

INFORME TÉCNICO

Caso: Secretaría de Ambiente

Municipio: Tapalqué

Provincia: Buenos Aires



Fuente: Propia, 2021.

La Plata, febrero 2023

EQUIPO DE TRABAJO

Dr. Arq. Jorge Daniel Czajkowski	Director. Profesor Titular FAU UNLP / Investigador CONICET
Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez	Profesora Titular FAU UNLP / Investigadora CONICET
Ing. Belén Birche	ACD FI UNLP / Becaria Doctoral CIC / Maestranda y doctoranda FAU UNLP
Esp. Arq. Roberto N. Berardi	ACD FAU UNLP / Maestrando FAU UNLP
Esp. Arq. David Basualdo	ACD FAU UNLP / Maestrando y doctorando FAU UNLP
Sr. Julián Basualdo	Estudiante FAU UNLP
Sr. Matías Fernández	Estudiante Fac. Ing. UNLP
Dra. María de los Angeles Czajkowski	Secretaria técnica
Sr. Gerardo Aníbal Czajkowski	Técnico informático

El Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable pertenece a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de la Plata. Es un centro asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Fue creado en 2009 a partir de un grupo de investigación de la Cátedra de Instalaciones Nro 1.

La totalidad del equipamiento e instrumental de monitoreo usado en las campañas de auditorías energéticas pertenecen al LAyHS y fueron adquiridos con fondos públicos mediante subsidios UNLP, ANPCyT, CONICET, CIC y trabajos a terceros.

INFORME EJECUTIVO

Proyecto EUROCLIMA «Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables»

Caso: Secretaría de Ambiente de Tapalqué. Provincia de Buenos Aires

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en calle Villanueva y Av. Leandro N. Alem (Lat -36.3649; Long -60.0221) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de dependencia de la Secretaría de Ambiente del municipio. Su construcción estimada es 2016 y forma parte de un grupo de viviendas sociales bioclimáticas. El municipio tiene una población de 6730 hab. (2010) y dista 296 km al sudoeste de la ciudad de La Plata en el centro de la provincia.

El edificio ocupa un predio parqueizado en una zona de baja densidad edificada. Esta realizada con ladrillos huecos revocados y EIFS/SATE, el techo es liviano de chapa y entablonado visto con 10cm de EPS y ventanas y puertas de calidad estándar con DVH. Posee medidores de gas natural y electricidad. Tiene una superficie habitable de 55,91 m² y un volumen a climatizar de 167,63 m³ con una altura media de locales de 3,0 m.

