

INFORME TÉCNICO

Caso: Jardín de Infantes “Los Pioneritos”

Municipio: San Carlos Sud

Provincia: Santa Fe



La Plata, Junio 2022

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 |
| 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: Jardín de Infantes “Los Pioneritos”, San Carlos Sud, Santa Fe.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en calle Belgrano y la calle Rivadavia del municipio de San Carlos Sud en la Provincia de Santa Fe (Lat -31.76; Long -61.11) en clima templado cálido húmedo en Zona IIb (IRAM 11603). Este establecimiento educativo cumple una gran función social en una localidad rural. Su construcción se finalizó en 2017. Está implantado en un lote de esquina en una planta. Está en construcción un SUM que volcará todas las actividades a un patio interior. Es considerado un edificio modelo al contar con un generador solar FV conectado a red urbana. Tiene una superficie habitable de 397.54 m² y un volumen a climatizar de 1129.01m³ con una altura media de locales de 2,70m.

Está materializado con muros de ladrillos huecos revocados en ambas caras ($R= 0.54 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ y $K= 1.84 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$), el techo es de chapa zincada prepintada apoyado sobre una capa de 0.05m de espuma de polietileno sobre cabreada de perfiles de steel framing dejando un espacio de aire no ventilado y terminado con un cielorraso de yeso de roca sobre grilla metálica ($R= 0.39 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ y $K= 2.58 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$) en aulas. En zona administrativa techo de losa de H°A° ($R= 0.26 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ y $K= 3.82 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de perfiles de aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3mmmm de espesor sin protección adicional ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ y $K= 5.86 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$). Los solados son de cerámicas esmaltadas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R= 0.83 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ y $K= 1.20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$).

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización es mediante equipos de aire acondicionado frío/calor, ubicados en aulas y sector administrativo, a saber: 3 salas de 7.00x7,00 m; dos oficinas administrativas de 4.00x16.00m y anexos.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional en la región de baja eficiencia energética. El personal manifiesta que es muy caliente en los meses de verano y algo frío en los meses de invierno. A pesar de contar con sistema de climatización. El reporte de auditoría de invierno del 30/9/21 al 14/10/21 muestra un consumo de gas natural de 999 m³ (solo usado en cocción) y 999 kWh en energía eléctrica mayormente en climatización.

Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre el techo con dos medidas prioritarias: a. agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sea levantando las chapas o desmontando el cielorraso y b. pintando de blanco refractante la chapa a fin de reducir la absorción de la radiación solar. Una segunda medida es agregar un EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior. La tercera medida y probablemente la más costosa cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH.

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé

EDIFICIO Jardín de infantes Los pioneritos

DIRECCIÓN Belgrano y Rivadavia

FECHA VISITA 1 30/09/2021

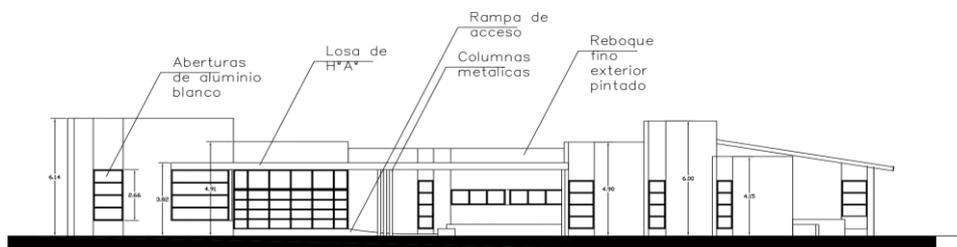
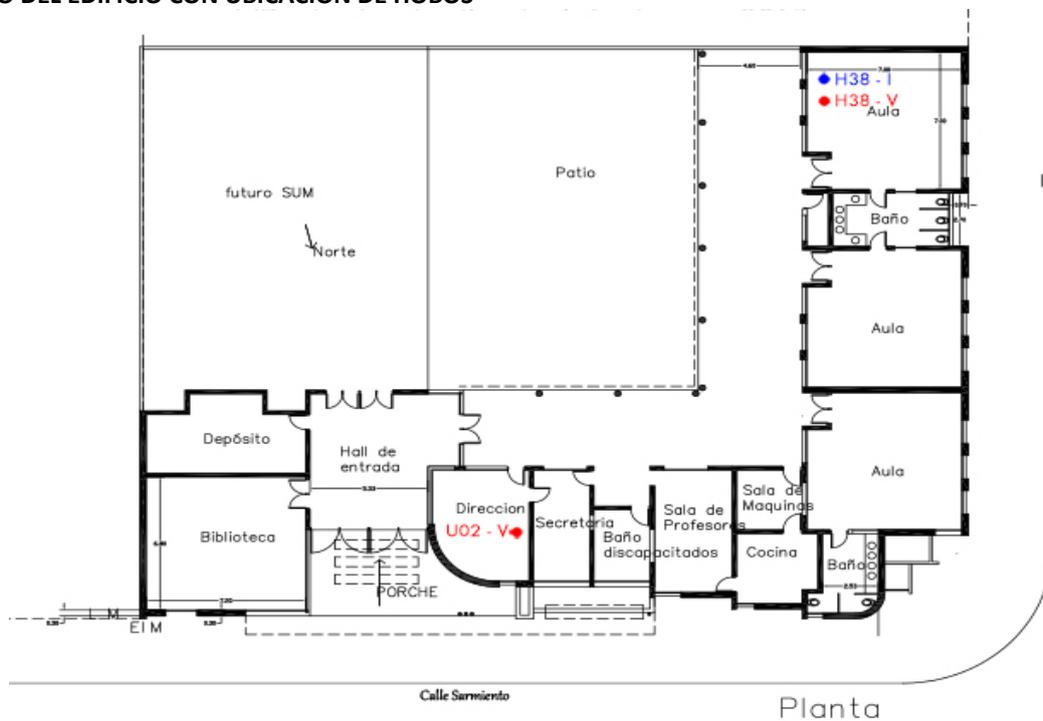
FECHA VISITA 2 14/10/2021

