábitat Sustentable (AYHS) cursada en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (FAU-UNLP). El anexo se presenta para ampliar y complementar la información contenida en el TIF

El objetivo del trabajo es la entrega de 3 láminas de 1m x 0.7m en formato de concurso de arquitectura para el mejoramiento energético-ambiental de un proyecto existente. El mejoramiento realizado está enfocado en la eficiencia energética para reducir el impacto ambiental. El proyecto base es una vivienda unifamiliar y está situado en la localidad de Nordelta, en el municipio de Tigre, distante 30km de la CABA.



3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El trabajo se realizará en tres etapas distribuido en tres láminas:

LAMINA 1

- ETAPA 0
 - Se realizó un relevamiento del sitio de implantación en diferentes escalas.
 - Se realizó un diagnóstico climático y se determinaron las estrategias de climatización pasiva

LAMINA 2

- ETAPA 1
 - Memoria descriptiva del proyecto.
 - Planos de arquitectura.
 - El proyecto base será evaluado y analizado desde el punto de vista ambiental y energético. Para tal caso se realizarán los siguientes estudios:
 - Evaluación de la envolvente térmica en base a las Normas IRAM, intervinientes en la Ley 13.059 de acondicionamiento térmico de la Provincia De Bs As.
 - Estudio de asoleamiento y ventilación del proyecto.
 - Se realizará un diagnóstico en base a los resultados obtenidos para así determinar las mejoras a realizar en el proyecto
- ETAPA 2
 - Mejoramiento proyecto base
 - Como referencia para el mejoramiento la envolvente térmica se buscará cumplir con la Ley 13.059 de acondicionamiento térmico de la Provincia de Bs As. La misma hace de cumplimiento obligatorio las normas IRAM 11.600.

LAMINA 3

- ETAPA 3
 - Desarrollo y verificación de las propuestas de mejoramiento al proyecto

Para ambos proyectos se realizarán los siguientes estudios:

- Elaboración de tablas propuestas por la normas IRAM 11.600
- Determinar la transmitancia térmica de los diferentes elementos de la envolvente
- Verificación a la condensación de las capas superficiales e intersticiales
- Verificación del Coeficiente Global de Pérdidas
- Estudio de asoleamiento



4. RELEVAMIENTO DEL SITIO DE INTERVENCIÓN

Como mencionamos anteriormente el proyecto está implantado en una urbanización cerrada denominada NORDELTA en el municipio de tigre. A continuación se describen las principales características del partido:

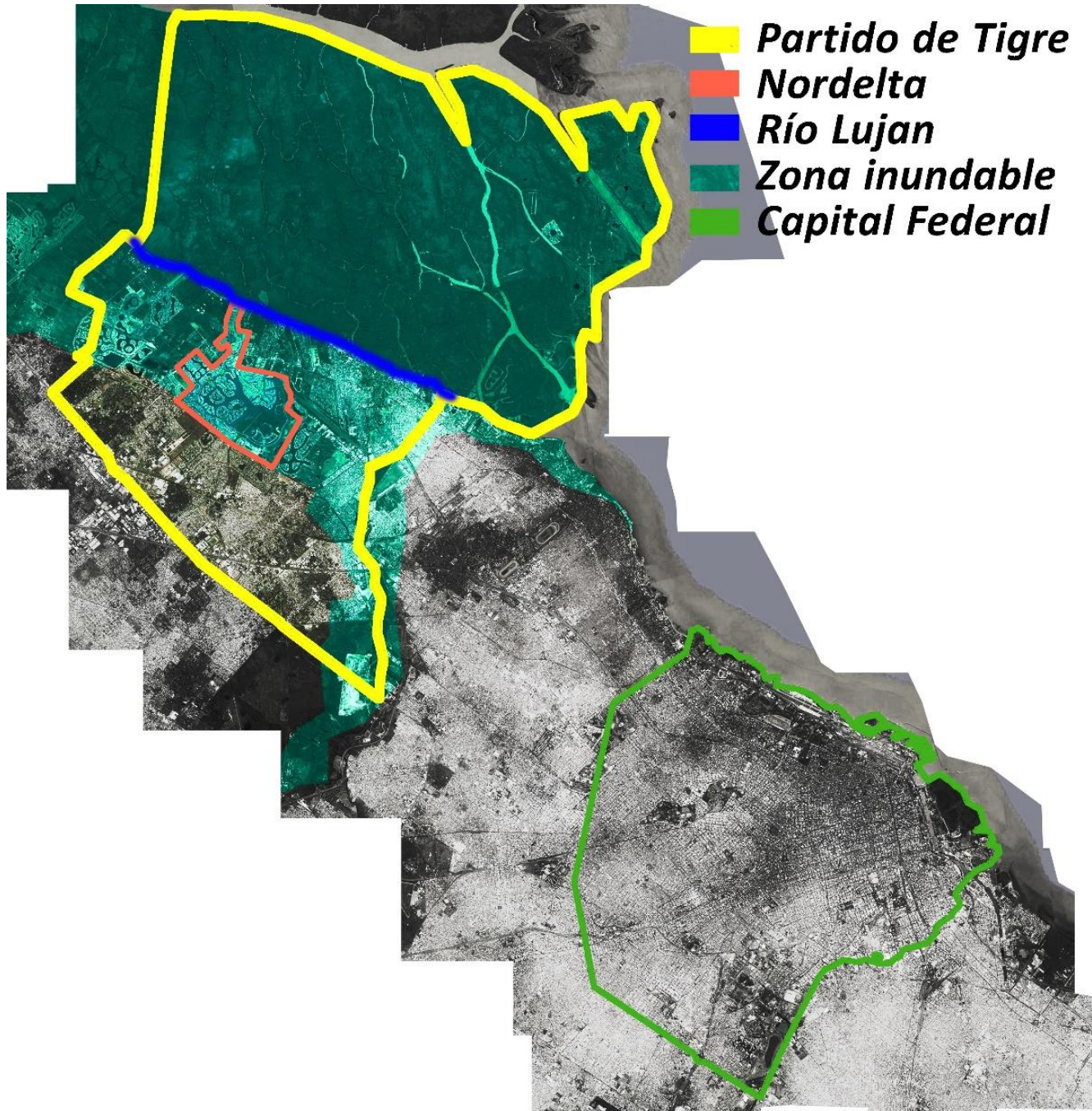


Ilustración 1 Imagen satelital de Capital Federal y el área metropolitana norte. Elaboración propia



TIGRE

El Partido de Tigre forma parte de dos sistemas en transición: la aglomeración Gran Buenos Aires y los ambientes naturales y antropizados del Bajo Delta del Río Paraná (Fernández).

La llanura y el río son sus paisajes dominantes que condicionaron su conformación.

La zona forma parte de un ecosistema complejo atravesado por numerosas cuencas hidrológicas como las del río Luján y Reconquista, pero además su régimen hidrológico está afectado por los ríos Paraná, Uruguay y de la Plata. Esta condición hace que gran parte del territorio continental y la totalidad del Bajo Delta sean zonas inundables. Los terrenos bajos sujetos a inundaciones permanente o semipermanentes forman humedales que brindan numerosos servicios eco-sistémicos a la ciudad como la regulación del sistema hídrico y el filtrado de las aguas.

El partido está situado 32 km. al Norte de la Ciudad de Buenos Aires se ubica en el segundo cordón del conurbano bonaerense formando así parte del área metropolitana de Buenos Aires. El partido tiene una superficie total de 268 km², de los cuales 222m² pertenecen a la 1er sección de islas del Bajo Delta del Paraná. El sector continental está separado de las islas de la 1ª sección por el río Lujan.

Ambos sectores están vinculados a través del puerto de frutos donde se comercializa la producción proveniente del Delta y por la estación fluvial desde donde parten lanchas colectivas hacia las islas. Además, existen guarderías náuticas privadas que permiten el acceso a las islas desde embarcaciones privadas. El vínculo con el río es muy estrecho también por el fenómeno de las inundaciones debido a las crecidas del río. Prácticamente la mitad del territorio continental está en zona inundable lo que determinó en buena medida el hacer constructivo con gran cantidad de casas elevadas y palafíticas.

El partido ha tenido un crecimiento muy grande las últimas décadas especialmente con el mejoramiento e incorporación de nuevas vías de comunicación.

Ubicado en la ruta del MERCOSUR (Panamericana) y próxima al puerto de Buenos Aires, el partido cuenta con rutas, autopistas y caminos que permiten el traslado de importantes volúmenes de productos y el fluido tránsito de vehículos de distinto porte. Además, está atravesada en toda su extensión por dos líneas ferroviarias y su condición costera le permite contar con puertos en distintos puntos. Este avance en infraestructura favoreció la radicación de empresas y el desarrollo de nuevos emprendimientos, con una fuerte expansión de las actividades industriales sobre el corredor de la autopista Panamericana, y también de servicios e inmobiliarias.

En el sector de islas las principales actividades económicas son el turismo, la explotación inmobiliaria, y, en menor medida: la agricultura de subsistencia, la forestación y producción artesanal de diferentes productos (mimbre, apicultura, hidroponía y otros) que se derivan en general al Mercado de Frutos para su comercialización (Bisogno, 2005: 62).

En la ribera continental del Río Luján las actividades que se realizan son predominantemente deportivas y recreativas, pero también incluyen lo comercial, con un constante movimiento turístico y de productos de origen local.

En el territorio continental ha habido un fuerte desarrollo inmobiliario de urbanizaciones cerradas. Se estima que el partido tiene un 40 por ciento de su superficie continental ocupada por urbanizaciones cerradas (UC) (Vidal, 2007). La mayoría de las UC están asentadas en sitios inundables pero utilizando sistemas constructivos diferentes a las estructuras palafítica mencionadas anteriormente para mitigar el peligro de inundaciones. El sistema adoptado consiste en el "despliegue de extensas superficies polderizadas, que consisten en sistemas constructivos de alto costo, permiten sobre elevar el nivel del terreno y así amortiguar los efectos que puedan ocasionar las inundaciones recurrentes en el área. Este sistema contrasta significativamente con aquellos implementados por las poblaciones locales preexistentes, entre los cuales podemos mencionar los pequeños terraplenes donde se levantan las viviendas y los palafitos, que son viviendas construidas sobre pilotes de madera u otro material."¹ (Ríos, 2004: 183). Desde el punto de vista eco sistémico Fernández describe la siguiente situación:

¹ Las polderizaciones están constituidas por terraplenes o diques perimetrales rellenos con tierra o lodo utilizando distintas técnicas para que los sedimentos decanten y el agua sea expulsada del predio, proporcionando de esta manera protección sobre algunas inundaciones.



“Se observa en Tigre una modificación de ecosistemas anegadizos y corredores de albardón por el avance de urbanizaciones. Muchas urbanizaciones se desarrollan sobre fragmentos forestales en las costas de ríos y canales artificiales del partido de Tigre, y también con el avance de loteos en áreas inundables. La modificación ambiental predominante es el rediseño topográfico e hidrológico, e incluso la configuración de nuevas modalidades de presentación espacial de pulsos en sistema anegadizos. Una característica es la atenuación de inundaciones en algunas áreas debido a la construcción de defensas y sistemas de rellenos, e intensificación de inundaciones en otras”

NORDELTA

Es una localidad del partido de Tigre. Es un mega-emprendimiento de urbanizaciones cerradas que ocupa aproximadamente 1/6 del territorio continental del partido. Este emprendimiento es uno de las urbanizaciones cerradas que ocupa valles de inundación ocupándolo con el sistema de polderización descrito anteriormente. Se encuentra a 8 km del centro de Tigre fue fundada en el año 2000, con una población de 41.335 habitantes. Se trata de una ciudad compuesta por veintitrés barrios. Cuenta con 6 colegios, 1 centro comercial, servicios profesionales, centro médico, estaciones de servicio, restaurantes, etc. La Asociación Vecinal Nordelta administra los servicios de la ciudad y de los barrios que la componen.



5. DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO

Se utilizaron para este trabajo los datos climáticos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) del período de los años 1991 al 2000. Se seleccionó la estación de Buenos Aires (est-156) por ser la estación meteorológica más cercana al Partido de Tigre.

BUENOS AIRES



Buenos Aires:

Latitud: 34,35
Longitud: 58,29
Altura: 5

Zona bioambiental:

Zona III, Templado cálido
Subzona IIIB húmedo

Orientaciones > 30° NO-N-NE-E óptimas

Colores claros

Aberturas - Evitar orientación Oeste

Subzona b: - Verificar condensación

-Área vidriada < 20%

- Ventilación cruzada (*1)

(*1) Fuente: Norma Iram 11603.



ANÁLISIS DE LOS DATOS CLIMÁTICOS

Temperatura

Mes	Max Abs	Máxima	Media	Mínima	Min Abs
Ene	37,6	29,3	23,8	19,8	10,6
Feb	35,6	28,2	22,8	18,8	9,6
Mar	34,2	27,3	22,0	18,0	8,1
Abr	32,8	22,6	17,7	14,0	5,5
May	30,0	19,6	14,8	11,3	1,4
Jun	26,2	15,9	11,7	8,5	-0,8
Jul	29,4	15,0	10,5	7,1	-1,4
Ago	33,7	18,0	12,7	8,8	-2,1
Sept	32,6	19,5	14,3	10,4	2,3
Oct	31,8	22,3	17,1	13,3	2,6
Nov	35,9	25,3	19,8	15,8	5,1
Dic	40,5	28,8	22,9	18,6	7,8

Amplitud y Media

Mes	Amp	Prom
Ene	9,5	23,8
Feb	9,4	22,8
Mar	9,3	22,0
Abr	8,6	17,7
May	8,3	14,8
Jun	7,4	11,7
Jul	7,9	10,5
Ago	9,2	12,7
Sept	9,1	14,3
Oct	9,0	17,1
Nov	9,5	19,8
Dic	10,2	22,9
PROM	9,0	17,5

Humedad relativa %

Máxima	Media	Minima
71	66	61
73	69	64
77	71	65
83	75	68
84	78	73
87	80	72
84	78	72
82	75	68
75	69	62
74	69	64
72	66	59
73	64	56

Podemos observar que es un clima templado con veranos calurosos con temperaturas que superan los 27°C, últimamente por el cambio climático estas condiciones van en aumento.

Los inviernos son frescos, pero rara vez llegan a los 0°C.

No tiene una gran amplitud térmica, ya que la misma no supera o raramente los 10°C.

