

INFORME TÉCNICO

Caso: Anexo secretaría de obras públicas

Municipio: Tapalqué

Provincia: Buenos Aires



Fuente: Google Street

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: Anexo Secretaría de Obras Públicas de Tapalqué. Provincia de Buenos Aires

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en calle Gral. Bartolomé Mitre 170 entre Av. 9 de Julio y 25 de Mayo (Lat -36.3571; Long -60.0240) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de dependencia de la Secretaría de Obras Públicas del municipio. Su construcción estimada es de fines del siglo XX. 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 el 80% de la azotea de oficinas de la provincia de Buenos Aires (Catastro y Registro de las Personas) en un primer piso. Se accede desde una puerta a los fondos del palacio municipal y desde un patio una escalera a la terraza. Y una entrada desde la calle. Es una ampliación realizada con ladrillos huecos revocados, techo liviano de chapa y entablonado visto y ventanas y puertas de calidad estándar. Posee medidores de gas natural y electricidad diferenciados. Tiene una superficie habitable de 115,95 m² y un volumen a climatizar de 313,07 m³ con una altura media de locales de 2,70 m.

En parte está materializado con paredes de huecos de 20cm, revocado en ambas caras ($R= 0.37 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 2.67 \text{ W/m}^2\text{K}$), la estructura del techo es de madera con entablonado a la vista y cubierta de chapa ondulada en un sector y en otro con cielorraso de yeso ($R= 1.02 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas al frente son amplias de metal, con un vidrio de 4 mm de espesor ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Sus solados son de baldosas cerámicas sobre una azotea hacia un espacio inferior climatizado ($R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

