

INFORME TÉCNICO

Caso: Hospital “Dr. Oscar E. Darú”

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: Hospital “Dr. Oscar E. Darú”, Montecarlo, Misiones.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en la calle 1070, entre Worbarch y San Marcos (Lat -26.5732; Long -54.7342) en clima muy cálido húmedo en Zona Ib (IRAM 11603). Se encuentra próximo al centro de la ciudad en el sector este. Los datos climáticos se toman de la Ciudad de Posadas distante 188 km. Su construcción es reciente y está implantado en un predio amplio y poligonal vecino a la Terminal de ómnibus en un entorno residencial. El frente de acceso da al norte y tiene dependencias en las 4 orientaciones y corredores que sirven de salas de espera hacia un patio interior. Se compone de 7 cuartos de internación, cirugía, maternidad, 5 consultorios externos, laboratorio, enfermería, urgencias, cocina, rectorio, administración y anexos. Tiene una superficie habitable de 1284,88 m² y un volumen a climatizar de 3597,66 m³ con una altura media de locales de 2,80 m.

Está materializado con muros de construcción en seco (Steel framing) con placa cementicia exterior y yeso de roca interior y alma de EPS ($R= 4,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa acanalada metálica sobre polietileno expandido de 3mm y cielorraso suspendido de placas de lana de vidrio y terminación PVC tipo “Andina” ($R= 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio y vidrios de seguridad de 3+3mm ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ 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 del Hospital 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 mediante equipos de AA de 1 y 2 TR según locales.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción no convencional en la región, de buena eficiencia energética en su envolvente. El personal y los auditores manifiestan que es algo caluroso en los meses de verano y confortable en los meses

de invierno. Esto se convalida con el monitoreo higrotérmico en ficha. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 14605,74 kWh/año en calefacción y 219518,74 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 11792,26 kWh/año y 177126,79 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 19,31 % en calefacción y 19,31 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 9,18 kWh/m².año y 137,85 kWh/m².año en refrigeración con un total de 147,03 kWh/m².año. Relativamente simple de reducir con medidas pasivas de eficiencia energética.

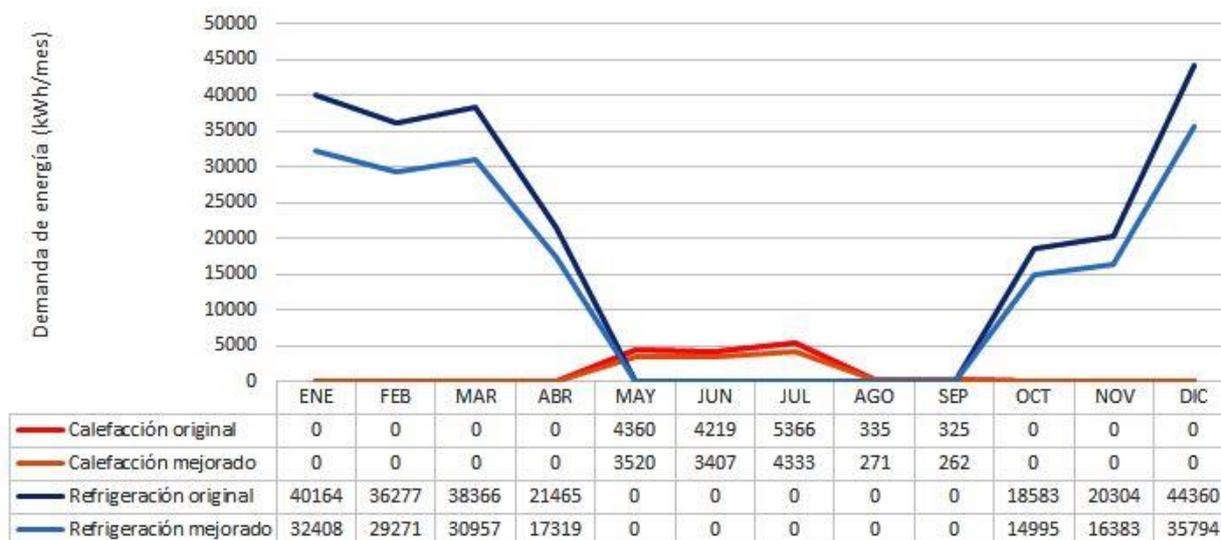


Figura 1: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras.

Recomendaciones rehabilitación:

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

- 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 no se requieren mejoras.
- 3) En pisos no se requieren mejoras.
- 4) La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH junto a protección solar exterior para el verano en especial al oeste.

Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía, en el predio hay suficiente espacio para instalar un generador solar FV y uno térmico. El edificio cuenta con medidor de energía eléctrica. El sistema de climatización podría mejorarse con aerotermia alimentado por energía solar.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Montecarlo, Provincia de misiones

EDIFICIO CasaHospital "Dr. Eugeio Oscar Darú"

DIRECCIÓN Calle Neuquén s/n entre San Marcos y Worbach

FECHA VISITA 1 04/04/2022 al 18/04/2022

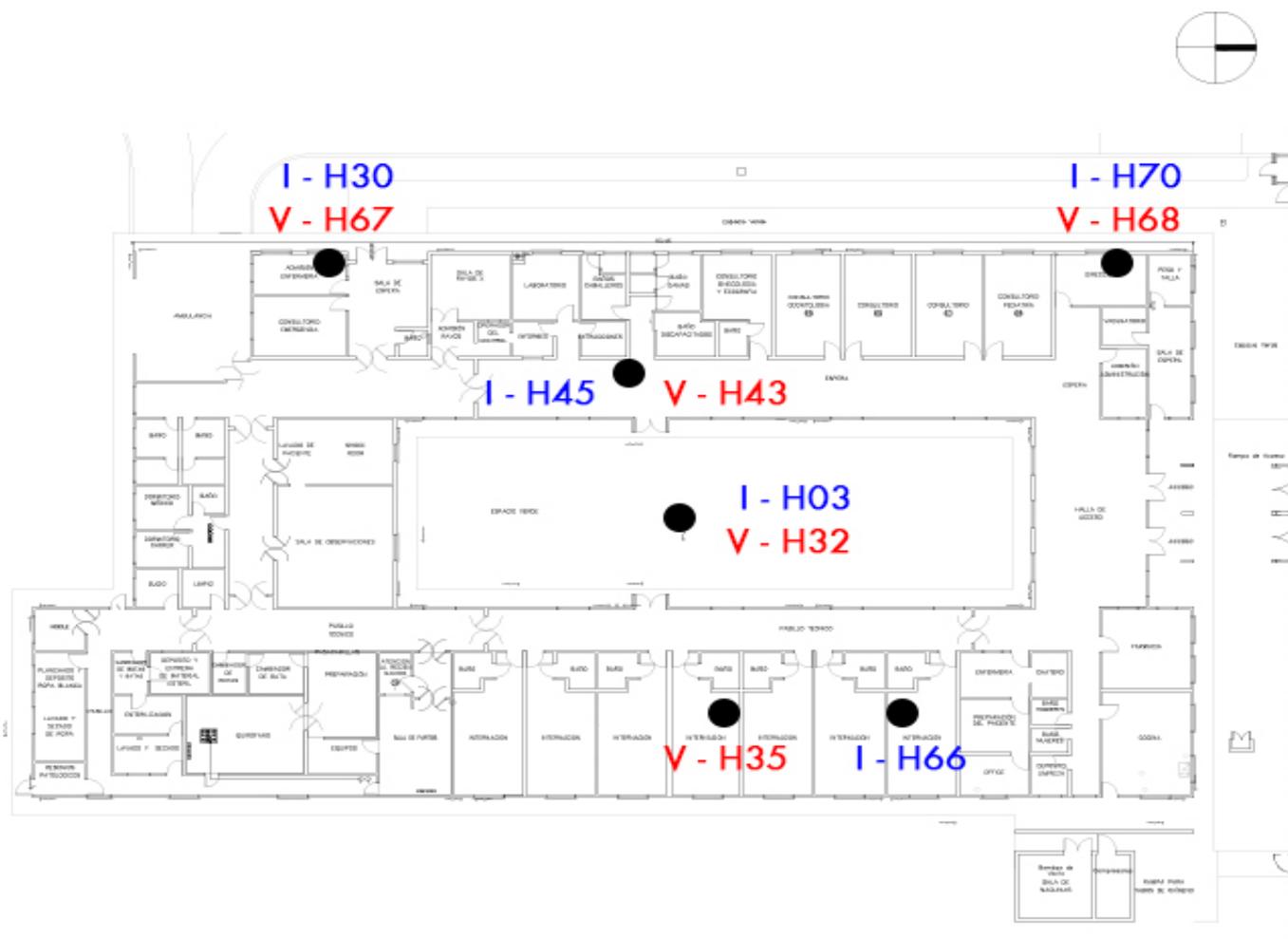
FECHA VISITA 2 09/08/2022 al 16/08/2022

Implantación



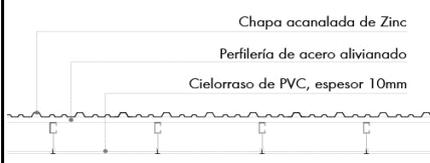
-26,57 latitud sur
-54,77 longitud oeste

PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS

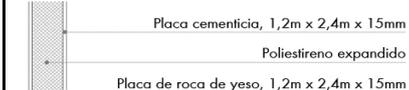


FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Montecarlo, Provincia de misiones
EDIFICIO CasaHospital "Dr. Eugeio Oscar Darú"

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Techo metálico con cielorraso
suspendido de PVC sobre malla
matálica

Muros

Muros de construcción en seco con
placa cementicia exterior y de yeso
interior y alma de poliestireno
expandido

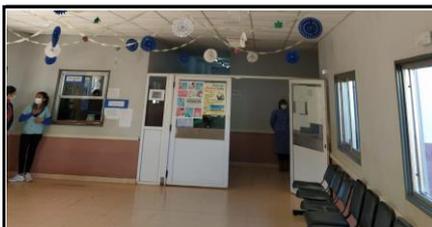
Piso

Piso de baldosas graníticas

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	1284,88 m ²
Volumen habitable	3597,66 m ³
Compacidad -Co-	0,57 -
Factor de forma -f-	0,20 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	2,80 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda anual calefacción /m2	11,37 kWh/m ² año
Demanda anual refrigeración /m2	170,85 kWh/m2.año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	1,25 W/m3K
Coefficiente de pérdidas P/m ²	1,55 W/m ^{2K}
Pérdidas por envolvente	
Techos	873,72 W/K
Muros	155,12 W/K
Aberturas	623,9 W/K
Pisos	336,84 W/K
Renov. Aire	2518,36 W/K
Total	4507,95 W/K
Necesidad de energía por simulación	14606 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	s/d kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	- %

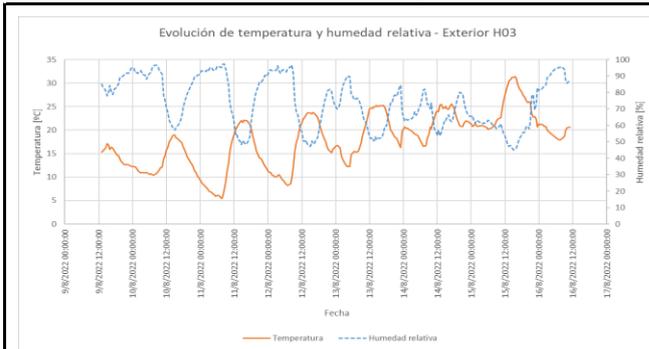
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Montecarlo, Provincia de misiones
 EDIFICIO CasaHospital "Dr. Eugeio Oscar Darú"

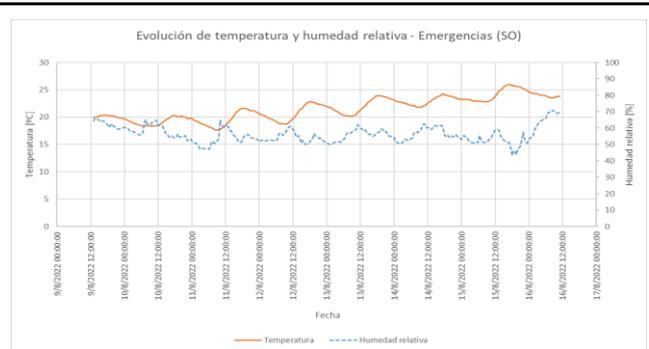
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

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

Hobo interior: H30

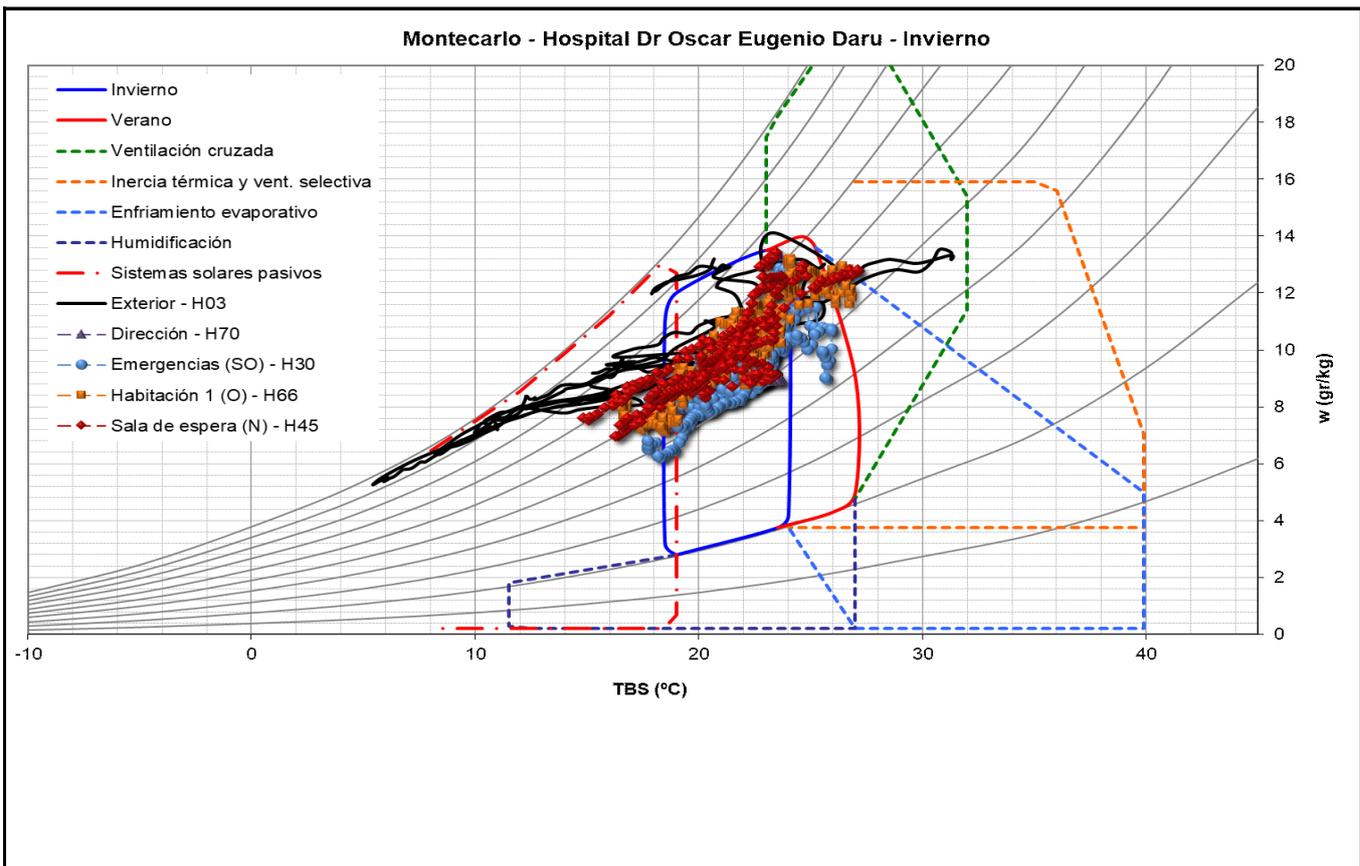


Lectura: 9/8/2022 13:00
 16/8/2022 11:00
 T [°C] Prom: 17,87
 HR [%] Prom: 74,08



Lectura: 9/8/2022 13:00
 16/8/2022 11:00
 T [°C] Prom: 21,52
 HR [%] Prom: 56,13

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



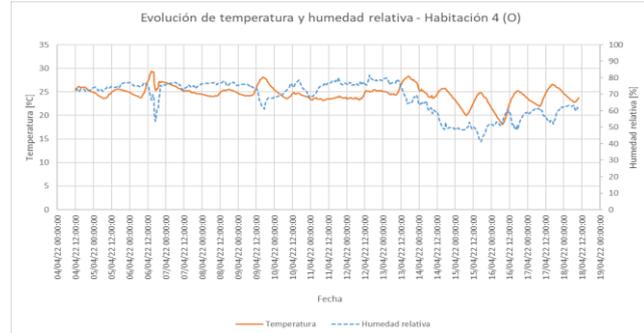
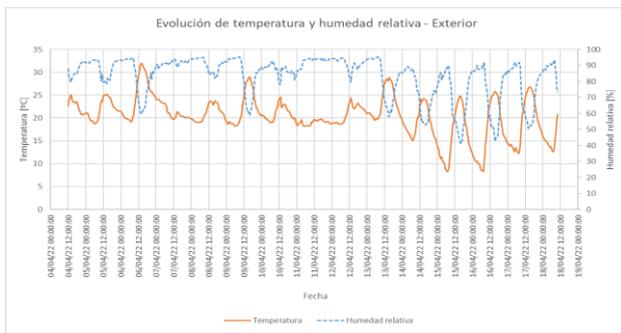
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Montecarlo, Provincia de misiones
 EDIFICIO CasaHospital "Dr. Eugeio Oscar Darú"

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

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

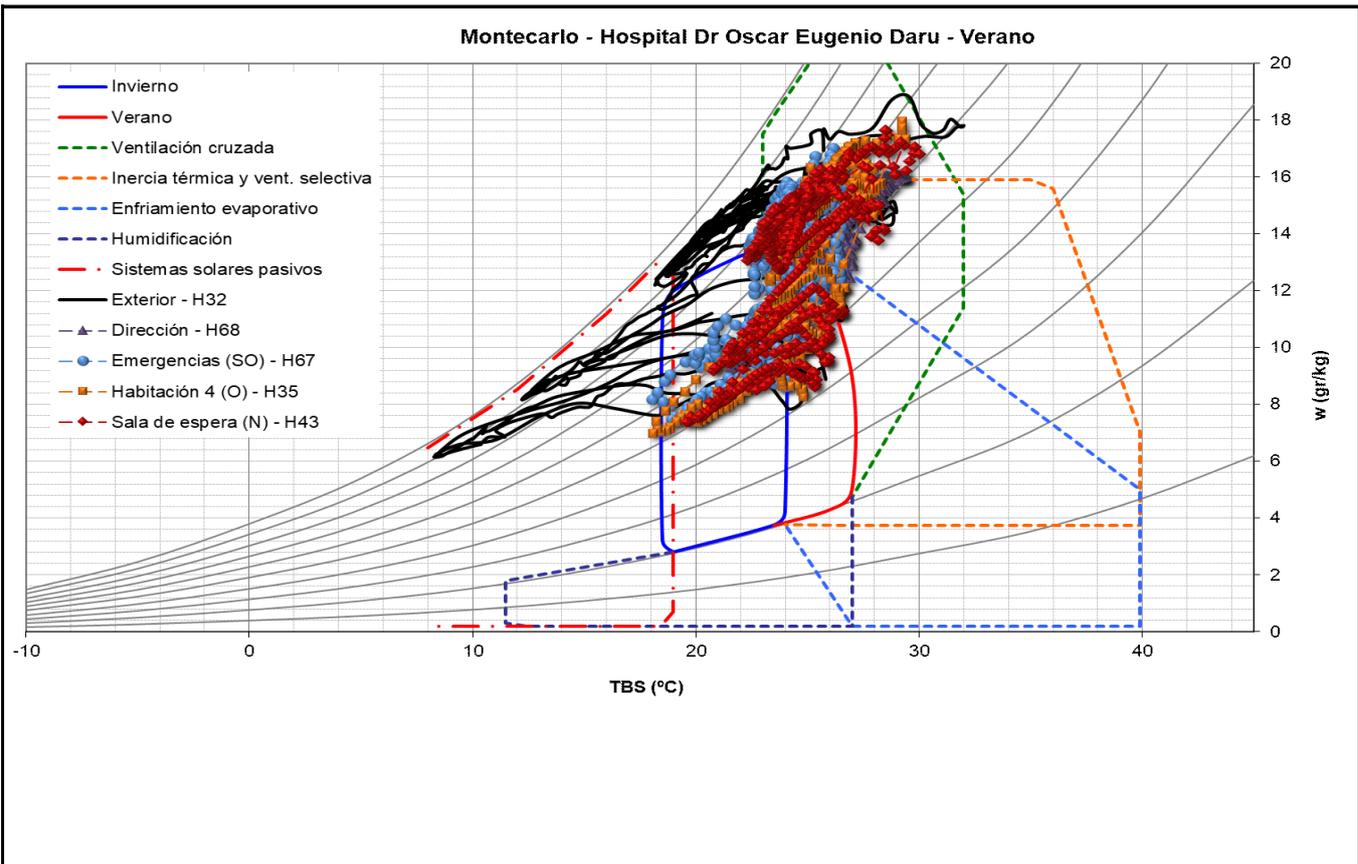
Hobo interior: H35



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: 24,52
 HR [%] Prom: 68,02

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Hospital “Dr. Oscar E. Darú”

Localidad: Montecarlo, Misiones.

El edificio se encuentra localizado en la calle 1070, entre Worbarch y San Marcos (Lat -26.5732; Long -54.7342) en clima muy cálido húmedo en Zona Ib (IRAM 11603). Se encuentra próximo al centro de la ciudad en el sector este. Los datos climáticos se toman de la Ciudad de Posadas distante 188 km. Su construcción es reciente y está implantado en un predio amplio y poligonal vecino a la Terminal de ómnibus en un entorno residencial. El frente de acceso da al norte y tiene dependencias en las 4 orientaciones y corredores que sirven de salas de espera hacia un patio interior. Se compone de 7 cuartos de internación, cirugía, maternidad, 5 consultorios externos, laboratorio, enfermería, urgencias, cocina, rectorio, administración y anexos. Tiene una superficie habitable de 1284,88 m² y un volumen a climatizar de 3597,66 m³ con una altura media de locales de 2,80 m.

Está materializado con muros de construcción en seco (Steel framing) con placa cementicia exterior y yeso de roca interior y alma de EPS ($R = 4,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa acanalada metálica sobre polietileno expandido de 3mm y cielorraso suspendido de placas de lana de vidrio y terminación PVC tipo “Andina” ($R = 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de aluminio y vidrios de seguridad de 3+3mm ($R = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ 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 $K = 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

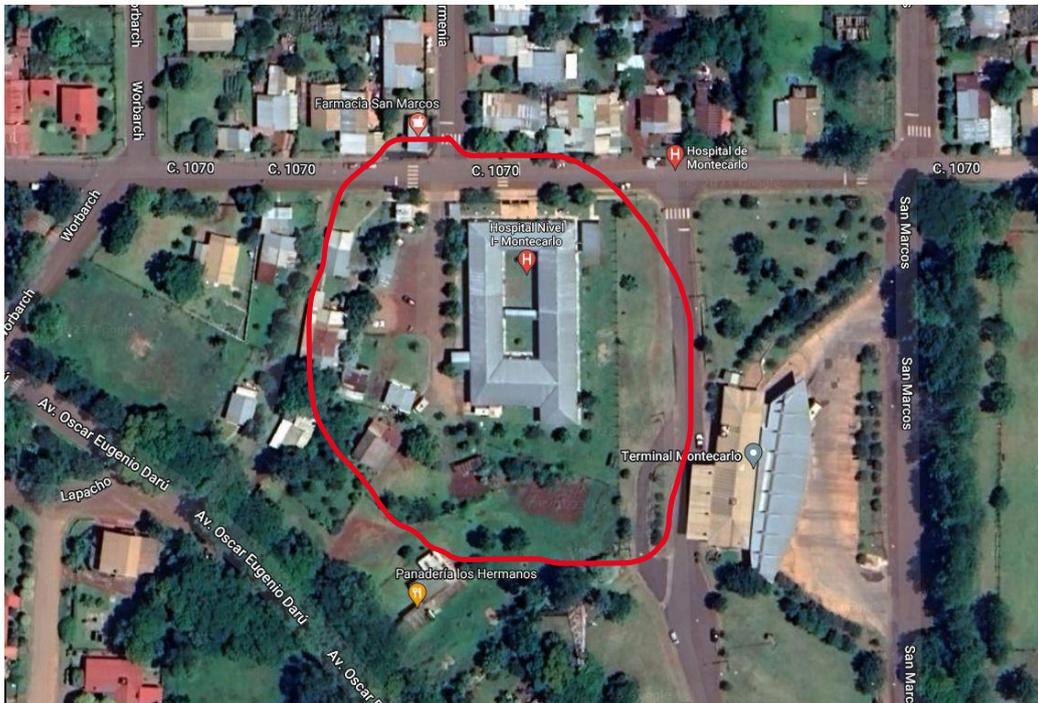


Figura: Implantación del hospital en el predio.

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). 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.

	Montecarlo, Provincia de Misiones
	Hospital Dr Oscar Eugenio Daru
s cercana en la base de datos:	Posadas - Prov. Misiones

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
31	26,7	0	6,7	70	82	125	150	128	88	139	163	133	291
28	26,7	0	6,7	74	96	132	142	109	66	103	132	123	260
31	26,4	0	6,4	77	124	124	109	75	54	78	115	128	203
30	23,7	0	3,7	78	122	111	87	53	41	50	82	107	147
31	18,7	1,3	0	79	128	101	65	35	32	37	71	108	112
30	18,7	1,3	0	79	122	91	54	30	28	31	62	102	97
31	18,4	1,6	0	77	146	109	66	36	33	38	79	125	118
31	19,9	0,1	0	74	158	129	89	49	40	52	98	139	159
30	19,9	0,1	0	76	133	121	101	65	47	74	121	140	193
31	23,1	0	3,1	72	100	109	106	78	53	87	121	122	202
30	23,5	0	3,5	70	85	124	143	118	80	133	161	135	288
31	27,4	0	7,4	69	70	117	147	129	87	124	141	112	272
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 Posadas.

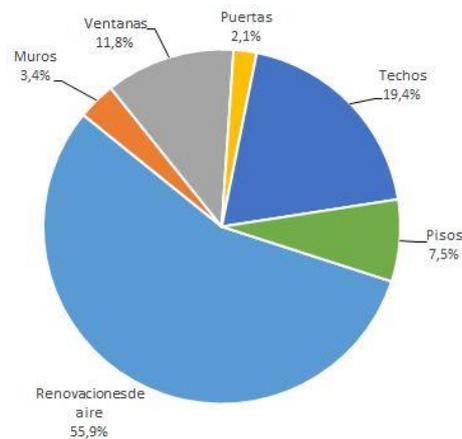


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

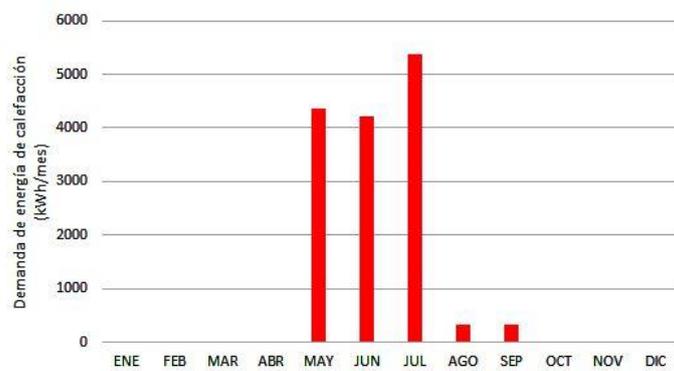


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para T_{Bcal}= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales		
Superficie habitable	1284,88	m ²
Volumen habitable	3597,66	m ³
Indice Compacidad Co	0,57	adim
Factor de forma f	0,20	adim
Factor de exposición Fe	1,00	adim
Altura media de locales	2,80	m
Superficie envolvente	736,85	m ²
Superficie expuesta	736,85	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 1,25 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 1,55 W/m²K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **14605,74 kWh/año** y 11,37 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 (19,4%), muros (3,4%) y vidriados (13,9%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros no es requerido. ($K_{m1} = 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre el cielorraso o bajo chapa y reemplazar. ($K_{t2} = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- 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 techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 19,30 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.01 W/m³K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **11792,26 kWh/año** y 9,18 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

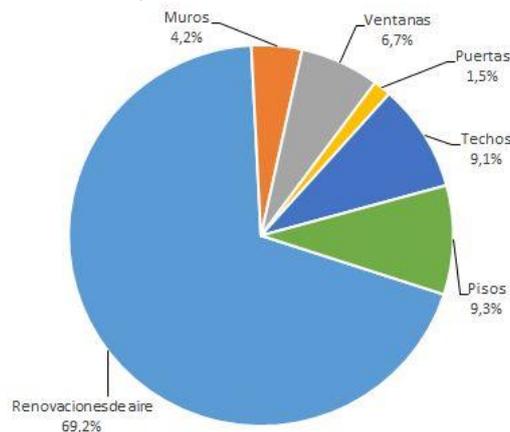


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

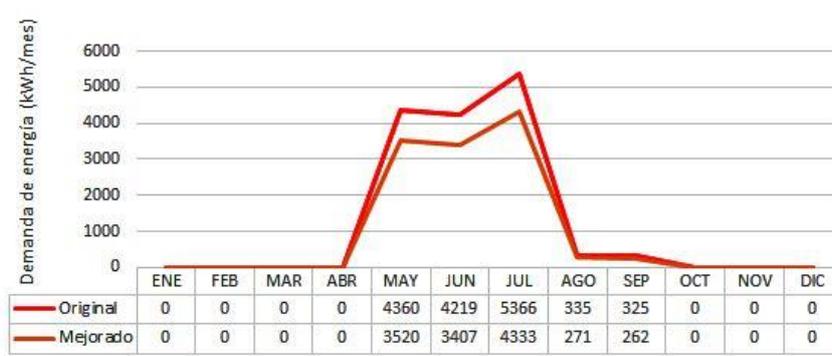


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 19,3%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización. En Misiones las tarifas de energía eléctrica son muy altas ya que carecen de subsidios, a esto se suma que es la única provincia sin acceso a la red nacional de gas natural. El invierno es poco significativo en la zona y se encuentra entre las provincias más pobres del país y/o con mayor nivel de inequidad social.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan las renovaciones de aire con el 50%, el asoleamiento con el 15,2%, los techos con el 13,6%, los muros con un 1,3%, y las ventanas con un 6,6%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *protección solar*.

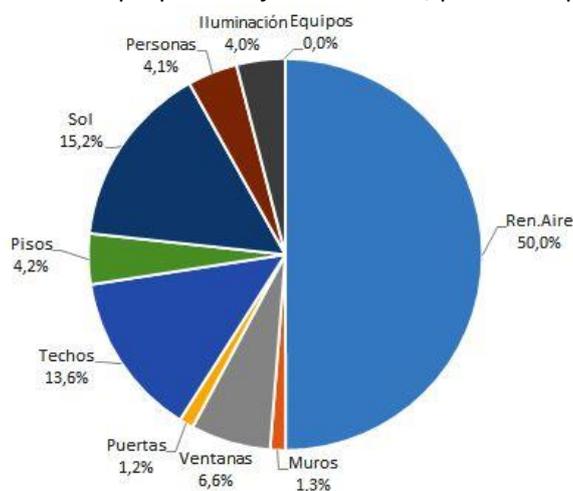


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

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 **219518,74 kWh/año** y 170,85 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

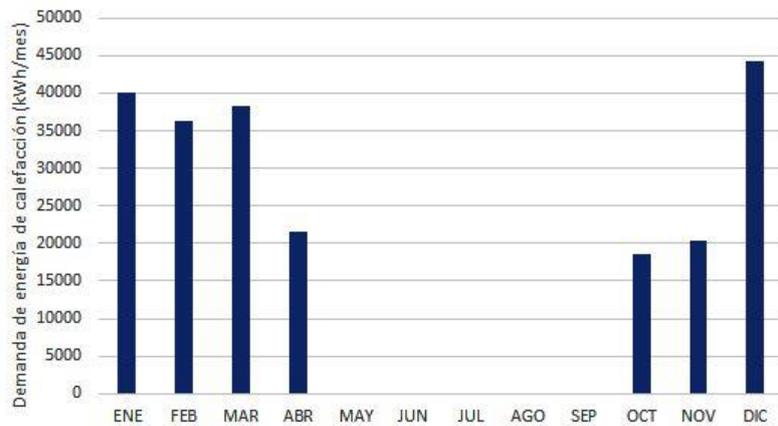


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

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 techos y ventanas. No se consideraron las mejoras en muros, 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 19,3% 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 ventanas, techos y en asoleamiento.

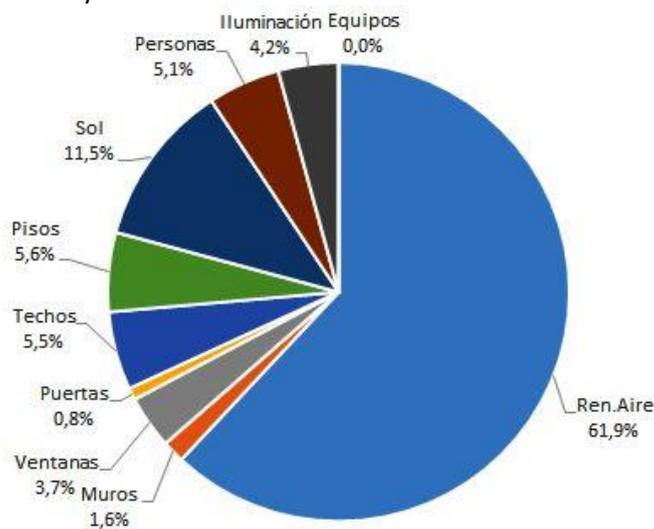


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **177126,79 kWh/año** y 137,85 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

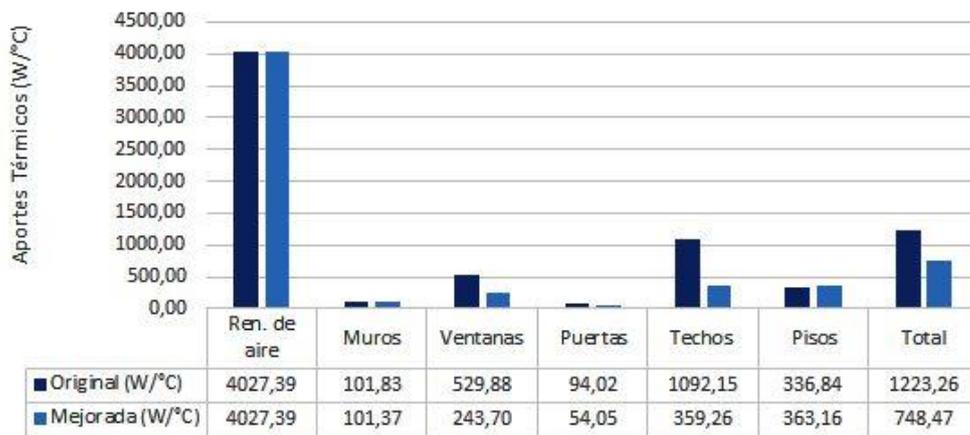


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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

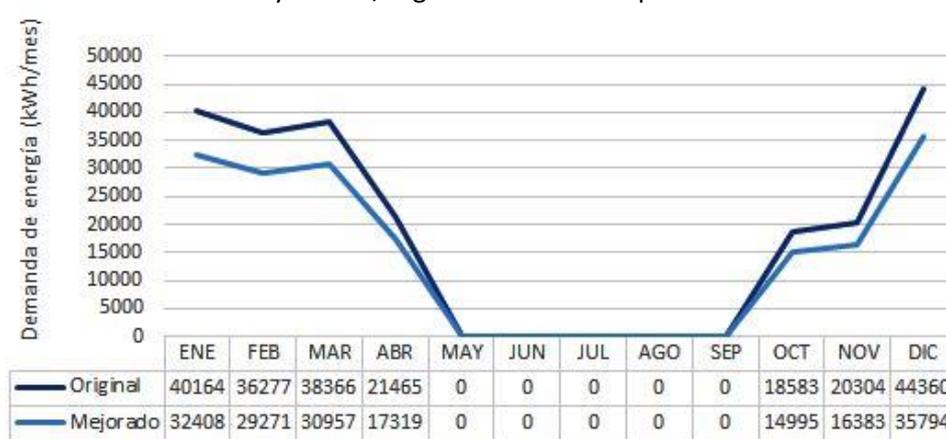


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 19,3% 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 170,85 kWh/m²año a 137,85 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. Puede sugerirse un sistema aerotérmico alimentado con un generador solar fotovoltaico. Podría además cubrir la demanda de agua caliente sanitaria del edificio..

Demanda de energía Comparación anual	Calefacción		Refrigeración	
	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)
ENE	0,00	0,00	40163,89	32407,71
FEB	0,00	0,00	36277,06	29271,48
MAR	0,00	0,00	38365,50	30956,62
ABR	0,00	0,00	21464,57	17319,48
MAY	4360,08	3520,21	0,00	0,00
JUN	4219,44	3406,65	0,00	0,00
JUL	5366,26	4332,56	0,00	0,00
AGO	335,39	270,79	0,00	0,00
SEP	324,57	262,05	0,00	0,00
OCT	0,00	0,00	18583,29	14994,61
NOV	0,00	0,00	20304,32	16383,29
DIC	0,00	0,00	44360,11	35793,59
Total	14605,74	11792,26	219518,74	177126,79
Reducción de demanda (%)		19,3		19,3

tal climatización anual original	234124,48 (kWh/año)	182,22 (kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	188919,04 (kWh/año)	147,03 (kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)		19

DECal	DECal+	DERef	DERef+
11,37	9,18	170,85	137,85
kWh/m ² año	kWh/m ² año	kWh/m ² año	kWh/m ² año
Reducc (%)	19,26		19,31

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.

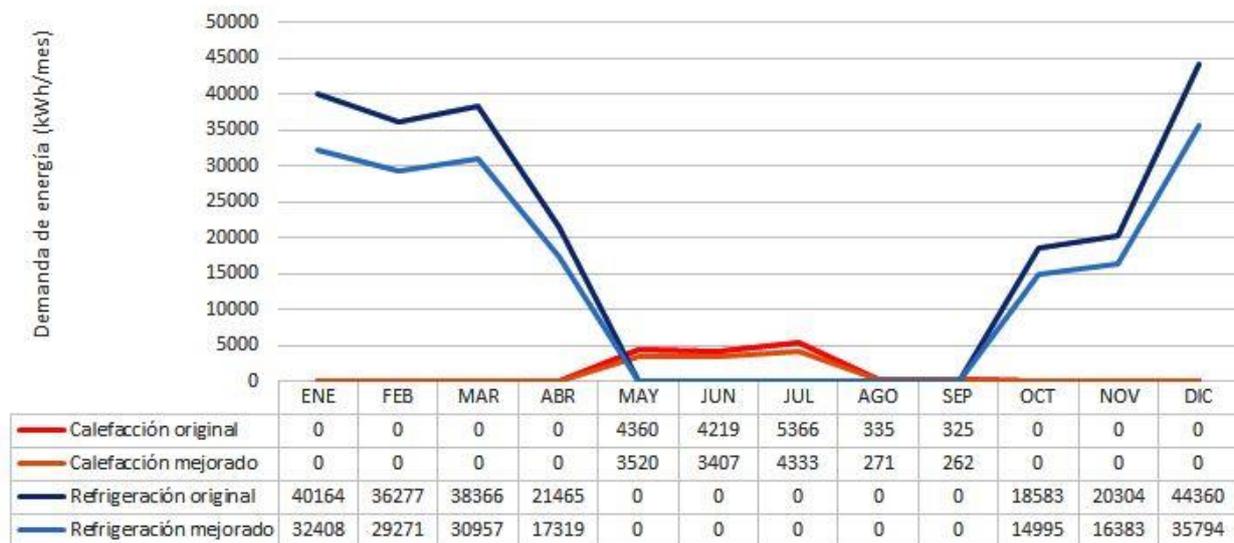


Figura 11: Comparación anual.

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