

INFORME TÉCNICO

Caso: Casa de la Cultura
Municipio: Montecarlo
Provincia: Misiones



Fuente: JDC, 2021

La Plata, mayo 2023

LAYHS - Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable / FAU UNLP / CIC

Calle 47 Nro 162 (1900) La Plata - Tel: +54 221 4236587/90 int 255 - Mail: layhs@fau.unlp.edu.ar

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
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: Casa de la Cultura, Montecarlo, Misiones.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en la calle los Aguaribayes y 9 de Julio (Lat -26.5679; Long -54.7728) en clima muy cálido húmedo Zona Ib (IRAM 11603). Se encuentra próximo al centro de la ciudad en el sector sudoeste de la ciudad de Posadas se toman los datos climáticos. Su construcción es de 2020. Está implantado en Montecarlo en un entorno mixto residencial. El frente de acceso da al noroeste y posee un gran salón auditorio, sector de exposiciones, un gran atrio de doble altura, oficinas de la secretaría de cultura, sanitarios y anexos. El edificio es exento en el sector norte de un parque urbano. Tiene una superficie habitable de 475,09 m² y un volumen a climatizar de 1978,00 m³ con una altura media de locales de 4,16m.

Está materializado con muros de ladrillos huecos revocado en ambas caras ($R= 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa acanalada metálica sobre entablonado y cielorraso suspendido en auditorio ($R= 0,80 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1,26 \text{ W/m}^2\text{K}$) similar al resto de dependencias. Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas ($R= 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

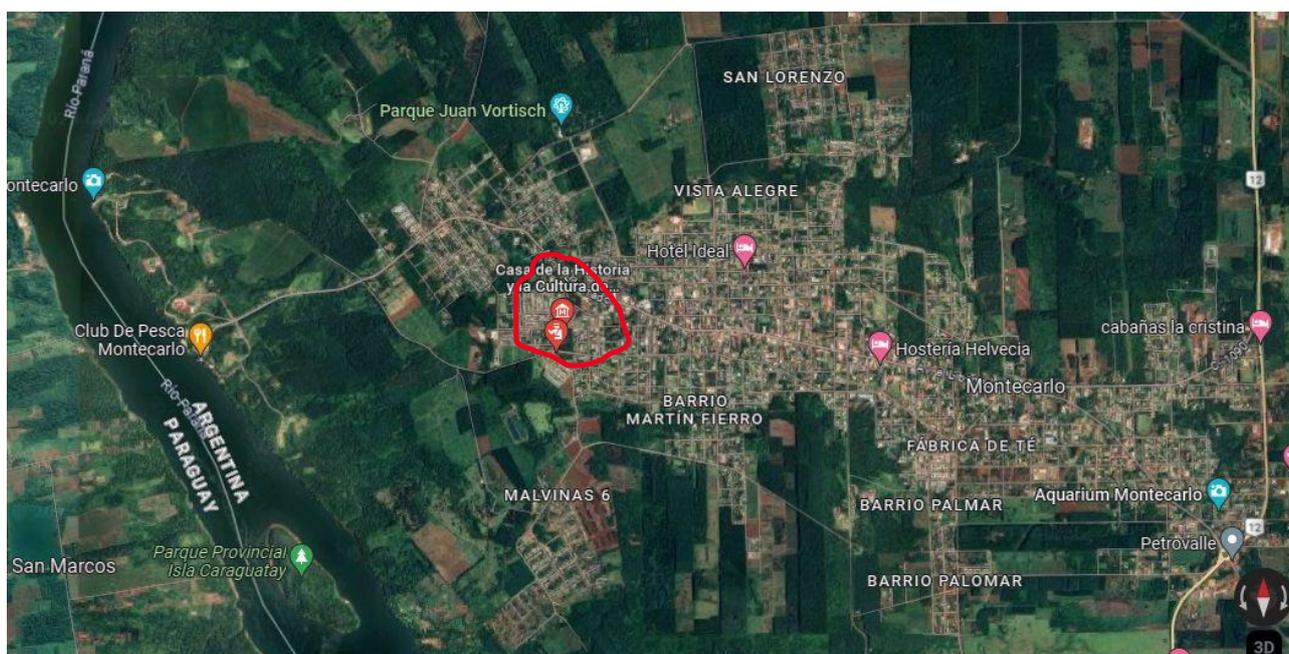


Figura 1: Implantación de la Casa de la Cultura y la Historia de Montecarlo en la estructura urbana. Fuente: Google Maps.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización es sistema centralizado de AA.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional en la región, de baja eficiencia energética en su envolvente. El personal y los auditores manifiestan que es muy caluroso en los meses de verano y confortable en los escasos días fríos de invierno. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 3466,60 kWh/año en calefacción y 49496,68 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 1956,47 kWh/año y 32398,07 kWh/año respectivamente. Implica una

LayHS - Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable / FAU UNLP /CIC

reducción en la demanda de 43,56 % en calefacción y 34,54 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 4,12 kWh/m².año y 68,19 kWh/m².año en refrigeración con un total de 72,31 kWh/m².año. Relativamente simple de reducir con medidas pasivas de eficiencia energética.