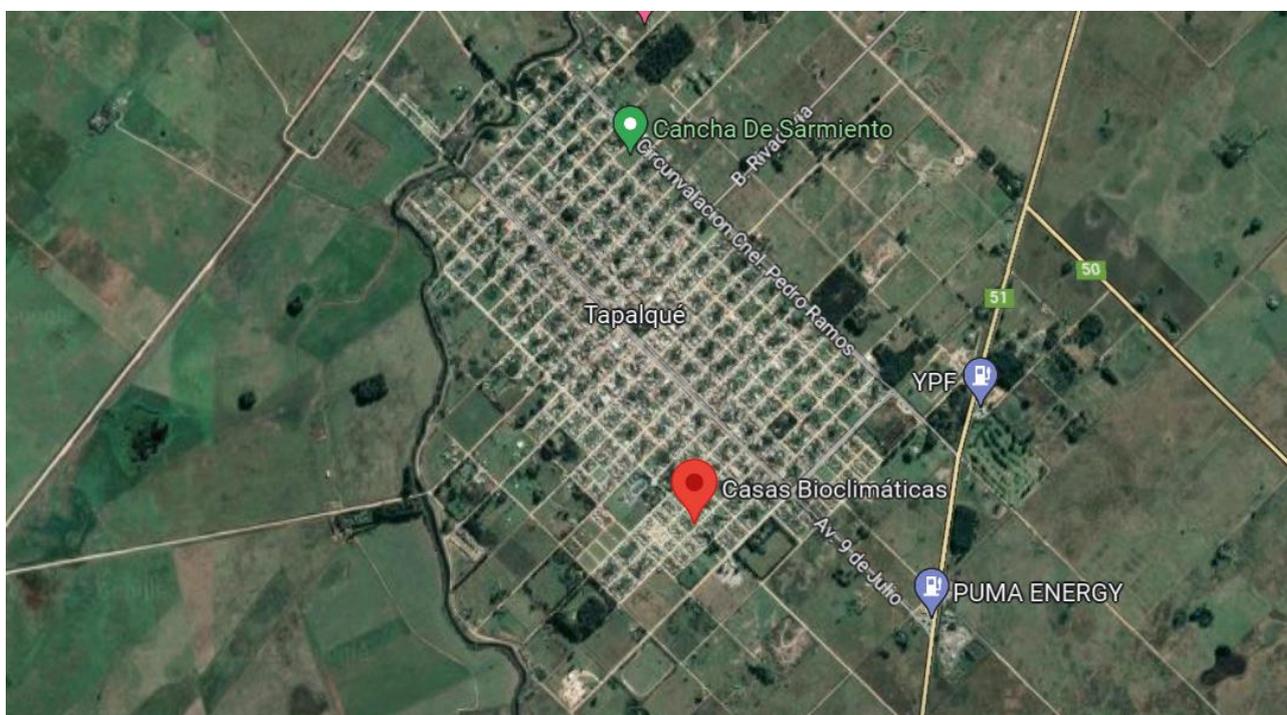


Figura 1: Implantación del edificio en la localidad de Tapalque. Fuente: Google Maps.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción estándar y de alta eficiencia energética. Es una vivienda social bioclimática perfectamente orientada y con muy buen sistema de aislamiento térmico para los estándares nacionales, la ventilación natural está diseñada como asimismo los captadores solares pasivos materializados con invernadero y muros Trombe Michel. Resta mejorar la protección solar en superficies vidriadas en el período cálido o permitir el crecimiento de vegetación caduca. Utiliza energía eléctrica y gas natural en su operación. El sistema de calefacción es por calefactores a gas y con Split según oficinas. La modelización muestra una demanda potencial de energía en climatización de **11955,80 kWh/año** y 213,84 kWh/m².año que podría reducirse en un 40,91 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. No hay fracción de ahorro en iluminación y podría haber en climatización con equipos más eficientes.

Recomendaciones rehabilitación:

Por sus características no hay medidas significativas de mejora. Para invierno la climatización prácticamente está cubierta por los sistemas pasivos de captación solar. Para verano la monitorización muestra dos cosas: a. mucha variabilidad térmica producto de falta de masa térmica en la envolvente sea muros como techos y b. la cara norte totalmente vidriada recibe demasiada radiación solar directa y difusa. Agregar masa térmica no es posible ya que no se comercializa en el país tableros de yeso con cambio de fase pero si puede mejorarse la protección solar siendo la forma más económica un toldo de lona enrollable y/o proyectable.

De pensarse en energías renovables la mejor opción es un sistema de aerotermia con un generador FV que además cubra la demanda en iluminación y arrojar sombras sobre los techos y terraza.



Figura 1: Comparación anual de la variación de demanda de energía simulada del caso original y mejorado.

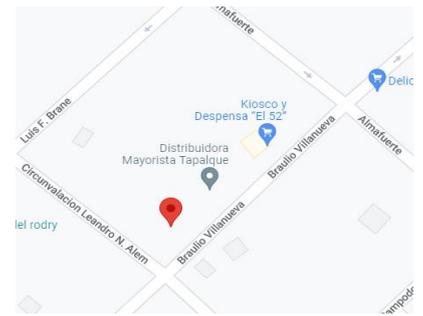
La figura 1 muestra la fracción de ahorro posible de energía en climatización de implementarse las medidas pasivas de rehabilitación energética. Puede verse que en los meses de marzo y abril y septiembre y octubre no se requeriría climatización mecánica.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