Fuente: Datos procesados en programa e-clima

TEMPERATURAS HORARIAS SEGUN MAXIMA MEDIA Y MINIMA MEDIA

ESTACION:	BUENOS AIRES												TEMP.MEDIA ANUAL:	18,2
FUENTE:	S.M.N.												TEMP.NEUTRALIDAD:	23,24
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TMA	18,2
TEMP.MED.MAX	29,3	28,2	27,3	22,6	19,6	15,9	15,0	18,0	19,5	22,3	25,3	28,8	22,7	
TEMP.MED.MIN	19,8	18,8	18,0	14,0	11,3	8,5	7,1	8,8	10,4	13,3	15,8	18,6	13,7	
DIFERENCIA	9,5	9,4	9,3	8,6	8,3	7,4	7,9	9,2	9,1	9,0	9,5	10,2	9,0	

HORA COEFICIENTES

TEMPERATURAS HORARIAS

PROMEDIOS

		TEMPERATURAS HORARIAS												PROMEDIOS		
														D-E-F	M-J-J	AÑO
1	0,46	24,2	23,1	22,3	18,0	15,1	11,9	10,7	13,0	14,6	17,4	20,2	23,3	23,5	12,6	17,8
2	0,32	22,8	21,8	21,0	16,8	14,0	10,9	9,6	11,7	13,3	16,2	18,8	21,9	22,2	11,5	16,6
3	0,19	21,6	20,6	19,8	15,6	12,9	9,9	8,6	10,5	12,1	15,0	17,6	20,5	20,9	10,5	15,4
4	0,08	20,6	19,6	18,7	14,7	12,0	9,1	7,7	9,5	11,1	14,0	16,6	19,4	19,8	9,6	14,4
5	0,02	20,0	19,0	18,2	14,2	11,5	8,6	7,3	9,0	10,6	13,5	16,0	18,8	19,3	9,1	13,9
6	0,00	19,8	18,8	18,0	14,0	11,3	8,5	7,1	8,8	10,4	13,3	15,8	18,6	19,1	9,0	13,7
7	0,06	20,4	19,4	18,6	14,5	11,8	8,9	7,6	9,4	10,9	13,8	16,4	19,2	19,6	9,4	14,2
8	0,15	21,2	20,2	19,4	15,3	12,5	9,6	8,3	10,2	11,8	14,7	17,2	20,1	20,5	10,1	15,0
9	0,26	22,3	21,2	20,4	16,2	13,5	10,4	9,2	11,2	12,8	15,6	18,3	21,3	21,6	11,0	16,0
10	0,44	24,0	22,9	22,1	17,8	15,0	11,8	10,6	12,8	14,4	17,3	20,0	23,1	23,3	12,4	17,6
11	0,79	27,3	26,2	25,3	20,8	17,9	14,3	13,3	16,1	17,6	20,4	23,3	26,7	26,7	15,2	20,8
12	0,91	28,4	27,4	26,5	21,8	18,9	15,2	14,3	17,2	18,7	21,5	24,4	27,9	27,9	16,1	21,8
13	0,97	29,0	27,9	27,0	22,3	19,4	15,7	14,8	17,7	19,2	22,0	25,0	28,5	28,5	16,6	22,4
14	1,00	29,3	28,2	27,3	22,6	19,6	15,9	15,0	18,0	19,5	22,3	25,3	28,8	28,8	16,8	22,7
15	0,98	29,1	28,0	27,1	22,4	19,4	15,8	14,8	17,8	19,3	22,1	25,1	28,6	28,6	16,7	22,5
16	0,94	28,7	27,6	26,7	22,1	19,1	15,5	14,5	17,4	19,0	21,8	24,7	28,2	28,2	16,4	22,1
17	0,91	28,4	27,4	26,5	21,8	18,9	15,2	14,3	17,2	18,7	21,5	24,4	27,9	27,9	16,1	21,8
18	0,87	28,1	27,0	26,1	21,5	18,5	14,9	14,0	16,8	18,3	21,1	24,1	27,5	27,5	15,8	21,5
19	0,83	27,7	26,6	25,7	21,1	18,2	14,6	13,7	16,4	18,0	20,8	23,7	27,1	27,1	15,5	21,1
20	0,80	27,4	26,3	25,4	20,9	17,9	14,4	13,4	16,2	17,7	20,5	23,4	26,8	26,8	15,3	20,9
21	0,75	26,9	25,9	25,0	20,5	17,5	14,1	13,0	15,7	17,2	20,1	22,9	26,3	26,3	14,9	20,4
22	0,70	26,5	25,4	24,5	20,0	17,1	13,7	12,6	15,2	16,8	19,6	22,5	25,7	25,9	14,5	20,0
23	0,64	25,9	24,8	24,0	19,5	16,6	13,2	12,2	14,7	16,2	19,1	21,9	25,1	25,3	14,0	19,4
24	0,57	25,2	24,2	23,3	18,9	16,0	12,7	11,6	14,0	15,6	18,4	21,2	24,4	24,6	13,5	18,8

	-10	0	
	0	<18	Necesidad de insolación total
	18	<21	Necesidad de insolación más algún período de sombra (en los equinoccios)
	21	<25	Necesidad de sombra, permitir entrada de sol por la mañana
	25,0	mas	Sombreo total

NECESIDADES BIOCLIMATICAS: C=CONFORT - F=FRIO(NECESIDAD CALEFACCION)

METODO BRUCE NOVELL AMPLIADO

ESTACION: BUENOS AIRES

TCON 23,24

TCMX 27,2 TCM 20,2

HORAS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTALES AÑO			
													FRIO	CONF.	ENFRI.	
1	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8,0	4,0	0,0	
2	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8,0	4,0	0,0	
3	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	C	9,0	3,0	0,0	
4	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11,0	1,0	0,0	
5	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	
6	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	
7	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11,0	1,0	0,0	
8	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11,0	1,0	0,0	
9	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8,0	4,0	0,0	
10	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8,0	4,0	0,0	
11	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	5,0	6,0	1,0	
12	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5,0	4,0	3,0	
13	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5,0	4,0	3,0	
14	E	E	E	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5,0	3,0	4,0	
15	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5,0	4,0	3,0	
16	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5,0	4,0	3,0	
17	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5,0	4,0	3,0	
18	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5,0	5,0	2,0	
19	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	5,0	6,0	1,0	
20	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	5,0	6,0	1,0	
21	C	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	6,0	6,0	0,0	
22	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	7,0	5,0	0,0	
23	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	7,0	5,0	0,0	
24	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	7,0	5,0	0,0	
FRIO	2,0	5,0	6,0	13,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	14,0	10,0	5,0	TOT.F	175,0	% F.	60,8
CONF.	12,0	13,0	17,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	14,0	12,0	TOT.C	89,0	% C.	30,9
ENF.	10,0	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	TOT.E	24,0	% E.	8,3

	CONFORT	HORAS CONNF.	-
	FRIO	HORAS FRIAS	Necesidad de calefaccionar
	ENFRIAMIENTO	HORAS CALIENT	Necesidad de métodos de enfriamiento

Fuente: Datos procesados en programa Temp.Hora



Según los datos que nos arrojan los gráficos, podemos ver que hay varios momentos del día, tanto en invierno como en los equinoccios, se necesitará algún tipo de calefacción ya que la temperatura está por debajo de los 20°C que es la temperatura mínima de confort que nos calcula el programa.

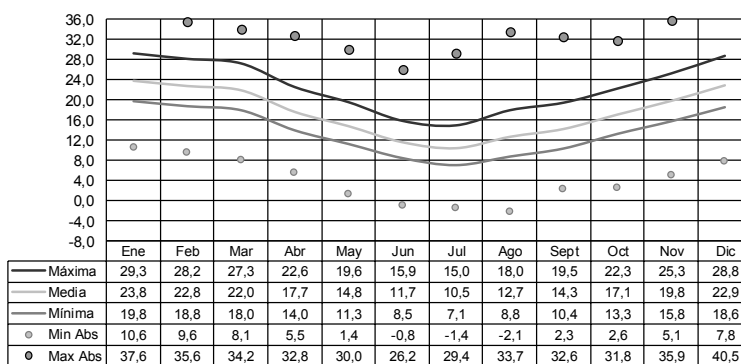
En el verano vemos que por a partir del mediodía las temperaturas pasan el rango de confort y es necesario métodos de enfriamiento. Dentro de los climas que encontramos en nuestro país, este esta franja es una de las más benignas. En las cuales quizá con las estrategias adecuadas no es tan difícil lograr estar dentro de los rangos de confort deseados.

Temperatura confort máxima: 27,2°C

Temperatura de confort mínima: 20,2°C

LAT: 34,4 LONG: 58,3 ALT: 25 mts 1991-2000

TEMPERATURA

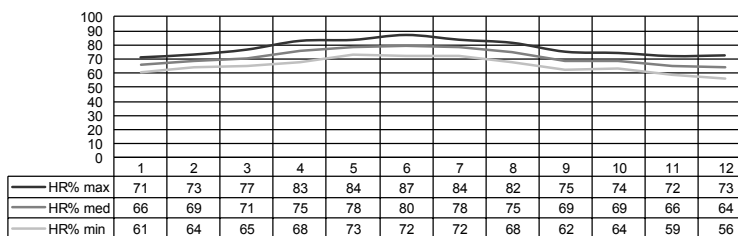


En este gráfico podemos ver las temperaturas máximas y mínimas mensuales si entran o no dentro de la temperatura de confort.

Podemos ver que las máximas en el verano y equinoccios estarían casi en todos los meses entrando en el rango marcado y que las mínimas en los meses anteriormente mencionados se encuentran cerca del mismo, quizá si como rango se estudiara con base 18° - 28 °C estaríamos con más meses dentro de las temperaturas de confort.

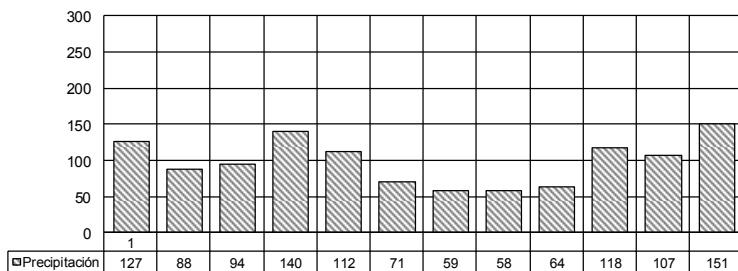
En los meses de invierno tendremos que estrategias utilizamos para lograr confort ya que estamos más alejados

HUMEDAD RELATIVA



Podemos ver como en las coinciden las épocas con mayores temperaturas con humedades relativas más bajas y viceversa.

PRECIPITACION



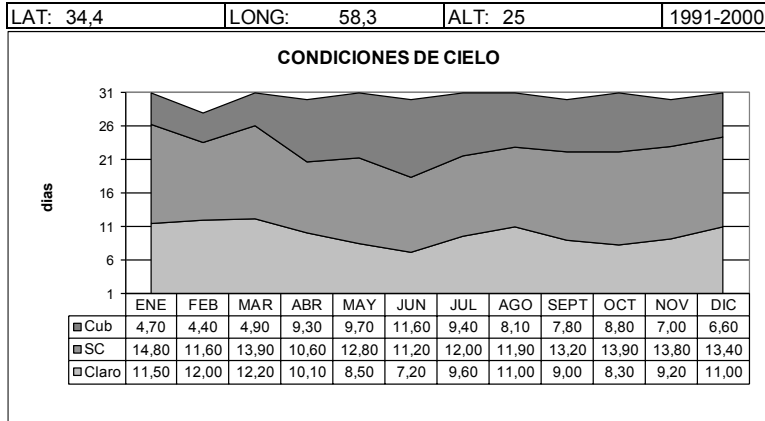
Se observa que es un clima con lluvias todo el año, bajan en el invierno, pero casi en el rango de los 60 mm.

Con precipitaciones anuales de 1189 mm.

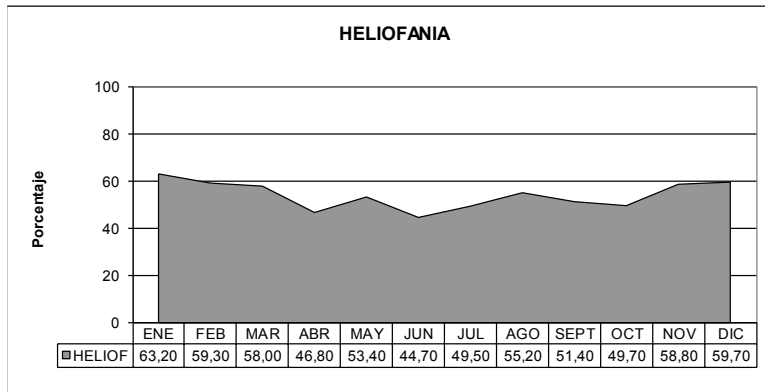
Fuente: Datos procesados en programa e-clima



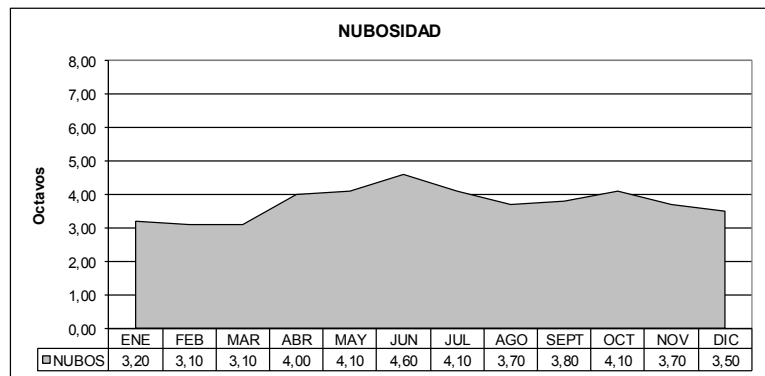
CONDICIONES DE CIELO



En invierno el cielo permanece más tiempo cubierto y semicubierto. Podemos ver que lo que predomina en esta localidad es el cielo semicubierto.



La heliofania (porcentaje de cantidad de horas de sol directo sobre la tierra) se mantiene por sobre la línea del 50% casi todo el año, bajando un poco en la época de invierno.



Podemos ver que hay mayor nubosidad en los meses de invierno. Pero si se compara con el gráfico de lluvias, vemos que son más bajas que en verano.

Fuente: Datos procesados en programa e-clima



RADIACIÓN/ TIPO DE CIELOS

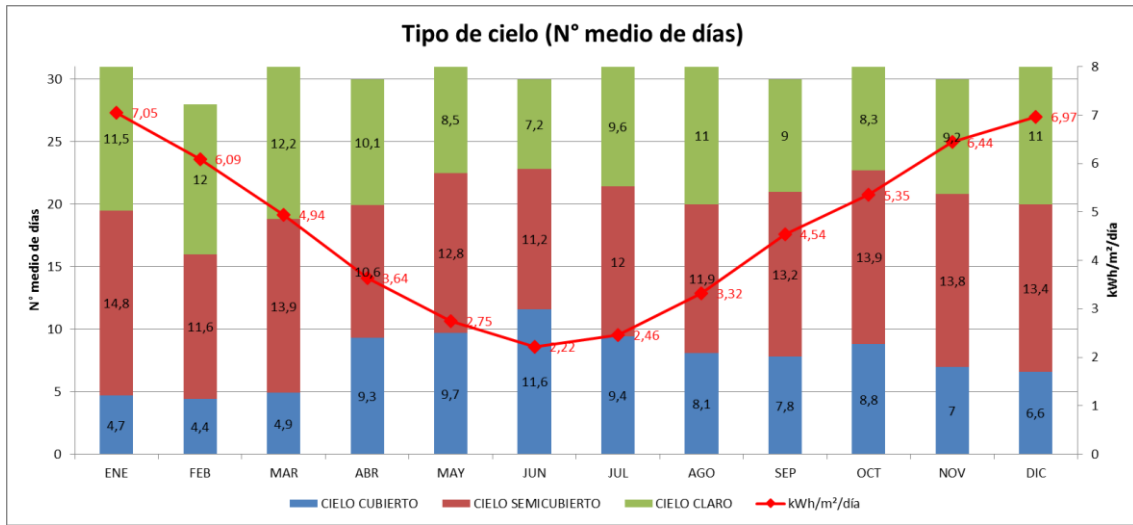
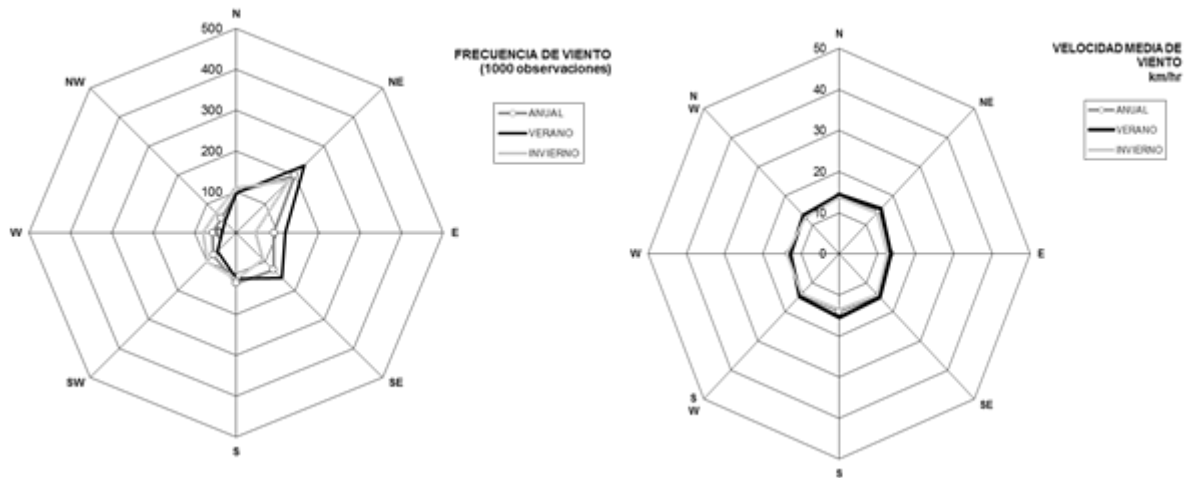


Gráfico 9 - Radiación (Datos de radiación obtenidos de la NASA) y tipo de cielos

- La radiación mínima es de 2.2 kWh/m²/día en el mes de junio
- La radiación máxima es de 7.0 kWh/m²/día en el mes de enero
- En verano los días con cielo cubierto son entre 4 y 7 días. Los días con cielo semicubierto son entre 11 y 15. Los días claros son entre 9 y 12 días. La radiación es de entre 5 kWh/m²/día a 7 kWh/m²/día.
- En invierno los días con cielo cubierto son entre 8 y 12 días. Los días con cielo semicubierto son entre 12 y 13. Los días claros son entre 8 y 13 días. La radiación es de entre 2.2 kWh/m²/día a 4.5 kWh/m²/día.