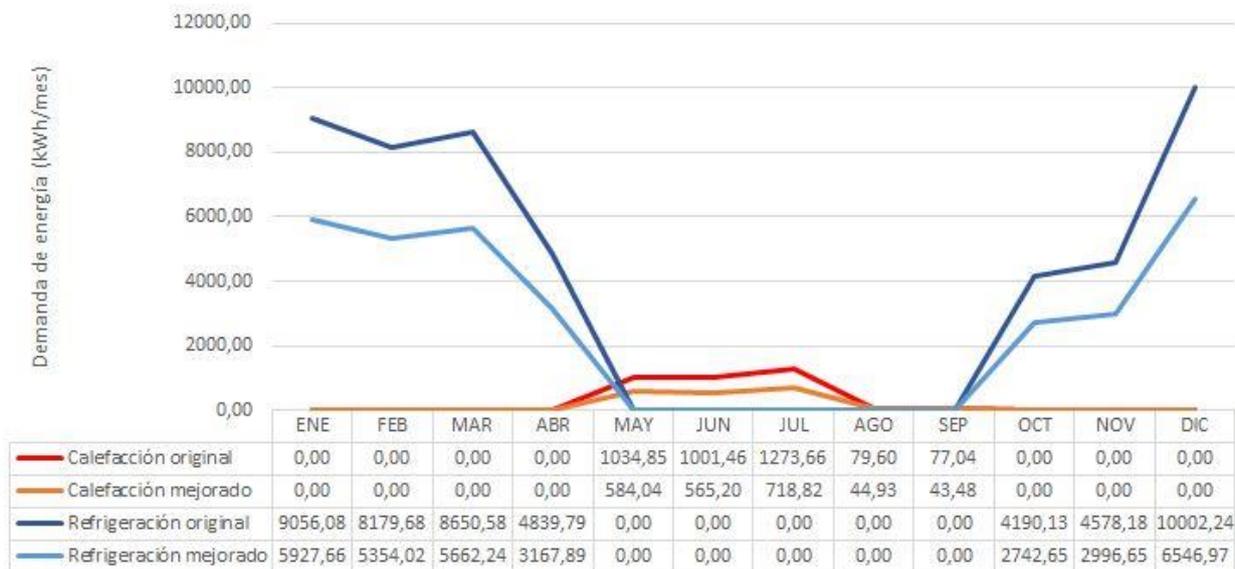


Figura 1: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras.

Recomendaciones rehabilitación:

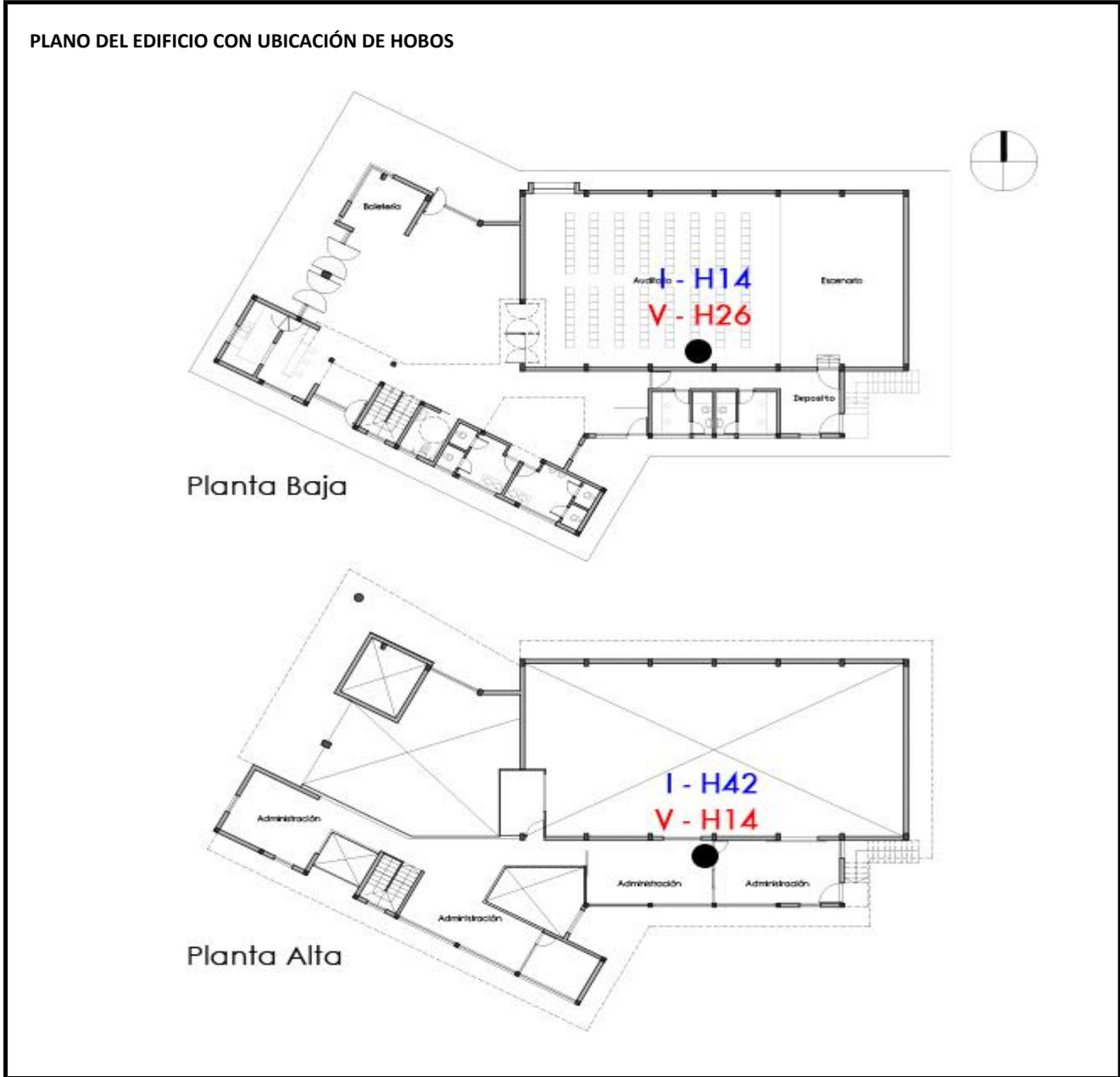
La medida más importante es trabajar sobre los vidriados, techos y muros:

- 1) agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sobre un cielorraso o debajo de la cubierta de chapas;
- 2) En muros realizar un EIFS/SATE con 5cm de EPS de 30kg/m³ y basecoat reforzado con malla de fibra de vidrio. Por ser clima muy cálido húmedo no requeriría barrera de vapor si un freno de vapor con una capa de emulsión asfáltica en la cara exterior o pintura base caucho.
- 3) La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras con DVH junto a protección solar exterior para el verano en especial al oeste.
- 4) Dado que se encuentra dentro de un parque de árboles maduros cuenta con suficiente protección solar general mientras estos existan. Quedando si revisar la ventilación natural.

Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía, en el predio hay suficiente espacio para instalar un generador solar FV. El edificio cuenta con medidor de energía eléctrica trifásica.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

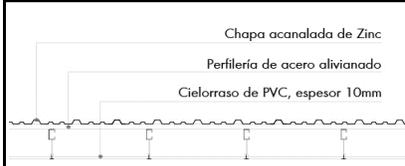
FICHA RESUMEN N° 1		Implantación
MUNICIPIO	Montecarlo, Provincia de misiones	<p>-26,57 latitud sur -54,77 longitud oeste</p>
EDIFICIO	Casa de la cultura	
DIRECCIÓN	Aguarivayes y 9 de julio	
FECHA VISITA 1	04/04/2022 al 18/04/2022	
FECHA VISITA 2	09/08/2022 al 16/08/2022	



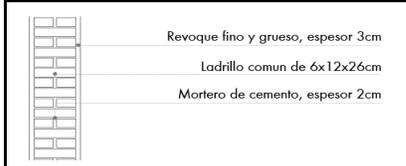
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Montecarlo, Provincia de Misiones

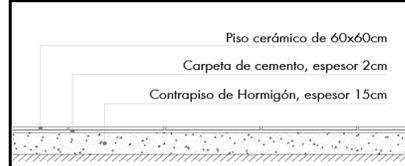
EDIFICIO Casa de la Cultura

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Techo metálico con cielorraso suspendido de PVC sobre malla metálica

Muros

Muros de Ladrillo macizo y revoque interior y exterior, espesor 30cm en PB; y ladrillo macizo con revoque interior, espesor 12cm en PA

Piso

Piso de baldosas cerámicas grises

Carpintería Aluminio con vidrio simple y burletes de tela

Instalaciones térmicas Aires acondicionados

Instalaciones lumínicas Luces LED y de bajo consumo

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	475,09 m ²
Volumen habitable	1978,00 m ³
Compacidad -Co-	0,61 -
Factor de forma -f-	0,24 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	4,16 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda calefacción anual /m ²	7,30 kWh/m ² año
Demanda refrigeración anual /m ²	104,18 kWh/m ² año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	1,62 w/m ³ .K
Coefficiente de pérdidas Scal	3,84 w/m ² .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	277,16 W/K
	Muros	879,78 W/K
	Aberturas	539,65 W/K
	Pisos	128,63 W/K
	Renovación de aire	1384,60 W/K

Necesidad de energía por balance	52963,28 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	%

FICHA RESUMEN N° 1

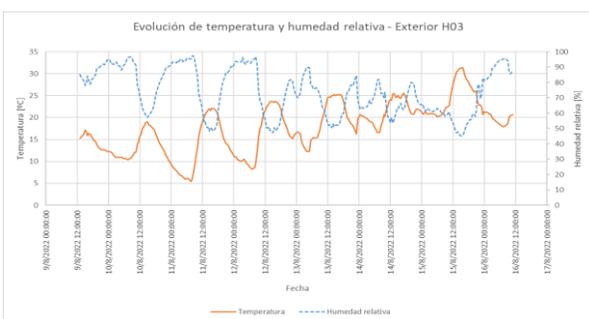
MUNICIPIO Montecarlo, Provincia de Misiones