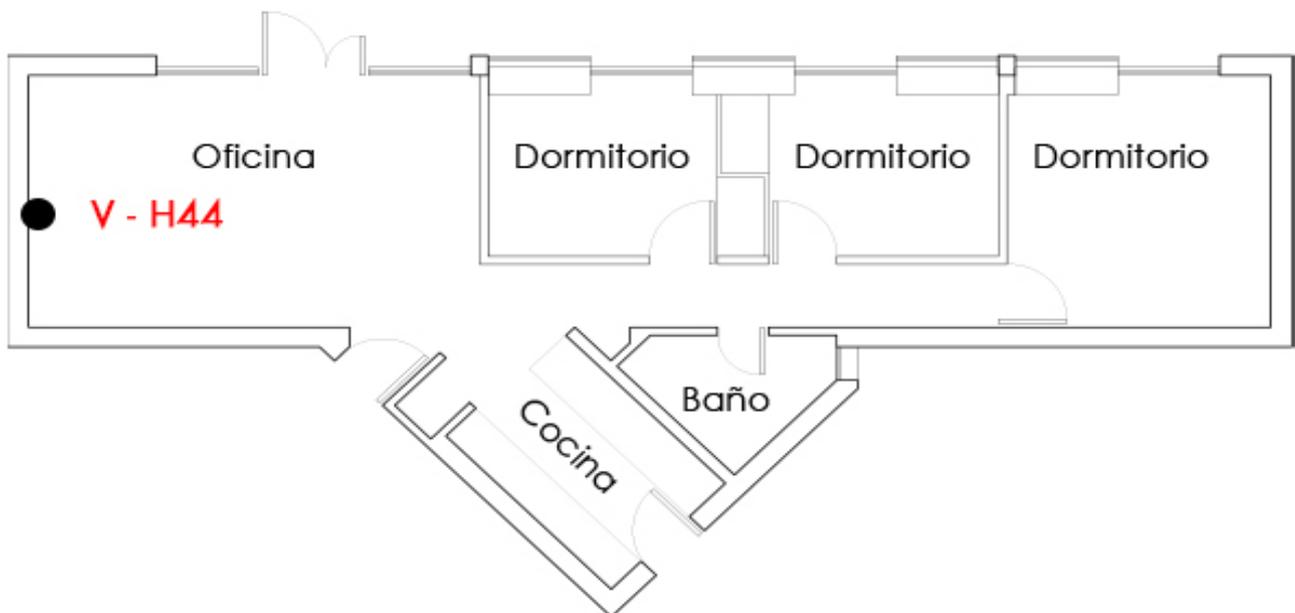
MUNICIPIO	Tapalqué, Provincia de Buenos Aires
EDIFICIO	Casa bioclimática
DIRECCIÓN	Avenida Leandro N. Alem y Benigno Villanueva
FECHA VISITA 1	13/12/2021 al 20/12/2022
FECHA VISITA 2	No se hizo auditoría de invierno

Implantación



-36,35 latitud sur
-60,02 longitud oeste

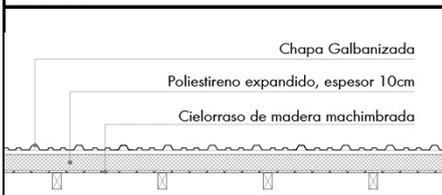
PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS



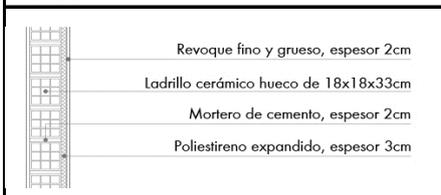
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapatué, Provincia de Buenos Aires

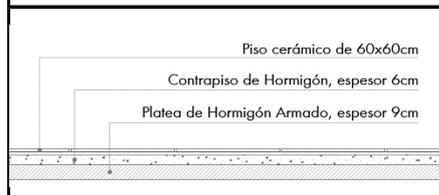
EDIFICIO Casa bioclimática

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Baño-cocina: Viguetas pretensadas y bloques de EPS, altura 12,5cm y densidad 10kg/m3, agregado de 3cm EPS. Resto, chapa con tirantes de madera, 10cm de EPS

Muros

Ladrillo cerámico hueco de 18cm con revoque interior. Tecnología EIFS exterior con EPS de 20kg/m3, espesor 3cm. Muro trombe al norte.

Piso

Placa de hormigón armado y piso cerámico

Carpintería Marcos y hojas en PVC reforzado con doble vidriado hermético

Instalaciones térmicas Calefactor a GN.

Instalaciones lumínicas Luces LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	55,91 m ²
Volumen habitable	167,73 m ³
Compacidad -Co-	0,46 -
Factor de forma -f-	0,33 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	3,00 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda calefacción anual /m2	65,98 kWh/m ² año
Demanda refrigeración anual /m2	226,41 kWh/m ² año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	1,88 W/m ³ .K
Coefficiente de pérdidas Scal	3,53 W/m ² .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	364,08 W/K
	Muros	60,09 W/K
	Aberturas	93,11 W/K
	Pisos	28,12 W/K
	Renovación de aire	117,411 W/K

Necesidad de energía por balance	16347,41 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	S/d kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	S/d %



Financiado por
la Unión Europea



RED ARGENTINA DE
MUNICIPIOS FRENTE AL
CAMBIO CLIMÁTICO



FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires
EDIFICIO Casa bioclimática

SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H30 - Hobo en el palacio municipal

Hobo interior:

<p>Lectura:</p> <p>T [°C] Prom:</p> <p>HR [%] Prom:</p>	<p>Lectura:</p> <p>T [°C] Prom:</p> <p>HR [%] Prom:</p>
---	---