Análisis de los vientos



Encontramos un viento predominante en el verano del NE, N y ESTE. Este se podrá aprovechar para ventilación natural. Encontramos en invierno vientos del sur- sudeste, de estos vientos se deberán tener en cuenta ya que consiste en vientos fuertes y fríos.

En las zonas aledañas al río, la sudestada afecta con inundaciones, por la suba del mismo

Grados días de Calefacción y de Enfriamiento

BUENOS AIRES							B20	BUENOS AIRES							B27
Mes	Max media	Min media	Media	Base GD		N° de Días		Mes	Max media	Min media	Media	Base GD		N° de Días	
JULIO	15	7,1	11,05	20	8,95	31	277,45	ENERO	29,3	19,8	24,55	27	-2,45	31	0
JUNIO	15,9	8,5	12,2	20	7,8	30	234	DICIEMBRE	28,8	18,6	23,7	27	-3,3	31	0
AGOSTO	18	8,8	13,4	20	6,6	31	204,6	FEBRERO	28,2	18,8	23,5	27	-3,5	28	0
SEPTIEMBRE	19,5	10,4	14,95	20	5,05	30	151,5	MARZO	27,3	18	22,65	27	-4,35	31	0
MAYO	19,6	11,3	15,45	20	4,55	31	141,05	NOVIEMBRE	25,3	15,8	20,55	27	-6,45	30	0
OCTUBRE	22,3	13,3	17,8	20	2,2	31	68,2	ABRIL	22,6	14	18,3	27	-8,7	30	0
ABRIL	22,6	14	18,3	20	1,7	30	51	OCTUBRE	22,3	13,3	17,8	27	-9,2	31	0
NOVIEMBRE	25,3	15,8	20,55	20	-0,55	30	0	MAYO	19,6	11,3	15,45	27	-11,55	31	0
MARZO	27,3	18	22,65	20	-2,65	31	0	SEPTIEMBRE	19,5	10,4	14,95	27	-12,05	30	0
FEBRERO	28,2	18,8	23,5	20	-3,5	28	0	AGOSTO	18	8,8	13,4	27	-13,6	31	0
DICIEMBRE	28,8	18,6	23,7	20	-3,7	31	0	JUNIO	15,9	8,5	12,2	27	-14,8	30	0
ENERO	29,3	19,8	24,55	20	-4,55	31	0	JULIO	15	7,1	11,05	27	-15,95	31	0
Grados días de calefacción							1127,8	Grados días de enfriamiento							0

Fuente: Datos procesados manualmente según fórmulas teórica del M1-05 MAyHS.

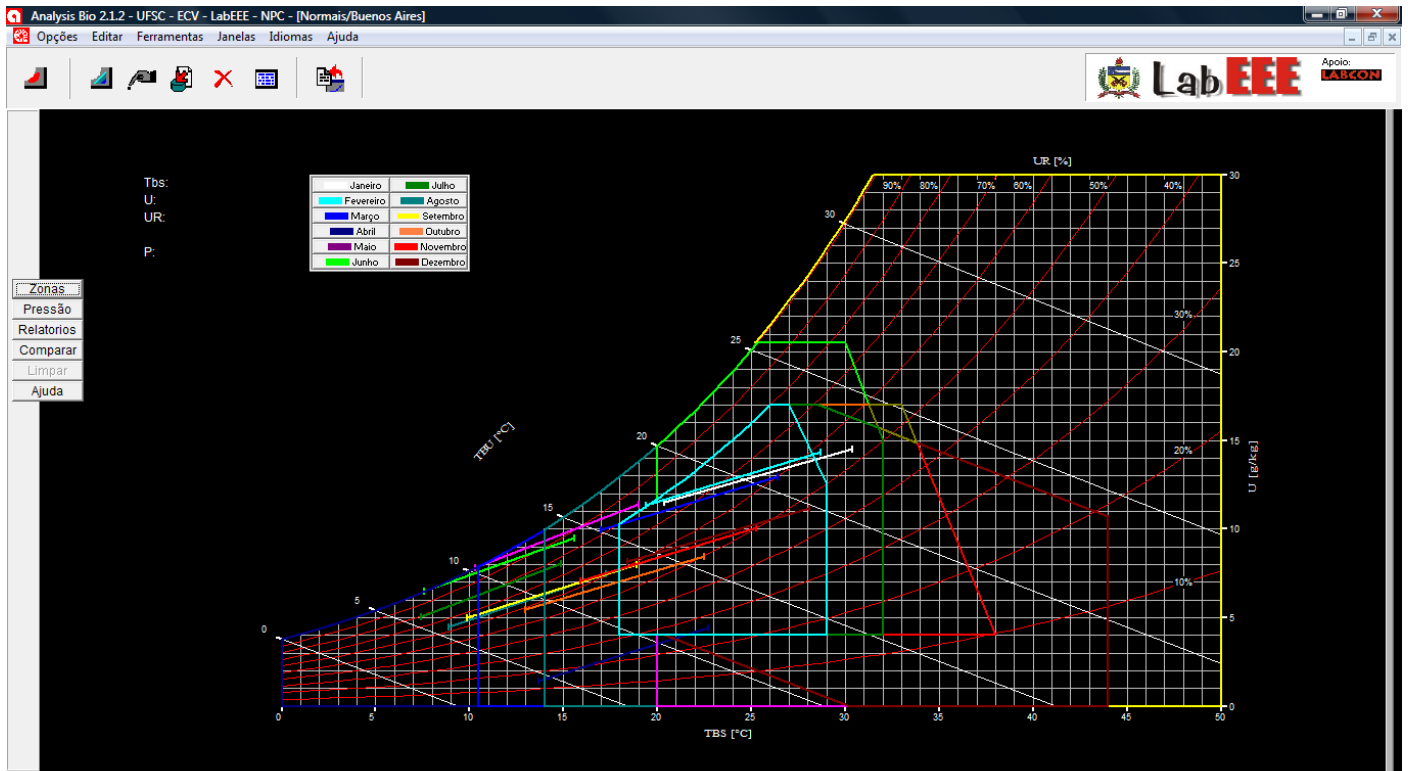
Según la tabla son 7 meses de necesidad de calefacción según una base de 20°C.

No tiene grados días para verano ya que las temperaturas medias no superan las temperaturas máximas de confort.

Grados días invierno: 1128 base 20°C



Diagrama Bioambiental



ENERO:

- »Confort Térmico : 79,88
- »Ventilación/Alta Inercia/Refrigeración por Evap. : 20,13

FEBRERO:

- »Confort Térmico : 92,55
- »Calefacción Artificial : 2,51
- »Ventilación/Alta Inercia/Refrigeración por Evap. : 4,94

MARZO:

- »Confort Térmico : 89,36
- »Calefacción Artificial : 10,64

ABRIL:

- »Confort Térmico : 13,45
- »Refrigeración por Evaporación : 6,76
- »Humidificación: 9,78
- »Calefacción Artificial : 66,67
- »Calefacción Solar Pasiva : 3,35

MAYO:

- »Calefacción Artificial : 57,47
- »Calefacción Solar Pasiva : 40,23
- »Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia Térmica : 2,30

JUNIO:

- »Calefacción Artificial : 20,01
- »Calefacción Solar Pasiva : 43,74
- »Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia Térmica : 36,26

JULIO:

- »Calefacción Artificial : 11,99
- »Calefacción Solar Pasiva : 46,67
- »Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia Térmica : 41,35

AGOSTO:

- »Calefacción Artificial : 39,27
- »Calefacción Solar Pasiva : 41,68
- »Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia Térmica : 19,06

SEPTIEMBRE:

- »Confort Térmico : 10,00
- »Calefacción Artificial : 44,45
- »Calefacción Solar Pasiva : 38,90
- »Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia Térmica : 6,67

OCTUBRE:

- »Confort Térmico : 47,37
- »Calefacción Artificial : 42,10
- »Calefacción Solar Pasiva : 10,53

NOVIEMBRE:

- »Confort Térmico : 77,65
- »Calefacción Artificial : 22,36

DICIEMBRE:

- »Confort Térmico : 100,01

Fuente: programa Analysis Bio



6. ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN PASIVA PARA OPTIMIZAR EL CONFORT DEL EDIFICIO

Luego del análisis de todos los gráficos podemos determinar,

Verano:

-Protección solar: con aleros para mantener las condiciones existentes con temperaturas agradables y para no tener sobrecalentamiento. Se logra evitando el ingreso de radiación solar directa.

-Aislación térmica: en toda la envolvente reducir los flujos de calor, del interior al exterior en invierno y del exterior al interior en verano. Uso de materiales aislantes de muy baja densidad.

-Ventilación cruzada: lograr refrescamiento en condiciones cálidas y húmedas a través del movimiento de aire sensible para los ocupantes a fin de favorecer la evaporación de la transpiración

Invierno:

-Ganancia Solar directa: captación de energía solar en condiciones por debajo del clima de confort térmico lograr el ingreso de la radiación solar para calentar materiales, aire interior o directamente las personas

-Aislación térmica: reducir los flujos de calor.

Conjunto: agrupamiento abierto para lograr la ventilación.

Exteriores: protección de lluvias, espacios con sombra para actividades exteriores en verano y en invierno espacios con sol.



7. ENVOLVENTE TÉRMICA - Verificación al cumplimiento de la Ley 13.059 de la Provincia de Buenos Aires

Para la evaluación del proyecto en relación a su envolvente térmica nos basamos en la ley 13.059 de la provincia de Buenos Aires la cual promueve "...la construcción de viviendas que favorezcan un adecuado índice de confort y de uso racional de energía que permita reducir la contaminación". La presente ley tiene por objeto implementar en todas las construcciones públicas o privadas, de viviendas, edificios o industrias que se realicen en el territorio de la provincia de Buenos Aires, el cumplimiento obligatorio de las normas IRAM vigentes referidas al acondicionamiento térmico de edificios y ventanas. También define a los gobiernos municipales como la autoridad para su aplicación.

Si bien la ley se sancionó en 2003, recién fue reglamentada en 2010 donde define entre otras cosas niveles máximos de transmitancia térmica para muros y techos.

La norma IRAM 11605 para cerramientos opacos establece tres niveles diferentes en grado decreciente a condiciones de confort higrotérmico:

- Nivel A (recomendado)
- Nivel B (medio)
- Nivel C (mínimo)

Luego define para diferentes temperaturas exteriores los valores de transmitancia térmica máximos admisibles para cada nivel.

La ley 13.059 exige el cumplimiento obligatorio del nivel B

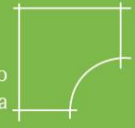
7.1. PROYECTO EXISTENTE

A continuación se detallan los distintos componentes de la envolvente del proyecto base y los cálculos y verificaciones requeridos por la ley 13.059:

- MURO BLOQUE CERÁMICO PORTANTE 18X19X33 - REVOCADO AMBAS CARAS:



Ilustración 2 Corte perspectivo del sistema de muro utilizado



NORMA IRAM 11601		CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA	
PROYECTO		Vivienda unifamiliar - Proyecto base	
ELEMENTO	Muro	ÉPOCA DEL AÑO	Invierno / Verano
CIUDAD	Tigre	FLUJO DE CALOR	Horizontal
ESTACIÓN MÁS CERCANA	Aeroparque	ZONA BIOAMBIENTAL	III B
NIVEL DE CONFORT SEGÚN IRAM 1605	B	T. DE DISEÑO (C°)	1,7
Elemento			
Muro bloque cerámico portante 18x19x33 - Revocado ambas caras			
Capa de elemento constructivo	Espesor	Conductividad Térmica - λ	Resistencia Térmica - R
	m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior (Rsi)			0,13
1 Enlucido de yeso	0,005	0,64	0,01
2 Mortero de cal y yeso	0,015	0,7	0,02
3 Bloque cerámico portante 18x19x33	0,18		0,43
4 Mortero de revoque exterior	0,02	1,16	0,02
Resistencia superficial exterior (Rse)			0,04
Resistencia Total			0,65
Invierno			
Transmitancia Térmica	K (W/m ² .K.)		1,55
Nivel A Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)		0,36
Nivel LAYHS Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)		0,675
Nivel B Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)		0,99
Nivel C Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)		1,75
A Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)			1,55
B Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)			0,99
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)			NO CUMPLE
Verano			
Transmitancia Térmica	K (W/m ² .K.)		1,55
Nivel A Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)		0,50
Nivel LAYHS Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)		0,34
Nivel B Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)		1,25
Nivel C Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)		2,00
A Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)			1,55
B Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)			1,25
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)			NO CUMPLE

Tabla 1 Cálculo de transmitancia térmica del muro

El cálculo demuestra que la transmitancia térmica del muro es insuficiente y supera en más de un 50% el K max adm en el nivel B



NORMA IRAM 11625/80		CALCULO DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN INTERSTICIAL									
ELEMENTO		MMuro bloque cerámico portante 18x19x33 - Revocado ambas caras									
EPOCA DEL AÑO		INVIERNO									
CAPA		e	λ	R	t	δ	Rv	HR	P	t_r	Δ_T
Nº		m	W / m K	$m^2 K / W$	$^{\circ}C$	g / m h kPa	$m^2 h kPa / g$	%	kPa	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$
AIRE INTERIOR		-	-	-	20,00	-	-	75,00	1,736	15,31	4,69
1	Resistencia Superficial Interior	-	-	0,17	15,32	-	-	-	1,736	15,31	0,01
2	Enlucido de yeso	0,005	0,640	0,01	15,11	0,070	0,071	-	1,706	15,05	0,06
3	Mortero de cal y yeso	0,015	0,700	0,02	14,52	0,050	0,300	-	1,585	14,07	0,45
4	Bloque cerámico portante 18x19x33	0,180		0,43	2,69	0,100	1,800	-	0,834	4,58	-1,89
5	Mortero de revoque exterior	0,020	1,16	0,02	2,21	0,037	0,541	-	0,610	0,25	1,96
6	Resistencia Superficial Exterior	-	-	0,04		-	-	-			
AIRE EXTERIOR ⁽¹⁾		-	-	-	1,70	-	-	90,00	0,610		-
TOTAL		0,220		0,67	18,30	0,26	2,71		1,126	-	-

AIRE EXTERIOR: Se tomo TDMN de AEROPARQUE

Tabla 2 Cálculo de verificación de riesgo de condensación intersticial

Para el cálculo de riesgo de condensación se pudo constatar que este tipo de muros puede condensar. En la tabla de cálculos se observa una diferencia negativa de 1.89°C entre la temperatura de capa y la temperatura de rocío en el encuentro del bloque cerámico con el revoque exterior. Se puede observar gráficamente como la temperatura de capa desciende por debajo de la temperatura de rocío.