EDIFICIO Casa de la Cultura

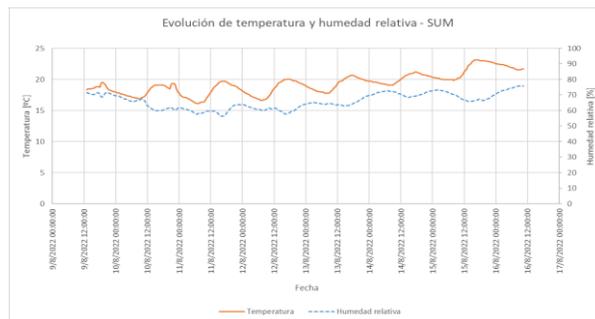
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H03 - Edificio: Hospital "Dr. Darú"

Hobo interior: H14

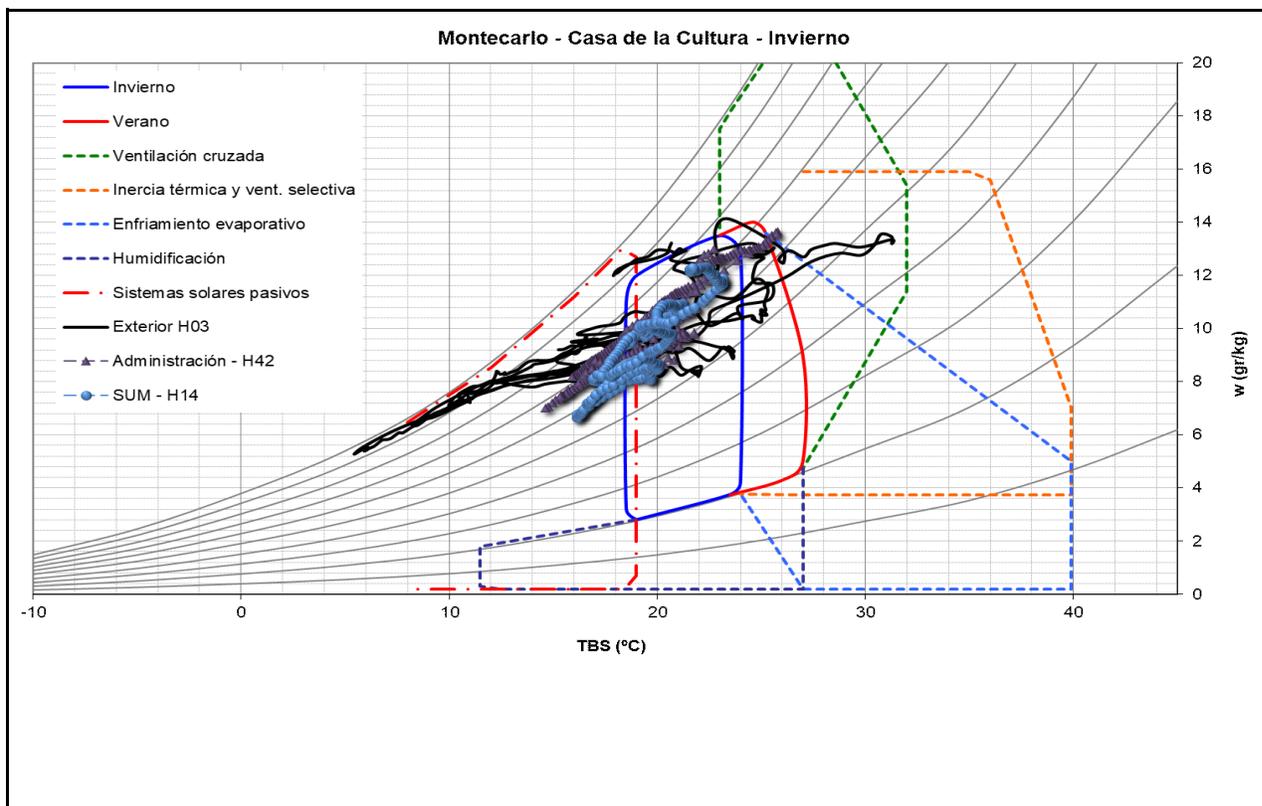


Lectura: 9/8/2022 13:00
 16/8/2022 11:00
 T [°C] Prom: 17,87
 HR [%] Prom: 74,08



Lectura: 9/8/2022 13:00
 16/8/2022 10:30
 T [°C] Prom: 19,33
 HR [%] Prom: 65,89

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



FICHA RESUMEN N° 1

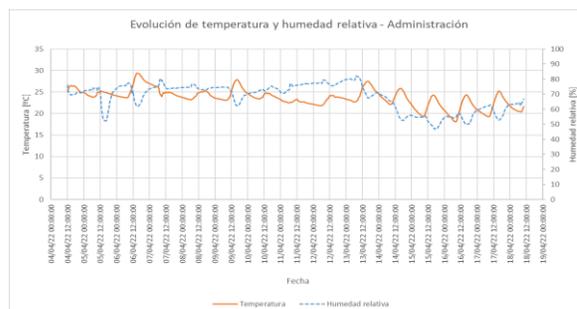
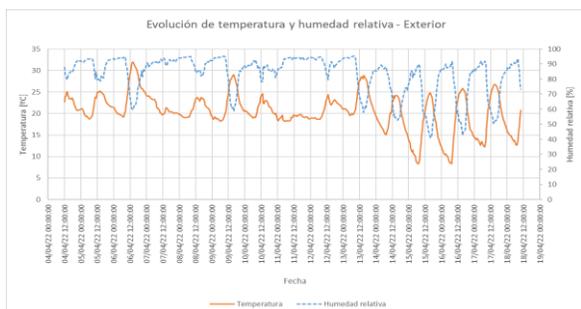