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO

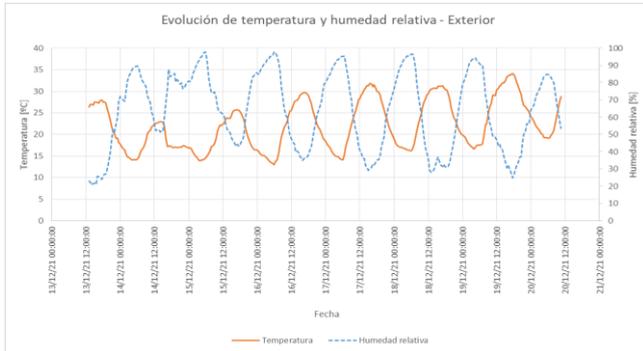
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires
 EDIFICIO Casa bioclimática

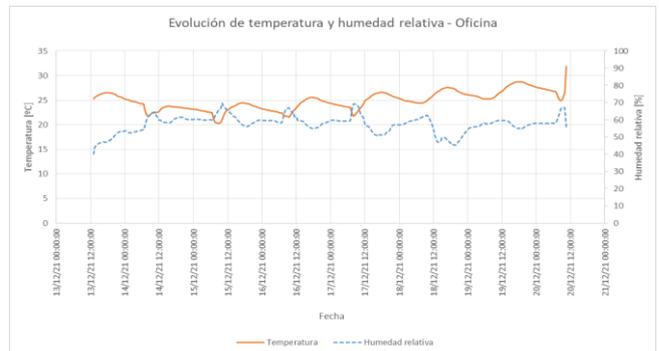
SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H14 - Hobo en el palacio municipal