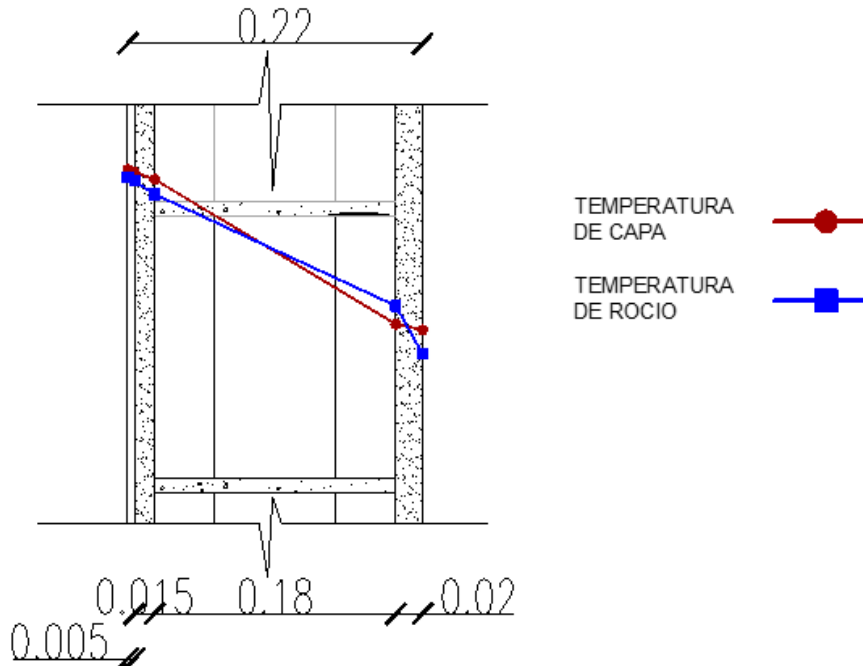


Ilustración 3 Diagrama de Glazer del muro



- LOSA VIGUETA ISOBLOCK CON CONTRAPISO DE HHRP

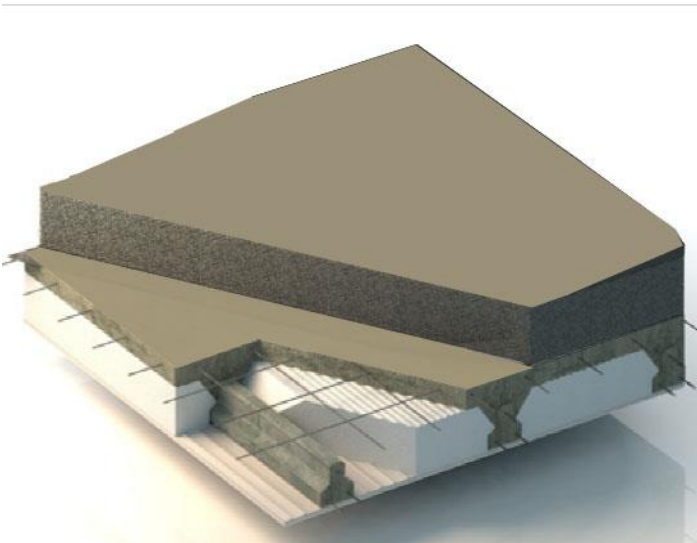


Ilustración 4 Axonometría en corte del techo empleado

Para las cubiertas la estación más exigida en estos casos es el verano ya que la radiación del sol es muy intensa y por lo tanto tiende a sobrecalentarse y transmitir este calor al interior del ambiente. Cabe destacar que la aislación exigida es mucho mayor que para los muros, para esta zona se exige un K de 0,48 comparada con el K de 0,99 exigidos para muros. El K de la cubierta es de 1,07 por lo tanto no cumple con los niveles exigidos por norma.



NORMA IRAM 11601	CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA		
PROYECTO	Vivienda unifamiliar - Proyecto base		
ELEMENTO	Muro	ÉPOCA DEL AÑO	Invierno / Verano
CIUDAD	Tigre	FLUJO DE CALOR	Descendente
ESTACIÓN MÁS CERCANA	Aeroparque	ZONA BIOAMBIENTAL	III B
NIVEL DE CONFORT SEGÚN IRAM 1605	B	T. DE DISEÑO (C°)	1,7

Elemento	
Losa Vigüeta ISOBLOCK con contrapiso de HHRP	

Capa de elemento constructivo	Espesor m	Conductividad Térmica - λ W/m.K	Resistencia Térmica - R m ² .K/W
Resistencia superficial interior (Rsi)			0,13
1 Enlucido de yeso	0,02	0,64	0,03
2 Losa de vigüetas y forjados de EPS con 0,05m de hormigón ⁽¹⁾	0,017		0,54
3 Contrapiso HHRP	0,15	0,76	0,20
Resistencia superficial exterior (Rse)			0,04
Resistencia Total			0,94

⁽¹⁾ Valor de resistencia térmica basado en publicaciones del CSTB y el NBE-CT-79 según Pablo Azqueta en "Manual Práctico del Aislamiento en la construcción". p.127

Invierno		
Transmitancia Térmica	K (W/m ² .K.)	1,07
Nivel A Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	0,31
Nivel LAYHS Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	0,57
Nivel B Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	0,83
Nivel C Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	1
A Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)		1,07
B Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)		0,83
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)		NO CUMPLE

Verano		
Transmitancia Térmica	K (W/m ² .K.)	1,07
Nivel A Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,19
Nivel LAYHS Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,34
Nivel B Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,48
Nivel C Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,76
A Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)		1,07
B Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)		0,48
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)		NO CUMPLE

Tabla 3 Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta del proyecto base



NORMA IRAM 11625/80		CALCULO DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL									
ELEMENTO		Losa Vigüeta ISOBLOCK con contrapiso de HHRP									
EPOCA DEL AÑO		INVIERNO									
CAPA		e	λ	R	t	δ	Rv	HR	P	t_r	ΔT_r
Nº		m	W / m K	$m^2 K / W$	$^{\circ}C$	g / m h kPa	$m^2 h kPa / g$	%	kPa	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$
AIRE INTERIOR		-	-	-	20,00	-	-	75,00	1,736	15,31	-4,69
1	Resistencia Superficial Interior	-	-	0,17	16,69	-	-	-	1,736	15,31	1,38
2	Enlucido de yeso	0,020	0,640	0,031	16,08	0,070	0,286	-	1,708	15,05	1,03
3	Losa de vigüetas y forjados de EPS con 0,05m de hormigón	0,017		0,54	6,14		8,020	-	0,912	5,77	0,37
4	Contrapiso HHRP	0,150	0,760	0,197	1,70	0,050	3,000	-	0,610	0,25	1,45
5	Resistencia Superficial Exterior	-	-	0,04	1,70	-	-	-	0,610	0,25	1,45
AIRE EXTERIOR ⁽¹⁾		-	-	-	1,70	-	-	90,00	0,610	-	-
TOTAL				0,94	18,30	0,12	11,31		1,126	-	-

AIRE EXTERIOR: Se tomo TDMN de AEROPARQUE

Tabla 4 Planilla de cálculo del riesgo de condensación intersticial

La cubierta verifica al riesgo de condensación. Todas las diferencias entre la temperatura de capa y de rocío son positivas. En el gráfico de Glazer se observa que en ningún momento se cruzan las líneas de temperatura.

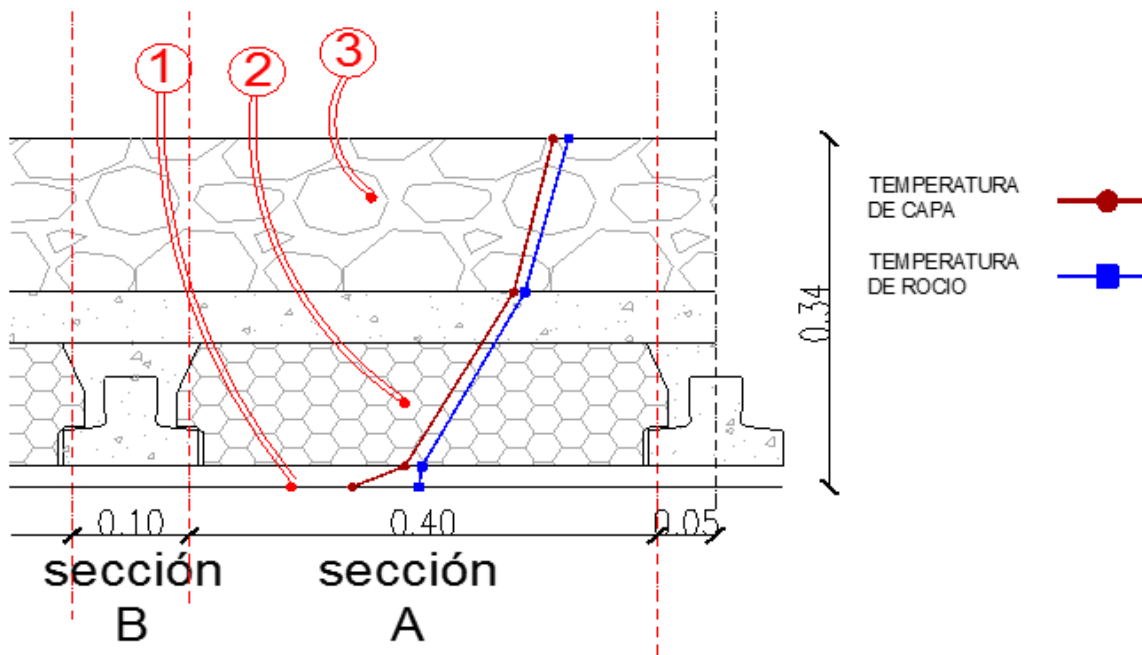


Ilustración 5 Diagrama de Glazer de la cubierta del proyecto base

- CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL "G"

El coeficiente G_{cal} tiene en cuenta las pérdidas de calor a través de los cerramientos que componen la envolvente (opacos, no opacos y en contacto con el terreno) más las perdidas por renovación de aire de los locales de la vivienda calefaccionada.



La norma IRAM 11604 fija los parámetros de ahorro de energía para calefaccionar edificios a través de valores máximos admisibles G_{cal} .

A continuación se adjunta la planilla de cálculo del coeficiente global G_{cal} :

NORMA IRAM 11604		CÁLCULO COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS TÉRMICAS (G_{cal})		
PROYECTO		Vivienda unifamiliar		
CIUDAD	Tigre	PROVINCIA	Buenos Aires	
ESTACIÓN MÁS CERCANA	Aeroparque	GRADOS DÍAS	1256	
TEMPERATURA INTERIOR (C°)	20	T. DE DISEÑO (C°)	1,7	
SUPERFICIE CALEFACCIONADA		ALTURA	PLANTAS	VOLUMEN
m ²		m	n	m ³
168,94		2,8	1	473,032
184,53		2,60	1	479,778
Volumen Total				952,81
CERRAMIENTOS OPACOS EXTERIORES (muros, techos, entrepisos sobre espacios abiertos)				
ELEMENTO		S	K	S.K
		m ²	W/M ² k	W/K
1	Muro bloque cerámico portante 18x19x33 - Revocado ambas caras	309,48	1,55	478,71
2	Losa Vigueta ISOBLOCK con contrapiso de HHRP	177,53	1,07	189,14
3				
4				
Sumatoria				667,85
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXTERIORES				
ELEMENTO		S	N	K
		m ²		W/M ² k
1	Ventanas PVC DVH 2c 6-12-6	84,05	1	2,61
2	Puertas	3,21	1	3,82
Sumatoria				231,64
OTROS CERRAMIENTOS (entre piso sobre sótano ó muros que separan locales no calefaccionados)				
ELEMENTO		S	λ	K
		m ²		W/M ² k
1				
2				
3				
4				
Sumatoria				
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO		Perímetro ml	Pp	Pérdida p
Piso con aislación perimetral R=0,7m ² .K/w Ancho mín 50 cm			W/m ² K	W/K
		62,00	1,08	66,96
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE = 0,35 X n		n		Pérdida n
				W/m ³ K
		2		0,70
PERDIDAS POR TRANSMICION		966,45		W/K
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMICION		1,01		W/m ³ K
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES		G cálculo	1,71	W/m ³ K
		G admisible	1,34	W/m ³ K
NO CUMPLE CON LA NORMA 11604				
NOTA: NO Cumple. El G de cálculo es mayor al G admisible				

Tabla 5 Plánilla de cálculo del coeficiente global de pérdidas térmicas G_{cal}

El G_{cal} de cálculo es mayor al admisible por lo tanto no cumple con la norma 11604. Este resultado era esperable ya que las transmitancias térmicas de los muros y cubiertas eran muy elevadas en consecuencia las pérdidas de calor del edificio son mayores que las admisibles.



7.2. PROYECTO MEJORADO

Para el mejoramiento de la envolvente se eligieron materiales que puedan cumplir con la Normativa, teniendo en cuenta, no solo el acondicionamiento térmico del edificio, sino también el uso de una tecnología aplicable a las condiciones técnicas del País.

Otro factor importante a la hora de la elección de los materiales fue que sean asequibles en el mercado nacional

A continuación se detallan los distintos componentes de la envolvente del proyecto base y los cálculos y verificaciones requeridos por la ley 13.059:

- MURO BLOQUE CERÁMICO PORTANTE 18X19X33 – Revoque exterior “ISOLTECO”:

Para el mejoramiento térmico del muro se decidió conservar el sistema constructivo de bloque cerámico portante ya que es una tecnología conocida por los albañiles de la zona. Además colabora con la estructura resistente disminuyendo la utilización de hormigón en vigas y columnas.

Para mejorar su aislación térmica se utilizará el revoque “ISOLTECO” del grupo ESTISOL. Es un revoque termoaislante premezclado en seco, a base de aglomerantes hidráulicos, aditivos especiales y perlas vírgenes de EPS isopor perfectamente esféricas y de granulometría constante (diám. 2mm), aditivadas con E.I.A. que asegura el fragüe homogéneo y controlado, y la perfecta adherencia, la plasticidad y la impermeabilidad de la mezcla.

El material se comercializa en bolsas de 60 litros de rendimiento de mezcla. La forma de aplicación de este revoque es proyectado en capas sucesivas de 2cm. Hasta llegar a la aislación deseada.