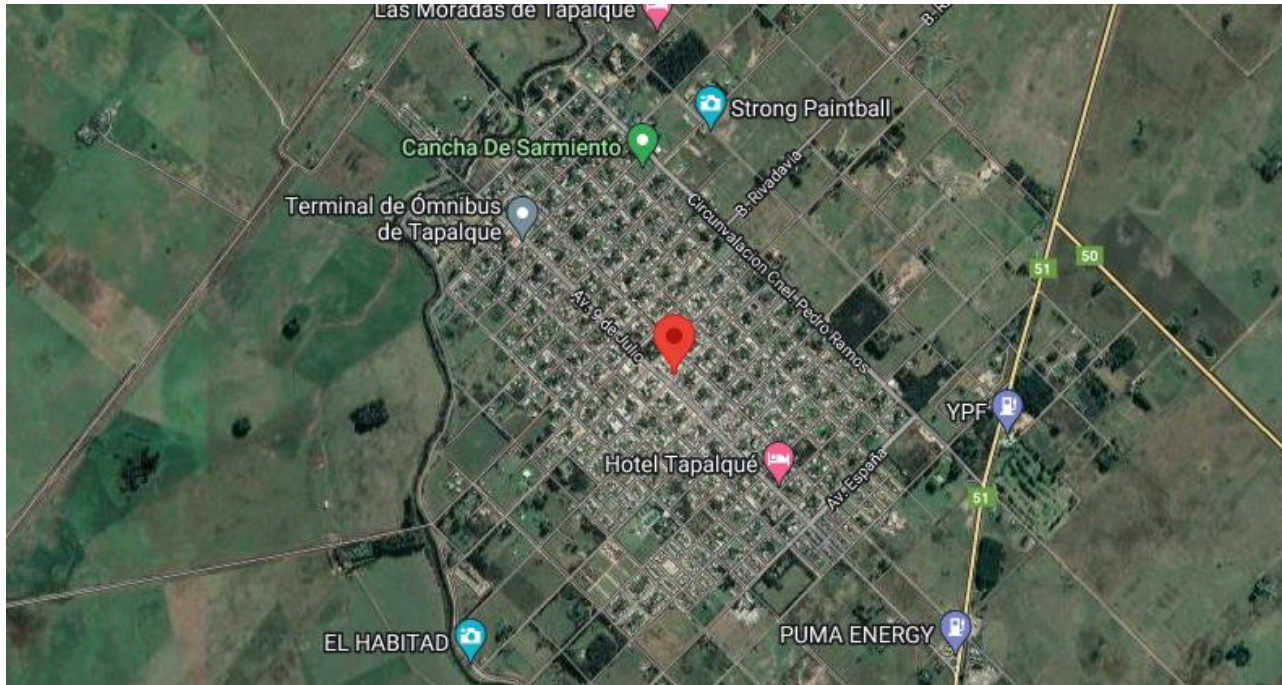


Figura 1: Implantación del edificio en la localidad de Tapalqué. Fuente: Google Maps.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción estándar y de baja eficiencia energética. El secretario de OP impidió encuestar al personal, aunque no se opuso al monitoreo de invierno que muestra que solo el 60% de las horas de la semana auditada está en confort y el resto por debajo de 18°C. En la visita de verano con agravios impidió el acceso al equipo auditor (ver ficha). 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 **22126,15 kWh/año** y 190,82 kWh/m².año que podría reducirse en un 36,02 % con medidas pasivas de rehabilitación energética. Habría una fracción de ahorro en iluminación de finalizarse la actualización a LED y podría haber en climatización con equipos más eficientes. Requiriendo un diagnóstico y propuesta específico.

Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre la envolvente: a. En muros aumentar el nivel de aislamiento mediante un EIFS/SATE con 50mm de EPS de 30 kg/m³ y triple capa de basecoat reforzado con doble malla de vidrio de 110 g/m² y terminación con material de frente de color claro. En ventanas colocar DVH. En techos incorporar 100mm de lana de vidrio sobre cielorrasos suspendidos o PUR proyectado de 30mm espesor y terminación con pintura refractante blanca para techos. Los vidriados del frente requerirían de protección solar móvil.

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.

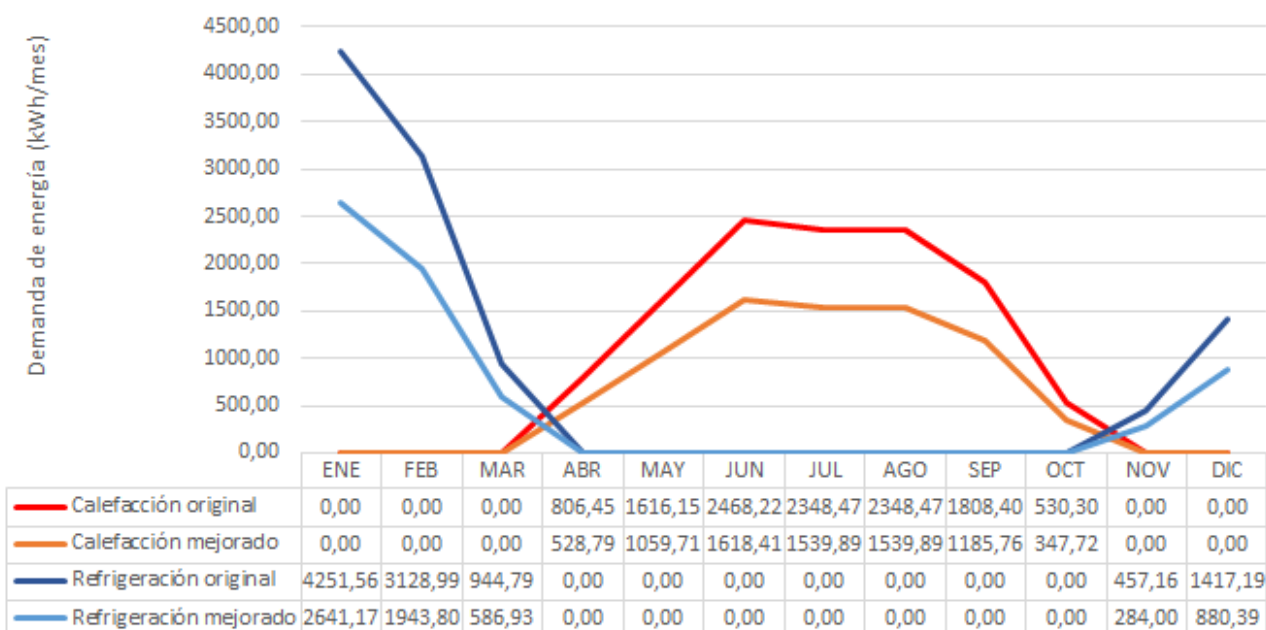


Figura 1: Comparación anual de la variación de demanda de energía simulada del caso original y mejorado.

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 OZAIKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires

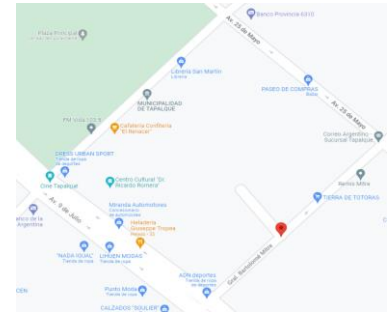
EDIFICIO Anexo

DIRECCIÓN Gral. Bartolomé Mitre 170

FECHA VISITA 1 06/09/2021 al 16/09/2021

FECHA VISITA 2 No se hizo auditoría de verano

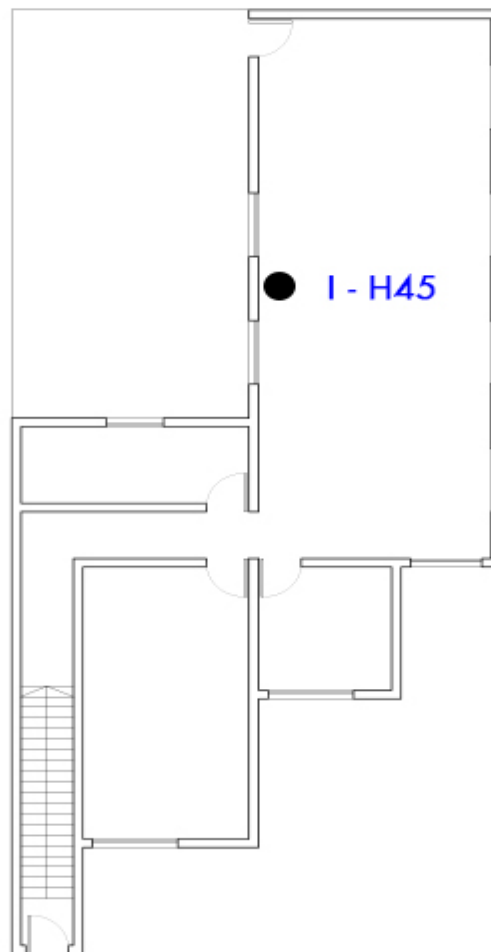
Implantación



-36,35 latitud sur

-60,02 longitud oeste

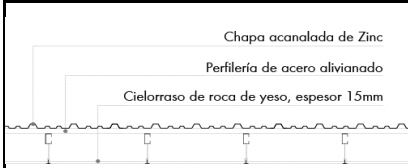
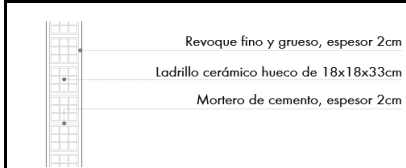
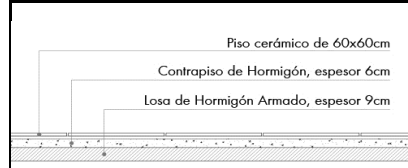
PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS



FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires

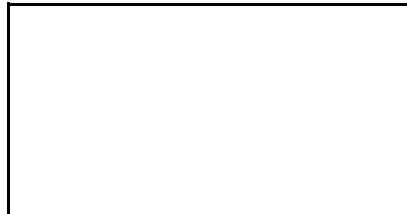
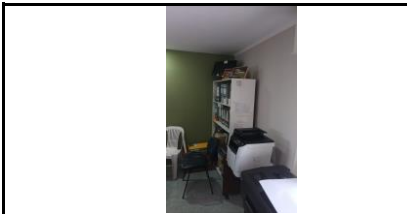
EDIFICIO Anexo

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**Techo de chapa acanalada con
cielorraso de yeso suspendido**Muros**Ladrillo cerámico hueco de 18cm con
revoque interior y exterior**Piso**Entrepiso de losa de Hormigón Armado
con contrapiso y terminación en piso
cerámico

Carpintería Aluminio con vidrio simple

Instalaciones térmicas Estufas de tiro balanceado

Instalaciones lumínicas Luminarias LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	115,95 m ²
Volumen habitable	313,07 m ³
Compacidad -Co-	0,81 -
Factor de forma -f-	0,81 -
Factor de exposición -fe-	0,9 -
Altura media de locales -h-	2,7 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda calefacción anual /m ²	84,50 kWhm ² /año
Demanda refrigeración anual /m ²	82,93 kWhm ² /año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	2,67 W/m ³ .K
Coefficiente de pérdidas Scal	5,32 W/m ² .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	113,63 W/K
	Muros	230,54 W/K
	Aberturas	111,73 W/K
	Pisos	161,50 W/K
	Renovación de aire	219,15 W/K

Necesidad de energía por balance	19414,20 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	%

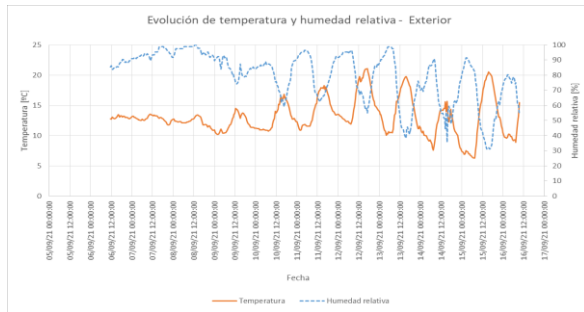
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapolqué, Provincia de Buenos Aires
 EDIFICIO Anexo

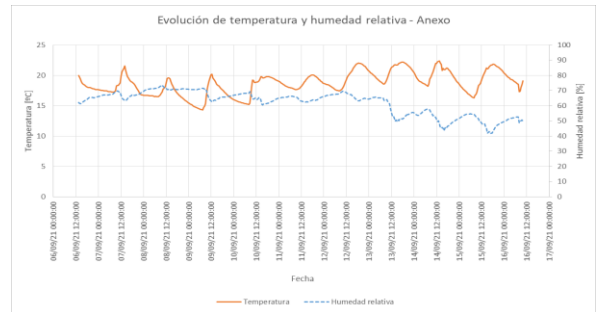
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H30 - Hobo en el palacio municipal

Hobo interior: H45

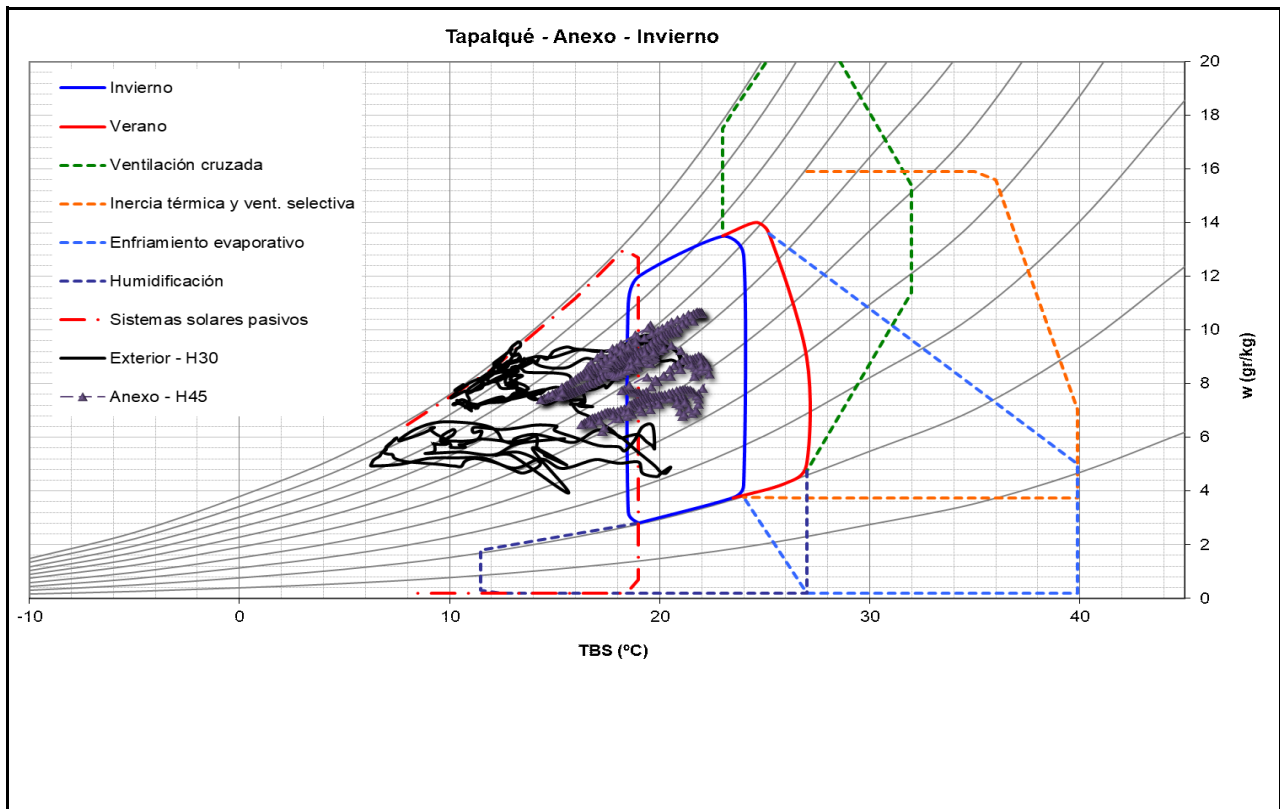


Lectura: 6/9/2021 11:30
 16/9/2021 09:30
 T [°C] Prom: 13,04
 HR [%] Prom: 79,81



Lectura: 6/9/2021 13:30
 16/9/2021 10:00
 T [°C] Prom: 18,69
 HR [%] Prom: 61,90

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Tapalqué, Provincia de Buenos Aires

EDIFICIO Anexo

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior:

Hobo interior:

Lectura:

Lectura:

T [°C] Prom:

T [°C] Prom:

HR [%] Prom:

HR [%] Prom:

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO

REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Anexo de secretaría de obras públicas

Localidad: Tapalqué, Prov. de Buenos Aires.

El edificio se encuentra localizado en calle Gral. Bartolomé Mitre 170 entre Av. 9 de Julio y 25 de Mayo (Lat -36.3571; Long -60.0240) en clima templado cálido de transición en Zona IIIa (IRAM 11603). Este edificio cumple la función de dependencia de la Secretaría de Obras Públicas del municipio. Su construcción estimada es de fines del siglo XX. 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 el 80% de la azotea de oficinas de la provincia de Buenos Aires (Catastro y Registro de las Personas) en un primer piso. Se accede desde una puerta a los fondos del palacio municipal y desde un patio una escalera a la terraza. Y una entrada desde la calle. Es una ampliación realizada con ladrillos huecos revocados, techo liviano de chapa y entablonado visto y ventanas y puertas de calidad estándar. Posee medidores de gas natural y electricidad diferenciados. Tiene una superficie habitable de 115,95 m² y un volumen a climatizar de 313,07 m³ con una altura media de locales de 2,70 m.

En parte está materializado con paredes de huecos de 20cm, revocado en ambas caras ($R= 0.37 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 2.67 \text{ W/m}^2\text{K}$), la estructura del techo es de madera con entablonado a la vista y cubierta de chapa ondulada en un sector y en otro con cielorraso de yeso ($R= 1.02 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas al frente son amplias de metal, con un vidrio de 4 mm de espesor ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Sus solados son de baldosas cerámicas sobre una azotea hacia un espacio inferior climatizado ($R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

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 $Car= 15 \text{ m}^3/\text{h.persona}$ (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 invierno con calefacción. No se pudo monitorizar en verano por restricciones del funcionario responsable (ver ficha resumen). La envolvente es de mala 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/m^2). 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	Anexo Secretaría Obras Públicas
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.

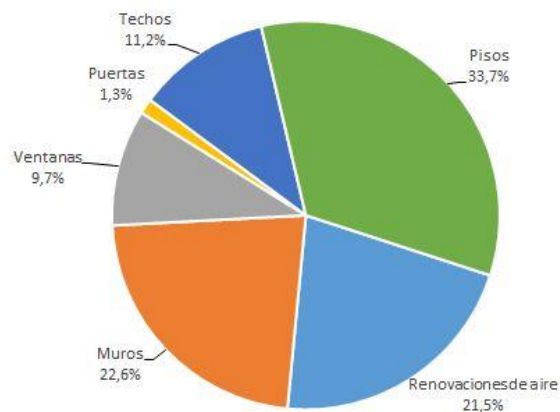


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

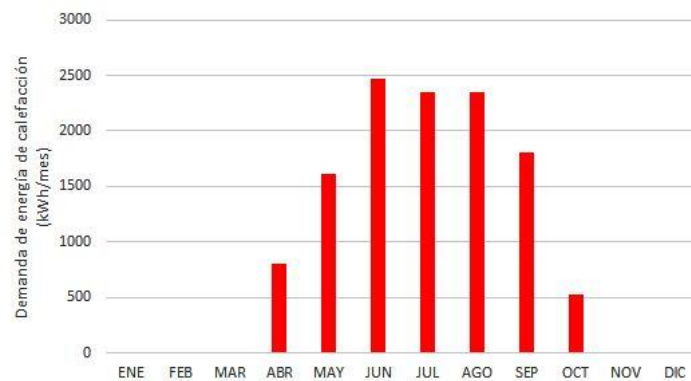


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para T_{Bcal}= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	115,95 m ²
Volumen habitable	313,07 m ³
Indice Compacidad Co	0,81 adim
Factor de forma f	0,37 adim
Factor de exposición Fe	0,90 adim
Altura media de locales	2,70 m
Superficie envolvente	143,37 m ²
Superficie expuesta	159,84 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 $3,25 \text{ W/m}^3\text{K}$ y un Coeficiente de pérdidas unitarias $8,78 \text{ W/m}^2$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **11926,47 kWh/año** y $102,86 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, 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 (11.2%), muros (22.6%) y vidriados (11.0%, 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 en muros mediante EIF/SATE con 40/50mm de EPS densidad 30kg/m^3 y cobertura con triple capa de basecoat y doble malla de vidrio de 110 g/m^2 y terminación con material de frente de color claro. ($K_{m2} = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos reforzar con 100 mm de lana de vidrio tipo Rolac plata sobre cielorrasos o aplicación de 30mm de PUR terminado con pintura blanca de caucho sintético y velo de vidrio. ($K_m = 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ según opción adoptada)
- La intervención más costosa es en vidriados en aislamiento. En las ventanas usar DVH. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos. ($K_p = 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- 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 Gcal (IRAM 11604) de $2.13 \text{ W/m}^3\text{K}$ y un Coeficiente de pérdidas unitarias $5.76 \text{ W/m}^2\text{K}$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **7820,17 kWh/año** y $67.44 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de calefacción de 20°C .

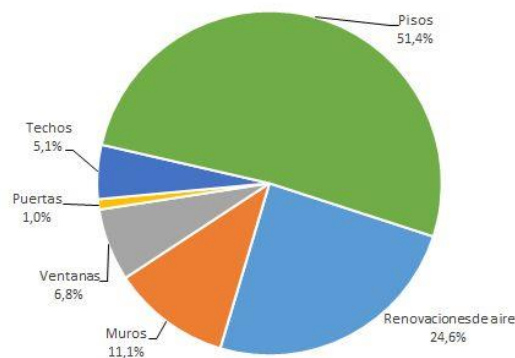


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

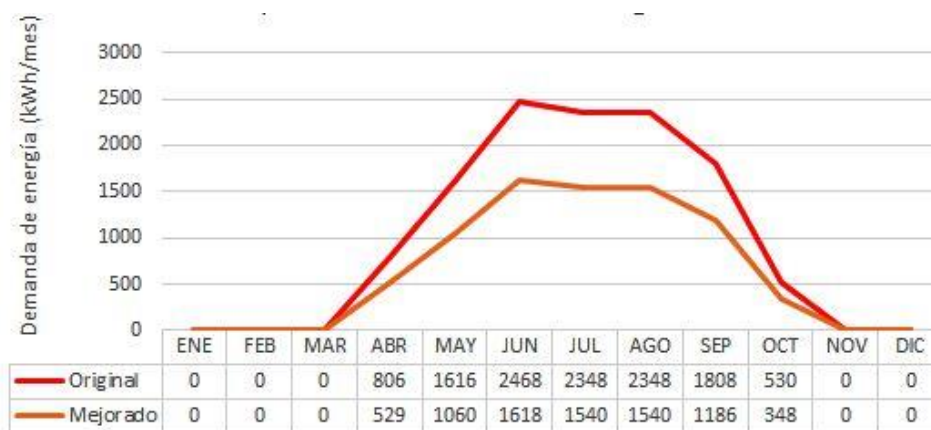


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 está siendo migrada a 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 34.43%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 52.2%, los techos con el 4.5%, los muros con un 7.3%, y las ventanas con un 3.1%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos. Los vidriados de fachada no todos poseen con *protección solar*, aunque las cortinas metálicas para seguridad podrían cumplir esa función. 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.

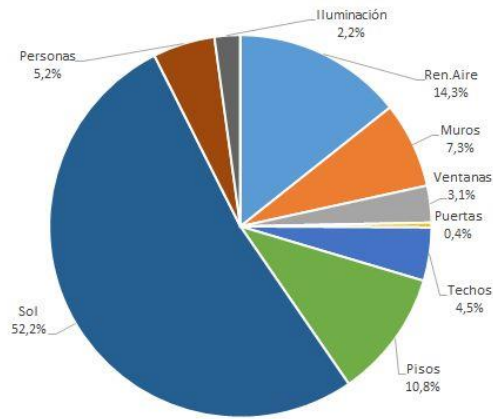


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **10199,68 kWh/año** y **37,88 kWh/m²año**, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

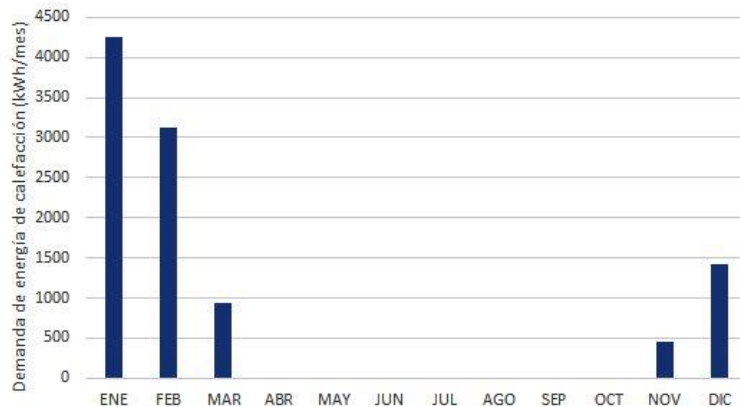


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

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 **37,88%** 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.

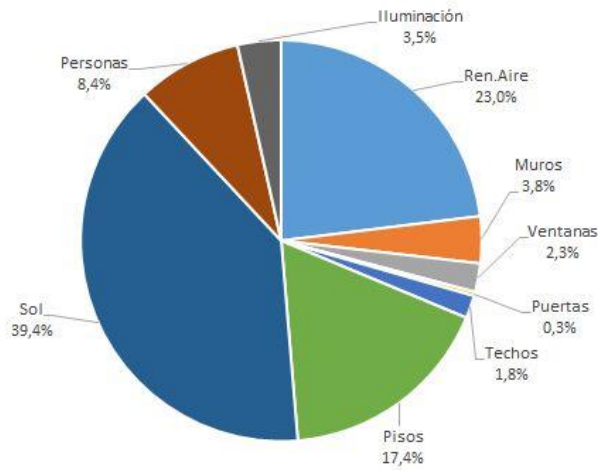


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **6336,27 kWh/año** y **87,87 kWh/m²año**, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

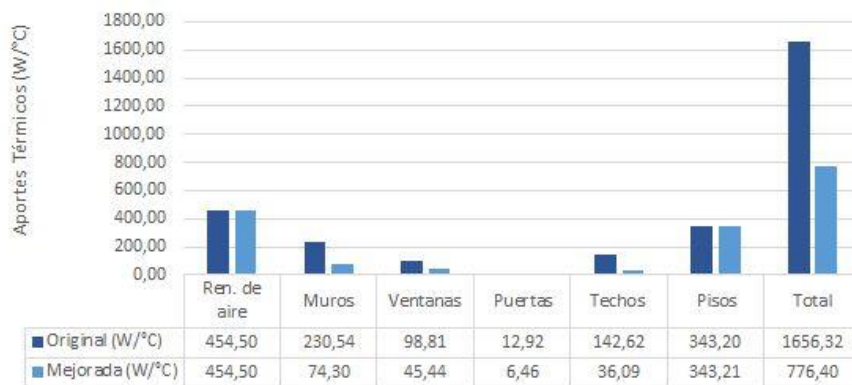


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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.

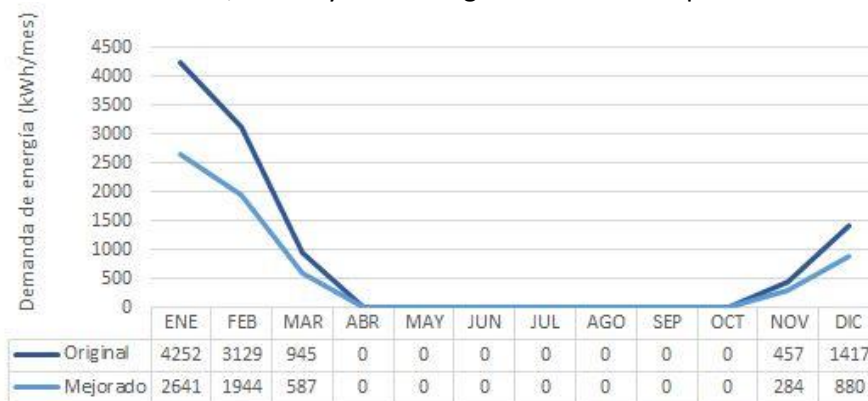


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 36,02% 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 190,82 kWh/m²año a

122,09 kWh/m²año. Esto muestra la necesidad de implementar soluciones en superficies vidriadas, muros y techos. Luego queda planificar un sistema termomecánico de climatización sustentable adecuado a su implantación.

Demanda de energía Comparación anual	Calefacción		Refrigeración	
	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)
ENE	0,00	0,00	4251,56	2641,17
FEB	0,00	0,00	3128,99	1943,80
MAR	0,00	0,00	944,79	586,93
ABR	806,45	528,79	0,00	0,00
MAY	1616,15	1059,71	0,00	0,00
JUN	2468,22	1618,41	0,00	0,00
JUL	2348,47	1539,89	0,00	0,00
AGO	2348,47	1539,89	0,00	0,00
SEP	1808,40	1185,76	0,00	0,00
OCT	530,30	347,72	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	457,16	284,00
DIC	0,00	0,00	1417,19	880,39
Total	11926,47	7820,17	10199,68	6336,27
Reducción de demanda (%)		34,43		37,88

al climatización anual original	22126,15	(kWh/año)	190,82	(kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	14156,44	(kWh/año)	122,09	(kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)				36,02

DECa	DECa+	DERef	DERef+
102,86	67,44	87,97	54,65
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reducc (%)	34,43		37,88

Tabla 3: Síntesis de resultados.

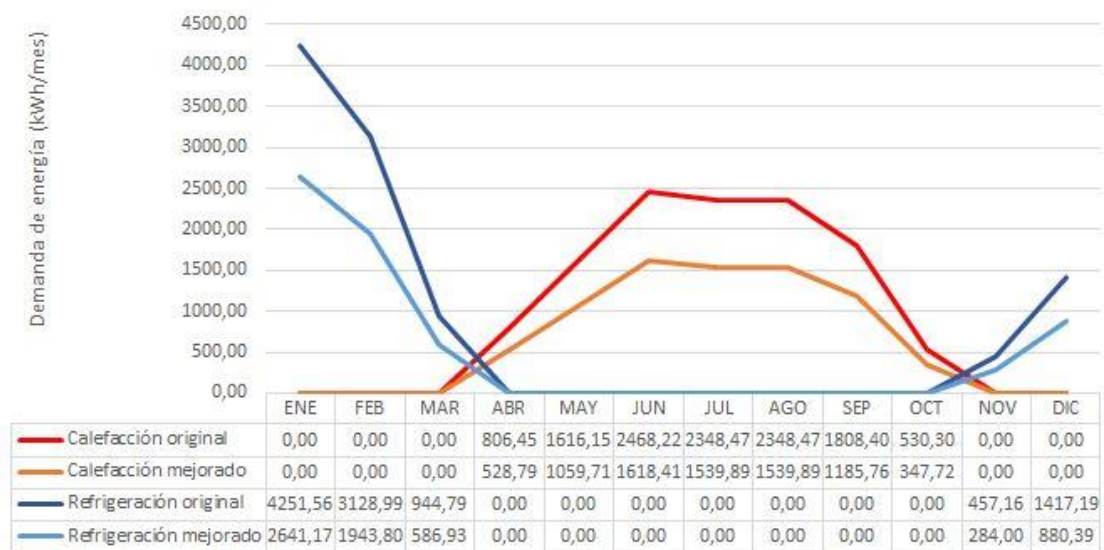


Figura 11: Comparación anual. caso: Anexo SOP Municipal de Tapalqué. Prov. De Buenos Aires.

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