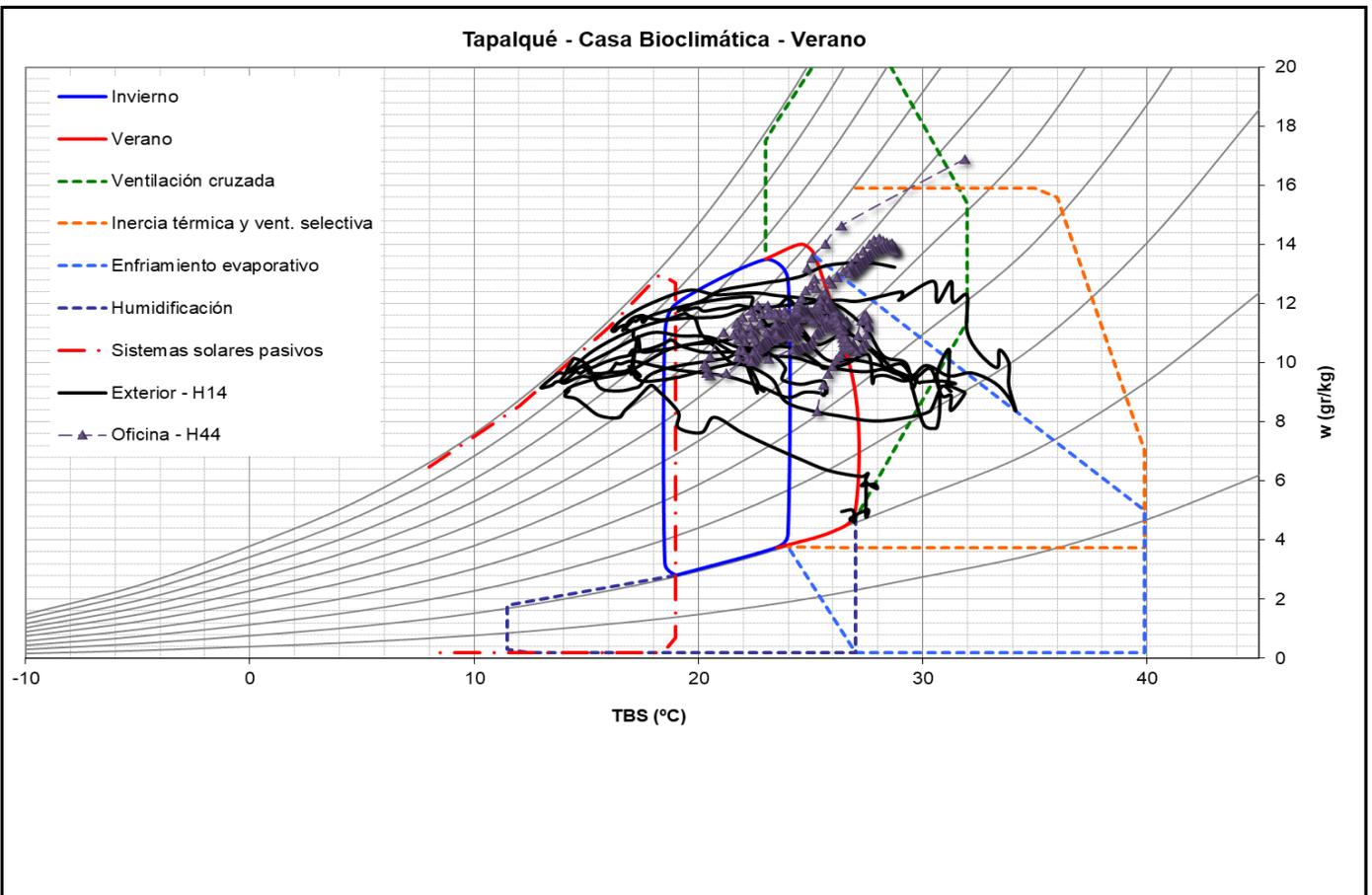
Hobo interior: H44



Lectura: 13/12/2021 13:00
 20/12/2021 10:30
 T [°C] Prom: 22,15
 HR [%] Prom: 63,82



Lectura: 13/12/2021 13:00
 20/12/2021 10:30
 T [°C] Prom: 24,89
 HR [%] Prom: 57,51

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO


REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Secretaría de Ambiente

Localidad: Tapalqué, Prov. de Buenos Aires.

El edificio se encuentra localizado en calle Villanueva y Av. Leandro N. Alem (Lat -36.3649; Long -60.0221) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de dependencia de la Secretaría de Ambiente del municipio. Su construcción es 2016 y forma parte de un grupo de viviendas sociales bioclimáticas. El municipio tiene una población de 6730 hab. (2010) y dista 296 km al sudoeste de la ciudad de La Plata en el centro de la provincia.

El edificio ocupa un predio parquizado en una zona de baja densidad edificada. Posee medidores de gas natural y electricidad. Tiene una superficie habitable de 55,91 m² y un volumen a climatizar de 167,63 m³ con una altura media de locales de 3,0 m.

Está materializado con paredes de ladrillos huecos de 20cm y EIFS/SATE (R= 1.49 m²K/W y K= 0.67 W/m²K), la estructura del techo es de madera con entablonado a la vista y cubierta de chapa ondulada y en otro con cielorraso de yeso y 10 cm de EPS (R= 0.88 m²K/W y K= 0.29 W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas al frente son amplias de metal, con un panel DVH (R= 0.35 m²K/W y K= 2.86 W/m²K). Sus solados son de baldosas cerámicas sobre contrapiso y terreno natural (R= 0.72 m²K/W y K= 1.38 W/m²K). La fachada principal está orientada al norte siendo casi 100% vidriada.

A los fines del diagnóstico energético en situación de calefacción las renovaciones de aire se fijan en N=2 (IRAM 11604) y en la situación de refrigeración en Car= 15 m³/h.persona (IRAM 11659-1). No se considera aporte solar o de ocupación en invierno. En verano se considera una ocupación media de personas, el aporte solar y las luminarias encendidas durante 8hs.

El monitoreo higrotérmico muestra que se encuentra razonablemente en confort en verano con ventilación. No se pudo monitorizar en invierno por restricciones COVID (ver ficha resumen). La envolvente es de buena calidad térmica.

1. INVIERNO - VERSIÓN ORIGINAL: Se realiza un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos del aeropuerto de Ezeiza distante 296 km hacia el sudoeste, que es la más cercana en la base de datos. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²). Los valores medios mensuales de humedad relativa se tomaron de: <http://arquinstal.com.ar/atlas.html> que muestra información del Servicio Meteorológico Nacional.

Municipio	Tapalqué, Provincia de Buenos Aires
Edificio	Casa Bioclimá Secretaría de Ambiente

Localidad más cercana en la base de datos:	Ezeiza - Pcia. Buenos Aires
--	-----------------------------

Mes ()	Días ()	Tm (°C)	Tdc-Tm (°C)	Tm-Tdr (°C)	HR (%)	Radiación solar media mensual (W/m ²)								
						Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste	Horizontal
Enero	31	25,4	0	5,4	66	132	172	186	141	90	153	201	181	339
Febrero	28	24,4	0	4,4	68	158	180	171	116	67	123	182	188	300
Marzo	31	21,2	0	1,2	73	178	166	133	79	52	84	142	175	221
Abril	30	16,7	3,3	0	79	189	149	97	49	37	53	112	167	160
Mayo	31	13,6	6,4	0	81	179	136	72	31	28	33	77	142	109
Junio	30	9,9	10,1	0	83	145	104	51	23	22	24	61	118	79
Julio	31	10,7	9,3	0	82	201	150	74	29	26	30	79	156	108
Agosto	31	10,7	9,3	0	78	217	168	97	42	33	44	104	177	151
Septiembre	30	12,6	7,4	0	75	186	170	124	65	44	65	116	160	191
Octubre	31	17,9	2,1	0	75	185	198	175	110	62	111	176	197	286
Noviembre	30	20,6	0	0,6	73	136	175	183	133	81	135	182	172	315
Diciembre	31	21,8	0	1,8	67	123	175	200	157	101	168	212	181	359
Anual	365	17,1	47,9	13,4	75	2029	1943	1563	975	643	1023	1644	2014	2618

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar por orientación del aeropuerto de Ezeiza.