Implantación

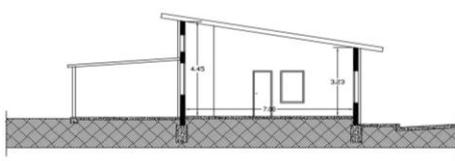


-31,76 latitud sur
-61,11 longitud oeste

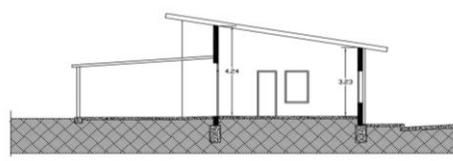
PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS



Biblioteca | Hall de entrada | Dirección | Secret. | Baño disc. | Sala de Profesores | Cocina | Baño | Aula roja



Galería | Aula



Galería | Aula

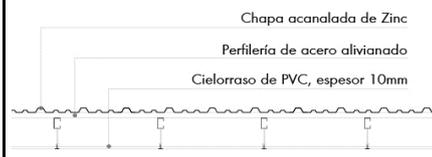
Corte A-A

Corte B-B

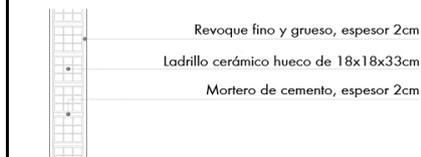
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé

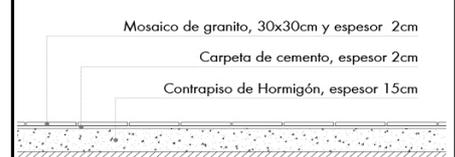
EDIFICIO Jardín de infantes Los pioneritos

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Cielorraso de PVC

Muros

Ladrillos huecos, espesor 20cm

Piso

Mosaicos de granito

Carpintería Marcos de aluminio linea Modena,ç con vidrios simples

Instalaciones térmicas Aire acondicionado y estufa eléctrica

Instalaciones lumínicas Lámparas LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Superficie habitable | 397,54 m ² |
| Volumen habitable | 1129,01 m ³ |
| Compacidad -Co- | 0,43 - |
| Factor de forma -f- | 0,82 - |
| Factor de exposición -fe- | 0,76 - |
| Altura media de locales -h- | 2,70 m |
| Superficie envolvente | 931,31 m ² |
| superficie protegida | 225,68 m ² |

ASPECTOS ENERGÉTICOS

| | | |
|---|-------------------------|-------------|
| Consumo anual /de electricidad | 21412,12 kWh/año | |
| Consumo anual /gas natural | S/D m ³ /año | |
| Coefficiente global de pérdidas Gcal | 3,14 W/m ³ K | |
| Coefficiente de pérdidas P/m ² | 6,92 W/m ² | |
| Pérdidas por envolvente | Techos | 134,60 W/°C |
| | Muros | 232,88 W/°C |
| | Ventanas | 179,15 W/°C |
| | Puertas | 123,24 W/°C |
| | Pisos | 177,95 W/°C |
| | Renov. Aire | 474,19 W/°C |
| Total | 3541,77 W/°C | |

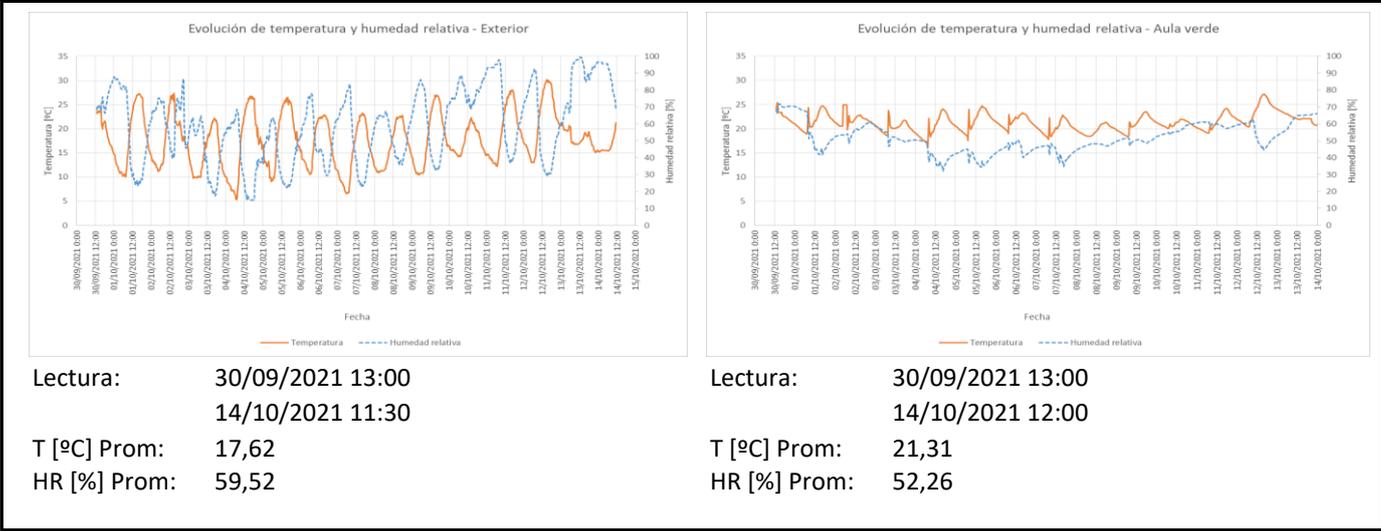
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé
 EDIFICIO Jardín de infantes Los pioneritos

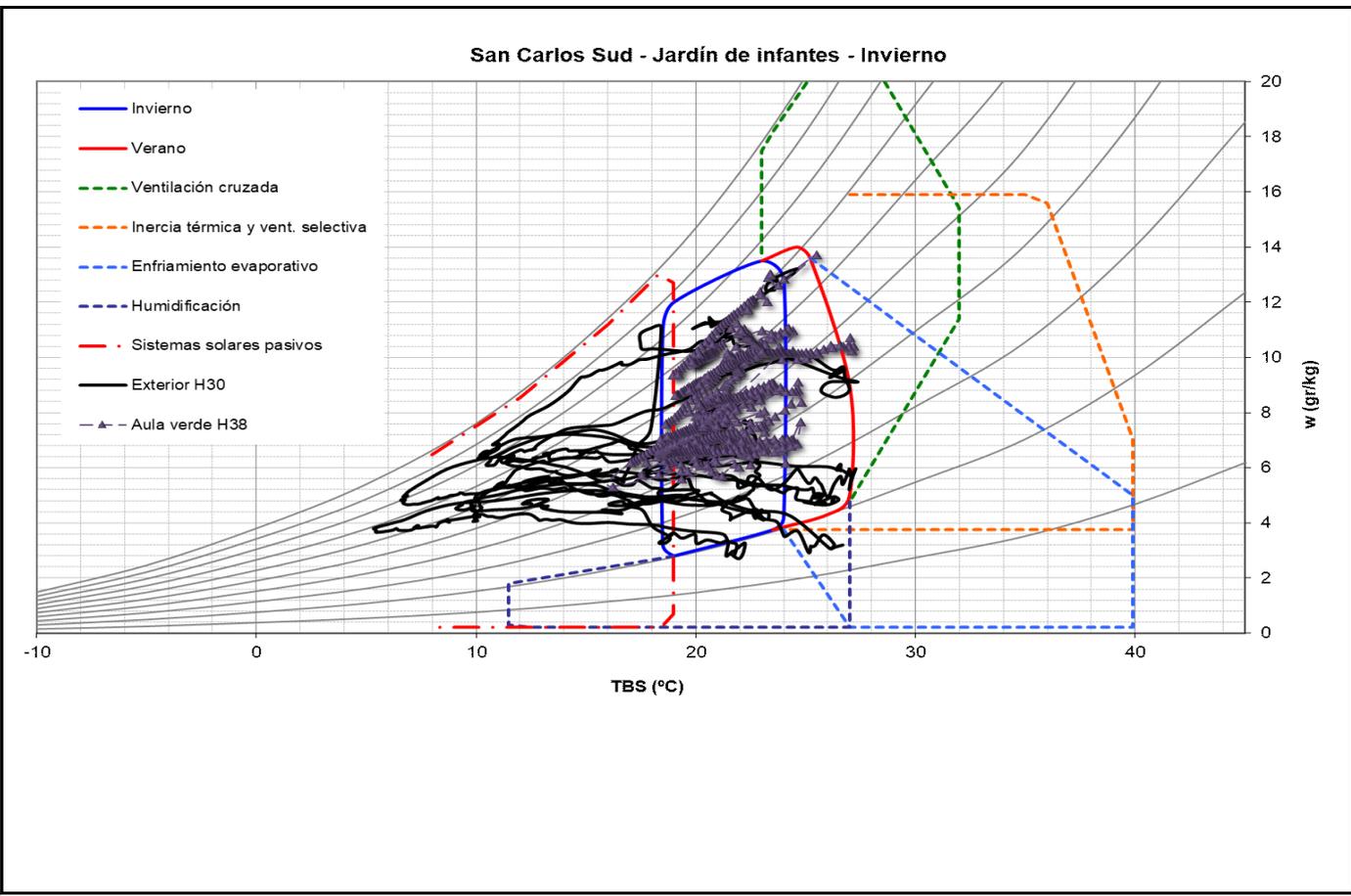
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: 30

Hobo interior: 38



SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



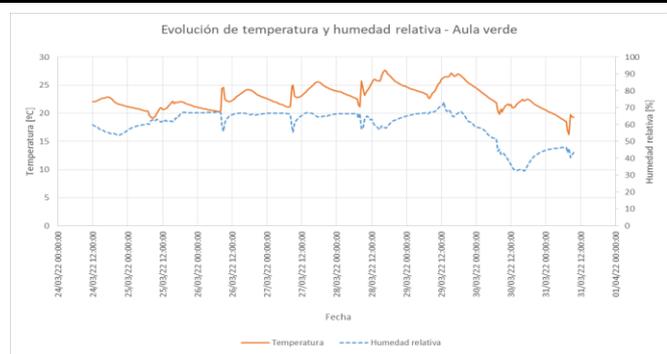
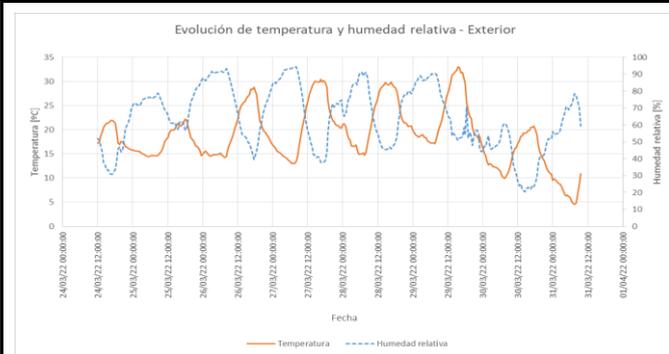
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO San Carlos Sud, Provincia de Santa Fé
 EDIFICIO Jardín de infantes Los pioneritos

SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

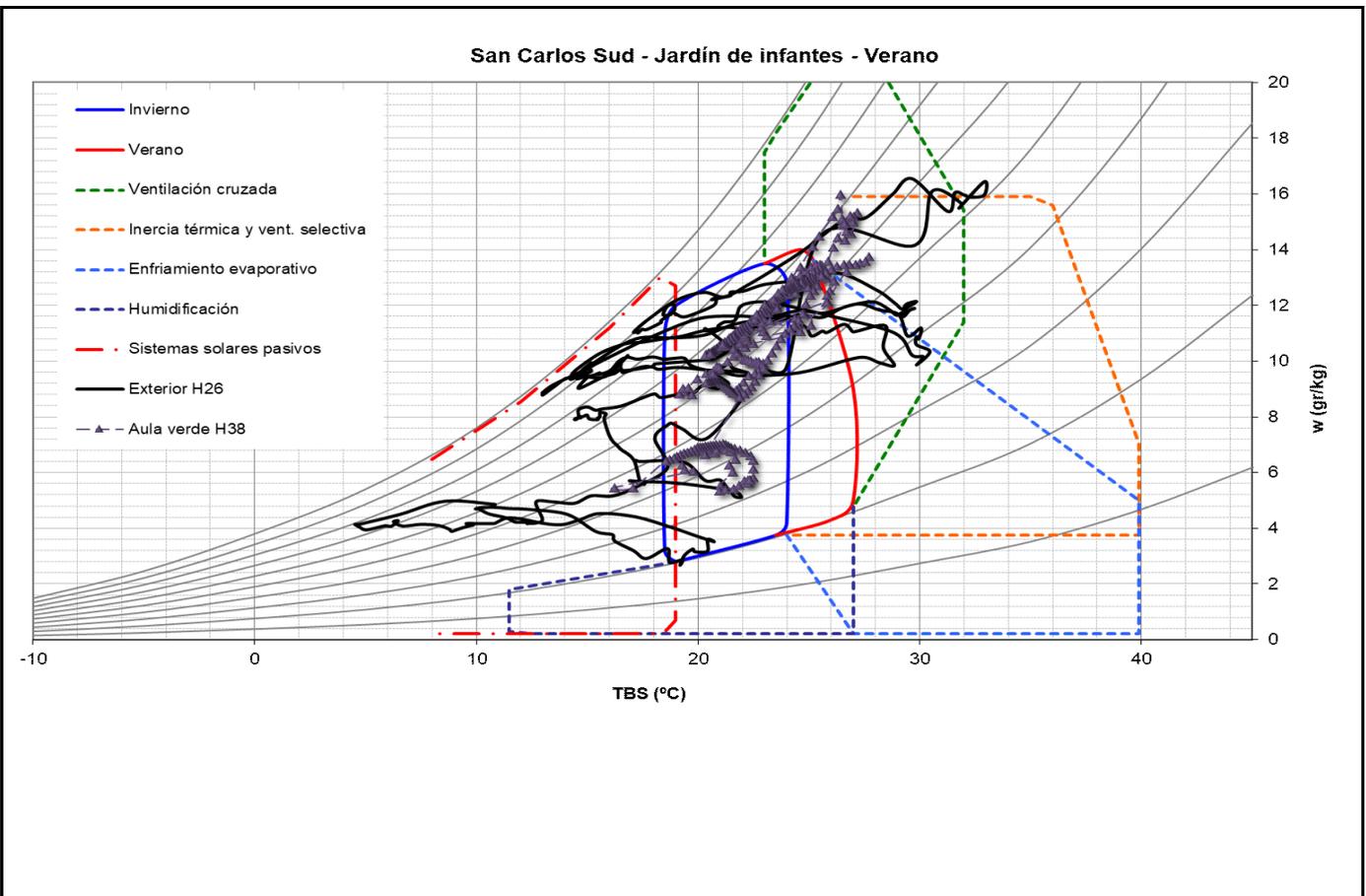
Hobo exterior: H14

Hobo interior: H38



Lectura: 24/03/2022 12:00
 31/03/2022 9:30
 T [°C] Prom: 18,88
 HR [%] Prom: 64,07

Lectura: 24/03/2022 12:00
 31/03/2022 9:30
 T [°C] Prom: 22,80
 HR [%] Prom: 59,86

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO


REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: JARDÍN DE INFANTES «Los Pioneritos»

Localidad: San Carlos Sud, Santa Fe.

El Jardín de Infantes «Los Pioneritos» es de construcción reciente con materialidad tradicional. Compuesto por cerramientos opacos en ladrillos huecos de 18x18x33 cm revocados en ambas caras y un $K= 1.86 \text{ W/m}^2\text{K}$. Los techos se diferencian en zona de aulas y biblioteca de tipo liviano compuesto por estructura de perfiles de chapa metálica sobre los que se tiende una manta de polietileno expandido de 5mm y chapa ondulada aluminizada al exterior y cielorraso de yeso de roca al interior con un $K= 2.58 \text{ W/m}^2\text{K}$. Los techos de la zona de administración y hall de acceso son en losa llena de H°A° con un $K= 3.82 \text{ W/m}^2\text{K}$. Todas las carpinterías de puertas y ventanas son de aluminio con vidriado sencillo de seguridad de 3+3mm y un $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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 más próxima que resulta ser la Ciudad de Paraná (Entre Ríos) distante 83 km. Datos tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m^2)

| Tabla D.10 - Paraná - Prov. Entre Ríos (IRAM 11900/2018) | | | | | | | | | | | |
|--|-------|---|-------|------|-------|-----|-----|------|-----|------|--|
| | | Radiación solar media mensual (W/m^2) 90° | | | | | | | | | |
| Mes | TBS°C | O° | NORTE | ESTE | OESTE | SUR | NE | NO | SE | SO | |
| Enero | 27,6 | 157 | 44 | 35 | 321 | 114 | 36 | 184 | 34 | 289 | |
| Febrero | 27,7 | 131 | 50 | 30 | 277 | 64 | 32 | 193 | 29 | 218 | |
| Marzo | 25,8 | 89 | 55 | 22 | 227 | 24 | 24 | 187 | 22 | 147 | |
| Abril | 20,5 | 52 | 57 | 13 | 125 | 13 | 15 | 123 | 13 | 62 | |
| Mayo | 15,4 | 29 | 56 | 8 | 86 | 8 | 11 | 98 | 8 | 31 | |
| Junio | 13,5 | 22 | 47 | 7 | 61 | 7 | 9 | 73 | 7 | 18 | |
| Julio | 15,3 | 22 | 45 | 7 | 62 | 7 | 9 | 73 | 7 | 20 | |
| Agosto | 16,2 | 46 | 67 | 11 | 107 | 11 | 15 | 119 | 11 | 43 | |
| Septiembre | 16,5 | 70 | 55 | 17 | 132 | 17 | 19 | 125 | 17 | 72 | |
| Octubre | 18,4 | 115 | 54 | 25 | 237 | 41 | 28 | 183 | 25 | 169 | |
| Noviembre | 23,6 | 121 | 39 | 28 | 250 | 79 | 29 | 154 | 28 | 216 | |
| Diciembre | 26,5 | 182 | 46 | 37 | 265 | 98 | 39 | 160 | 36 | 237 | |
| TOTAL anual | 20,6 | 1036 | 615 | 240 | 2150 | 483 | 266 | 1672 | 237 | 1522 | |

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar por orientación de la Ciudad de Paraná (Entre Ríos). Lat: -31.747, Long: -60.549

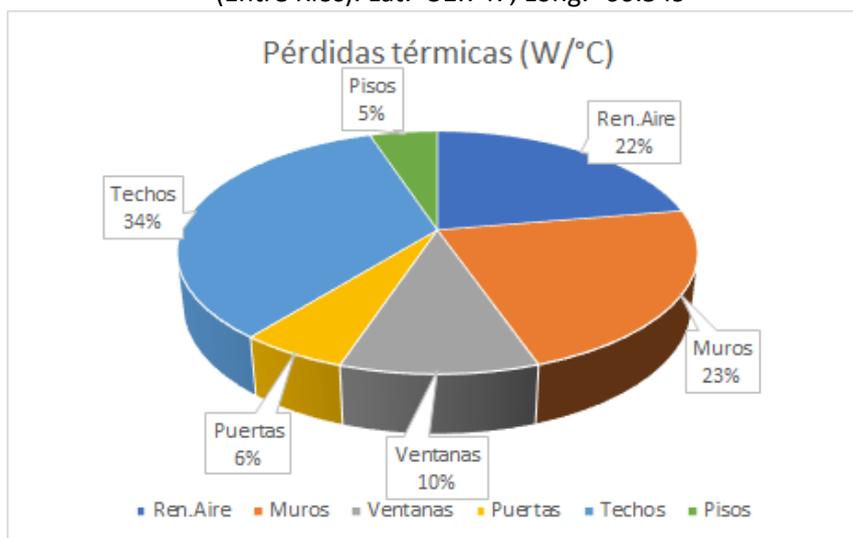


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

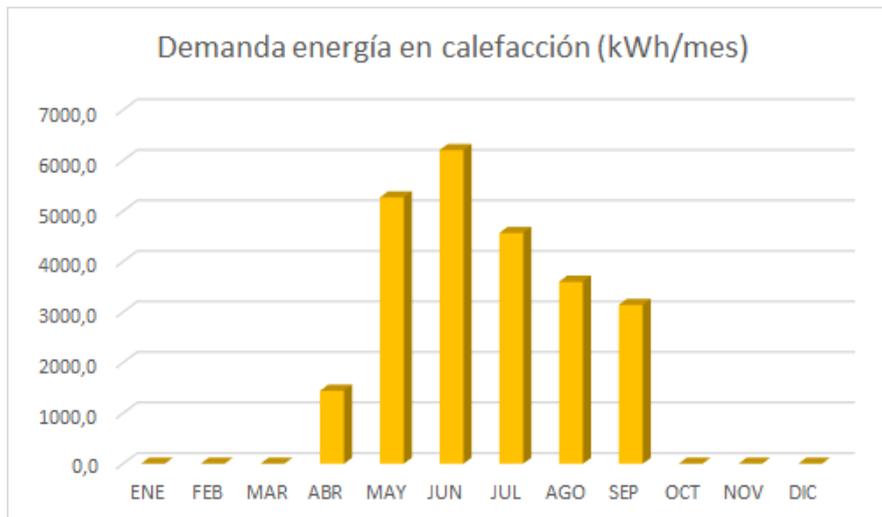


Figura 2: Demanda de energía en calefacción calculada para $T_{bcal} = 20^{\circ}\text{C}$, situación original

| ASPECTOS DIMENSIONALES | | |
|-------------------------|---------|----------------|
| Superficie habitable | 397,54 | m ² |
| Volumen habitable | 1129,01 | m ³ |
| Indice Compacidad Co | 0,43 | adim |
| Factor de forma f | 0,82 | adim |
| Factor de exposición Fe | 0,76 | adim |
| Altura media de locales | 2,70 | m |
| Superficie envolvente | 931,31 | m ² |
| Superficie expuesta | 225,68 | m ² |

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_{cal} (IRAM 11604) de $3,14 \text{ W/m}^3\text{K}$ y un Coeficiente de pérdidas unitarias $6,92 \text{ W/m}^2$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **24234,21 kWh/año** y $60,96 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de calefacción de 20°C .

| | |
|-------------------------------|---|
| Demanda calefacción (kWh/año) | D _{Acal} (kWh/m ²) |
| 24234,21 | 60,96 |

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (34%), muros (23%) y vidriados (19%), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros tipo EIFS (External Insulation Finish System) con 5 cm de EPS de 30kg/m^3 y base coat reforzado con doble malla Fibra Vidrio 10×10 de 110g/m^2 hasta 1,5 m de altura.
- En techo de chapa retirar el yeso de roca y rellenar con 10cm de Isover Plata y reinstalar el cielorraso y luminarias. Probablemente deban requerirse nuevos perfiles omega en reemplazo de los existentes y nuevas placas de yeso.

- c. En techo de losa de H°A° lleno, agregar en el exterior una capa de 8cm de EPS de 20kg/m³ cubierto con una capa de TYVEK o similar y 5cm de arcilla expandida como protección mecánica y UV.
- d. 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.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 62.67%. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.17 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2.13 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de 7992,36 kWh/año y 20,1 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

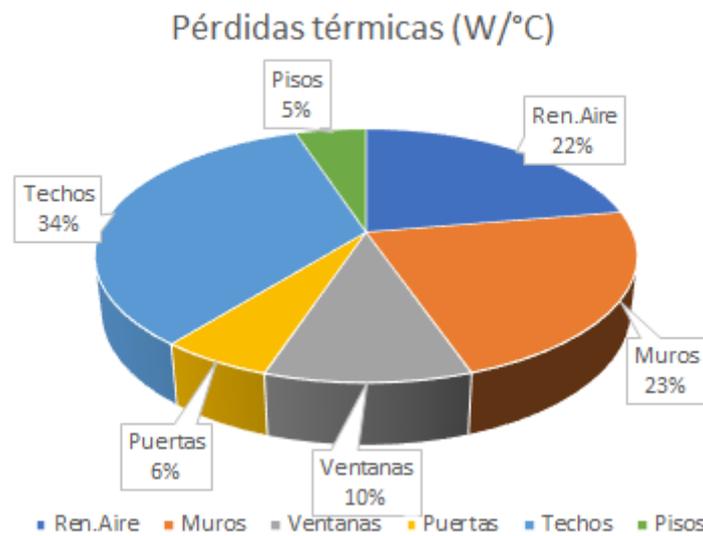


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

| Demanda anual calef (kWh/año) | DAcal (kWh/m ² año) |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 7992,36 | 20,10 |

Comparación de intercambio térmico calefacción

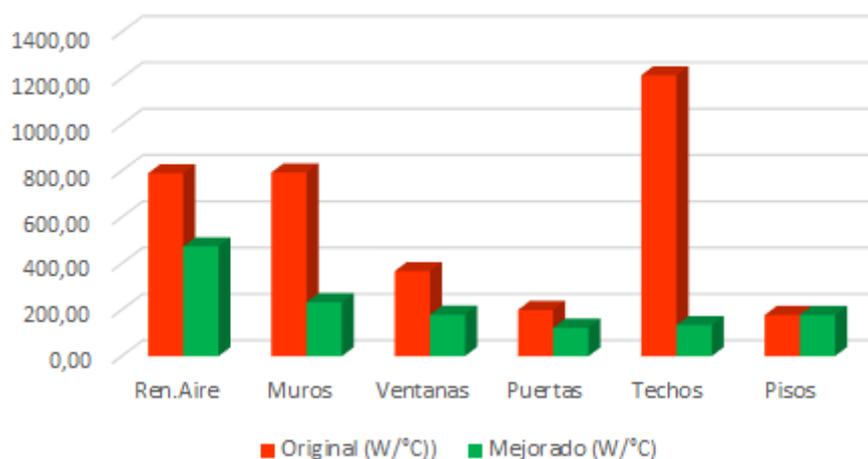


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

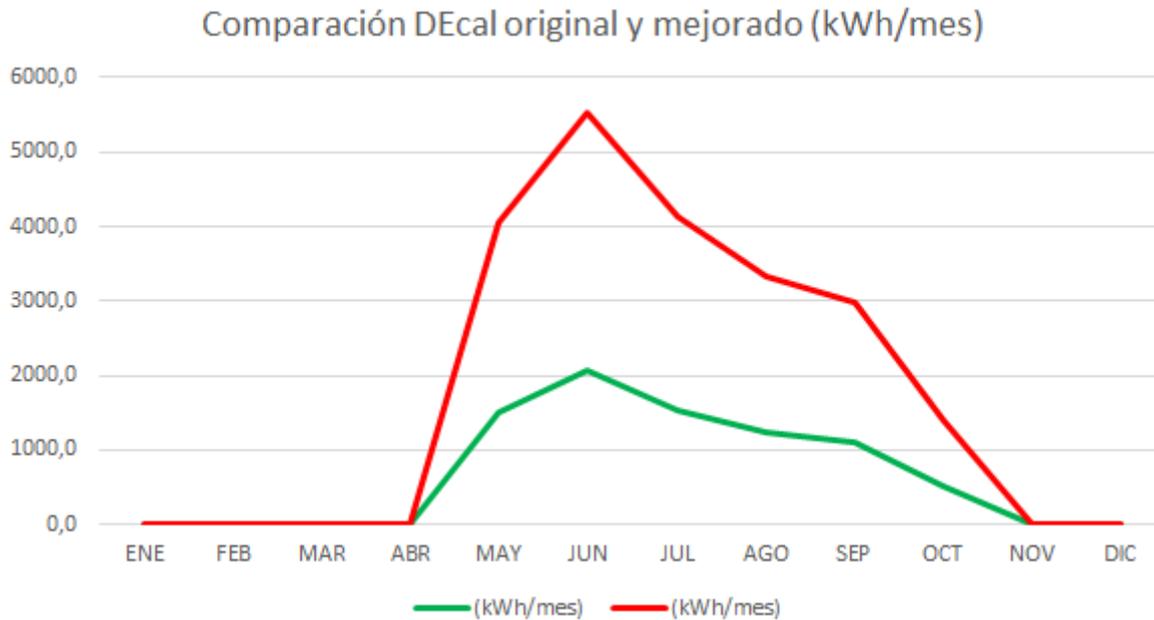


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

3. CONCLUSIÓN INVIERNO:

Cabe remarcar que es un diagnóstico simplificado en régimen estacionario que no contempla ocupación (personas, iluminación y equipos) y el aporte solar, que reducirían la demanda de energía. Se supone una temperatura de termostato de 20°C en el interior. La iluminación existente es LED y no hay mejoras que realizar y el edificio cuenta con un generador solar FV conectado a red urbana. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en casi un 63%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

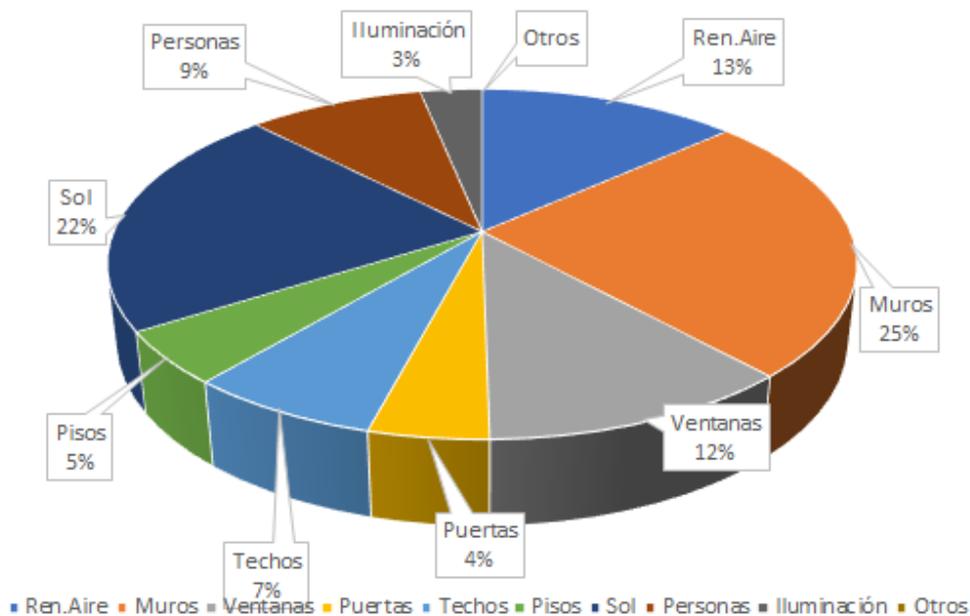


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan los muros con un 25%, el asoleamiento con el 22% y las ventanas con un 12%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos más los techos 7%. 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 escolar.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 93,17 W/m³ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **105192,42 kWh/año** y 147,9 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

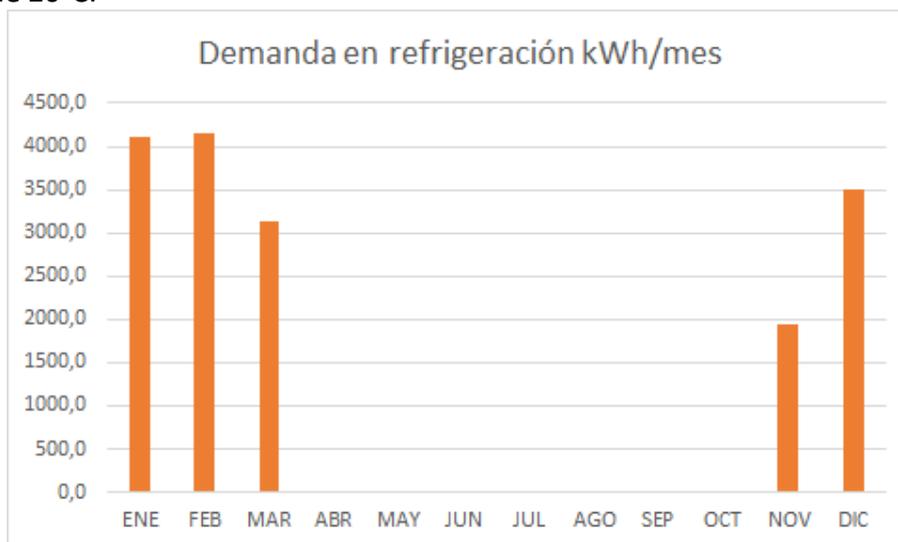


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración.

5. VERANO - PROPUESTA MEJORADA:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Las que dan al Este en aulas ya poseen una fila de árboles, las que dan al norte proyecciones de la losa y las que dan al sur y oeste en planta baja una galería para el control de la mayor parte de la radiación directa. Solo quedan unas ventanas altas en las aulas orientadas al oeste que debieran ser provistas de unos parasoles verticales. Parasoles que permitan el paso de radiación difusa, pero eviten la radiación directa.

En el resto de las ventanas bajas se sugiere la instalación de persianas o toldos de lona exteriores o interiores para mejorar el ingreso de la radiación solar y lograr un FES = 0.18.

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 proponen 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 **46,42%** 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.

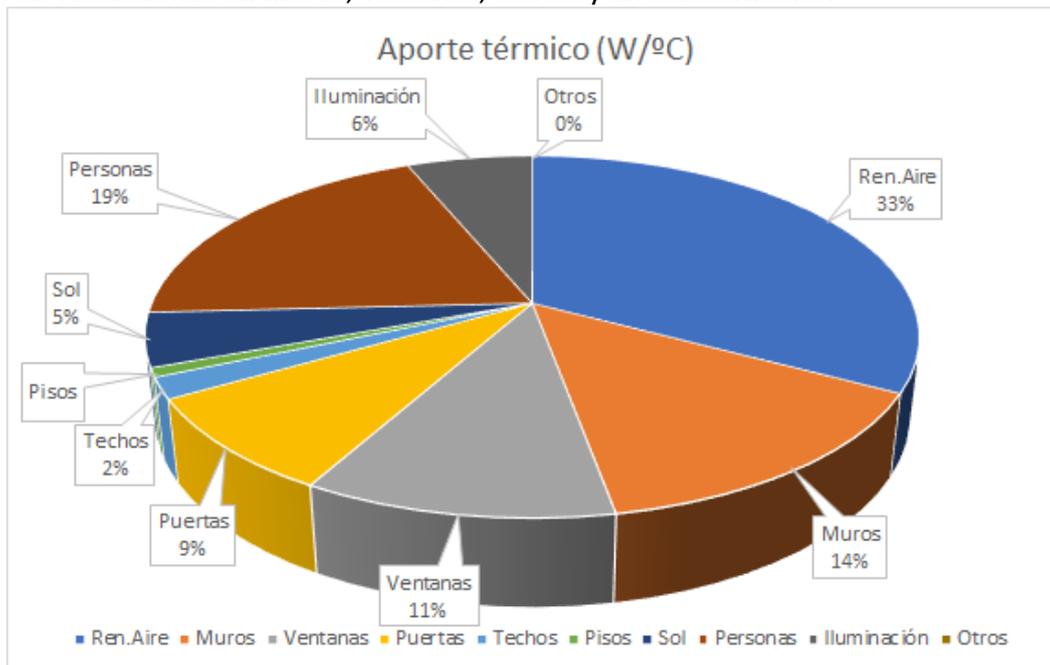


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 49,92 W/m³ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **56363,74 kWh/año** y 153,7 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

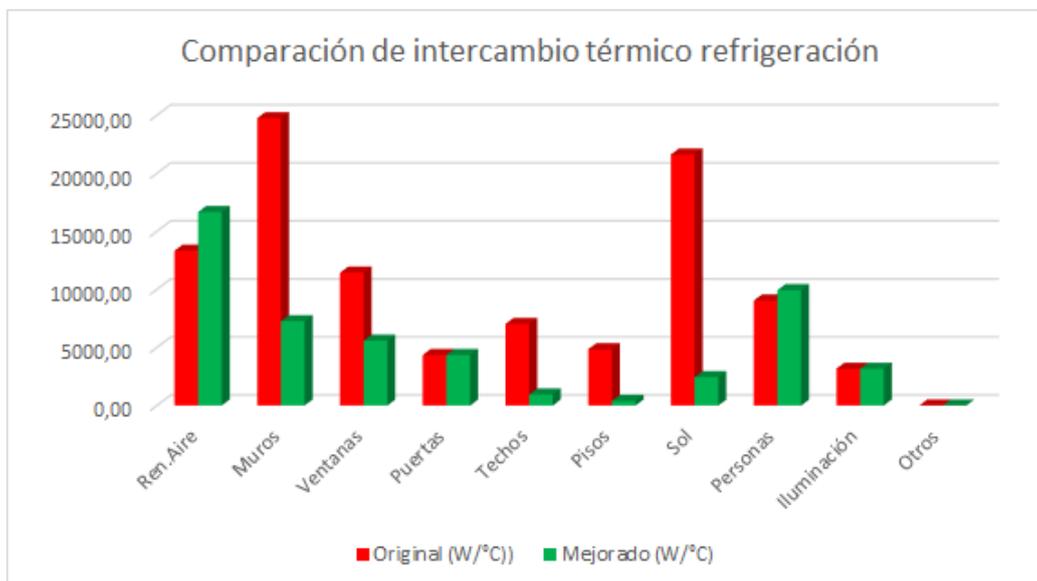


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

La figura 10 compara las demandas de energía entre el edificio original y el mejorado.

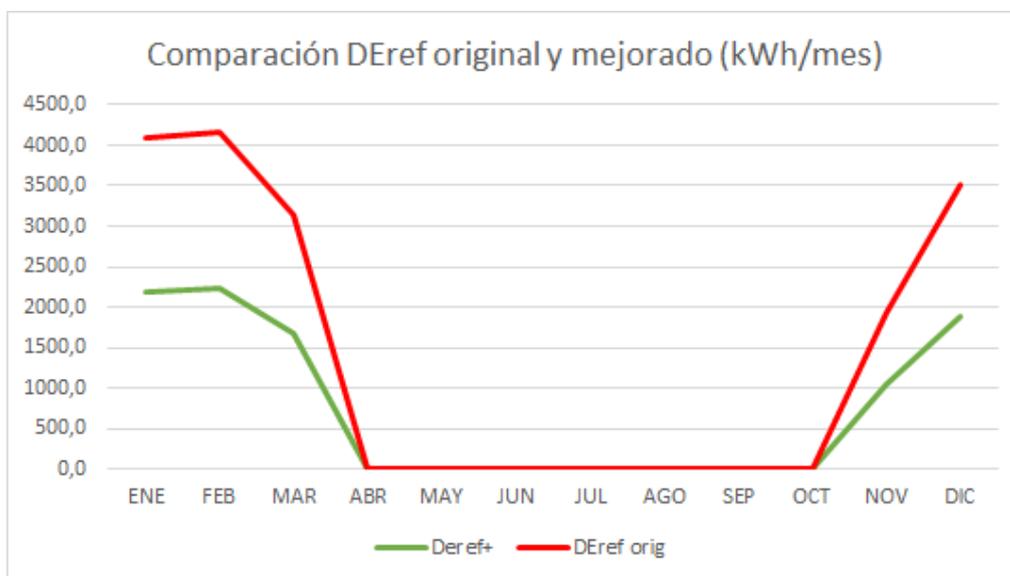


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 unos 44,48% 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 96,2 kWh/m²año a 42,79 kWh/m²año.

| Mes | 0 DMEcal (Wh/mes) | DAEcal+ (kWh/mes) | DEcal orig (kWh/mes) | DMEref (Wh/mes) | Deref+ (kWh/mes) | DEref orig (kWh/mes) |
|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| ENE | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2196740,7 | 2196,7 | 4099,8 |
| FEB | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2225645,2 | 2225,6 | 4153,8 |
| MAR | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1676460,0 | 1676,5 | 3128,8 |
| ABR | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| MAY | 1508152,1 | 1508,2 | 4040,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| JUN | 2062339,8 | 2062,3 | 5525,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| JUL | 1540938,0 | 1540,9 | 4128,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| AGO | 1245864,8 | 1245,9 | 3337,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| SEP | 1110490,7 | 1110,5 | 2975,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| OCT | 524574,6 | 524,6 | 1405,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| NOV | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1040561,4 | 1040,6 | 1942,0 |
| DIC | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1878791,4 | 1878,8 | 3506,4 |
| ANUAL | 7992360,1 | 7992,4 | 21412,1 | 9018198,6 | 9018,2 | 16830,8 |
| Reducción demanda EE | | 62,67 | % | | 46,42 | % |

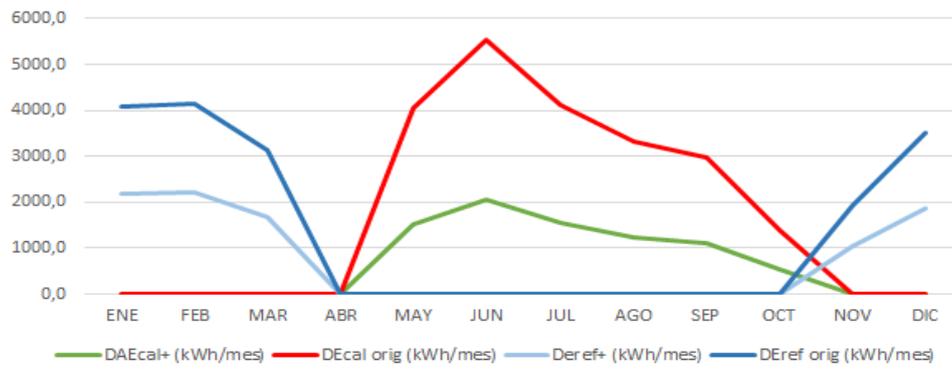


Figura 11: Comparación anual caso Jardín «Los Pioneritos»

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