MUNICIPIO Montecarlo, Provincia de Misiones

EDIFICIO Casa de la Cultura

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H32 - Edificio: Hospital "Dr. Darú"

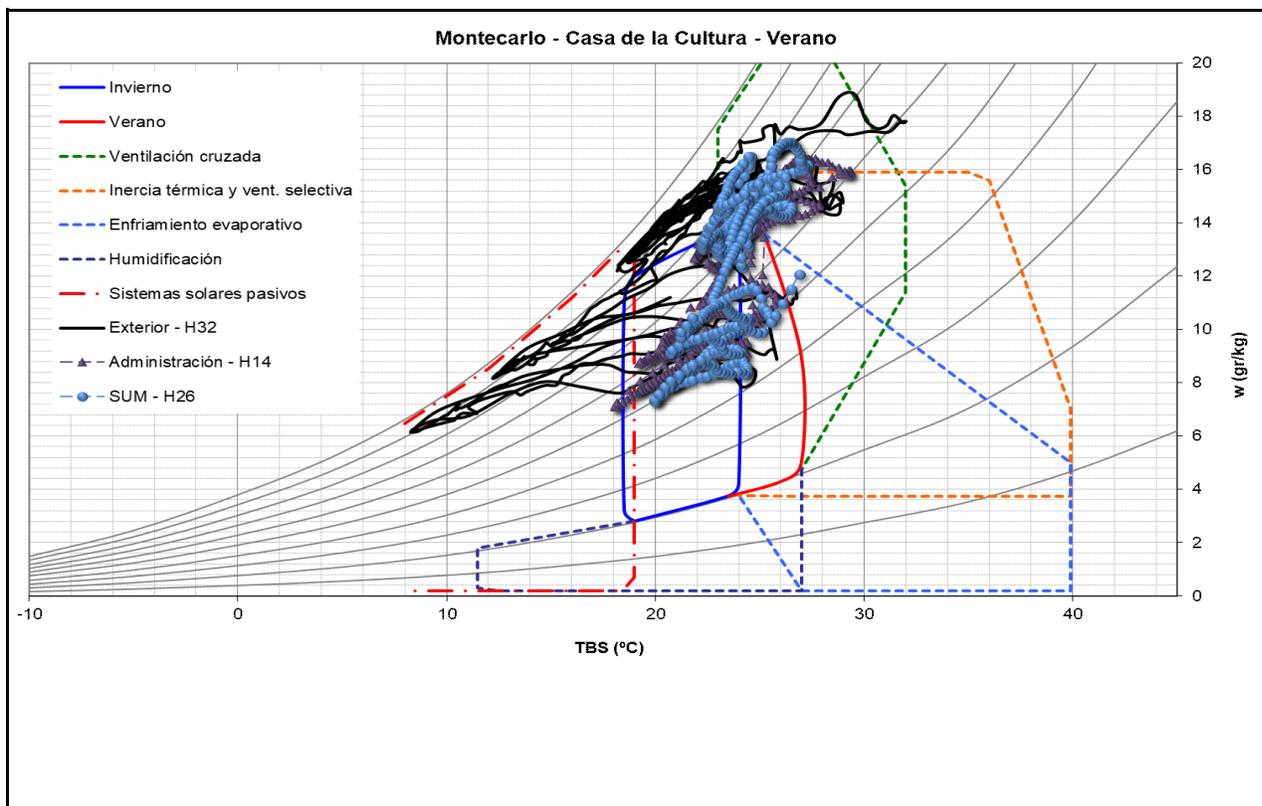
Hobo interior: H14



Lectura: 4/4/2022 12:00
 18/4/2022 10:00
 T [°C] Prom: 20,43
 HR [%] Prom: 83,34

Lectura: 4/4/2022 12:00
 18/4/2022 10:00
 T [°C] Prom: 23,67
 HR [%] Prom: 68,11

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro de la Historia y la Cultura

Localidad: Montecarlo, Misiones.