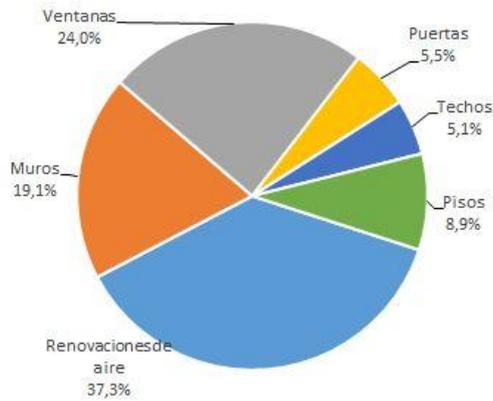


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

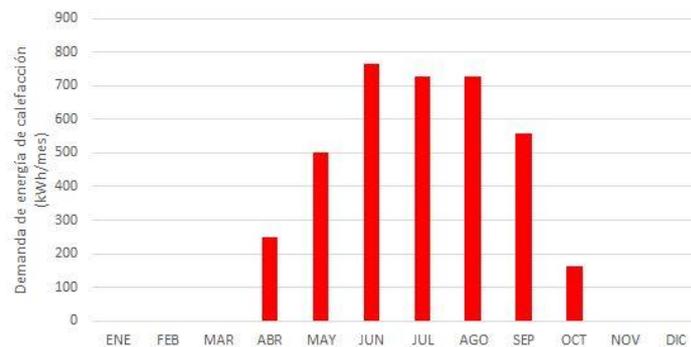


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para T_{base}= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	55,91 m ²
Volumen habitable	167,73 m ³
Indice Compacidad Co	0,46 adim
Factor de forma f	0,33 adim
Factor de exposición Fe	1,00 adim
Altura media de locales	3,00 m
Superficie envolvente	122,25 m ²
Superficie expuesta	122,25 m ²

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1,88 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 5,63 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **3689,02 kWh/año** y 65,98 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (5.1%), muros (19.1%) y vidriados (29.5%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía. No es factible intervenir pisos. Las renovaciones de aire pueden reducirse a 1.5 o 1.2 mediante mejoras en estanqueidad de la envolvente.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento térmico adicional en muros mediante EIF/SATE con 40/50mm de EPS densidad 30kg/m³ y cobertura con triple capa de basecoat y doble malla de vidrio de 110 g/m² y terminación con material de

frente de color claro. ($K_{m2} = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- b. En techos se recomienda levantar las chapas y el aislante y agregar una capa de 6cm de tierra ligeramente apisonada y enrasada sobre la barrera de vapor y volver a reinstalar el aislante y las chapas con las correcciones en clavaderas o estructura a fin de agregar masa térmica adicional. U otras opciones que agreguen 100 a 120 kg/m² de techo ($K_{m} = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$ según opción adoptada)
- c. No se requiere mejorar vidriados si la protección solar de estos. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- d. Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos. ($K_p = 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- e. Como sistema de climatización se sugiere un sistema por aerotermia alimentado por un generador FV que además cubra la demanda de iluminación.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 34.43 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_{cal} (IRAM 11604) de $1.70 \text{ W/m}^3\text{K}$ y un Coeficiente de pérdidas unitarias $5.09 \text{ W/m}^2\text{K}$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **3334,45 kWh/año** y $59,64 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de calefacción de 20°C .