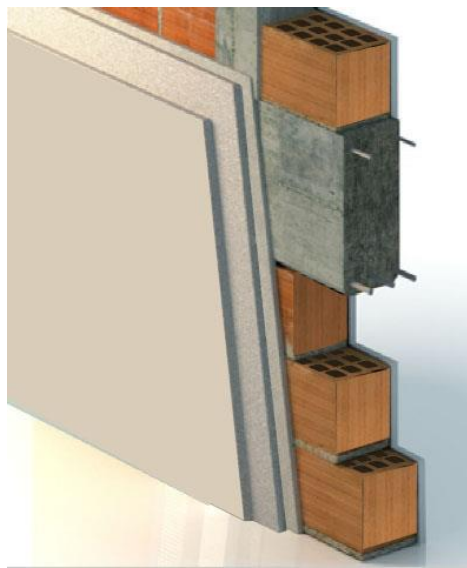


Ilustración 6 Corte perspectivado del sistema de muro utilizado

Abajo adjuntamos la ficha técnica aportada por el fabricante:

Densidad en seco	250 Kg/m ³
Coeficiente de onductividad térmica (λ)	0,051 W/mk
Resistencia a la compresión (28días)	1,16 Mpa
Coef. de permeabilidad al vapor de agua (d)	0,07 g/m.h.kPa
Capacidad de aislamiento acústico en pared (4cmesp.)	39db



A continuación se adjunta la planilla de cálculo de transmitancia térmica:

NORMA IRAM 11601		CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA	
PROYECTO	Vivienda unifamiliar - Proyecto mejorado		
ELEMENTO	Muro	ÉPOCA DEL AÑO	Invierno / Verano
CIUDAD	Tigre	FLUJO DE CALOR	Horizontal
ESTACIÓN MÁS CERCANA	Aeroparque	ZONA BIOAMBIENTAL	III B
NIVEL DE CONFORT SEGÚN IRAM 1605	B	T. DE DISEÑO (C°)	1,7
Elemento			
Muro bloque cerámico portante 18x19x33 - Revoque proyectado "ISOLTECO"			
Capa de elemento constructivo	Espesor m	Conductividad Térmica - λ W/m.K	Resistencia Térmica - R m2.K/W
Resistencia superficial interior (Rsi)			0,13
1 Enlucido de yeso	0,005	0,64	0,01
2 Mortero de cal y yeso	0,015	0,7	0,02
3 Bloque cerámico portante 18x19x33	0,18		0,43
4 Revoque proyectado "ISOLTECO"	0,05	0,051	0,98
Resistencia superficial exterior (Rse)			0,04
Resistencia Total			1,61
Invierno			
Transmitancia Térmica	K (W/m2.K.)		0,62
Nivel A Kmax adm INVIERNO	K (W/m2.K.)		0,36
Nivel LAYHS Kmax adm INVIERNO	K (W/m2.K.)		0,675
Nivel B Kmax adm INVIERNO	K (W/m2.K.)		0,99
Nivel C Kmax adm INVIERNO	K (W/m2.K.)		1,75
A Transmitancia Térmica del componente (W/m2.K)			0,62
B Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m2.K)			0,99
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)			CUMPLE
Verano			
Transmitancia Térmica	K (W/m2.K.)		0,62
Nivel A Kmax adm VERANO	K (W/m2.K.)		0,50
Nivel LAYHS Kmax adm VERANO	K (W/m2.K.)		0,34
Nivel B Kmax adm VERANO	K (W/m2.K.)		1,25
Nivel C Kmax adm VERANO	K (W/m2.K.)		2,00
A Transmitancia Térmica del componente (W/m2.K)			0,62
B Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m2.K)			1,25
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)			CUMPLE

Tabla 6 Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta del proyecto base

Con 0,05 m. de revoque se obtiene una transmitancia térmica de 0,62 m2.K/W superando ampliamente el nivel B exigido por ley. En la tabla 7 y la ilustración 7 vemos que el muro verifica a la condensación



NORMA IRAM 11625/80		CALCULO DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL									
PROYECTO		Vivienda unifamiliar - Proyecto mejorado									
ELEMENTO		Muro		ÉPOCA DEL AÑO			Invierno				
CIUDAD		Tigre		FLUJO DE CALOR			Horizontal				
ESTACIÓN MÁS CERCANA		Aeroparque		ZONA BIOAMBIENTAL			III B				
ELEMENTO		Muro bloque cerámico portante 18x19x33 - Revoque proyectado "ISOLTECO"									
ÉPOCA DEL AÑO		INVIERNO									
CAPA		e	λ	R	t	δ	Rv	HR	P	t_r	Δt_r
Nº		m	W / m K	m ² K / W	°C	g / m h kPa	m ² h kPa / q	%	kPa	°C	°C
	AIRE INTERIOR	-	-	-	20,00	-	-	75,00	1,736	15,31	-4,69
1	Resistencia Superficial Interior	-	-	0,17	18,09	-	-	-	1,736	15,31	2,78
2	Enlucido de yeso	0,005	0,640	0,008		0,070	0,071	-			
3	Mortero de cal y yeso	0,015	0,700	0,02	18,00	0,050	0,300	-	1,708	15,07	2,93
4	Bloque cerámico portante 18x19x33	0,180		0,43	17,76	0,100	1,800	-	1,594	14,00	3,76
5	Revoque proyectado "ISOLTECO"	0,050	0,05	0,98	12,93	0,070	0,714	-	0,889	5,45	-7,48
6	Resistencia Superficial Exterior	-	-	0,04	1,91	-	-	-	0,610	0,25	1,66
	AIRE EXTERIOR ⁽¹⁾	-	-	-	1,70	-	-	90,00	0,610	-	-
	TOTAL			1,63	18,30	0,29	2,89		1,126	-	-

AIRE EXTERIOR: Se tomo TDMN de AEROPARQUE

Tabla 7 Planilla de cálculo del riesgo de condensación intersticial

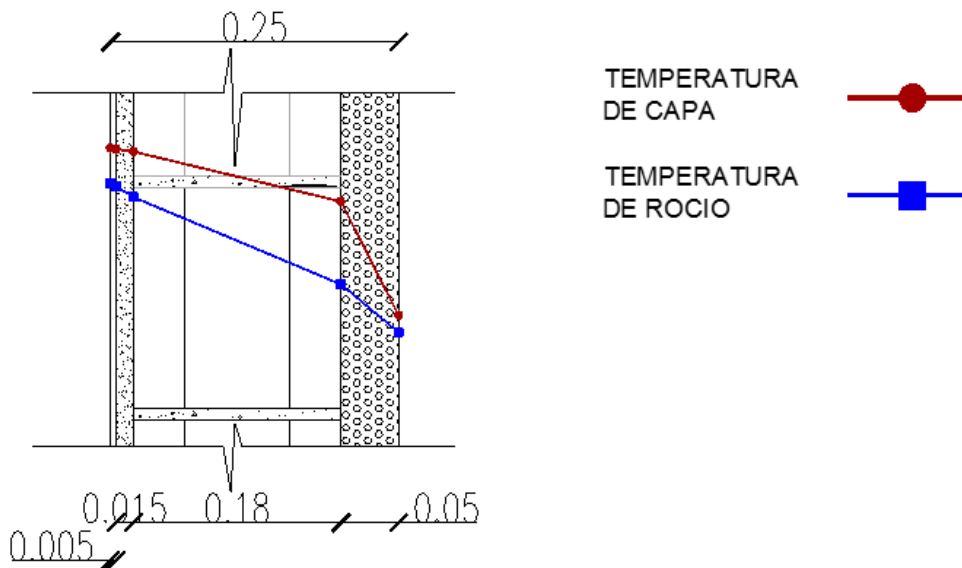


Ilustración 7 Diagrama de Glazer del muro con revoque ISOLTECO



Para el mejoramiento de las cubiertas se proponen dos soluciones diferentes. Para las cubiertas y para las de planta baja.

Para ambas cubiertas se eligió un contrapiso aislante ISOLRAP del grupo ISOLTECO. Es un mortero liviano premezclado de elevada capacidad aislante térmica y acústica ideal. Se presenta en forma de premezclado en seco, a base de aglomerantes hidráulicos y aditivos especiales predosificados a 300 Kg/m³. Posee perlas de EPS perfectamente esféricas (2 mm de diámetro), aditivadas con E.I.A.², que permite una mezcla homogénea apta para ser bombeada. Debajo adjuntamos las especificaciones técnicas provistas por el fabricante:

Densidad en seco	300 Kg/m ³
Conductividad térmica λ	0,087 W/mk
Resistencia a la compresión	1,48 Mpa
Coef. de permeabilidad al vapor de agua	0,06 g/m.h.kPa
Resistencia a la humedad	imputrescible
Reducción de ruido (a 500Hz en esp.5cm)	12db
Humedad residual (luego de 28 días, esp.5cm)	← 1% en vol.

En las cubiertas sobre planta se eligió una cubierta verde sobre el contrapiso de ISOLRAP.

- TECHO VERDE en cubiertas sobre planta baja:

Se eligió para estas cubiertas que tienen vistas desde los dormitorios de planta alta una cubierta verde por sus muchas ventajas. Este tipo de cubiertas tienen numerosas ventajas según Gernot Minke (Techos Verdes. Editorial Fin de Siglo. 2004):

- disminuyen las superficies pavimentadas,
- producen oxígeno y absorben CO₂,
- filtran las partículas de polvo y suciedad del aire y absorben las partículas nocivas,
- evitan el recalentamiento de los techos y con ello disminuyen los remolinos de polvo,
- reducen las variaciones de temperatura del ciclo día – noche y
- disminuyen las variaciones de humedad en el aire.

Además:

- tienen una larga vida útil, si es correcta su ejecución,
- surten efecto como aislamiento térmico,
- protegen de los intensos rayos solares del verano a las habitaciones ubicadas bajo el techo,
- reducen el pasaje de sonido del exterior,
- valen como incombustibles y
- absorben la lluvia, por lo que alivian el sistema de alcantarillado.

En cuanto a la resolución constructiva de una terraza ajardinada es muy importante garantizar la impermeabilización de la cubierta. En tal sentido, el correcto drenaje del agua de lluvia y la protección de la membrana hidrófuga son fundamentales.

² E.I.A (Edilteco Insulating Additive) por sus siglas, es un aditivo de tecnología patentada, con el cual se recubren cada una de las perlas de EPS durante su proceso de producción. Durante la elaboración de morteros con CONCRELIGHT®, permite el adecuado mezclado con el agua y el cemento, obteniéndose una mezcla homogénea de fácil manejo y bombeo, al prevenir que las perlas floten en la mezcla.



En la ilustración 8 se pueden observar las distintas capas del sistema utilizado que detallamos a continuación:

- Membrana impermeable: puede ser cualquier sistema de impermeabilización que se encuentre en el mercado. Hay membranas que son resistentes a la perforación de raíces, como membranas de PVC
- Barrera antirraíz: Esta barrera se vuelve necesaria cuando la membrana impermeable no son resistentes a la perforación de raíces. Por ejemplo las membranas asfálticas tan utilizadas en las construcciones de nuestro país deben llevar esta protección antirraíz. Minke recomienda colocar sobre ellas una lámina de polietileno o un manto geotextil
- Capa de drenaje: Esta capa tiene una doble función de dirigir el agua excedente y de almacenar agua. Esta capa puede estar materializada con materiales porosos como la arcilla expandida. También existen soluciones con tecnología más complejas como son los paneles drenantes que están diseñados con cavidades pasantes para drenar y otras cerradas para retener el agua de lluvia (ver ilustración 8). De ese modo, el sistema permite mantener las plantas con humedad sin necesidad de instalar sistemas de riego y asegurar el libre escurrimiento del agua sobrante.



Ilustración 8 Esquema de funcionamiento del panel drenante

- Capa de separación Manto Geotextil: El geotextil es una malla compuesta por fibras sintéticas cuyas funciones principales se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante impidiendo que las partículas sólidas pasen a través del tejido, al mismo tiempo que permite que se disipe el agua.
- Sustrato natural + arcilla expandida: El tipo de sustrato es el soporte donde se va a plantar la vegetación
- Vegetación: La elección de la vegetación es muy importante ya que va a determinar el tipo de mantenimiento que tendrá a lo largo del tiempo. Se eligen planta autóctonas ya que estas responden al clima y régimen pluviométrico del lugar. Otro factor importante es el espesor del sustrato ya que este va a limitar el desarrollo de las plantas.

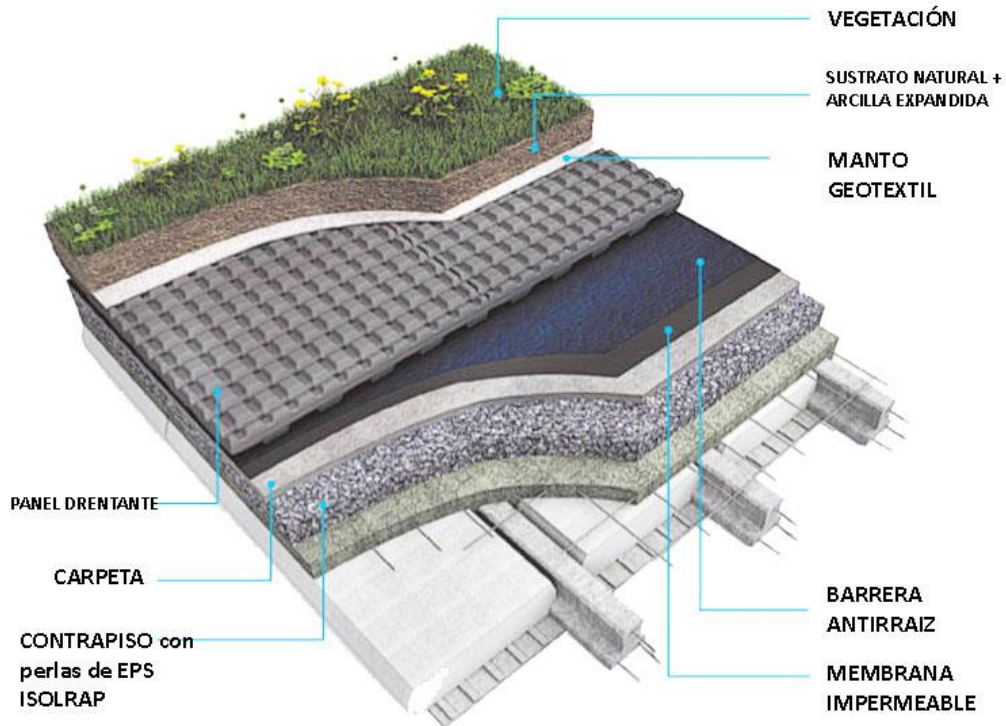


Ilustración 9 Corte perspectivado del sistema de cubierta ajardinada

En cuanto a su comportamiento térmico vemos que la cubierta cumple holgadamente con los requerimientos de la norma IRAM. El nivel B exigido es de $0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$ para verano y la transmitancia térmica de la cubierta arroja un resultado de $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$. Si analizamos las resistencias en la tabla vemos que el componente que mayor aislación brinda son los $0,15 \text{ m}$ de contrapiso ISOLRAP. La cubierta verde complementa la aislación térmica aunque cabe destacar que su comportamiento térmico depende de su contenido de humedad. Aumentando su conductividad cuanto más húmeda este.