El edificio se encuentra localizado en la calle los Aguaribayes y 9 de Julio (Lat -26.5679; Long -54.7728) en clima muy cálido húmedo Zona Ib (IRAM 11603). Se encuentra próximo al centro de la ciudad en el sector sudoeste y de la ciudad de Posadas se toman los datos climáticos. Su construcción es de 2020. Está implantado en Montecarlo en un entorno mixto residencial. El frente de acceso da al noroeste y posee un gran salón auditorio, sector de exposiciones, un gran atrio de doble altura, oficinas de la secretaría de cultura, sanitarios y anexos. El edificio es exento en el sector norte de un parque urbano. Tiene una superficie habitable de 475,09 m² y un volumen a climatizar de 1978,00 m³ con una altura media de locales de 4,16m.

Está materializado con muros de ladrillos huecos revocado en ambas caras ($R=0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa acanalada metálica sobre entablonado y cielorraso suspendido en auditorio ($R=0,80 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,26 \text{ W/m}^2\text{K}$) similar al resto de dependencias. Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio ($R=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas ($R=0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).



Figura: Implantación del Centro de la Historia y Cultura, en el predio.

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 de la localidad que resulta ser la Ciudad de Posadas (Misiones) distante 185km. 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	Montecarlo, Provincia de Misiones
Edificio	Casa de la Cultura

Localidad más cercana en la base de datos:	Posadas - Prov. Misiones
--	--------------------------

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	26,7	0	6,7	70	82	125	150	128	88	139	163	133	291	
Febrero	28	26,7	0	6,7	74	96	132	142	109	66	103	132	123	260	
Marzo	31	26,4	0	6,4	77	124	124	109	75	54	78	115	128	203	
Abril	30	23,7	0	3,7	78	122	111	87	53	41	50	82	107	147	
Mayo	31	18,7	1,3	0	79	128	101	65	35	32	37	71	108	112	
Junio	30	18,7	1,3	0	79	122	91	54	30	28	31	62	102	97	
Julio	31	18,4	1,6	0	77	146	109	66	36	33	38	79	125	118	
Agosto	31	19,9	0,1	0	74	158	129	89	49	40	52	98	139	159	
Septiembre	30	19,9	0,1	0	76	133	121	101	65	47	74	121	140	193	
Octubre	31	23,1	0	3,1	72	100	109	106	78	53	87	121	122	202	
Noviembre	30	23,5	0	3,5	70	85	124	143	118	80	133	161	135	288	
Diciembre	31	27,4	0	7,4	69	70	117	147	129	87	124	141	112	272	
Anual	365	22,8	4,4	37,5	75	1366	1393	1259	905	649	946	1346	1474	2342	

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar por orientación de la Ciudad de Neuquén.

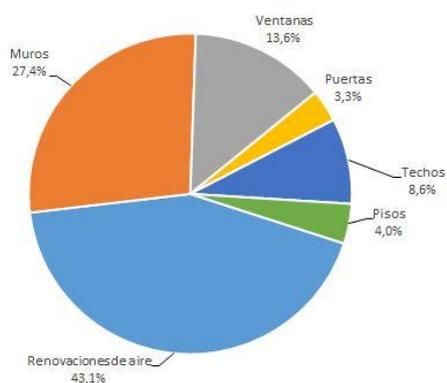


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

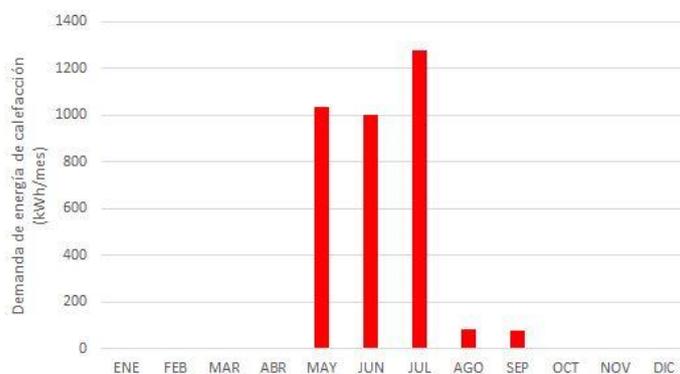


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales	
Superficie habitable	475,09 m ²
Volumen habitable	1978,00 m ³
Indice Compacidad Co	0,61 adim
Factor de forma f	0,40 adim
Factor de exposición Fe	1,00 adim
Altura media de locales	4,16 m
Superficie envolvente	783,07 m ²
Superficie expuesta	783,07 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 $1,62 \text{ W/m}^3\text{K}$ y un Coeficiente de pérdidas unitarias $3,84 \text{ W/m}^2\text{K}$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **3466,60 kWh/año** y $7,3 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, 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 (8,6%), muros (27,4%) y vidriados (16,9%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros con EIFS/SATE de 50mm. ($K_{m1} = 0.63 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre el cielorraso o bajo chapa y reemplazar. ($K_{t2} = 0.36 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH. Similar situación en los grandes vidriados de los ingresos al edificio cambiando el cristal templado con marcos que soporten DVH. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 43,56 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de $0,91 \text{ W/m}^3\text{K}$, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **1956,47 kWh/año** y $4,12 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de calefacción de 20°C .

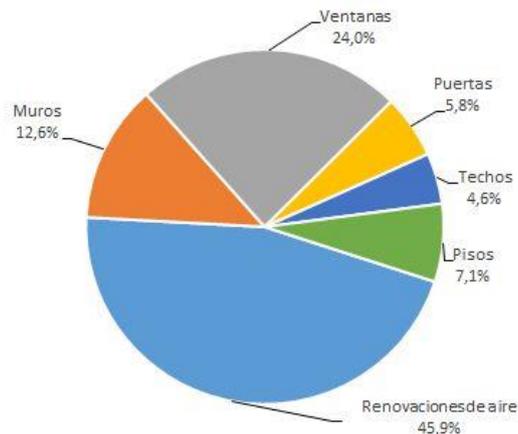


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

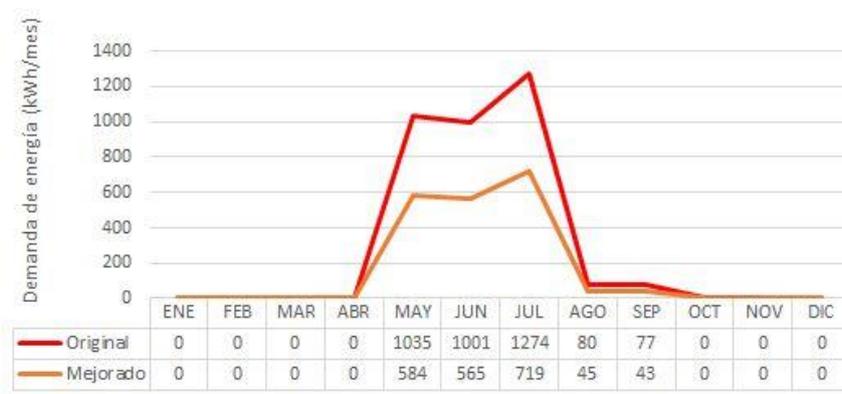


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 43,56%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. En Misiones el costo de la energía eléctrica es muy alto y no poseen acceso al gas natural por redes, solo GLP.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 30,2%, los techos con el 5.1%, los muros con un 16.1%, y las ventanas con un 8,0%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *protección solar*.

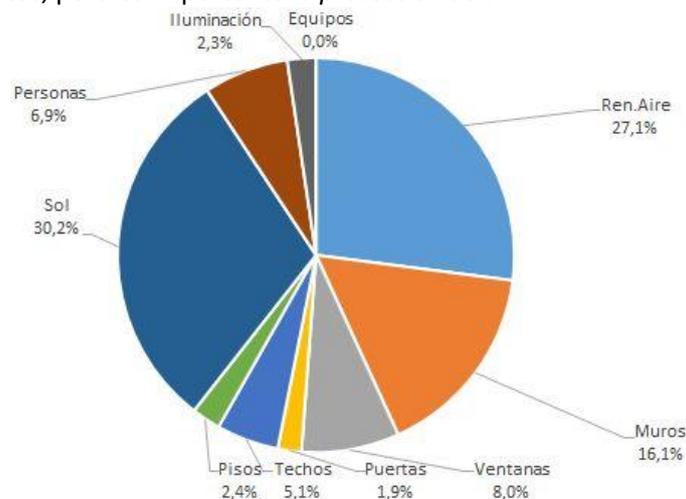


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

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 se consideraron sombras arrojadas por árboles o edificios. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio público.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **3466,60 kWh/año** y 104,18 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 leve 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 34,54% 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.

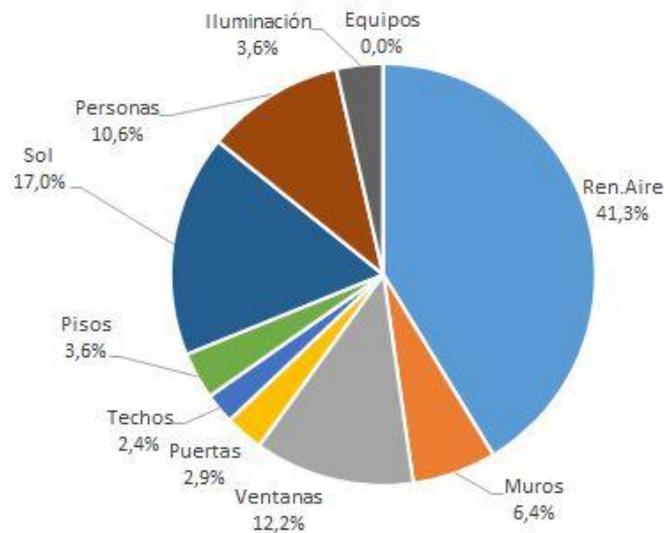


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **32398,07 kWh/año** y 68,19 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

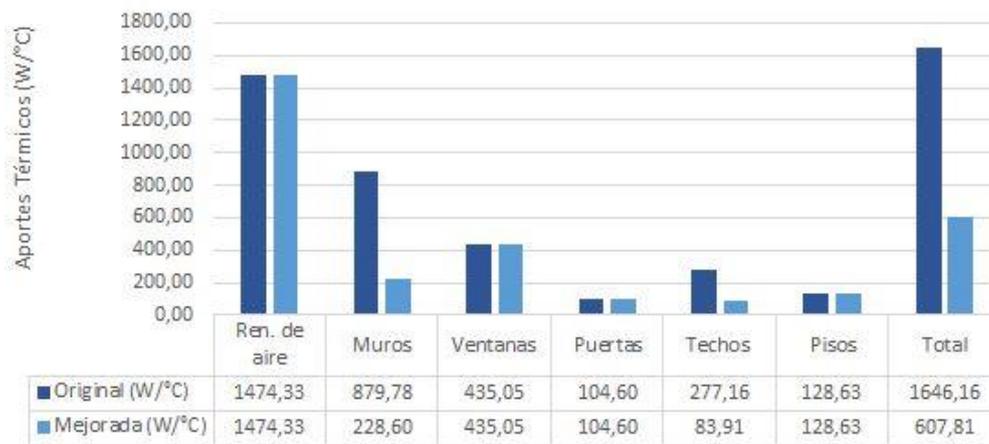


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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 e iluminación.



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

6. CONCLUSIÓN:

La 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 35,14% 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 111,48 kWh/m²año a 72,31 kWh/m²año.

Esto muestra la necesidad de implementar soluciones de fondo en especial en protección solar de superficies vidriadas y techos. Luego queda planificar un sistema termo mecánico de climatización sustentable adecuado al edificio por su implantación urbana que pueda ser co-alimentado con un generador solar FV conectado a red urbana.

Demanda de energía Comparación anual	Calefacción		Refrigeración	
	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)
ENE	0,00	0,00	9056,08	5927,66
FEB	0,00	0,00	8179,68	5354,02
MAR	0,00	0,00	8650,58	5662,24
ABR	0,00	0,00	4839,79	3167,89
MAY	1034,85	584,04	0,00	0,00
JUN	1001,46	565,20	0,00	0,00
JUL	1273,66	718,82	0,00	0,00
AGO	79,60	44,93	0,00	0,00
SEP	77,04	43,48	0,00	0,00
OCT	0,00	0,00	4190,13	2742,65
NOV	0,00	0,00	4578,18	2996,65
DIC	0,00	0,00	10002,24	6546,97
Total	3466,60	1956,47	49496,68	32398,07
Reducción de demanda (%)		43,56		34,54

Total climatización anual original	52963,28 (kWh/año)	111,48 (kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	34354,54 (kWh/año)	72,31 (kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)		35,14

DECal	DECal+	DERef	DERef+
7,30	4,12	104,18	68,19
kWh/m ² año	kWh/m ² año	kWh/m ² año	kWh/m ² año
Reducc (%)	43,56		34,54

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.

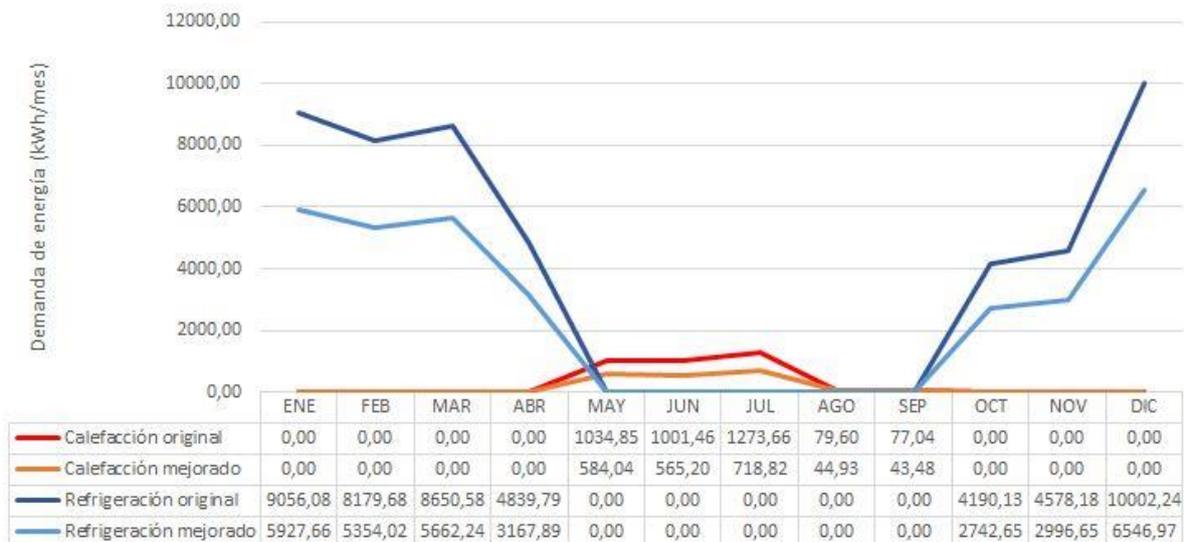


Figura 11: Comparación anual caso: Centro historia y cultura, Montecarlo. Misiones.

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