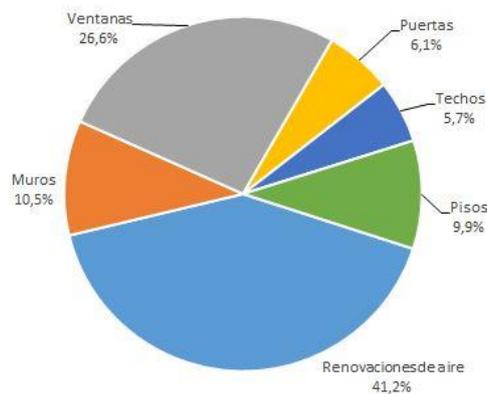


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

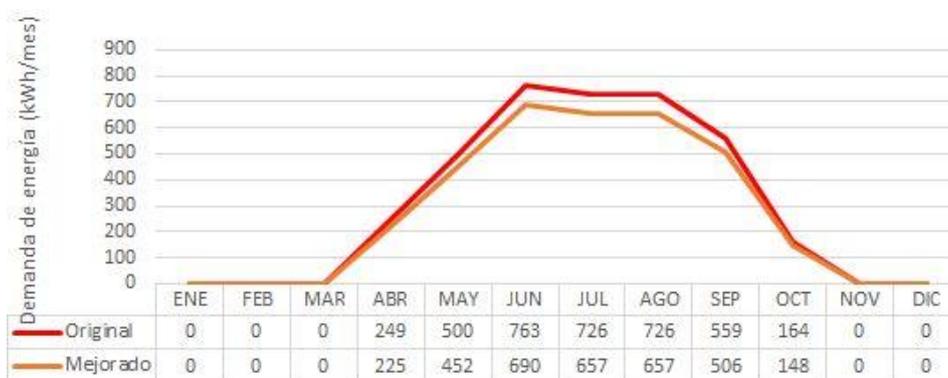


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

3. CONCLUSIÓN INVIERNO:

Cabe remarcar que es un diagnóstico simplificado en régimen estacionario que no contempla ocupación (personas, iluminación y equipos) y el aporte solar, que reducirían la demanda de energía. Se supone una temperatura de termostato de 20°C en el interior. La iluminación existente es LED y no habría fracción de ahorro. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 9,61%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. La demanda de invierno puede ser cubierta por los sistemas pasivos en días soleados.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 85,7%, los techos con el 0,7%, los muros con un 2.3%, y las ventanas con un 2,9%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos. Los vidriados de fachada no todos poseen suficiente *protección solar*. Este análisis simplificado no considera el aporte solar mediante temperatura sol/aire o similar ni el efecto de la inercia térmica que quizá modificaría la distribución de aportes. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio público. La cantidad de personas se determina por tabla a razón de 4 m²/persona.

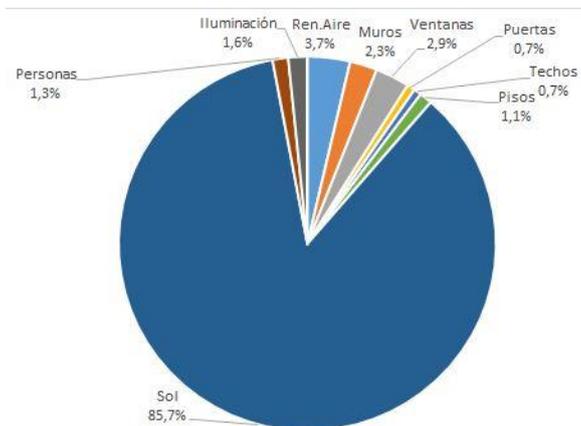


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **8266,78 kWh/año** y 147,86 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

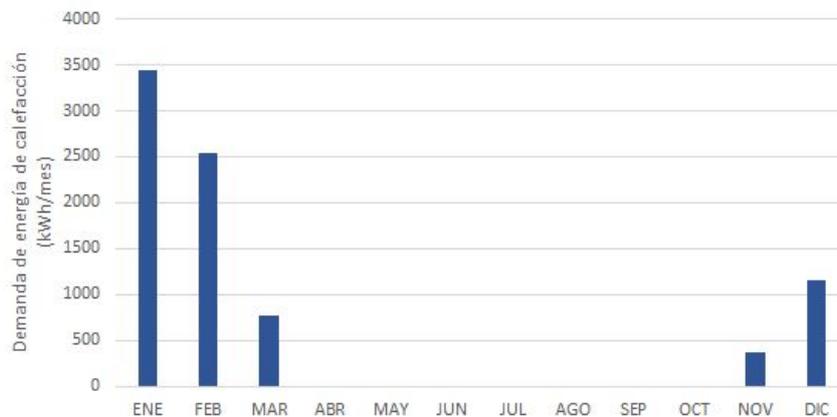


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

5. VERANO - PROPUESTA MEJORADA:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.13 en ventanas.

La figura 8 muestra la reducción del aporte solar relativo, con las mejoras propuestas lo mismo que en muros, techos y ventanas. No se consideraron las mejoras en pisos y puertas lo mismo que en renovaciones de aire dado el tipo de función edilicia y costos de intervención.

Así la propuesta mejorada implica una reducción del **54,88%** en la demanda de energía eléctrica en refrigeración, sin considerar la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado.

En la figura 9 se comparan el edificio original con el que resulta de las propuestas de mejoras. Destacan las reducciones en muros, ventanas, techos y en asoleamiento.