NORMA IRAM 11601	CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA		
PROYECTO	Vivienda unifamiliar - Proyecto Mejorado		
ELEMENTO	Muro	ÉPOCA DEL AÑO	Invierno / Verano
CIUDAD	Tigre	FLUJO DE CALOR	Descendente
ESTACIÓN MÁS CERCANA	Aeroparque	ZONA BIOAMBIENTAL	III B
NIVEL DE CONFORT SEGÚN IRAM 1605	B	T. DE DISEÑO (C°)	1,7

Elemento	
Losa Vigueta ISOBLOCK con contrapiso ISOLRAP + cubierta verde	

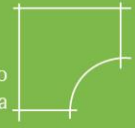
Capa de elemento constructivo	Espesor	Conductividad Térmica - λ	Resistencia Térmica - R
	m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior (Rsi)			0,13
1 Enlucido de yeso	0,02	0,64	0,03
2 Losa de viguetas y forjados de EPS con 0,05m de hormigón ⁽¹⁾	0,017		0,54
3 Contrapiso ISOLRAP	0,15	0,087	1,72
4 Arcilla expandida	0,1	0,12	0,83
5 Sustrato natural	0,2	1,2	0,17
Resistencia superficial exterior (Rse)			0,04
Resistencia Total			3,47

⁽¹⁾ Valor de resistencia térmica basado en publicaciones del CSTB y el NBE-CT-79 según Pablo Azqueta en "Manual Práctico del Aislamiento en la construcción". p.127

Invierno		
Transmitancia Térmica	K (W/m ² .K.)	0,29
Nivel A Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	0,31
Nivel LAYHS Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	0,57
Nivel B Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	0,83
Nivel C Kmax adm INVIERNO	K (W/m ² .K.)	1
A	Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)	0,29
B	Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)	0,83
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)		CUMPLE

Verano		
Transmitancia Térmica	K (W/m ² .K.)	0,29
Nivel A Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,19
Nivel LAYHS Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,34
Nivel B Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,48
Nivel C Kmax adm VERANO	K (W/m ² .K.)	0,76
A	Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)	0,29
B	Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)	0,48
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)		CUMPLE

Tabla 8 Cálculo de transmitancia térmica de la cubierta verde



NORMA IRAM 11625/80		CALCULO DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL									
PROYECTO		Vivienda unifamiliar - Proyecto mejorado									
ELEMENTO		Muro		ÉPOCA DEL AÑO			Invierno				
CIUDAD		Tigre		FLUJO DE CALOR			Horizontal				
ESTACIÓN MÁS CERCANA		Aeroparque		ZONA BIOAMBIENTAL			III B				
ELEMENTO		Losa Vigueta ISOBLOCK con contrapiso ISOLRAP + cubierta verde									
EPOCA DEL AÑO		INVIERNO									
CAPA		e	λ	R	t	δ	Rv	HR	P	t _r	Δ _T
Nº		m	W / m K	m ² K / W	°C	g / m h kPa	m ² h kPa / g	%	kPa	°C	°C
AIRE INTERIOR		-	-	-	20,00	-	-	73,00	1,71	-	20,00
0	Resistencia Superficial Interior	-	-	0,17	19,11	-	-	-	1,71	15,04	4,07
1	Enlucido de yeso	0,020	0,640	0,031	18,95	0,070	0,286	-	1,68	14,80	4,15
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 0,05m de hormigón	0,170	-	0,54	16,13	-	8,020	-	0,91	5,59	10,54
3	Contrapiso ISOLRAP	0,150	0,087	1,724	7,13	0,060	2,500	-	0,67	1,10	6,03
4	Arcilla Expandida	0,100	0,120	0,833	2,78	0,626	0,160	-	0,65	0,78	2,00
5	Suelo natural	0,200	1,200	0,167	1,91	0,626	0,319	-	0,62	0,12	1,79
6	Resistencia Superficial Exterior	-	-	0,04	1,70	-	-	90,00	0,62	-	-
AIRE EXTERIOR ⁽¹⁾		-	-	-	1,70	-	-	90,00	0,62	-	-
TOTAL		-	-	3,51	18,30	1,38	11,285	-	1,09	-	-

AIRE EXTERIOR: Se tomo TDMN de AEROPARQUE

Tabla 9 Verificación al riesgo de condensación para la cubierta verde

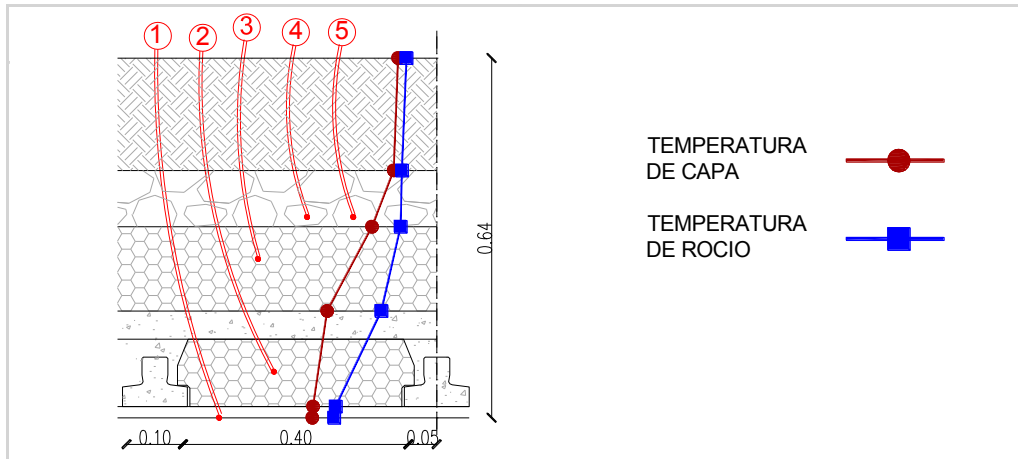


Tabla 10 Diagrama de glazer de cubierta verde



- ARCILLA EXPANDIDA en cubiertas sobre primer piso:

En el caso de las losas superiores es el mismo tipo constructivo que las losas de planta baja pero en vez de techo verde se colocó una capa de arcilla expandida de 3 cm sobre la membrana impermeable. Esta capa debido a su baja densidad no representa una carga significativa para el dimensionado de la estructura resistente. Por su porosidad y baja conductividad térmica es una capa adicional de aislación térmica a la cubierta y además funciona como una protección a la membrana impermeable evitando que los rayos UV la deterioren alargando su vida útil.

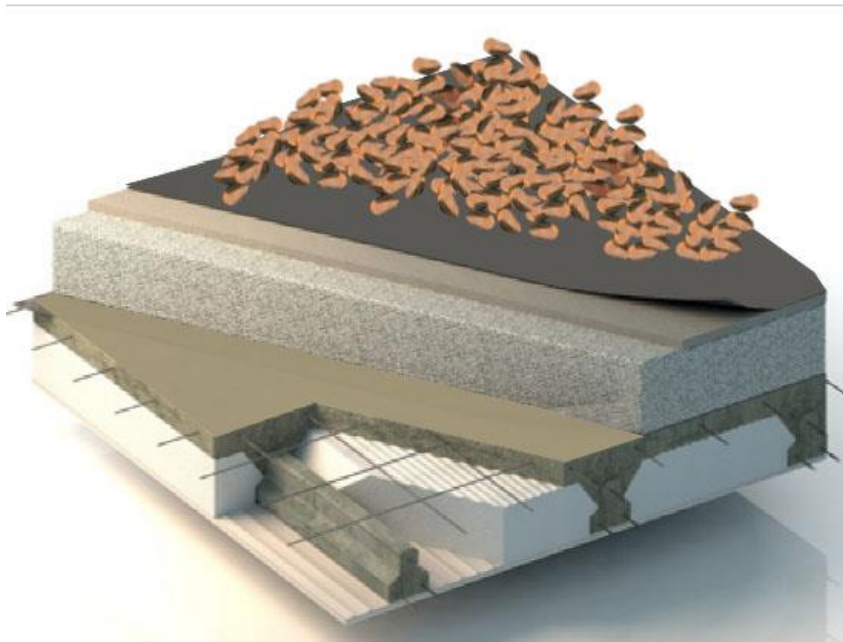
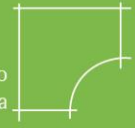


Ilustración 10 Corte perspectivado de la cubierta con arcilla expandida



NORMA IRAM 11601		CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA	
PROYECTO		Vivienda unifamiliar - Proyecto Mejorado	
ELEMENTO	Muro	ÉPOCA DEL AÑO	Invierno / Verano
CIUDAD	Tigre	FLUJO DE CALOR	Descendente
ESTACIÓN MÁS CERCANA	Aeroparque	ZONA BIOAMBIENTAL	III B
NIVEL DE CONFORT SEGÚN IRAM 1605	B	T. DE DISEÑO (C°)	1,7
Elemento			
Losa Vigueta ISOBLOCK con contrapiso ISOLRAP			
Capa de elemento constructivo	Espesor	Conductividad Térmica - λ	Resistencia Térmica - R
	m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior (Rsi)			
1 Enlucido de yeso	0,02	0,64	0,13
2 Losa de viguetas y forjados de EPS con 0,05m de hormigón ⁽¹⁾	0,017		0,54
3 Contrapiso ISOLRAP	0,15	0,087	1,72
4 Arcilla expandida	0,03	0,12	0,25
Resistencia superficial exterior (Rse)			
Resistencia Total			
2,72			
⁽¹⁾ Valor de resistencia térmica basado en publicaciones del CSTB y el NBE-CT-79 según Pablo Azqueta en "Manual Práctico del Aislamiento en la construcción". p.127			
Invierno			
Transmitancia Térmica		K (W/m ² .K.)	0,37
Nivel A Kmax adm INVIERNO		K (W/m ² .K.)	0,31
Nivel LAYHS Kmax adm INVIERNO		K (W/m ² .K.)	0,57
Nivel B Kmax adm INVIERNO		K (W/m ² .K.)	0,83
Nivel C Kmax adm INVIERNO		K (W/m ² .K.)	1
A	Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)		0,37
B	Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)		0,83
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)			CUMPLE
Verano			
Transmitancia Térmica		K (W/m ² .K.)	0,37
Nivel A Kmax adm VERANO		K (W/m ² .K.)	0,19
Nivel LAYHS Kmax adm VERANO		K (W/m ² .K.)	0,34
Nivel B Kmax adm VERANO		K (W/m ² .K.)	0,48
Nivel C Kmax adm VERANO		K (W/m ² .K.)	0,76
A	Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K)		0,37
B	Transmitancia Térmica de acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K)		0,48
Cumple con la Norma IRAM 11605 (NIVEL B)			CUMPLE

Tabla 11 Cálculo de transmitancia térmica de cubierta ISOLRAP con arcilla expandida



NORMA IRAM 11625/80		CALCULO DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL									
PROYECTO		Vivienda unifamiliar - Proyecto mejorado									
ELEMENTO		Muro		ÉPOCA DEL AÑO			Invierno				
CIUDAD		Tigre		FLUJO DE CALOR			Horizontal				
ESTACIÓN MÁS CERCANA		Aeroparque		ZONA BIOAMBIENTAL			III B				
ELEMENTO		Losa Vigüeta ISOBLOCK con contrapiso ISOLRAP									
EPOCA DEL AÑO		INVIERNO									
CAPA		e	λ	R	t	δ	Rv	HR	P	t_r	Δt_r
Nº		m	W / m K	$m^2 K / W$	$^{\circ}C$	g / m h kPa	$m^2 h kPa / g$	%	kPa	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$
AIRE INTERIOR		-	-	-	20,00	-	-	75,00	1,710	-	20,00
0	Resistencia Superficial Interior	-	-	0,17	18,87	-	-	-	1,710	15,04	3,83
1	Enlucido de yeso	0,020	0,640	0,031	18,66	0,070	0,286	-	1,681	14,79	3,87
2	Losa de vigüetas y forjados de EPS con 0,05m de hormigón	0,170		0,54	15,08		8,020	-	0,876	5,05	10,03
3	Contrapiso ISOLRAP	0,150	0,087	1,724	3,63	0,060	2,500	-	0,625	0,23	3,40
4	Arcilla Expandida	0,030	0,120	0,250	1,97	0,626	0,048	-	0,620	0,12	1,85
5	Resistencia Superficial Exterior	-	-	0,04	1,70	-	-	-	0,620	-	-
AIRE EXTERIOR ⁽¹⁾		-	-	-	1,70	-	-	90,00	0,620	-	-
TOTAL				2,76	18,30	0,76	10,85		1,090	-	-

AIRE EXTERIOR: Se tomo TDMN de AEROPARQUE

Tabla 12 Verificación de riesgo de condensación de cubierta ISOLRAP con arcilla expandida

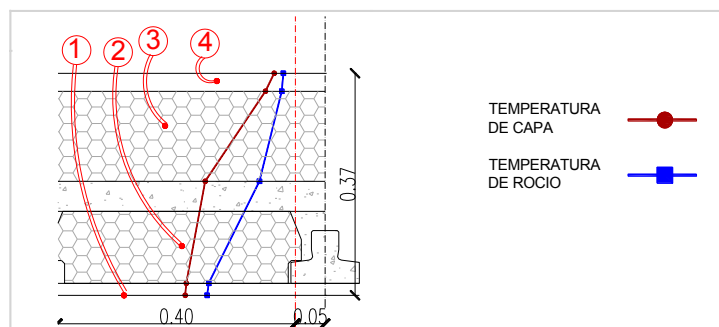


Tabla 13 Diagrama de glazer de cubierta ISOLRAP con arcilla expandida

- CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL "G"

De los resultados de la tabla de pérdidas globales se desprende que las mejoras realizadas a la envolvente han disminuido las pérdidas. El G de cálculo es de 1,30 W/m²K inferior al G admisible que es de 1,32 W/m²K



NORMA IRAM 11604		CÁLCULO COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS TÉRMICAS (Gcal)		
PROYECTO		Vivienda unifamiliar		
CIUDAD	Tigre	PROVINCIA	Buenos Aires	
ESTACIÓN MÁS CERCANA	Aeroparque	GRADOS DIAS	1256	
TEMPERATURA INTERIOR (C°)	20	T. DE DISEÑO (C°)	1,7	
SUPERFICIE CALEFACCIONADA	ALTURA	PLANTAS	VOLUMEN	
m ²	m	n	m ³	
181,72	2,8	1	508,816	
190,06	2,60	1	494,156	
Volumen Total			1002,97	
CERRAMIENTOS OPACOS EXTERIORES (muros, techos, entrepisos sobre espacios abiertos)				
ELEMENTO	S	K	S.K	
	m ²	W/M ² k	W/K	
1 Muro bloque cerámico portante 18x19x33 - Revoque proyectado "ISOLTECO"	362,76	0,67	243,59	
2 Losa Vigueta ISOBLOCK con contrapiso ISOLRAP + arcilla expandida	176,48	0,37	64,99	
3 Losa Vigueta ISOBLOCK con contrapiso ISOLRAP + cubierta verde	42,10	0,29	12,15	
4				
Sumatoria			320,73	
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXTERIORES				
ELEMENTO	S	N	K	S.K
	m ²		W/M ² k	W/K
1 Ventanas PVC DVH 2c 6-12-6	74,39	1	2,61	194,16
2 Puertas	3,21	1	3,82	12,27
Sumatoria			206,43	
OTROS CERRAMIENTOS (entre piso sobre sótano ó muros que separan locales no calefaccionados)				
ELEMENTO	S	λ	K	S.K
	m ²		W/M ² k	W/K
1				
2				
3				
4				
Sumatoria				
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO		Perímetro ml	Pp	Pérdida p
Piso con aislación perimetral R=0,7m2.K/w Ancho min 50 cm			W/m ² K	W/K
		88,00	1,08	95,04
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE = 0,35 X n		n	Pérdida n	
			W/m ³ K	
		2	0,70	
PERDIDAS POR TRANSMICION		622,20	W/K	
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMICION		0,62	W/m ³ K	
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES		G cálculo	1,32	W/m ³ K
		G admisible	1,32	W/m ³ K
CUMPLE CON LA NORMA 11604				
NOTA: Cumple. El G de cálculo es mayor al G admisible				

Tabla 14 Plánilla de cálculo del coeficiente global de pérdidas térmicas Gcal



8. SISTEMAS DE CLIMATIZACION

8.1. REFRESCAMIENTO EN VERANO

Según el diagnóstico climático para el verano es necesaria la ventilación cruzada. En el proyecto mejorado todos los ambientes de estar tienen ventilación cruzada pero si analizamos el gráfico de temperaturas horarias en las horas del día de los meses de verano la temperatura del aire está por encima de la temperatura del confort.

Para lograr el confort en estas horas hay que cerrar el edificio e inyectar aire frío para lograr una temperatura de confort en el interior.

Por esta razón instalamos un sistema de intercambiador Aire-Tierra que describimos a continuación:

Intercambiador Aire-Tierra para refrescamiento en verano

- Características generales

El intercambiador tierra aire aprovecha la energía contenida en la tierra, denominada energía geotérmica. La energía geotérmica es el calor contenido en el interior de la Tierra; este término es utilizado para indicar aquella porción del calor de la Tierra que puede o podría ser recuperado y explotado por el hombre.

El intercambiador tierra-aire utiliza recursos geotérmicos superficiales. Hasta una profundidad de 10-12 m la temperatura del terreno está básicamente determinada por el intercambio con la atmósfera y el sol, teniendo temperaturas cercanas a la media anual a partir de los 2 m de profundidad. La temperatura media anual en Tigre es de 18.2°C por lo tanto en verano con temperaturas máximas medias entre 27-29°C hay una diferencia de 10°C que puede ser muy significativa para la climatización con este sistema.

El sistema consiste en una tubería que circula enterrada en el suelo a 2-3 metros de profundidad, con una toma de aire exterior. El aire ingresa a través de una toma de aire, circula por la cañería e ingresa al espacio habitable con la ayuda de un ventilador para forzar la circulación del aire. Los intercambiadores deben estar equipados con filtros que impidan la entrada de partículas a la zona habitable y realizar una limpieza periódica de los mismos. Para un correcto funcionamiento el sistema debe contar con soluciones a los problemas de condensado en las canalizaciones así como la optimización de la regulación térmica mediante el reparto de aire a cada ambiente y también se debe realizar un tratamiento al como un correcto tratamiento del ruido que puede generar el ventilador o extractor (Escuer). Debido a los problemas de condensado que presenta especialmente en lugares con HR elevada como lo es Tigre se recomienda lavar los conductos con agua y soluciones desinfectantes al menos una vez al año preferentemente antes de la temporada estival. Por lo tanto el sistema deberá contar con un evacuador de condensados en su punto más bajo.

El material de los conductos debe ser suficientemente resistente al aplastamiento y se recomienda una superficie lisa para favorecer el libre flujo del aire y evitar la proliferación de moho por estancamiento de agua. En relación a la conductividad térmica si bien es un factor que incide en el intercambio de calor puede ser despreciable siendo de mayor importancia la conductividad del mismo suelo.

En relación a los tipos de suelos la conductividad térmica es el factor más importante que se ha de tener en cuenta para determinar el dimensionado y cuanto mayor sea su valor mejor será el funcionamiento del intercambiador. Los suelos húmedos son preferibles a los secos. Previo al diseño de la instalación se recomienda un informe geológico orientado a la aplicación de intercambiadores tierra-aire que deberá incluir: un mapa geológico para conocer los primeros 5 metros de profundidad, una estimación de la temperatura media anual en el suelo inmediato, la estimación de los valores de conductividad y difusividad térmica del terreno y la por último la estimación de la posición y características del nivel freático y flujo de agua subterráneo.

- Sistema implementado

Al ser un sistema relativamente innovador y poco conocido por el profesional a cargo del proyecto se optó por la utilización del sistema prefabricado AWADUCT THERMO de la empresa REHAU. El producto en cuestión provee una solución integral con todos los componentes necesarios para un correcto funcionamiento.



Descripción del sistema (según el fabricante):

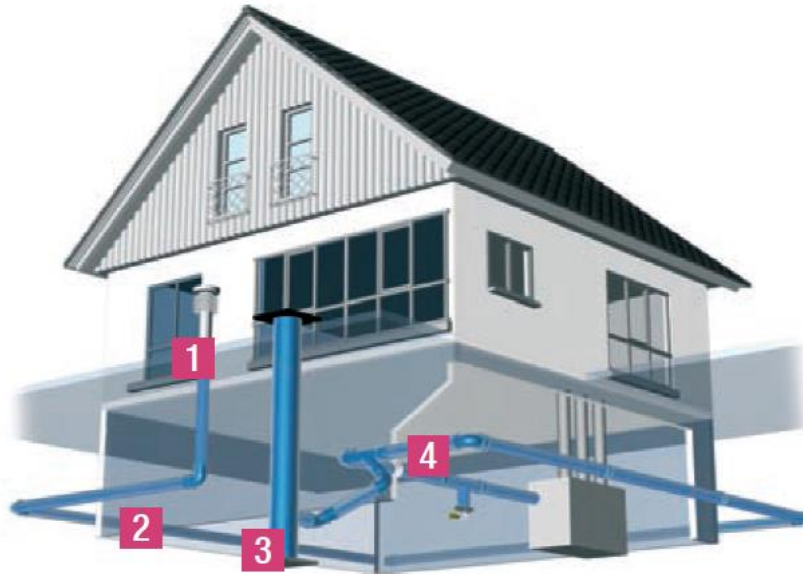


Ilustración 11 Croquis de componentes de instalación. Fuente: www.rehau.com

1. Elemento de aspiración: El aire exterior es aspirado hasta el intercambiador aire-tierra por medio de una torre de aspiración. Por defecto se efectúa una depuración previa del aire aspirado mediante un filtro grueso o fino según UNE EN779³. La mayor parte de las partículas sólidas y el polen son retenidos, con lo cual se minimiza la contaminación del tubo del intercambiador geotérmico aire-tierra.



Ilustración 12 Torre de aspiración. Fuente: www.rehau.com

2. Sistema de tubos AWADUKT Thermo: Los tubos AWADUKT Thermo se fabrican para satisfacer específicamente los requerimientos que impone un sistema de intercambiador geotérmico aire-tierra.

³ Norma Europea que tiene por objeto tratar los filtros de aire utilizados para la eliminación de partículas en ventilación general



Gracias a su elevada eficiencia, al suministro de aire fresco higiénico, a la estanqueización fiable y la evacuación segura de los condensados, este programa convence por numerosas características, especificadas en la instrucción **VDI 4640** para un sistema de intercambiador geotérmico aire-tierra. Aparte de esto, los tubos AWADUKT Thermo permiten todas las intervenciones que conllevan las tareas de mantenimiento y reparación. Permite realizar tanto limpieza con agua a alta presión tras la colocación como una inspección con una cámara como control durante la recepción.

- Características de los tubos:

- Capa interior antimicrobiana: Los tubos presentan una capa interior antimicrobiana. Para aplicarla se incorporan mediante un procedimiento especial al polímero base de la capa interior partículas de plata, cuyo resultado es un aire fresco higiénico, apenas contaminado con gérmenes, en la instalación de ventilación.

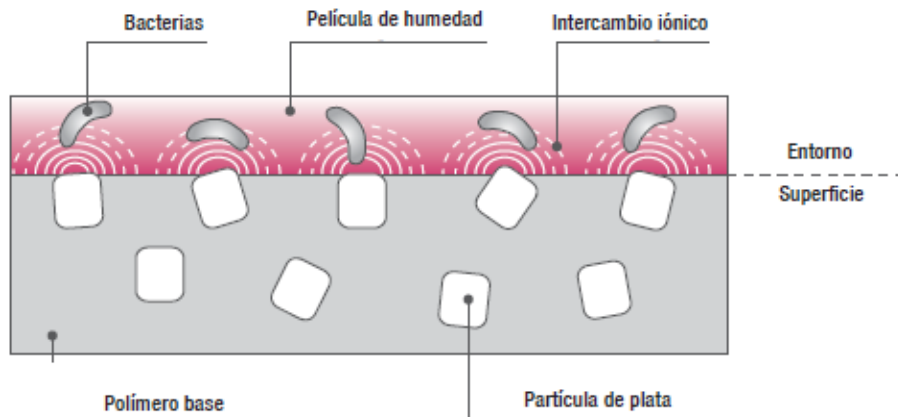


Ilustración 13 Modo operativo de la capa interior antimicrobiana. Fuente: www.rehau.com

- Tubo de paredes macizas de PP optimizado con una conductividad térmica mejorada, aseguran una buena transferencia térmica entre el subsuelo y el aire aspirado, garantizando de esta forma un elevado rendimiento
 - Gran rigidez longitudinal que previene la formación de bolsas en el tubo enterrado. De esta forma se evitan las acumulaciones de agua de condensación en los puntos más bajos de la tubería y se garantiza una evacuación segura de los condensados. Por esta razón se desaconsejan los tubos de rigidez longitudinal insuficiente para los intercambiadores geotérmicos aire-tierra.
 - Impermeable al radón: El radón es un gas noble radioactivo de origen natural, incoloro e inodoro, que se da en rocas y suelos. Es el resultado de las series de desintegración natural de los elementos uranio y torio. El radón se difunde a través los suelos, se disuelve en el agua y es emitido a la atmósfera. Gracias a su impermeabilización de seguridad especial SL, con juntas fijadas y aseguradas contra los desplazamientos, es un sistema de intercambiador geotérmico aire-tierra impermeable al radón.
3. Evacuación de condensados: En verano se puede formar en el sistema de tubos agua de condensación a causa del enfriamiento del aire aspirado. Para asegurar la operatividad a largo plazo del intercambiador geotérmico aire-tierra y evitar la formación de olores, es preciso evacuar el condensado de forma definida.
- Depósito colector de condensados para edificios sin sótano: En los edificios sin sótano hay que evacuar el agua de condensación a un depósito colector con bomba. Este colector



descansa sobre un suelo plano. Para prevenir la entrada de aire no filtrado en el sistema de tubos a través de dicho depósito colector, éste queda hermetizado mediante una envoltura de fundición estanca al aire. El agua de condensación se conduce desde el tubo del intercambiador geotérmico aire-tierra hasta el depósito colector de condensados por medio de una derivación. A continuación se bombea el agua de condensación hacia el exterior con una bomba sumergible corriente con flotador interior.



Ilustración 14 Depósito colector de condensados. Fuente: www.rehau.com

- Dimensionado

A la hora de proyectar estos sistemas el dimensionamiento de la instalación viene determinado por los parámetros siguientes:

- caudal volumétrico del aire
- profundidad de tendido
- valores característicos del suelo
- clima en el emplazamiento de la instalación
- material del tubo

El número de tubos, la longitud de los mismos y la modalidad de tendido se rigen principalmente por los caudales de aire transportados. Para asegurar, por una parte, condiciones de flujo turbulento dentro del tubo y, por otra, garantizar un cierto periodo de permanencia, que permita el intercambio de calor entre el aire aspirado y el subsuelo, la velocidad del aire dentro del tubo del intercambiador geotérmico aire-tierra debería situarse, por experiencia, entre 1 y 4 m/s.

El fabricante recomienda para viviendas unifamiliares con caudales volumétricos de aprox. 120 – 250 m³/h resultan suficientes, por regla general, longitudes de tubo de 30 – 50 m. En el caso del edificio proyectado la propuesta es climatizar solo los ambientes de estar y los dormitorios. De esta manera el volumen a climatizar se reduce a la mitad. En planta baja tenemos 286m³ y en planta alta 195m³. Según recomendaciones del fabricante para un buen funcionamiento del sistema el intercambiador de calor tiene que tener 150 metros lineales. Para el soterrado de los tubos se seleccionó un área central del jardín de 110m², debiendo cavar a una profundidad de 2mts.



8.2. CALEFACCION EN INVIERNO

Colectores solares como precalentamiento radiadores + ACS

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los colectores solares son dispositivos utilizados para coleccionar, absorber y transferir energía solar a un fluido, que puede ser agua o aire. La energía solar térmica de baja temperatura es utilizada en viviendas unifamiliares principalmente para agua caliente sanitaria, para sistemas de calefacción o para climatización de piscinas. Las aplicaciones mencionadas anteriormente se pueden clasificar en función del fluido que calientan los captadores (agua o aire), o bien en función del tipo de captador empleado:

COLECTORES DE PLACA PLANA CON CUBIERTA

Un colector de placa plana consiste en un absorbedor, una cubierta transparente, un marco, y aislación. La cubierta transparente transmite una gran cantidad de la luz de onda corta del espectro solar y al mismo tiempo, sólo deja pasar muy poca radiación de onda larga (calor emitido por el absorbedor) produciendo un efecto invernadero.

La aislación en la parte posterior del absorbedor y en las paredes laterales reduce las pérdidas de calor por conducción. Esta aislación es por lo general de la espuma de poliuretano, lana mineral, fibra de lana de vidrio, etc.

Este tipo de colectores, calientan el fluido que circula a una temperatura considerablemente inferior a la del punto de ebullición del agua y son los más adecuados para aplicaciones donde la demanda de temperatura es de 30-70 °C.

Además, la cubierta transparente evita que el viento y las brisas se lleven el calor coleccionado (convección). Junto con el marco, la cubierta protege el absorbedor de las condiciones meteorológicas adversas. Típicamente el marco está fabricado de materiales de aluminio y de acero galvanizado, también se utiliza plástico reforzado con fibra de vidrio.

COLECTORES CPC (Concentradores Parabólicos Compuestos) ESTACIONARIOS

Su funcionamiento e instalación es similar a los colectores de placa plana convencionales.

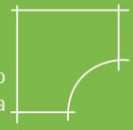
Estos colectores poseen un sistema de concentración de radiación solar tipo Concentradores Parabólicos Compuestos, para obtener temperaturas más elevadas y un mayor rendimiento. Estas características se deben a que el área de pérdidas es menor al área de colección logrando una minimización de las pérdidas y mayor rendimiento

COLECTORES DE TUBOS DE VACIO

Estos colectores se componen de un conjunto de tubos de vacío (o evacuados) cada uno de los cuales contienen un absorbedor (generalmente una plancha de metal con tratamiento selectivo o de color negro), el cual recoge la energía solar y la transfiere a un fluido portador (calo-portador). Gracias a las propiedades aislantes del vacío, las pérdidas de calor son reducidas y pueden alcanzarse temperaturas en el rango de 77 °C a 177 °C. Por su forma cilíndrica, aprovechan la radiación de manera más efectiva que los colectores planos, al permitir que los rayos de sol incidan de forma perpendicular sobre los tubos durante la mayor parte del día. Están bien adaptados para aplicaciones industriales de calefacción y también puede ser una alternativa eficaz a los colectores de placa plana para la calefacción doméstica, especialmente en regiones donde hay poca radiación o escasa heliofanía.

EFICIENCIA DE UN COLECTOR SOLAR

El principal parámetro que caracteriza la eficiencia de cualquier captador solar es la curva de rendimiento. En general, se define el rendimiento de un captador como la relación entre el flujo energético que llega a la superficie de este y la energía útil que se transmite al fluido; de esta forma, el rendimiento instantáneo de un captador varía en



función de la radiación, la temperatura del agua que entra al captador, la temperatura ambiente, la temperatura de la placa y los materiales empleados en la construcción. (Secretaría de Energía, 2008)

SISTEMA ELEGIDO PARA EL PROYECTO MEJORADO

Si bien la vivienda está proyectada para funcionar con caldera para los radiadores y termo tanque para el ACS. Se instalarán dos colectores de placa plana con cubierta por termosifón marca "PEISA" conectados uno a la caldera y otro para el termo tanques como precalentamientos del agua para disminuir el consumo de gas de estos artefactos.

UBICACIÓN

Los colectores se instalarán en la azotea de planta alta apuntando al norte con los siguientes ángulos en corte (ver ilustración):

COLECTOR conectado a CALDERA: ángulo invierno

COLECTOR conectado a TERMOTANQUE: ángulo para todo el año

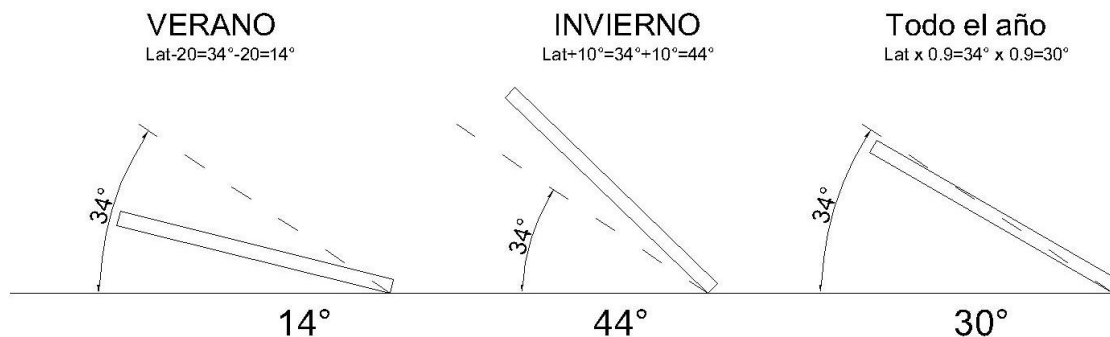


Ilustración 15 - Orientaciones óptimas de colectores solares planos en Buenos Aires. Fuente: Evans y de Schiller. Adaptación de KOZAK, DANIEL y ROMANELLO, LAURA. *Sustentabilidad en arquitectura 2*. Ed. CPAU 2012

COLECTOR SOLAR PLANO por termosifón "PEISA" (según datos del fabricante)

El panel colector deberá estar siempre de cara Norte en el caso de estar en el Hemisferio Sur. El sistema deberá estar conectado con caños de un diámetro nominal desde 18 a 22mm. El sistema contiene los siguientes componentes:

- El tanque acumulador
- El panel colector
- La base-soporte
- el kit para la instalación.
- La presión máxima de operación es de 6bar.
- En caso de tener una presión mayor a la entrada se debe usar un reductor de presión.
- La presión máxima de operación en el circuito primario es de 3bar.
- La temperatura máxima del sistema es de 94°C.
- El sistema se encuentra protegido contra la corrosión usando 2 ánodos de magnesio.
- Internamente el tanque se encuentra protegido por una capa de esmalte.
- El líquido para transferencia de calor utilizado es Glicol.
- certificación Solar Keymark: Esta certificación es voluntaria fue creada por la *European Solar Thermal Industry Federation* (ESTIF) y está basada en la norma europea EN 12975:2006 regula las pruebas de rendimiento, durabilidad y fiabilidad de prácticamente todos los tipos de colectores en el mercado.



○ FICHA TECNICA:

Datos del colector		Datos del tanque acumulador	
Área total (m ²)	2.09	Capacidad (L)	192
Área absorbente (m ²)	1.92	Presión de prueba en laboratorio (bar)	12
Largo (mm)	2030	Presión máxima de operación (bar)	10
Ancho (mm)	1030	Presión recomendada de trabajo (bar)	6
Espesor (mm)	87	Material aislante	Espuma de poliuretano
Peso total (kg)	45.2	Espesor de aislación (mm)	40
Instalación del colector	Vertical	Dimensión caño salida agua caliente	½"
Tipo de absorbedor	Parrilla	Dimensión caño salida agua fría	½"
Pintura	Selectiva	Dimensión caño entrada agua caliente del colector	½"
Espesor (mm)	0.5	Dimensión caño salida agua fría del colector	½"
Capacidad de absorción	95% ± 2%	Protección contra corrosión	Capa de esmalte Doble ánodo Mg
Emisión	5% ± 2%	Potencia eléctrica (W)	0.75-4.00kW (Opcional)
Tipo de soldadura	Laser	Diámetro (mm)	140
Temperatura máxima de estanqueidad	193°C	Material del tanque interno	Chapa
Certificación	Solar Keymark	Espesor del tanque interno (mm)	3
Presión máxima de trabajo (bar)	10	Material del tanque externo	Chapa pintada
Medio de transmitancia térmica	Glicol mezclado con agua	Espesor del tanque externo	0.5
Vidrio (bajo contenido de hierro)	Templado de 4mm	Dimensiones del tanque externo (Longitud y ø en mm)	1250 x 580
Tipo de aislación	Lana de roca	Dimensiones finales del tanque (Longitud y ø en mm)	1300 x 580
Datos según ensayos		Capacidad del intercambiador (lt)	11.38
η ₀	0.745	Dimensiones del intercambiador (Largo x Ancho en mm)	740 x 500
a ₁ [W/(m ² K)]	3.556	Superficie del intercambiador (m ²)	1.161
a ₂ [W/(m ² K)]	0.017	Cable eléctrico (Tipo y dimensión)	3 x 4mm
Potencia máxima (W)	1423	Grado IP	IPX4
		Peso del tanque vacío (Kg)	85

Ilustración 16 Ficha técnica provista por el fabricante



Ilustración 17 Colector solar plano "PEISA"



9. USO EFICIENTE DEL AGUA

La prevención de un consumo innecesario brinda beneficios en todos los aspectos y es la principal estrategia a implementar. Haciendo una elección apropiada de artefactos y componentes de la instalación y la formación de los usuarios para su uso, se disminuye un 40 % la cantidad de agua utilizada en promedio. A continuación detallamos las diferentes estrategias aplicadas para un uso eficiente del agua:

- **ELECCIÓN DE ARTEFACTOS**

Inodoros con mecanismo de doble descarga: Permite seleccionar la descarga entre 3 Litros ó 6 Litros. Las descargas normales gastan entre 8 a 10 litros en cada descarga sin opción a elección.



Ilustración 18 Doble pulsador en mecanismo de doble descarga

Aireadores en griferías:

Los aireadores son dispositivos pasivos que se instalan en los grifos y duchas para ahorrar agua. Los aireadores incorporan filtros que mezclan el aire con el agua. Reducen el caudal de agua del grifo creando un chorro uniforme para ahorrar agua y conservar un alto confort.



Ilustración 19 Aireadores para grifería

- **BIO-PISCINAS**

Las bio-piscina permiten mantener el agua con un sistema de depuración natural por medio de filtros de piedras, plantas y fuentes de oxigenación. No requieren de productos químicos, así como tampoco tratamientos especiales. Generalmente la zona de depuración está separada de la zona de baño. LA zona de depuración consiste en vegetación sobre un lecho de gravas que actúa como un biofiltro por donde se hace circular el agua de la zona de baño por medio de una bomba. La función de la plantas es mantener los niveles de oxígeno en el agua. Es importante tener en cuenta el número de personas y el tipo de uso de la pileta para dimensionar la zona de depuración. Se recomienda repartir la mitad de la superficie para la zona de baño y la otra mitad para la zona de



depuración. Si se quiere reducir la zona de depuración tendremos que agregar un skimmer para filtrar los objetos que caen a la piscina.

Para el proyecto se realizará la pileta natural con la mitad de la pileta para zona de depuración y la otra mitad para la zona de baño. La recirculación se realiza con una bomba conectada a un generador solar.

- **RECOLECCIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA RIEGO Y LIMPIEZA**

- Características generales

La creciente contaminación de las aguas hace que el trabajo para potabilizar el agua sea cada vez mayor. Desde el proceso de potabilización hasta el transporte del agua hacia el punto de consumo demanda un gasto de energía y la infraestructura necesaria para estas tareas como cañerías y depósitos de almacenamiento.

Lo mismo sucede con el desagüe de los efluentes y aguas pluviales que deben ser evacuados y esto también demanda una infraestructura y gasto de energía (Duran, 2014:6)

El agua de lluvia, tiene óptimas propiedades para ser utilizada para riego y limpieza, mientras que carece de algunas para ser considerada potable y agua de primera calidad.

Ventajas (según Durán, 2014):

- Ahorro de agua potable.
- El agua, al venir del cielo, tiene amplias posibilidades de ser acumuladas en diferentes partes del edificio sin tener que ser bombeada.
- No contiene ninguna contaminación, en la mayoría de los casos. Puede que sean lluvias ácidas, pero es solo en algunas ciudades muy contaminadas.
- No son necesarias redes de gran escala para abastecer a los edificios porque se utiliza la misma agua que llovió sobre el propio terreno.
- Es gratis.
- Uno se evita en gran medida las redes de desagües pluviales.
- Requiere de mano de obra y materiales tradicionales.
- Sirve para amortizar inundaciones por fuertes lluvias.
- No es necesaria la producción de químicos o el consumo de energía para la potabilización del agua.

Implementación de la reutilización de agua de lluvia en el proyecto mejorado

Se propone para el proyecto mejorado la reutilización de agua de lluvia para limpieza de aceras, estacionamientos, patios y riego de jardines según el siguiente esquema:

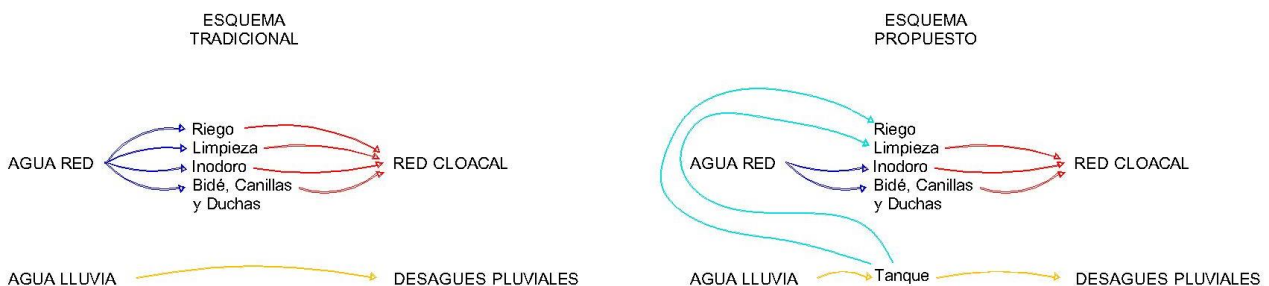


Ilustración 20 Esquema de utilización de agua de lluvia.

El sistema consiste en la recolección de aguas de lluvia; desde las cubiertas de planta baja y azotea almacenado en un tanque de reserva exclusivo ubicado en el patio central de la vivienda. Cuenta con filtro mecánico de ingreso, ventilaciones, sifón de carga para mantener el nivel adecuado expulsando los excedentes, bombas de presurización y conexión a la red domiciliaria para provisión en épocas de lluvias escasas.



Características técnicas del sistema implementado

- Los conductos pluviales del edificio se conectan a los tanques de reserva exclusivos de Aguas Recuperadas, contando con un sistema de ingreso anti-reflujo.
- La capacidad de reserva de los tanques se compone por la suma de una capacidad fija y una capacidad de reserva calculada en base al Riesgo Hídrico asociado a la localización del inmueble.
- El tanque está ventilados y protegido de la radiación solar directa.
- Se colocó un filtro de impurezas anterior al ingreso de las aguas a los tanques, de fácil acceso para su limpieza periódica.
- Las cañerías de salida de los tanques actúan por desborde mediante sifón inverso, manteniendo el volumen de la reserva y expide el remanente de la capacidad de almacenamiento, hacia las calzadas, asegurando su movilidad.
- Se instalaron dos bombas de presurización de 1 Kg/cm², en paralelo, con una bomba en uso y otra en reserva, para la presurización de las Aguas Recuperadas
- El sistema posee, además, una conexión directa de la red de agua potable que permite el abastecimiento en casos de períodos prolongados sin lluvias. Tal conexión cuenta con una válvula de retención previa a su ingreso y con un conjunto de flotante y válvula.
- La regulación del nivel de ingreso de agua de red se acciona cuando la carga de reserva llegue a 1/8 del volumen total, permitiendo el ingreso de agua de la red hasta alcanzar 2/8 del total de la reserva. El agua de red contiene cloro por su proceso de potabilización lo que hará que el agua de reserva mantenga sus propiedades aptas para los usos de riego y limpieza.

Dimensionado del sistema implementado

Datos

1. Promedio anual de lluvia: 1189mm
2. Promedio mensual de lluvias: 99mm
3. Promedio semanal de lluvias: 25mm
4. Reserva diaria
 - 4.1. Riego. Superficie x 2l/m²
 - 4.1.1. 700m² x 2lts/m²: 1400 lts diarios
 - 4.2. Limpieza: 50 lts diarios
 - 4.3. Total de litros diarios: 1450lts.
5. Promedio anual de días de lluvia durante el mes: 8
6. Como el tanque deberá abastecer durante 7 días a la instalación se calcula la capacidad para ese período de tiempo: 1450lts x 7 días= 10150 lts
7. Cálculo de la cantidad de agua de lluvia a almacenar
 - 7.1. Superficie de terraza del destinada al almacenamiento de lluvia: 219m²
 - 7.2. Almacenamiento semanal: Promedio semanal de lluvia x m² terraza
 - 7.3. Almacenamiento semanal: 0.025m x 219m=5.475m³
 - 7.4. Almacenamiento semanal: 5475 lts
 - 7.5. El resultado arroja que 5475 de los 10150 lts necesarios podrán ser abastecidos con agua de lluvia como promedio. Esto sería un ahorro en el riego y limpieza de un 52%



10. BIBLIOGRAFÍA

RELEVAMIENTO DEL SITIO DE INTERVENCIÓN

- BISOGNO, M.C. Sustentabilidad de la Actividad Turística en la Primera Sección de Islas del Bajo Delta del Paraná (Tigre). Tesina Gestión Ambiental Metropolitana. FADU-UBA. 2005.
- FERNÁNDEZ, L. & BATAKIS, S. Mapeo de los Servicios Ecológicos en la cuenca baja del Río Luján y su valoración económica. Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- RÍOS, D.M. & MURGIDA, A.M. “Vulnerabilidad cultural y escenarios de riesgo por inundaciones”, GEOUP, Espaço e Tempo, N° 16, Sao Paulo, pp. 181-192, Departamento de Geografía, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias Humanas, Universidad de San Pablo, Brasil. 2004
- VIDAL-KOPPMANN, SONIA. La expansión de la periferia metropolitana de Buenos Aires. “villas miseria” y “countries”: De la ghettización a la integración de actores en el desarrollo local urbano. IX Coloquio Internacional de Geocrítica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007

DIÁGNOSTICO CLIMÁTICO

- Norma IRAM 11603
- Presentaciones del Módulo 1, MAyHS, UNPL, Dr. Arq. Néstor Alejandro Mesa
- Arquitectura bioclimática, Jean-Louis Izard, Alain Guyot, Ed. Gili S.A
- Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, Evans - Schiller, Eudeba.
- Programa Analysis Bio
- Programa e-clima, Cihe, Uba
- Datos (SMN) y programas temp.hora provistos por Dr. Arq. Néstor Alejandro Mesa.

ENVOLVENTE TÉRMICA: VERIFICACIÓN AL CUMPLIMIENTO DE LA LEY 13.059 DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

- AZQUETA, PABLO. Manual práctico del aislamiento térmico en la construcción, EPS-Poliestireno Expandido. Asociación Argentina de Poliéstireno Expandido. 2014
- MINKE, GERNOT. Techos Verdes. Editorial Fin de Siglo. 2004
- LEY 13.059 de la PROVINCIA DE BUENOS AIRES
- NORMA IRAM 11601
- NORMA IRAM 11603
- NORMA IRAM 11604
- NORMA IRAM 11625
- <http://www.grupoestisol.com/construccion>

REFRESCAMIENTO EN VERANO

- ESCUER, JOAN. Intercambiadores tierra-aire en la climatización de construcciones. Pozos provenzales y técnicas emparentadas. Disponible en www.geoconsultores.com
- www.rehau.com

CALEFACCION EN INVIERNO

- PLACCO, CORA et al. Colectores solares para agua caliente. INENCO-UNSA. Salta
- SECRETARIA DE ENERGIA DE LA NACION. Energías Renovables 2008 - Energía Solar. 2008 disponible en: http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_solar.pdf

USO EFICIENTE DEL AGUA

- DURÁN, GUILLERMO ENRIQUE. Utilización de agua de lluvia. 1ra edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- <http://www.arquitecturaverde.es/blog/piscinas-naturales/> Ingreso el día 28/09/2015
- https://es.wikipedia.org/wiki/Piscina_natural Ingreso el día 28/09/2015