

INFORME TÉCNICO

Caso: Centro Cultural Oeste

Municipio: Neuquén

Provincia: Neuquén



Fuente: Google, 2021

La Plata, abril 2023

EQUIPO DE TRABAJO

Dr. Arq. Jorge Daniel Czajkowski	Director. Profesor Titular FAU UNLP / Investigador CONICET
Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez	Profesora Titular FAU UNLP / Investigadora CONICET
Ing. Belén Birche	ACD FI UNLP / Becaria Doctoral CIC / Maestranda y doctoranda FAU UNLP
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 Cultural Oeste, Neuquén, Neuquén.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en Av. Dr. Luis Ramón, entre Necochea y Cnel. Racedo (Lat -38.9405; Long -68.1292) en clima templado frío seco en Zona IVb (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia oeste de la ciudad de Neuquén y de esta se toman los datos climáticos. Su construcción es reciente. Está implantado exento en un gran predio parquizado a orillas de una laguna. El frente de acceso da al norte y tiene caras con ventanas en todas direcciones. Se compone de un SUM, sanitarios, un escritorio, cocina y un depósito. Tiene una superficie habitable de 339,50 m² y un volumen a climatizar de 1351,55 m³ con una altura media de locales de 3,98m.

Está materializado con construcción en seco de estructura de acero sobreelevado 2,5m del suelo con revestimiento exterior de chapa ondulada aluminizada e interior con tableros de roca de yeso. En el alma 5mm de PEx en muros. ($R = 0.52 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1,92 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa a un agua con cielorraso suspendido modular de placas tipo Andina ($R = 1.02 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$) en sector administrativo y con Pex de 5mm en SUM ($R = 0.52 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1,92 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de perfiles de aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3mm de espesor sin protección adicional ($R = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de cemento pulido sobre contrapiso de hormigón armado ($R = 0.72 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$).

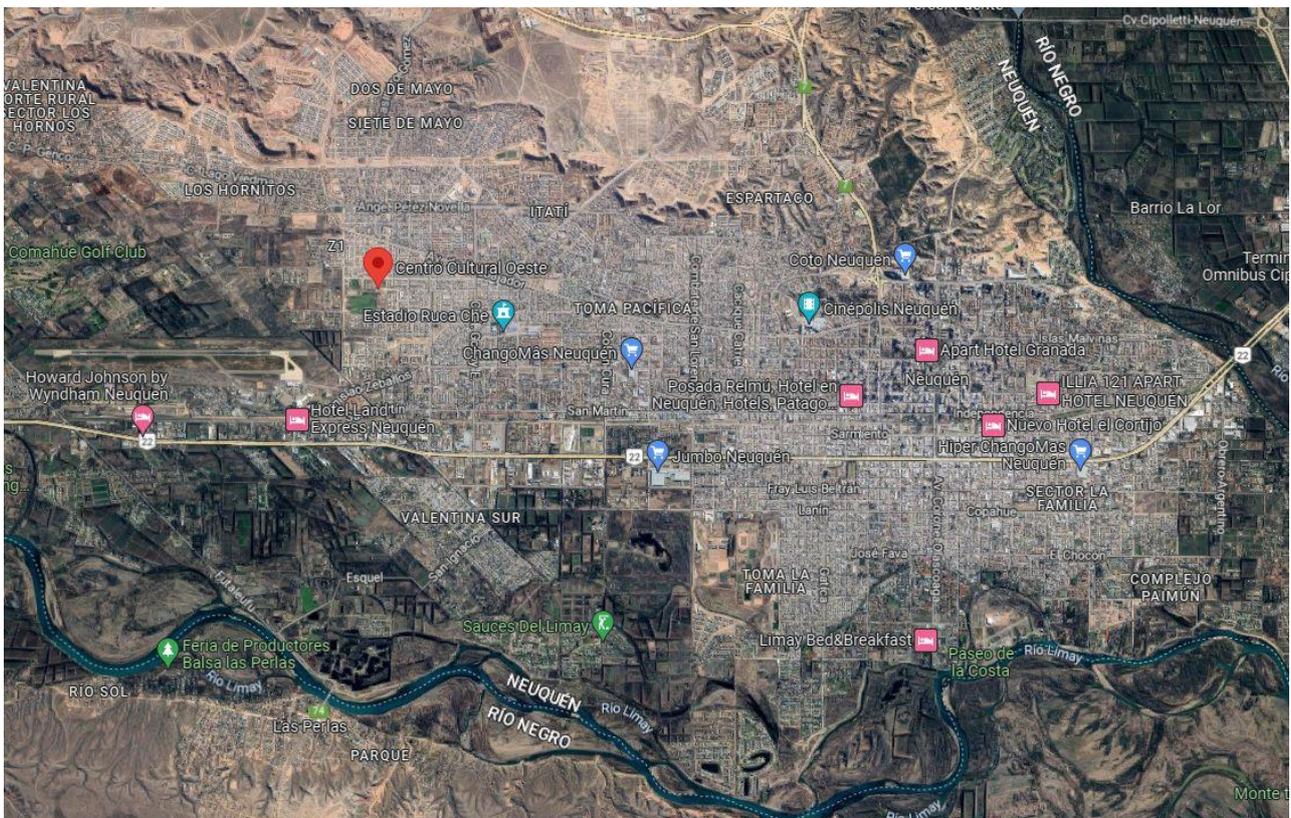


Figura 1: Implantación del Ctro Cultural Oeste en la estructura urbana. Fuente: Google Maps.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización es mediante equipos frío/calor marca Surrey de 5200kW verano y 4400 kW invierno.

Diagnóstico:

El edificio es de construcción no 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 frío en los meses de invierno. El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el edificio requiere 41243,20 kWh/año en calefacción y 16872,51 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 20261,51 kWh/año y 10054,31 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 50,87 % en calefacción y 40,41 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 59,68 kWh/m².año y 19,62 kWh/m².año en refrigeración con un total de 89,30 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 el cielorraso;
- 2) En muros retirar todo el emplacado de yeso y aislar con 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio.
- 3) En pisos aplicar una capa de panel PF100 de 2mm, un foil de polietileno de 200 micrones y terminar con una capa de concreto armado pulido de 3 a 4cm de espesor.
- 4) La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH junto a protección solar exterior.

Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá demandando energía, principalmente en invierno, se sugiere diseñar y construir un recibidor cerrado a modo de "chiflonera" en la rampa de acceso al edificio. Como medida adicional puede agregarse a los equipos de climatización un módulo intercambiador de calor toda agua que use una sonda geotérmica. Dada la alta ineficiencia energética de la envolvente los empleados mencionan que los equipos de climatización no cubren la demanda quemándose con frecuencia. Al momento de la auditoría 1/3 de los equipos no estaban en servicio. El edificio no cuenta con medidor de energía eléctrica y está conectado directamente a la red pública.


Dr. JORGE DANIEL OZAIKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén

EDIFICIO Centro Cultural Oeste

DIRECCIÓN Dr. Ramón y Racedo

FECHA VISITA 1 08/02/2022 al 14/02/2022

FECHA VISITA 2 19/08/2022 al 26/08/2022

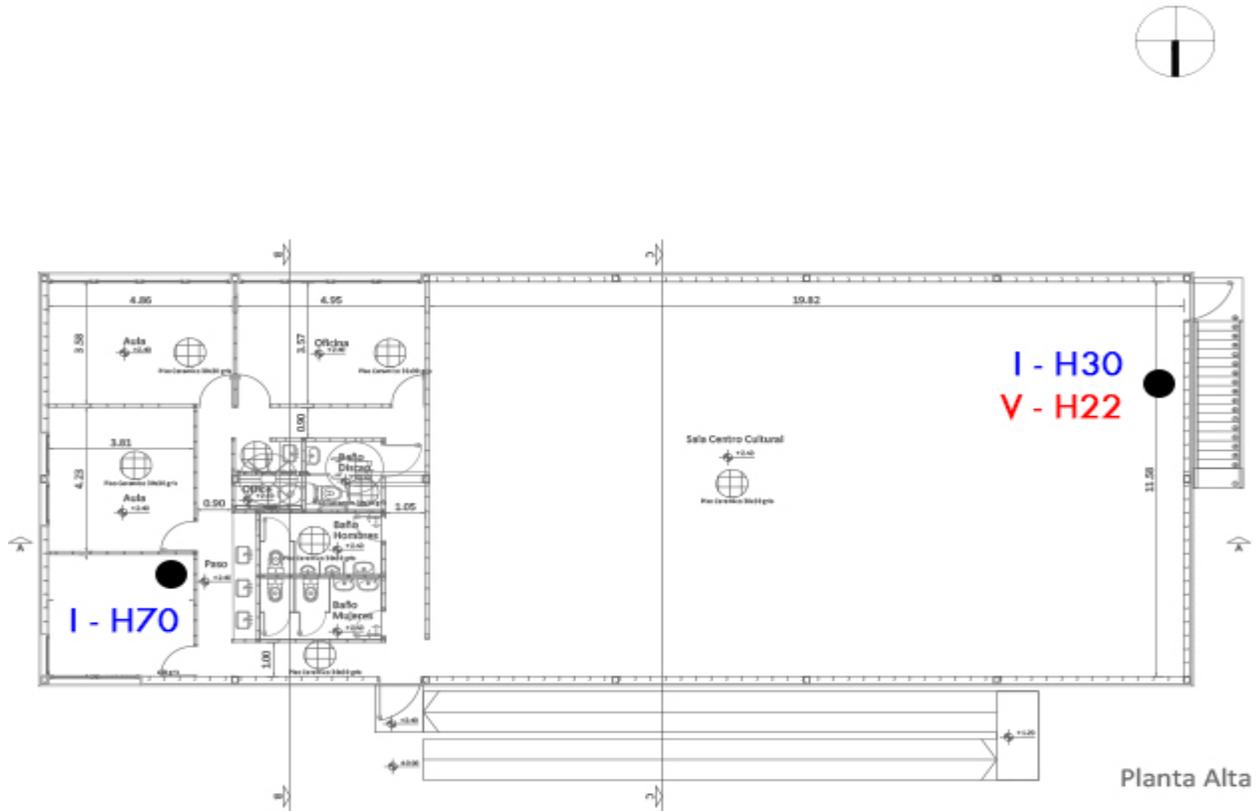
Implantación



-38,94 latitud sur

-68,13 longitud oeste

PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS

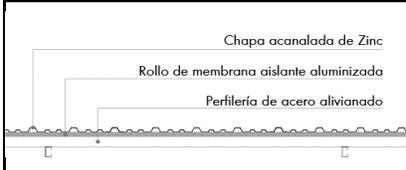


Planta Alta

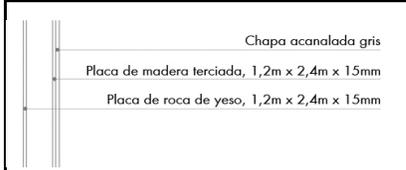
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén

EDIFICIO Centro Cultural Oeste

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Chapa de zinc con aislant de 3cm

Muros

Panelería seca con perfilería de acero alivianado, placas de yeso al interior y placas de madera con chapa acanalada exterior

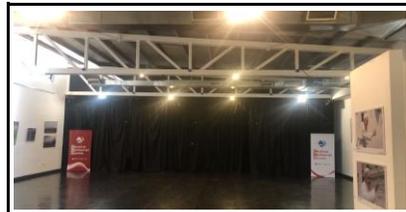
Piso

Entrepiso suspendido con perfiles IPN, inferior de chapa acanalada, terminación en cemento alisado con goma adhesiva en el salon principal y baldosas en las oficinas

Carpintería Marcos de aluminio sin ruptor térmico, vidrio simple con burletes

Instalaciones térmicas Sistema de calefacción y refrigeración por aire acondicionado central

Instalaciones lumínicas Luces y cajas led, reflectores

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	339,50 m ²
Volumen habitable	1351,55 m ³
Compacidad -Co-	0,38 -
Factor de forma -f-	0,25 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	3,98 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda calefacción anual /m2	121,48 kWh/m ² año
Demanda refrigeración anual /m2	49,70 kWh/m ² año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	2,09 w/m ³ .K
Coefficiente de pérdidas Scal	5,52 w/m ² .K

Pérdidas por envolvente calefacción	Techos	699,72 W/K
	Muros	579,53 W/K
	Aberturas	127,63 W/K
	Pisos	468,51 W/K
	Renovación de aire	946,08 W/K

Necesidad de energía por balance	58115,70 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	%

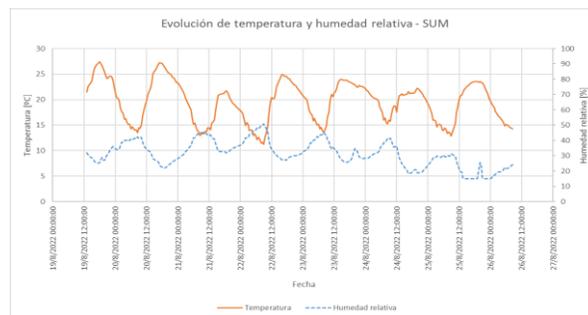
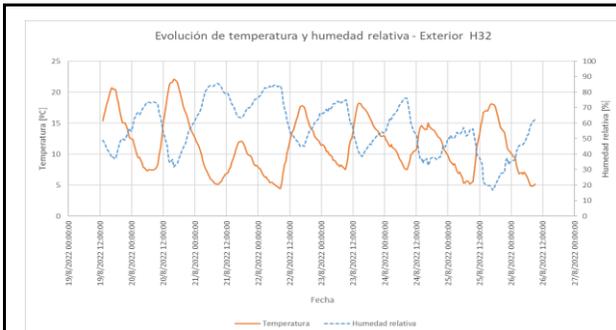
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén
 EDIFICIO Centro Cultural Oeste

SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H32 - Colocado en Defensa Civil

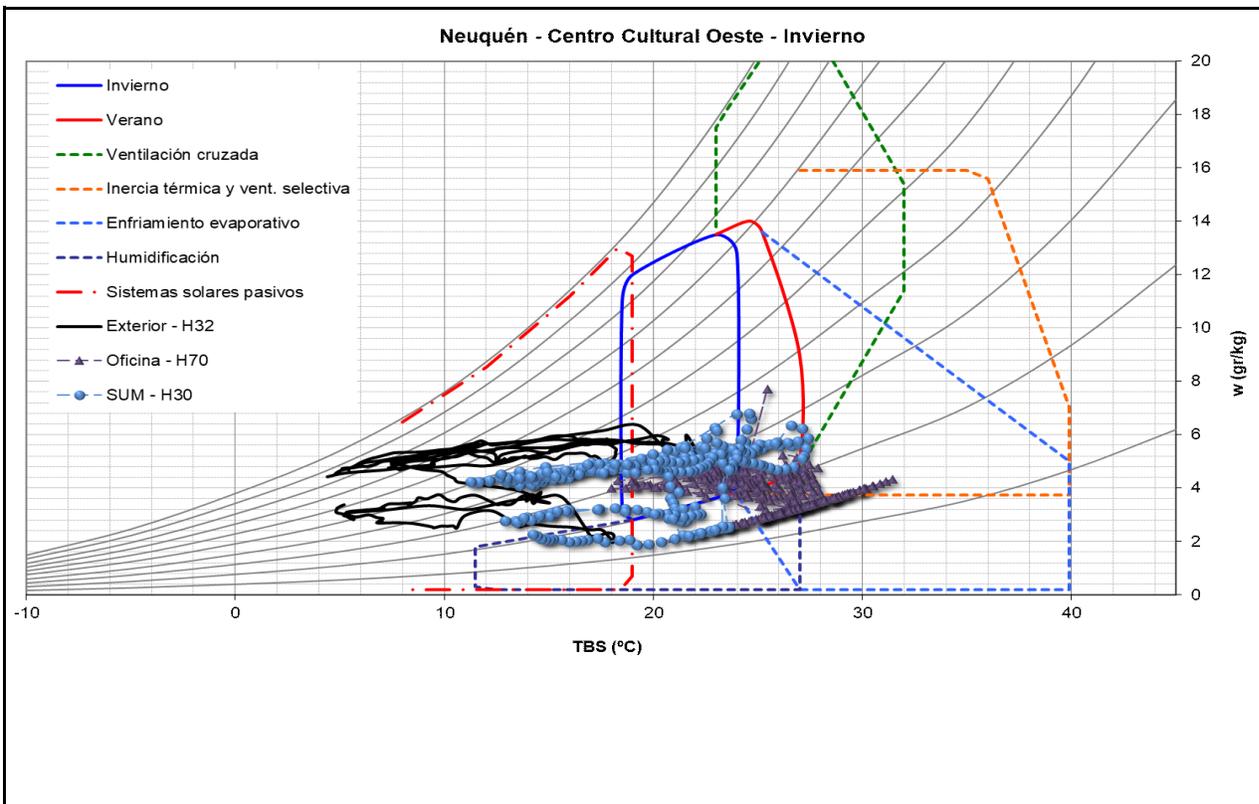
Hobo interior: H30



Lectura: 19/8/2022 13:00
 26/8/2022 09:00
 T [°C] Prom: 11,52
 HR [%] Prom: 56,38

Lectura: 19/8/2022 13:00
 26/8/2022 08:30
 T [°C] Prom: 19,57
 HR [%] Prom: 31,16

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO



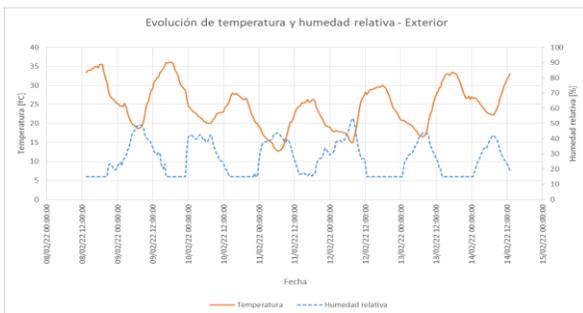
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Neuquén, Provincia de Neuquén
 EDIFICIO Centro Cultural Oeste

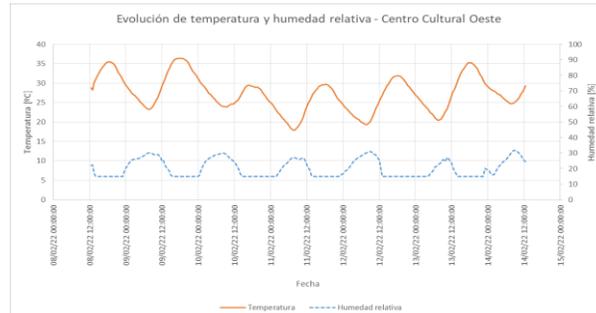
SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H15 - Colocado en Defensa Civil

Hobo interior: H22

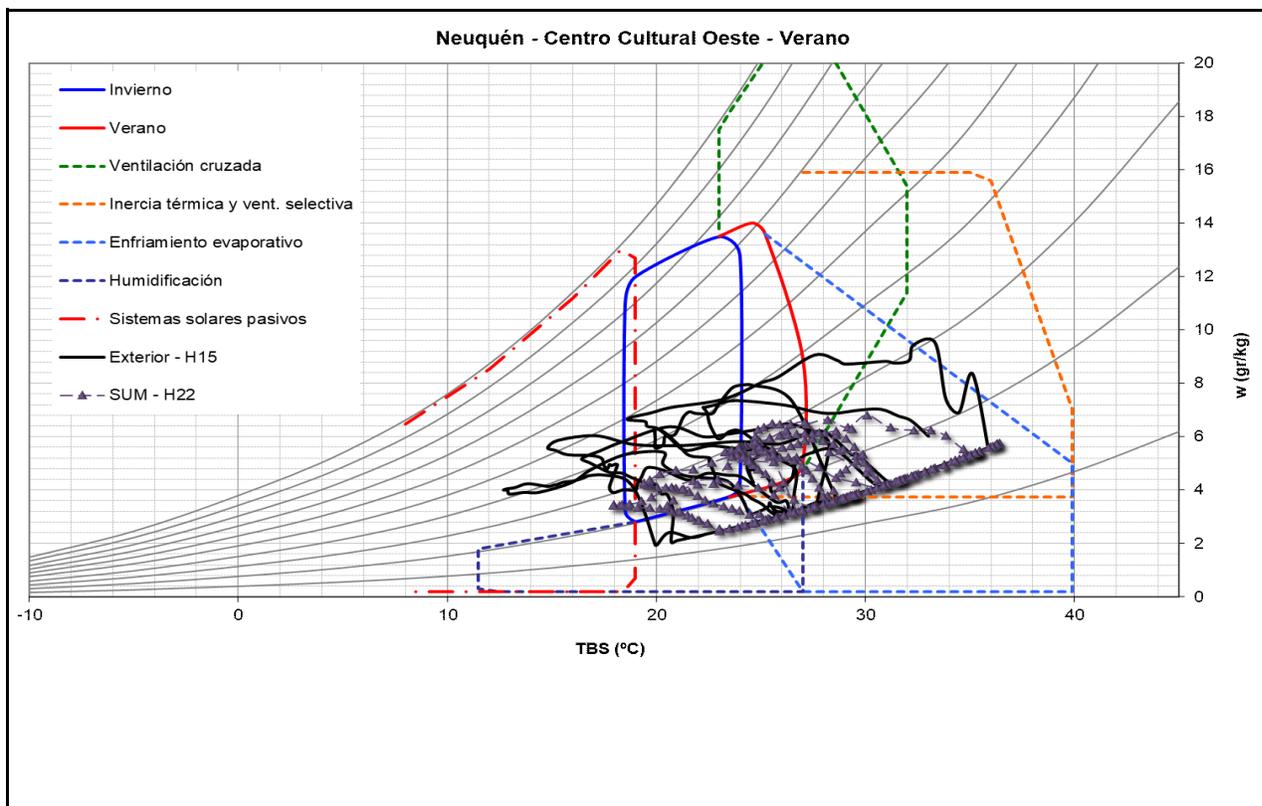


Lectura: 8/2/2022 13:30
 14/2/2022 13:00
 T [°C] Prom: 24,64
 HR [%] Prom: 26,88



Lectura: 8/2/2022 12:30
 14/2/2022 12:30
 T [°C] Prom: 27,38
 HR [%] Prom: 20,21

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO



REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro Cultural Oeste.

Localidad: Neuquén, Neuquén.

El edificio se encuentra localizado en calle Tronador 1434, entre El Chocón y Lácar (Lat -38.9702; Long -68.0341) en clima templado frío en Zona IVb (IRAM 11603). Se encuentra en la periferia sudeste de la ciudad de Neuquén y de esta se toman los datos climáticos. Su construcción es reciente. Está implantado exento en un lote pequeño a orillas de un canal y de la planta de tratamiento de líquidos cloacales. El frente principal da al oeste y tiene caras con ventanas en todas direcciones. Se compone de un SUM, sanitarios, un escritorio, cocina y un depósito. Tiene una superficie habitable de 117,70 m² y un volumen a climatizar de 345,09 m³ con una altura media de locales de 2,88m.



Figura: Implantación del Centro Cultural Oeste en el predio.

Según sectores está materializado con muros de ladrillos huecos revocados en ambas caras de 20 cm ($R= 0.54 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1,84 \text{ W/m}^2\text{K}$), el techo es de chapa color a dos aguas con cielorraso suspendido modular de placas tipo Andina ($R= 1.02 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de perfiles de aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3mm de espesor sin protección adicional ($R= 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son mixtos de cerámicas esmaltadas sobre contrapiso de hormigón pobre o baldosas calcáreas ($R= 0.83 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K= 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$).

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 que resulta ser la Ciudad de Neuquén (Neuquén). Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m^2). Los valores medios mensuales de humedad relativa

se tomaron de: <http://arquinstal.com.ar/atlas.html> que muestra información del Servicio Meteorológico Nacional.

Municipio	Neuquén, Provincia de Neuquén													
Edificio	Centro Cultural Oeste													
Localidad más cercana en la base de datos:														
Neuquen - Prov. Neuquen														
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	23,9	0	3,9	36	128	179	196	147	88	148	194	174	343
Febrero	28	23,5	0	3,5	41	157	182	176	119	68	124	183	187	300
Marzo	31	20,3	0	0,3	50	182	174	139	80	49	83	144	177	227
Abril	30	16,2	3,8	0	59	205	173	112	51	37	52	109	168	170
Mayo	31	10,1	9,9	0	64	187	141	75	32	29	33	79	147	112
Junio	30	7,9	12,1	0	67	134	98	48	21	20	22	54	106	73
Julio	31	8,5	11,5	0	69	165	126	64	26	24	27	65	126	93
Agosto	31	8,8	11,2	0	56	184	141	82	37	30	40	92	153	129
Septiembre	30	12,4	7,6	0	49	210	185	133	69	45	71	137	189	211
Octubre	31	16,4	3,6	0	46	175	179	155	97	57	107	172	193	267
Noviembre	30	22,1	0	2,1	40	149	189	198	143	82	149	209	199	353
Diciembre	31	23,5	0	3,5	36	127	178	202	156	101	176	226	192	380
Anual	365	16,1	59,7	13,3	51	2003	1945	1580	978	630	1032	1664	2011	2658

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

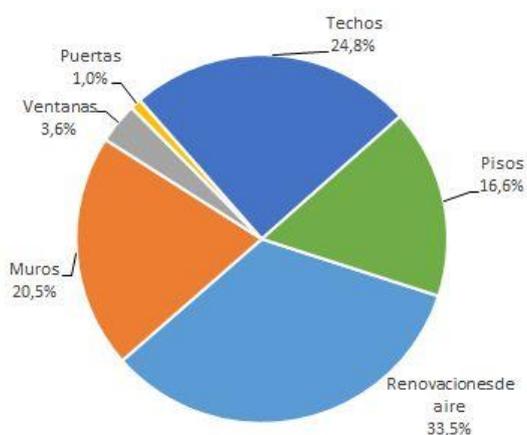


Figura 1: Pérdidas térmicas discriminadas situación original

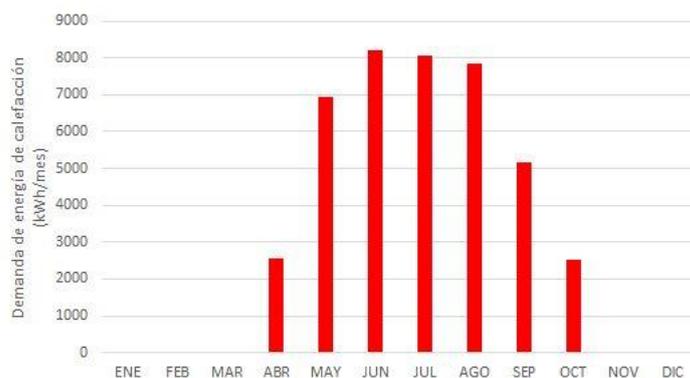


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C, situación original

Aspectos dimensionales		
Superficie habitable	339,50	m ²
Volumen habitable	1351,55	m ³
Indice Compacidad Co	0,38	adim
Factor de forma f	0,66	adim
Factor de exposición Fe	1,00	adim
Altura media de locales	3,98	m
Superficie envolvente	892,50	m ²
Superficie expuesta	892,50	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 2,09 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 8,31 W/m²K que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **41243,20 kWh/año** y 121,48 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 (24,8%), muros (20,5%) y vidriados (4,62%, ventanas), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros livianos con 100mm de lana de vidrio con foil de aluminio. ($K_{m1} = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- En techos de chapa agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio sobre el cielorraso. ($K_{t2} = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- 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. ($K_{v1} = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Es posible agregar un piso flotante sobre 25mm de panel de fibra de vidrio. ($K_p = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$)

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 50,87 %. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.03 W/m³K, que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **20261,51 kWh/año** y 50,87 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

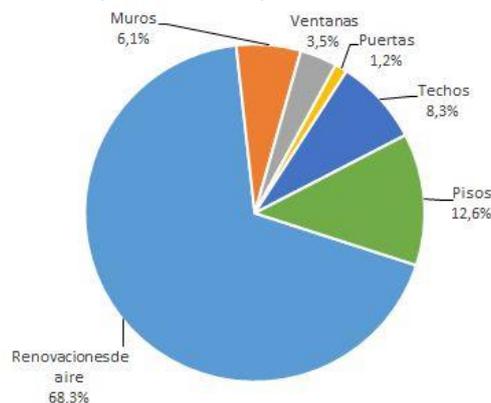


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada



Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

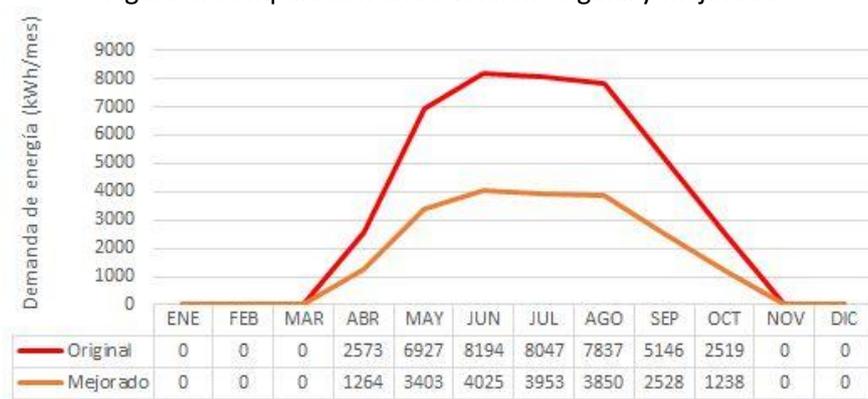


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

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 50,87%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 24,9%, los techos con el 13,3%, los muros con un 11,0%, y las ventanas con un 1,9%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la *protección solar*.

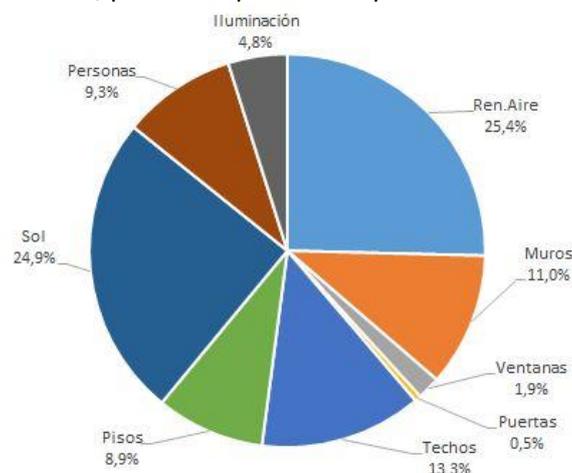


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original verano.

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 **16872,51 kWh/año** y 49,70 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

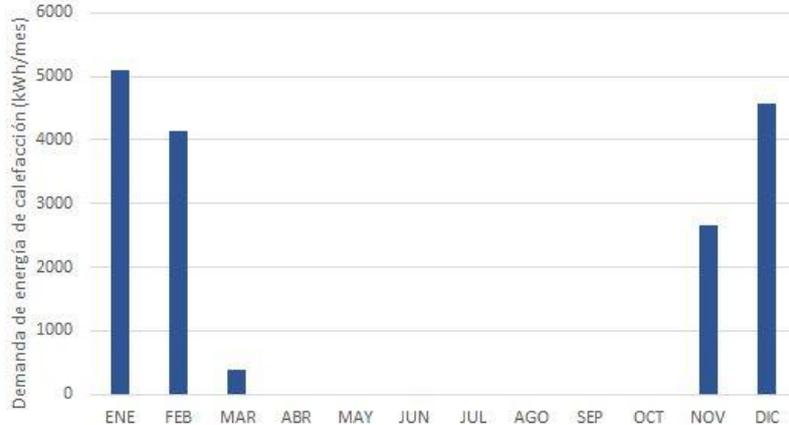


Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración actual.

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 **40,41%** 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.

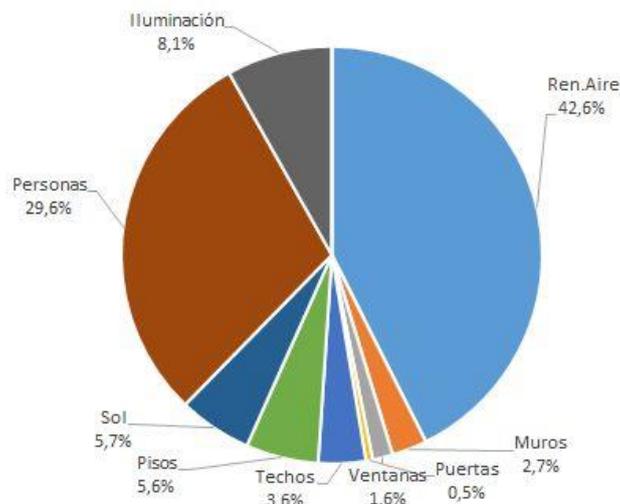


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **10054,31 kWh/año** y 49,70 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

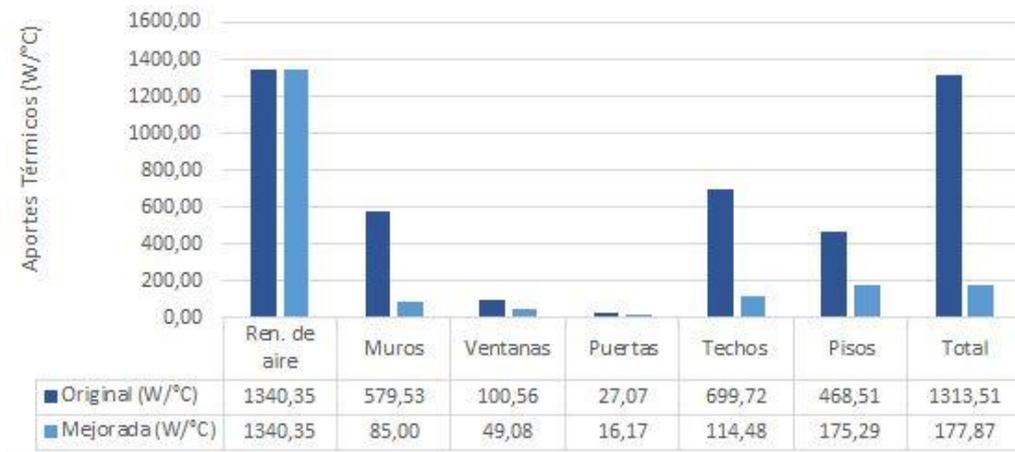


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

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.

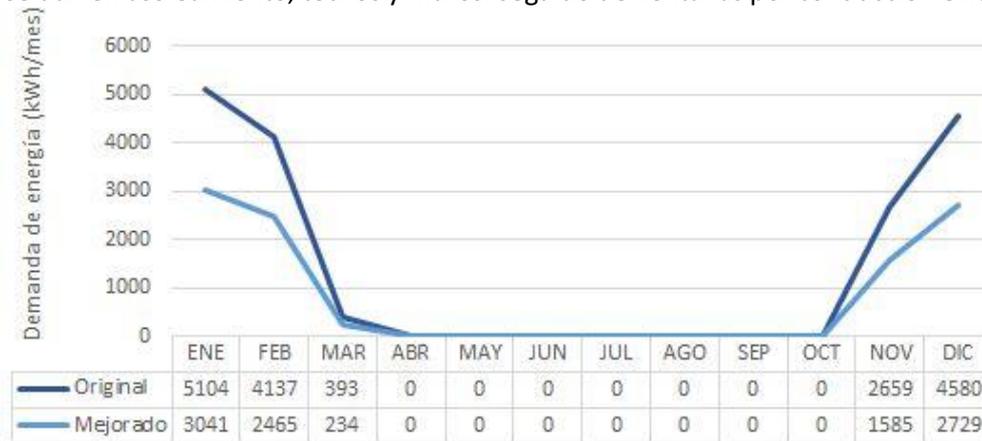


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

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 47,84% 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 171,18 kWh/m²año a 89,30 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.

Demanda de energía Comparación anual	Calefacción		Refrigeración	
	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)	Original (kWh/mes)	Mejorado (kWh/mes)
ENE	0,00	0,00	5103,54	3041,20
FEB	0,00	0,00	4136,87	2465,16
MAR	0,00	0,00	392,58	233,94
ABR	2573,19	1264,13	0,00	0,00
MAY	6927,29	3403,16	0,00	0,00
JUN	8193,56	4025,25	0,00	0,00
JUL	8046,85	3953,17	0,00	0,00
AGO	7836,93	3850,04	0,00	0,00
SEP	5146,37	2528,25	0,00	0,00
OCT	2519,01	1237,51	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	2659,41	1584,74
DIC	0,00	0,00	4580,10	2729,28
Total	41243,20	20261,51	16872,51	10054,31
Reducción de demanda (%)		50,87		40,41

al climatización anual original	58115,70 (kWh/año)	171,18 (kWh/m ² año)
Total climatización anual mejorado	30315,82 (kWh/año)	89,30 (kWh/m ² año)
Reducción de demanda total (%)		47,84

DECal	DECal+	DERef	DERef+
121,48	59,68	49,70	29,62
kWh/m ² año	kWh/m ² año	kWh/m ² año	kWh/m ² año
Reducc (%)	50,87		40,41

Tabla 3: Síntesis de resultados de diagnóstico energético.



Figura 11: Comparación anual caso: Centro Cultural Oeste, Neuquén. Neuquén.

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