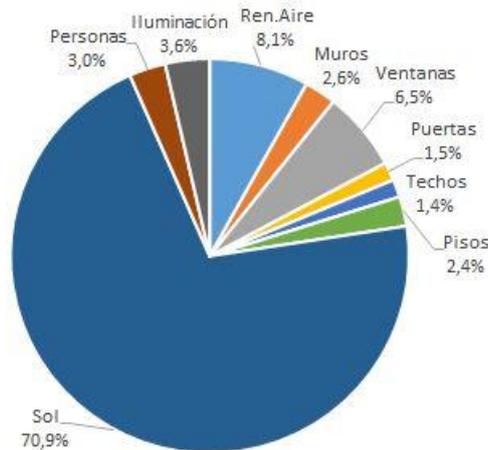


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **3729,71 kWh/año** y 66,71 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

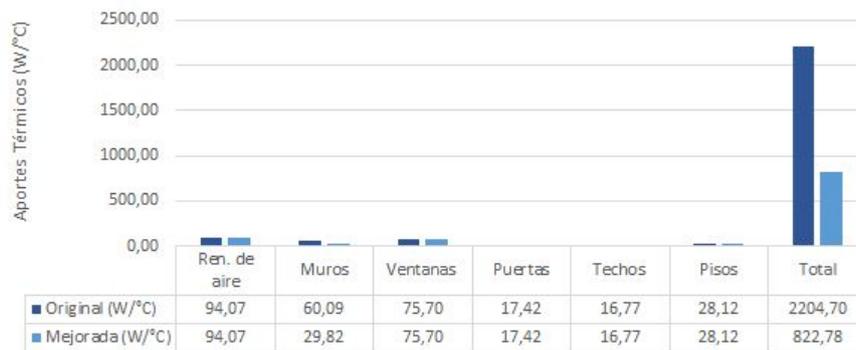


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

La figura 9 compara las demandas de energía entre el edificio original y el mejorado. Las reducciones más importantes se dan en asoleamiento, techos y muros. seguido de ventanas por conducción.

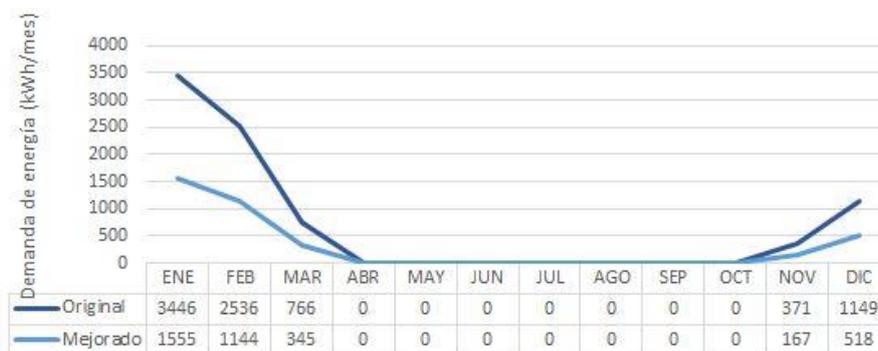


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

6. CONCLUSIÓN:

Las Tabla 3 y figura 11 a modo de conclusión muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de un 40,91% para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 213,84 kWh/m²año a 126,35 kWh/m²año. Esto muestra la necesidad de implementar soluciones en superficies vidriadas y muros. Luego queda planificar un sistema termomecánico de climatización sustentable adecuado a su implantación.

Demanda de energía anual	Comparación	Calefacción		Refrigeración	
		Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)
ENE		0,00	0,00	5276,43	1554,66
FEB		0,00	0,00	3883,25	1144,17
MAR		0,00	0,00	1172,54	345,48
ABR		249,45	225,47	0,00	0,00
MAY		499,90	451,85	0,00	0,00
JUN		763,45	690,07	0,00	0,00
JUL		726,42	656,60	0,00	0,00
AGO		726,42	656,60	0,00	0,00
SEP		559,36	505,60	0,00	0,00
OCT		164,03	148,26	0,00	0,00
NOV		0,00	0,00	567,36	167,17
DIC		0,00	0,00	1758,81	518,22
Total		3689,02	3334,45	12658,39	3729,71
Reducción de demanda (%)			9,61		70,54

ización anual original	16347,41 (kWh/año)	292,39 (kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	7064,16 (kWh/año)	126,35 (kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)		56,79

DECal	DECal+	DERef	DERef+
65,98	59,64	226,41	66,71
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reducc (%)	9,61		70,54

Tabla 3: Síntesis de resultados.



Figura 11: Comparación anual. caso: Anexo Secr. Ambiente de Tapalqué. Prov. De Buenos Aires.

Nota: las superficies y volumen usados en el diagnóstico corresponden a lo determinado por la Norma IRAM 11604/01 apartado 3.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP