

INFORME TÉCNICO

Caso: Centro de Salud “Selma Kärst”

Municipio: San Carlos Sud

Provincia: Santa Fe



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
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: Centro de Salud “Selma Kärst”, San Carlos Sud, Santa Fe.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en la esquina de las calles Rivadavia y Favaloro de la comuna de San Carlos Sud en la provincia de Santa Fe (Latitud: -31.7641; Longitud: -61.0989). Posee clima cálido húmedo en Zona IIb (IRAM 11603).

Este edificio de reciente construcción está localizado en las afueras de la pequeña localidad lindando con sembradíos sobre el antiguo acceso a la localidad por ruta 36S desde la capital Santa Fe. Su ingreso por esquina es desde el norte. Su eficiencia energética es baja. El sector auditado al frente tiene una superficie habitable de 161,87 m² y un volumen a climatizar de 587,80 m³ con una altura media de locales de 3.63m.

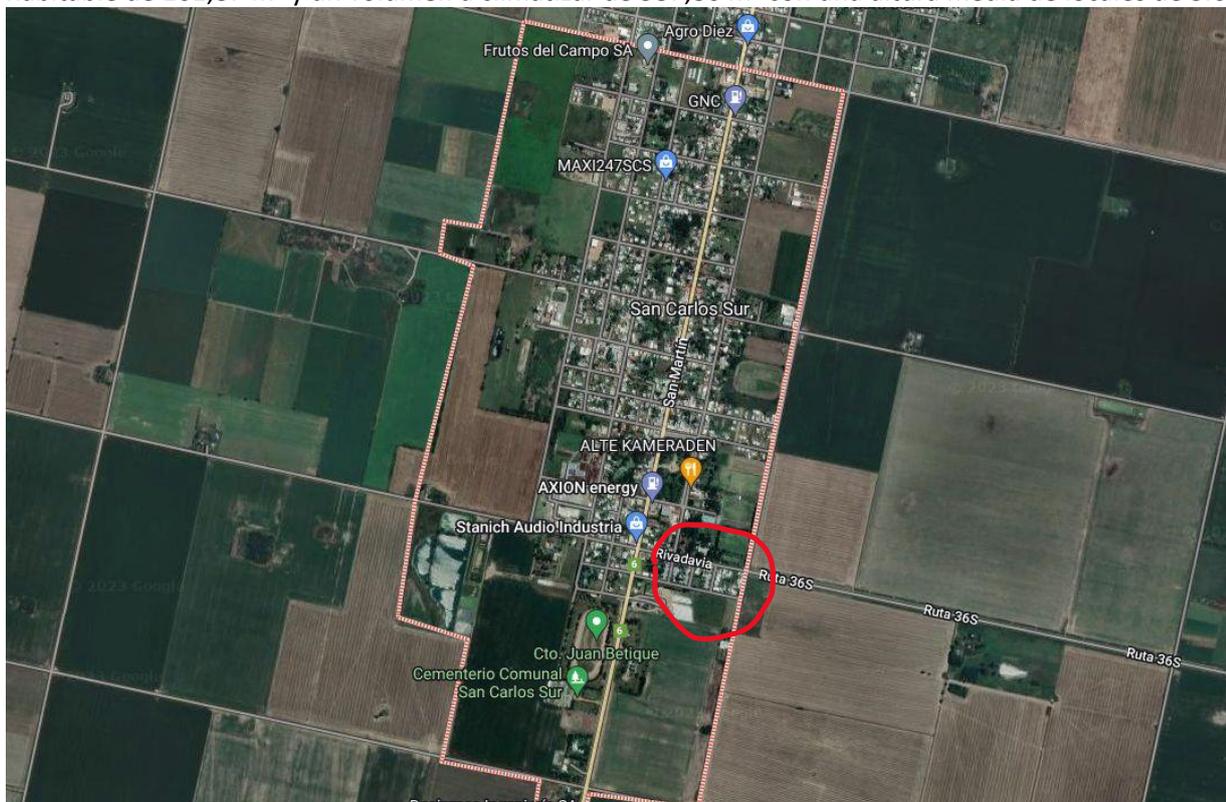


Figura 1: Implantación del edificio en el tejido urbano. Fuente: Google maps.

Es un edificio de compacidad media y se encuentra exento en un predio de esquina. Posee una baja superficie vidriada en relación con la envolvente total. Está materializado con muros de ladrillos de 30cm de espesor revocado en ambas caras ($R=0,53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los techos de losa de H°A° ($R=0,61 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,63 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son de marcos y hojas de aluminio con vidrios de 3+3 mm espesor ($R=0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=5,86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R=0,72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,38 \text{ W/m}^2\text{K}$). Posee buena iluminación natural mediante rajas en el techo y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. La climatización es mediante equipos tipo Split de 2TR y 1TR en consultorios, administración y espera.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional en la zona e imagen contemporánea de baja eficiencia energética

en su envolvente. El personal manifiesta que es caluroso en los meses de verano y algo frío en los meses de invierno. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 10216,03 kWh/año en calefacción y 18134,94 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 5592,28 kWh/año y 6789,72 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 45,26 % en calefacción y 62,56 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 34,55 kWh/m².año y 41,95 kWh/m².año en refrigeración con un total de 76,49 kWh/m².año. Relativamente sencillo de reducir con medidas pasivas de eficiencia energética. Se sugiere el uso de medidas activas combinando energías renovables con sistema de climatización muy eficiente como aerotermia.

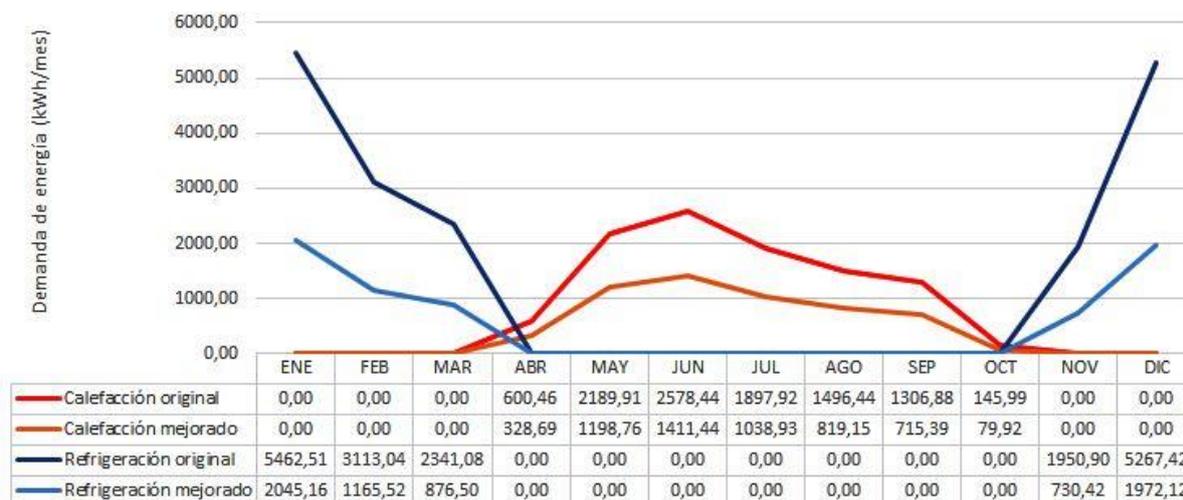


Figura 1: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras.

Recomendaciones rehabilitación:

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

- 1) En techos de losa de H°A° implementar un "techo invertido" con placas tipo "Mastriplact" y terminación con arcilla expandida de 50/70 mm espesor. ($K_{t2} = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- 2) En muros aislar con EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior.
- 3) La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras con DVH junto a persianas metálicas exteriores automatizadas.
- 4) Los consultorios son fríos por un diseño y climatizador inadecuado, se recomienda agregar un piso radiante por agua caliente del generador aerotérmico o eléctrico.

Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía se sugiere actualizar los equipos de climatización con un sistema por aerotermia alimentado por un generador fotovoltaico instalado en los techos que además brindará protección solar adicional.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

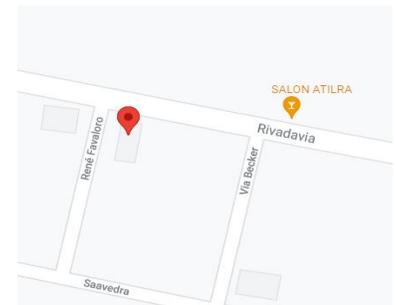
MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé

EDIFICIO Centro de salud Selma Kärst

DIRECCIÓN Rivadavia y Favaloro

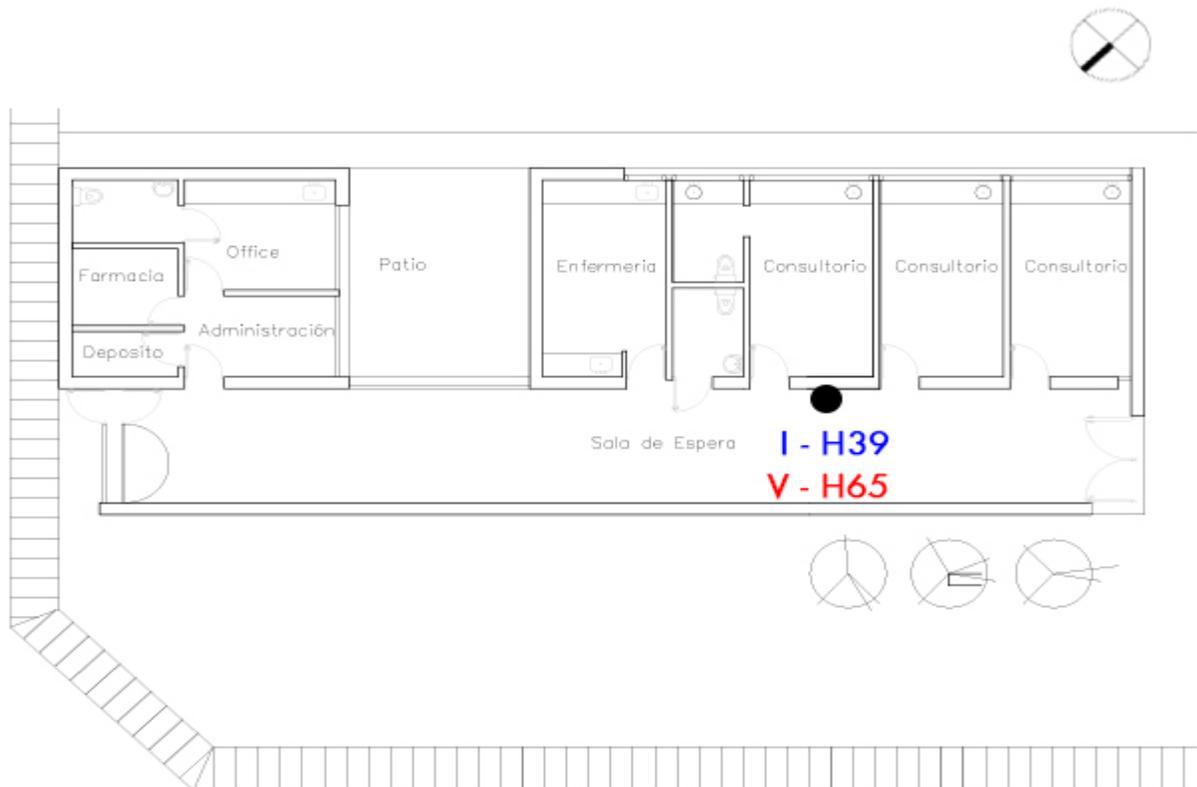
FECHA VISITA 1 30/09/2021 al 14/10/2021

FECHA VISITA 2 24/03/2022 al 31/03/2022

Implantación

-31,76 latitud sur

-61,11 longitud oeste

PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé
EDIFICIO Centro de salud Selma Kärst

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Membrana asfáltica, espesor 2cm
Contrapiso de Hormigón, espesor 5cm pendiente 2%
Losas de Hormigón armado, espesor 12cm
Cielorraso de yeso, espesor 15mm

Losas de H°A° con cielorraso
suspendido de yeso

Muros

Revoque fino y grueso, espesor 3cm
Ladrillo común de 6x12x26cm
Mortero de cemento, espesor 2cm

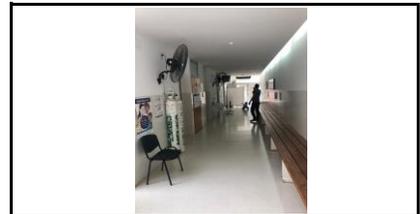
Espesor 30cm

Piso

Mosaico de granito, 30x30cm y espesor 2cm
Carpeta de cemento, espesor 2cm
Contrapiso de Hormigón, espesor 15cm

Mosaicos

Carpintería Marcos de aluminio modena, vidrio simple laminado 3+3
Instalaciones térmicas Aires acondicionados Frío
Instalaciones lumínicas Luces LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable 161,87 m²
Volumen habitable 587,80 m³
Compacidad -Co- 0,14 -
Factor de forma -f- 0,28 -
Factor de exposición -fe- 1,00 -
Altura media de locales -h- 3,63 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda calefacción anual /m² 63,11 kWh/m²año
Demanda refrigeración anual /m² 112,03 kWh/m²año
Coeficiente global de pérdidas Gcal 2,30 w/m³.K
Coeficiente de pérdidas Scal 4,79 w/m².K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	264,38 W/K
	Muros	427,66 W/K
	Aberturas	264,31 W/K
	Pisos	106,89 W/K
	Renovación de aire	411,46 W/K

Necesidad de energía por balance 28350,97 kWh/año
Aporte de energía según mediciones kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas %

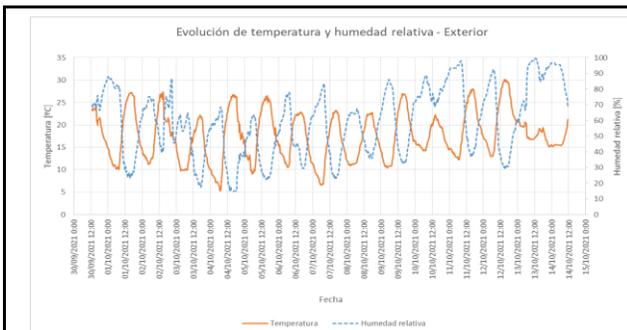
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé
 EDIFICIO Centro de salud Selma Kärst

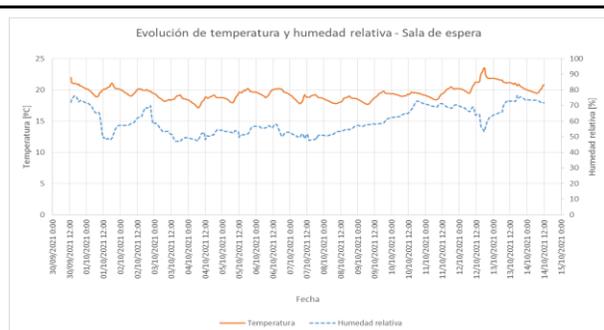
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H30 - Hobo en Palacio Comunal

Hobo interior: H39

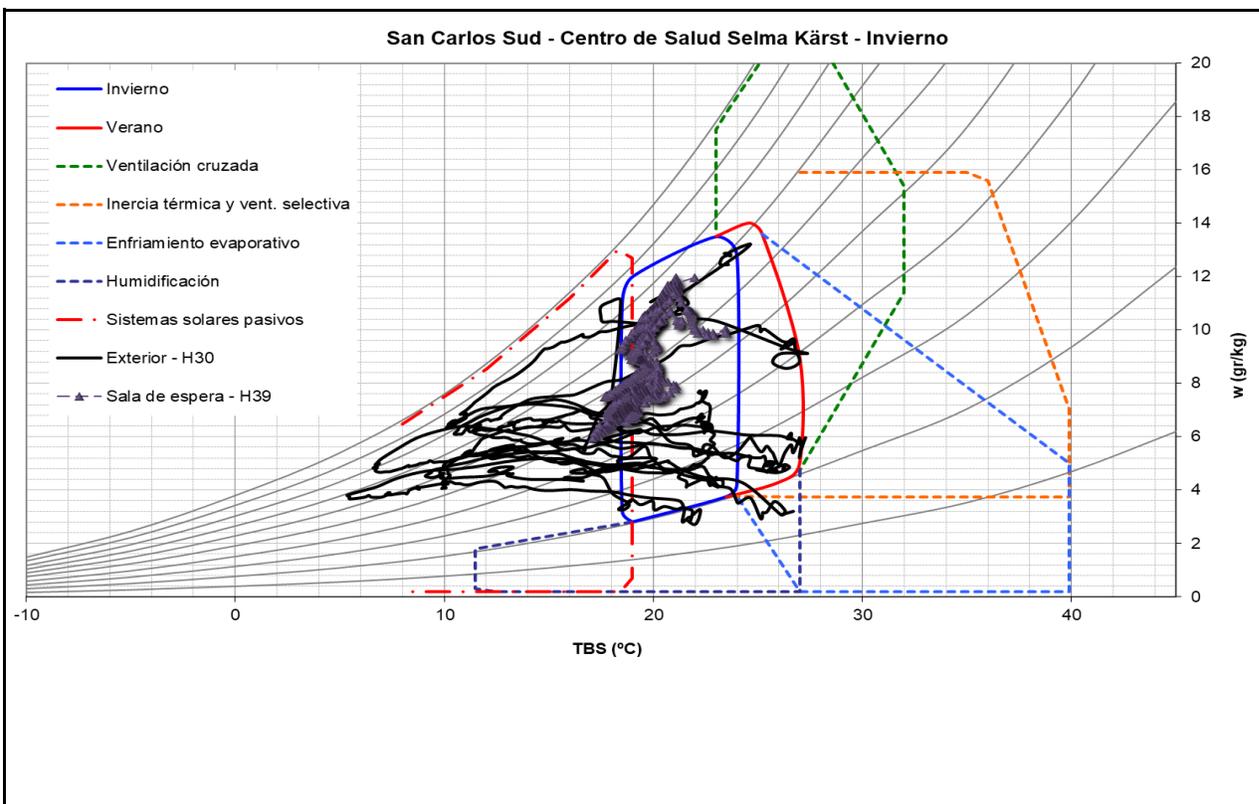


Lectura: 30/9/2021 13:00
 14/10/2021 11:30
 T [°C] Prom: 17,62
 HR [%] Prom: 59,52



Lectura: 30/9/2021 13:00
 14/10/2021 12:00
 T [°C] Prom: 19,46
 HR [%] Prom: 59,85

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



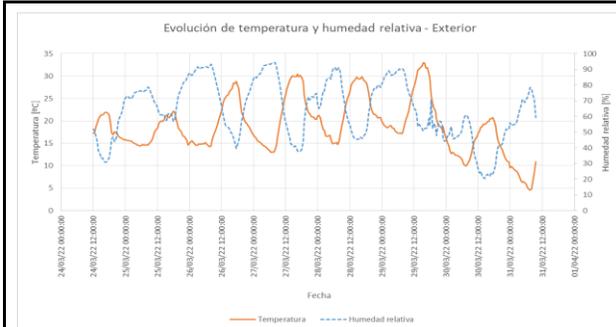
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé
 EDIFICIO Centro de salud Selma Kärst

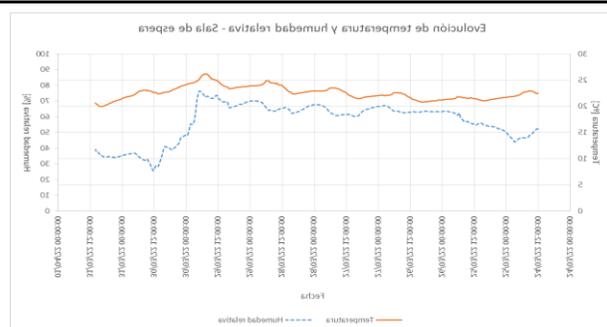
SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H26 - Hobo en Palacio Comunal

Hobo interior: H65

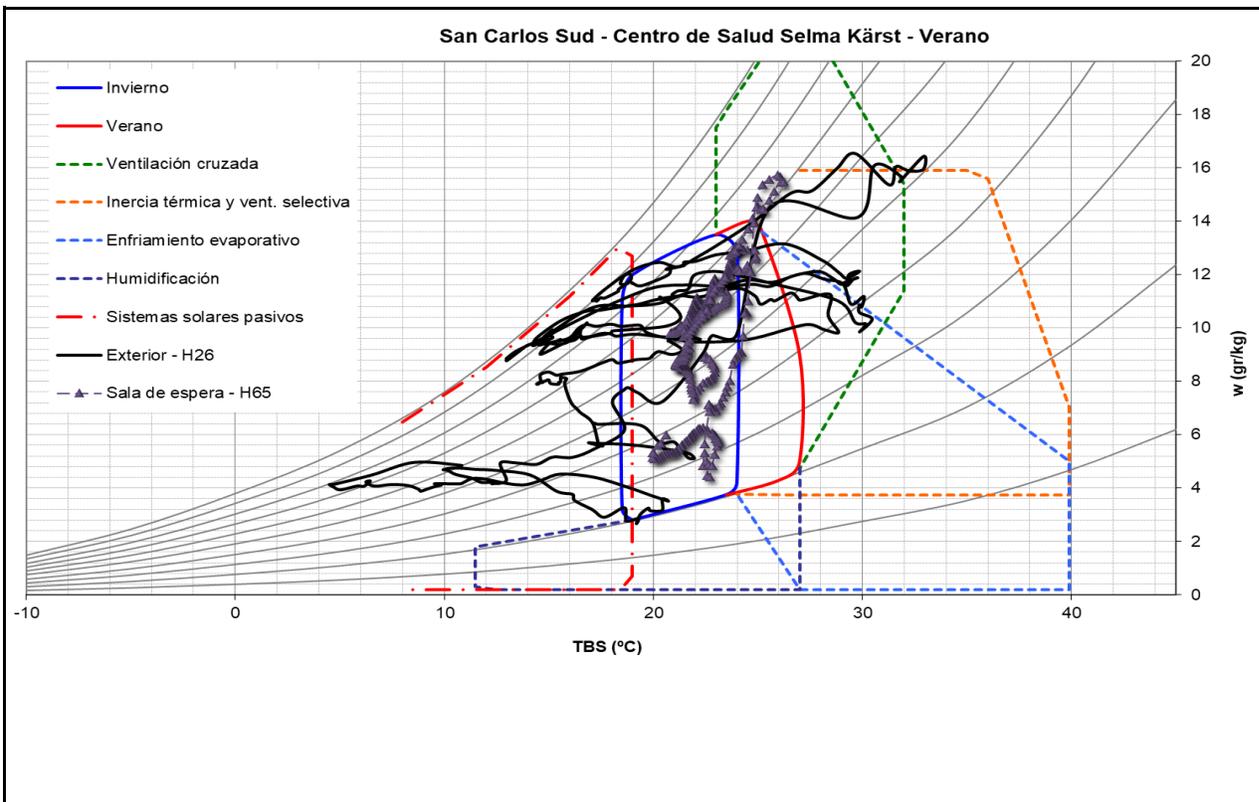


Lectura: 24/3/2022 12:00
 31/3/2022 09:30
 T [°C] Prom: 18,88
 HR [%] Prom: 64,07



Lectura: 24/3/2022 12:00
 31/3/2022 10:00
 T [°C] Prom: 22,55
 HR [%] Prom: 56,75

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro de salud "Selma Kärst"

Localidad: San Carlos Sud, Santa Fe.

El edificio se encuentra localizado en la esquina de las calles Rivadavia y Favalaro de la comuna de San Carlos Sud en la provincia de Santa Fe (Latitud: -31.7641; Longitud: -61.0989). Posee clima cálido húmedo en Zona IIb (IRAM 11603).

Este edificio de reciente construcción está localizado en las afueras de la pequeña localidad lindando con sembradíos sobre el antiguo acceso a la localidad por ruta 36S desde la capital Santa Fe. Su ingreso por esquina es desde el norte. Su eficiencia energética es baja. El sector auditado al frente tiene una superficie habitable de 161,87 m² y un volumen a climatizar de 587,80 m³ con una altura media de locales de 3.63m.



Figura 0: Implantación del edificio en el tejido urbano. Fuente: Google maps.

Es un edificio de compacidad media y se encuentra exento en un predio de esquina. Posee una baja superficie vidriada en relación con la envolvente total. Está materializado con muros de ladrillos de 30cm de espesor revocado en ambas caras ($R=0,53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los techos de losa de H°A° ($R=0,61 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,63 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son de marcos y hojas de aluminio con vidrios de 3+3 mm espesor ($R=0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=5,86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R=0,72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K=1,38 \text{ W/m}^2\text{K}$). Posee buena iluminación natural mediante rajadas en el techo y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. La climatización es mediante equipos tipo Split de 2TR y 1TR en consultorios, administración y espera.

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.

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 Rosario (Santa Fe). 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	San Carlos Sud, Provincia de Santa Fe
Edificio	Centro de Salud Selma Kärst
Localidad más cercana en la base de datos:	Rosario - Prov. Santa Fe

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	28,4	0	8,4	68	106	170	203	162	95	147	181	154	335
Febrero	28	25,3	0	5,3	70	123	150	151	108	66	113	155	152	271
Marzo	31	23,6	0	3,6	76	146	135	112	72	51	82	131	152	208
Abril	30	18,3	1,7	0	80	176	141	97	52	40	58	116	161	169
Mayo	31	14	6	0	82	156	118	67	33	29	34	75	128	112
Junio	30	12,7	7,3	0	83	120	86	46	23	22	24	56	100	81
Julio	31	14,8	5,2	0	82	179	133	73	32	28	33	83	145	118
Agosto	31	15,9	4,1	0	78	209	162	101	48	37	51	116	179	169
Septiembre	30	16,3	3,7	0	74	162	137	107	63	45	73	133	165	195
Octubre	31	19,6	0,4	0	74	140	157	149	100	58	105	158	164	265
Noviembre	30	23,1	0	3,1	72	115	162	179	137	81	135	175	158	322
Diciembre	31	28,1	0	8,1	68	99	159	193	159	102	160	193	156	347
Anual	365	20,0	28,4	28,5	76	1731	1710	1478	989	654	1015	1572	1814	2592

Tabla 1: Datos mensuales de temp medias y radiación solar por orientación de la Ciudad de Rosario (Santa Fe). Lat: -32.982, Long: -60.730

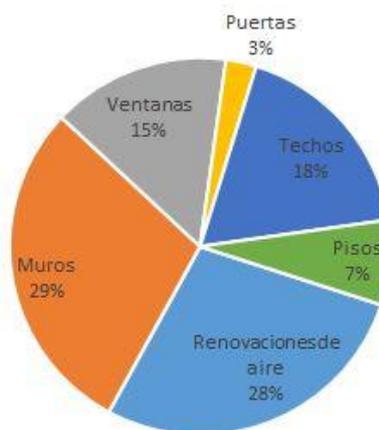


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

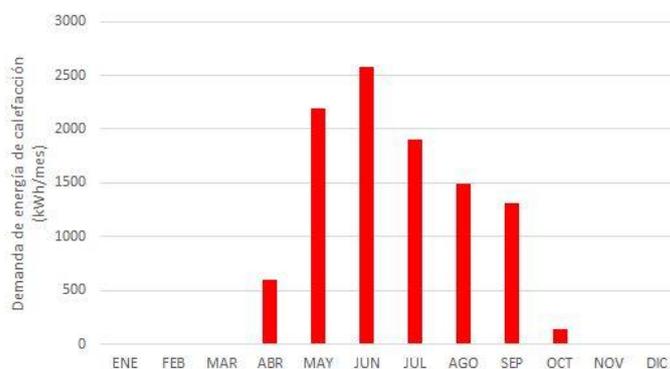


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales		
Superficie habitable	161,87	m ²
Volumen habitable	587,80	m ³
Indice Compacidad Co	0,14	adim
Factor de forma f	0,28	adim
Factor de exposición Fe	1,00	adim
Altura media de locales	3,63	m
Superficie envolvente	1125,12	m ²
Superficie expuesta	1125,12	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 2,50 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 4,46 W/m²K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **10216,03 kWh/año** y 63,11 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 (18%), muros (29%) y vidriados (18%, ventanas y puertas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros tipo EIFS/SATE (External Insulation Finish System) con 5 cm de EPS de 30kg/m³ y base coat reforzado con malla Fibra Vidrio 10x10mm de 110g/m² en los muros con terminación exterior revocada. ($K_{m1} = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos de losa de H°A° implementar un “techo invertido” con placas tipo “Mastriplact” y terminación con arcilla expandida de 50/70 mm espesor. ($K_{t2} = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. 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. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos. ($K_p = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 45,26 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1,37 W/m³K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **5592,28 kWh/año** y 34,55 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

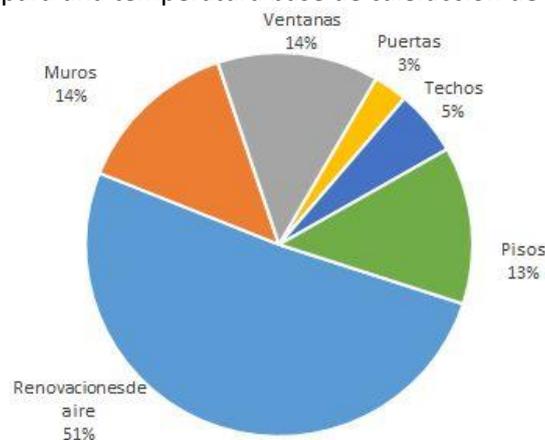


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

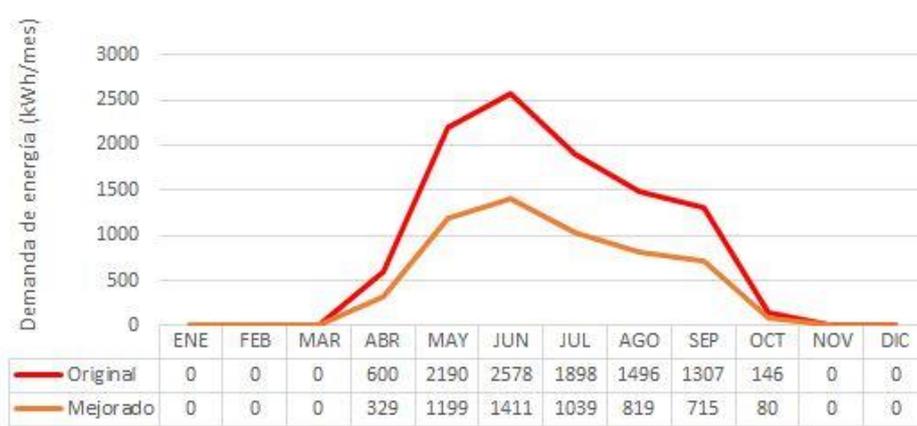


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 45,26%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

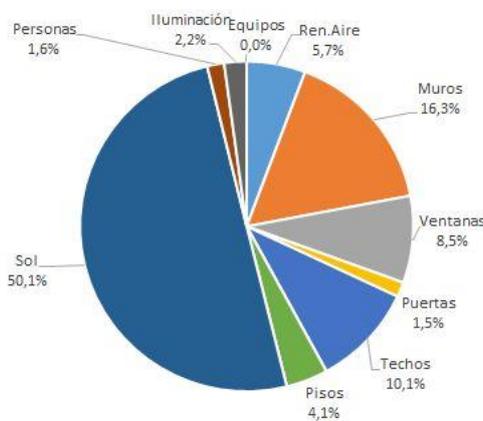


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 50,1%, los techos con el 10,1%, los muros con un 16,3%, y las ventanas con un 8,5%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *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.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **18134,94 kWh/año** y 62,56 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

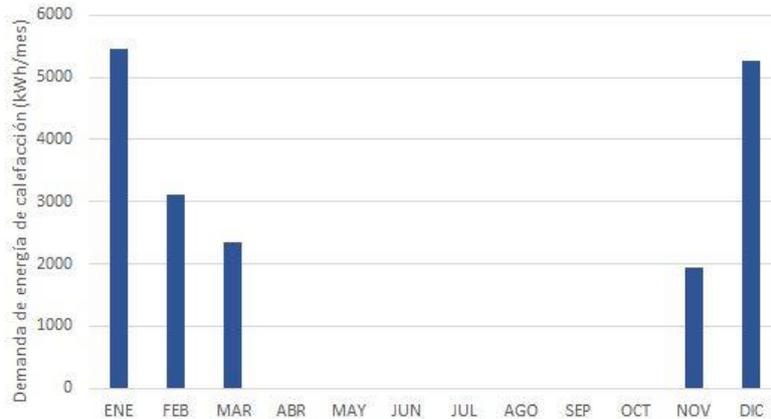


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

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 importante 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 **62,56%** 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.

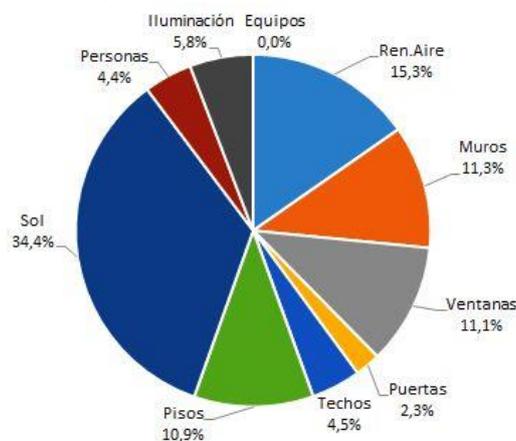


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **6789,72 kWh/año** y 62,56 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

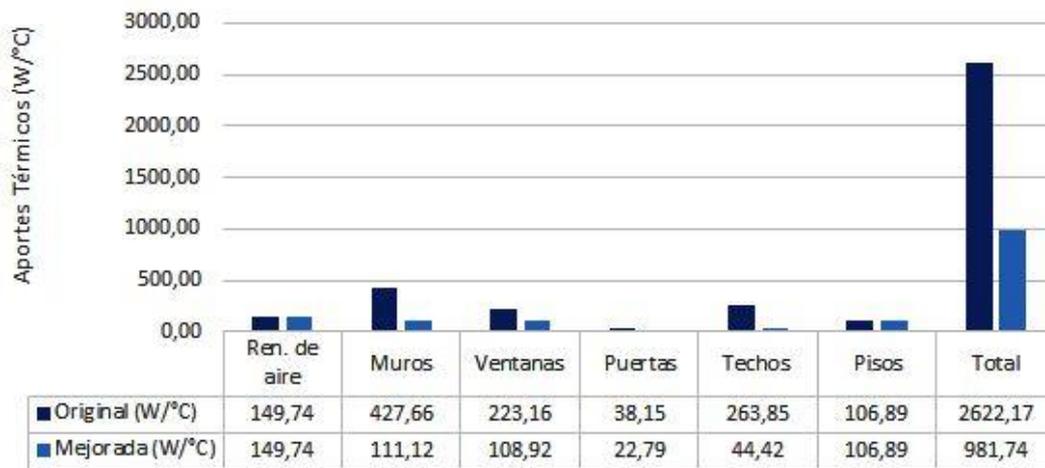


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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.

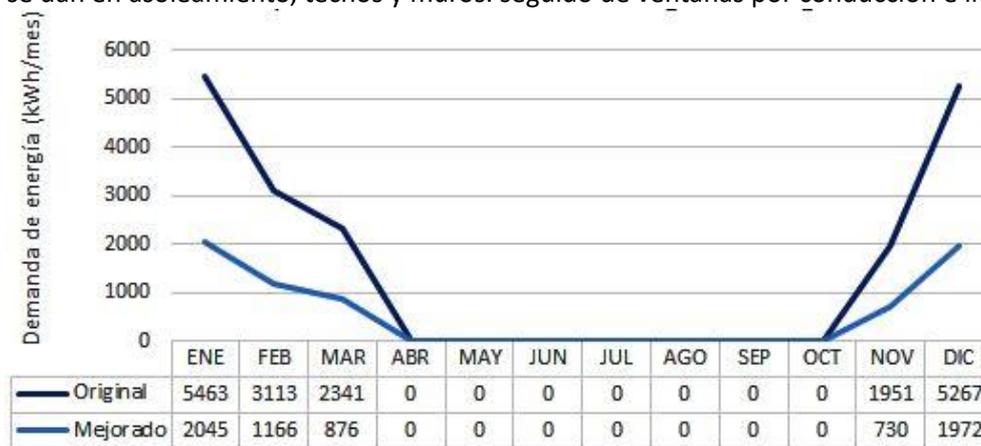


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 56,33% 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 175,15 kWh/m²año a 76,49 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 termomecánico de climatización sustentable adecuado al edificio por su especial 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	5462,51	2045,16
FEB	0,00	0,00	3113,04	1165,52
MAR	0,00	0,00	2341,08	876,50
ABR	600,46	328,69	0,00	0,00
MAY	2189,91	1198,76	0,00	0,00
JUN	2578,44	1411,44	0,00	0,00
JUL	1897,92	1038,93	0,00	0,00
AGO	1496,44	819,15	0,00	0,00
SEP	1306,88	715,39	0,00	0,00
OCT	145,99	79,92	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	1950,90	730,42
DIC	0,00	0,00	5267,42	1972,12
Total	10216,03	5592,28	18134,94	6789,72
Reducción de demanda (%)		45,26		62,56

imatización anual original	28350,97	(kWh/año)	175,15	(kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	12382,01	(kWh/año)	76,49	(kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)				56,33

DECal	DECal+	DERef	DERef+
63,11	34,55	112,03	41,95
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año
Reducc (%)	45,26		62,56

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.

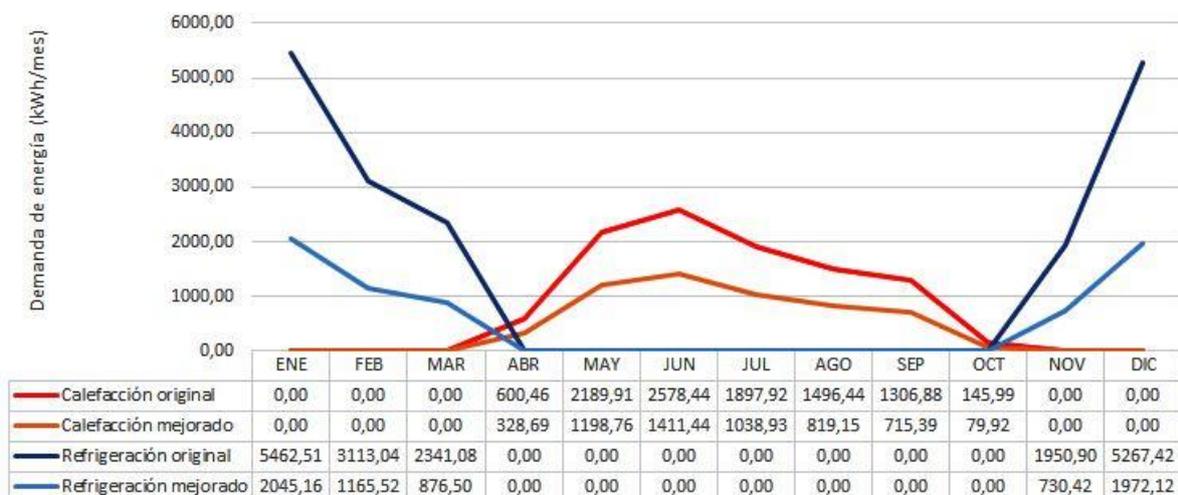


Figura 11: Comparación anual.

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