



arquitectura
sustentable

+ eficiencia - energía

Etapa Final

ESTUDIO DE
EFICIENCIA
ENERGETICA
Y CONFORT
AMBIENTAL

2017

ESCUELA ESPECIAL ÑIELOL

Temuco

Ubicación: Temuco, IX región de La Araucanía

Mandante: Arquitectónica Ltda

Asesoría: +E Arquitectura Sustentable Ltda.

**VISADO PARA
CONSTRUCCIÓN**
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
MUNICIPALIDAD DE TEMUCO

01 JUN 2021

Arquitectónica Ltda.
Junio 2017

Realizado por	Elaborado	Revisado por
+E Arquitectura Sustentable Ltda.	Tatiana Vidal Constanza Mena	Tatiana Vidal O.

INDICE

Introducción:	5
Resumen Ejecutivo	6
1 Asesoría en el desarrollo conceptual del anteproyecto	7
1.1 Clima y Arquitectura:	7
1.1.1 Temperatura	8
1.1.2 Humedad Relativa (HR)	9
1.1.3 Radiación Solar	10
1.1.4 Asoleamiento	11
1.1.5 Vientos Predominantes	12
1.1.6 Nubosidad	13
1.1.7 Precipitaciones	13
1.1.8 Zonificación climática	14
1.1.9 Climograma / Carta psicrométrica	15
1.1.10 Estrategias de Calentamiento Pasivo	18
1.1.11 Estrategias de Enfriamiento Pasivo	18
1.1.12 Conclusiones análisis climático	19
1.2 Variables y condiciones de uso del proyecto:	20
1.2.1 Fundamentos de las variables y condiciones	20
1.2.2 Valores Límites	20
1.2.3 Clasificación de Recintos	21
1.3 Análisis de estrategias pasivas y activas requeridas	22
1.3.1 Orientación	22
1.3.2 Estudio Sombras:	25
1.4 Análisis de estrategias pasivas y activas requeridas	26
1.4.1 Estrategias para Calentamiento Pasivo	26
1.4.2 Estrategias para Enfriamiento Pasivo	26
1.4.3 Estrategias de Iluminación Natural	26
1.4.4 Estrategias Pasivas	27
2 Evaluación de estrategias de diseño arquitectónico pasivo	29
2.1 Simulación Energética	29
• Definición de Metodología	29
2.1.1 Caso Base Escuela / Caso de Referencia CES	29
2.1.2 Zonas térmicas	31
2.1.3 Balance Térmico	33
2.1.4 Horas de Disconfort Anual	34
2.1.5 Distribución Demanda de Energía Anual	35
2.1.6 Demanda Anual de Calefacción	36
2.1.7 Conclusiones	36

2.2	Evaluación de Estrategias de Envolvente Térmica Eficiente	37
2.2.1	Mejoramiento de la transmitancia térmica de la envolvente	37
2.3	Evaluación de Estrategias de Iluminación Natural	41
2.3.1	Simulación de Iluminación Natural	41
3	<i>Evaluación de estrategias activas eficientes</i>	46
3.1	Eficiencia en Sistemas de Climatización	46
3.2	Eficiencia en Iluminación Artificial	48
3.3	Eficiencia en Sistemas de ACS.....	51
3.3.1	Criterios de eficiencia y ahorro de agua en instalaciones sanitarias.....	51
3.3.1	Caudales máximos.....	51
3.4	Eficiencia en sistema acústico	53
•	Aislación acústica mínima de fachadas exteriores (obligatorio)	53
4	<i>Evaluación Resultados generales</i>	54
4.1	Simulación térmica casos	55
4.1.1	Horas de Discomfort Anual	55
4.1.2	Demanda Anual de Calefacción	55
4.2	Caso base versus caso mejorado (caso 3).....	56
4.2.1	Distribución demanda de energía	56
4.2.2	Demanda Mensual de Energía	56
4.2.3	Demanda Mensual de Calefacción	57
4.2.4	Conclusiones	57
4.2.5	Distribución Consumo energético.....	58
4.3	Caso propuesto: caso 3	60
4.3.1	Balance Térmico	60
4.3.2	Horas de Discomfort Anual	60
4.3.3	Distribución Demanda de Energía Anual	61
4.4	Evaluación técnica-económica de medidas de eficiencia energética	62
4.4.1	Matriz energética	62
4.4.2	Costos operativos.....	63
4.5	Definición Caso Propuesto	66
4.5.1	Conclusión:.....	67
5	<i>Coordinación de sistemas y equipos en el proyecto</i>	69
6	<i>Requerimientos CES</i>	71
7	<i>Anexos:</i>	75

INTRODUCCIÓN:

El presente estudio de eficiencia energética, responde al encargo de desarrollar una consultoría para analizar y modelar las distintas estrategias para evaluar el mejor comportamiento energético de la Escuela especial Ñielol, IX región de La Araucanía.



Ilustración 1: imagen ubicación proyecto



Tatiana Vidal Oyarzún
Arquitecta U. de Chile
MA. Arquitectura y Construcción Sustentable
Evaluadora Energética del Minsu CEV
Certificadora Edificio Sustentable CES

RESUMEN EJECUTIVO

Se propone incorporar al proyecto estrategias pasivas y evaluar la incorporación de estrategias activas. Se analizarán las condiciones climáticas del lugar, extrayendo así las estrategias posibles a incorporar y mejorar en el edificio. En cuanto a sistemas pasivos, se evaluarán distintos tipos de envolvente, para ir mejorando la transmitancia térmica y desempeño del edificio.

Se revisan los recintos tipos para analizar el acceso y distribución de la iluminación natural, para definir sistemas de control solar, cuando sea necesario, y privilegiar recintos con mayores requerimientos de iluminación.

Para lograr el mayor confort y ahorro energético, se simularán las distintas estrategias y se definirán el modelo más favorable para incorporar.

En esta etapa, se elabora una memoria con los primeros requerimientos a abordar y analizar en el anteproyecto., y se agrega una pre-evaluación de requerimientos CES a optar.

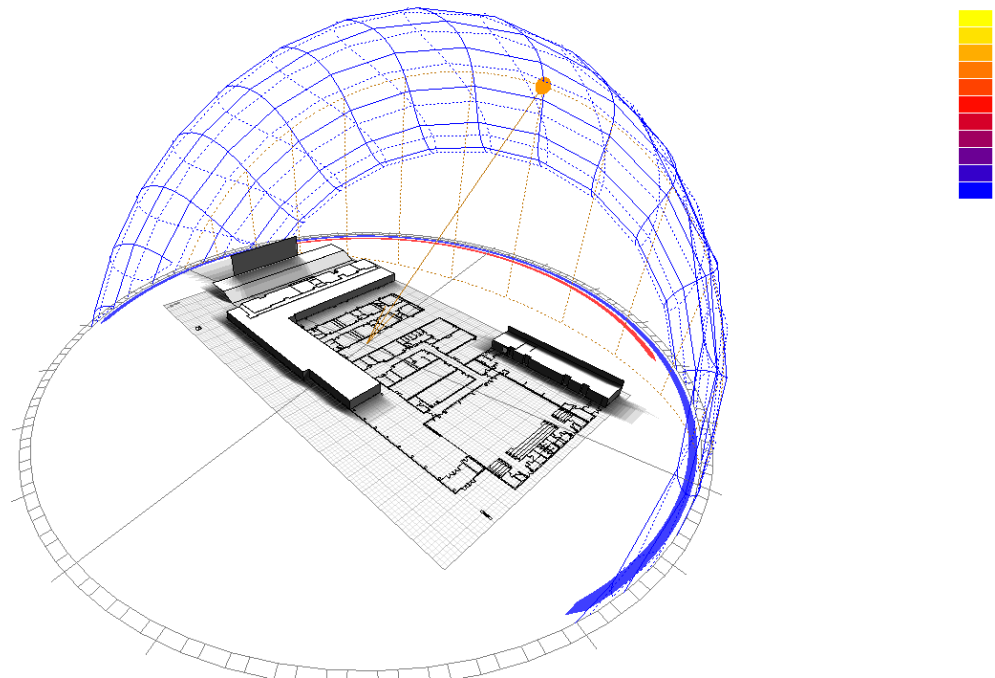


Ilustración 2: imagen asoleamiento anual - Ecotect

1 ASESORÍA EN EL DESARROLLO CONCEPTUAL DEL ANTEPROYECTO

1.1 CLIMA Y ARQUITECTURA:

a) Análisis climático:

Sur interior: continuación de zona CI (central interior) desde el Bío-Bío incluido hasta la ensenada de Reloncaví. Hacia el Este, hasta la cordillera de Los Andes por debajo de los 600 m aproximadamente.

Zona lluviosa y fría con heladas frecuentes. Veranos cortos de 4 a 5 meses con insolación moderada. Ambiente y suelos húmedos. Vientos Sur y Sur-Oeste. (Nch1079-77)

Tabla 1: Caracterización del clima de acuerdo a NCh 1079							
Ciudad				Zona Climática		7 Sur Interior	
Latitud	-38.73 S	Longitud	-72.59 O	Altura	234 msnm		
Variable				Mes del año		Apreciación cualitativa de parámetros indicados	
Temperatura		Media		Enero		16.3°C	Media
				Julio		7.3°C	Baja
		Oscilación diaria		Enero		20°C	Alta
				Julio		16°C	Media-alta
Insolación				Enero		520 cal/cm2/día	Normal
				Julio		130 cal/cm2/día	Muy baja
Humedad relativa				Enero		(60%-35%) 60%	Alta
				Julio		(92%-77%) 86%	Muy Alta
Nubosidad				Enero		3.2	Baja
				Julio		7.4	Alta
Precipitaciones							
				Anual		1208 (promedio)	Muy Alta

El análisis climático de Temuco, según la NCh1079, caracteriza el lugar en sus indicadores, resaltando los valores de temperatura baja, muy baja radiación y muy alta humedad en invierno. Esto nos indica, un mayor requerimiento energético para calentamiento de los recintos.

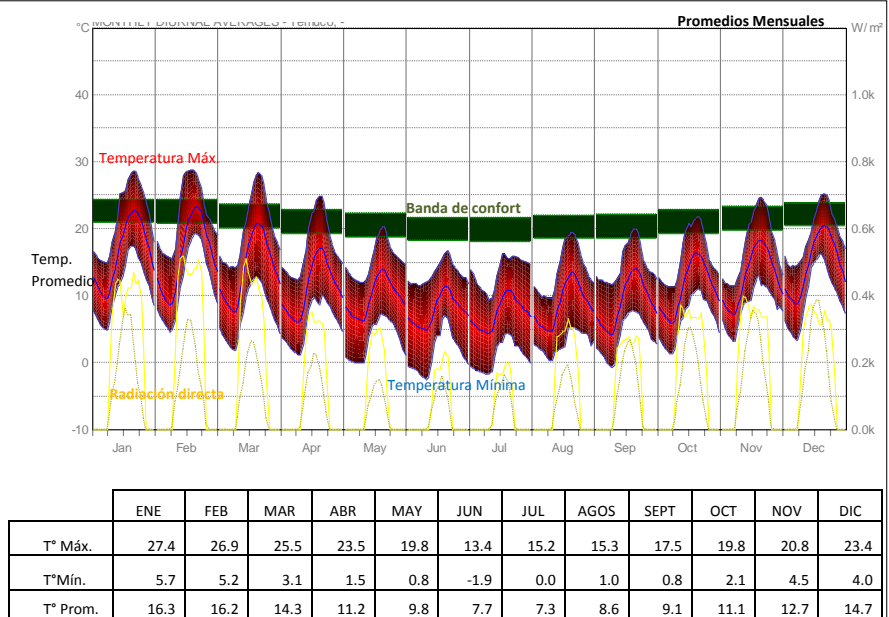
1.1.1 Temperatura

Se refiere a la radiación solar que es acumulada por el suelo y luego entregada al aire como radiación infrarroja.

Temperatura promedio 12°C

Temperatura máxima 27.4°C

Temperatura mínima -1.9°C



Una apreciación cualitativa de la temperatura y la oscilación térmica, de acuerdo a la NCh1079 es: para la temperatura media anual de 12 [°C], y para la oscilación térmica de 20 [°C] en verano y de 16 [°C] en invierno, se tiene que:

$$12^{\circ}\text{C} \leq \text{temperatura media anual } (t) < 17^{\circ}\text{C} \Rightarrow t \text{ mediana, templado}$$

$$\text{oscilación diaria verano } (OD) > 19^{\circ}\text{C} \Rightarrow OD \text{ alta}$$

$$14^{\circ}\text{C} > \text{oscilación diaria invierno } (OD) > 9^{\circ}\text{C} \Rightarrow OD \text{ media}$$

La temperatura media es **mediana**, lo que determina una sensación térmica para el lugar como **templado a frío**. Y La oscilación diaria en verano es **alta** y en invierno es **media-alta**.

Análisis: presencia de temperaturas bajas todo el año, alejadas de la banda de confort, y con una amplia amplitud térmica.

Estrategias: lograr inercia térmica para retardar las diferencias de temperaturas. Envoltente térmica.

1.1.2 Humedad Relativa (HR)

Se refiere a la cantidad de vapor de agua que contiene el aire.

Datos:

Meses de verano

9 am: 70%

3 pm: 50%

Meses de invierno

9 am: 89%

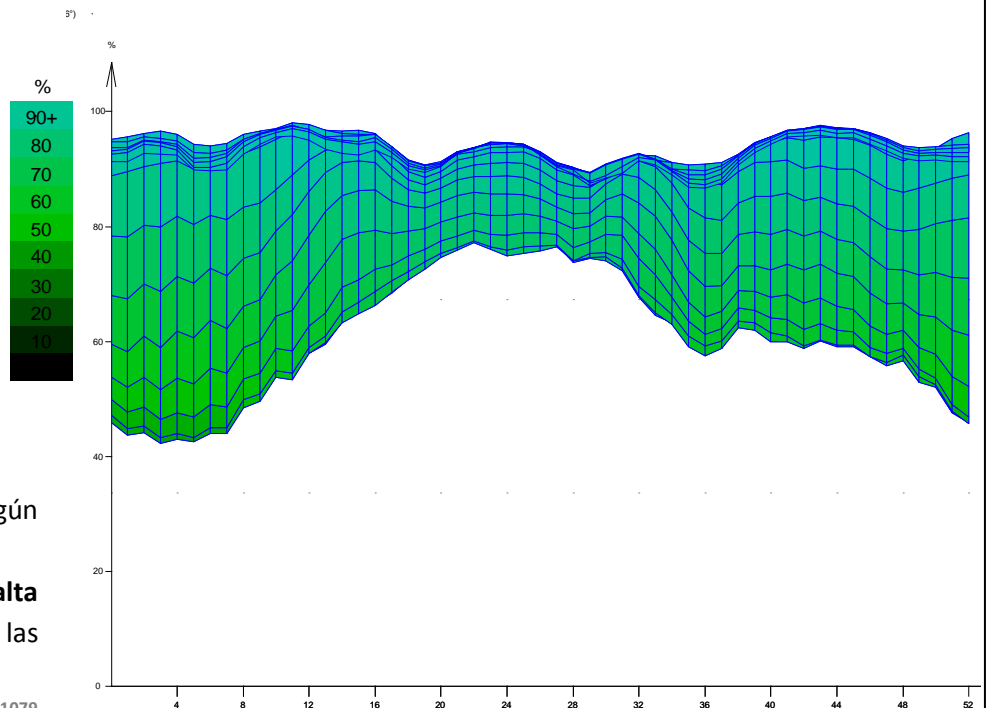
3 am: 67%

Muy Alta	HR > 80%
Alta	80% > HR > 65%

Apreciación cualitativa según Nch1079:

La HR de Temuco es **muy alta** en las mañanas y **alta** en las tardes.

Fuente: NCh1079



Análisis: presencia de alta humedad relativa todo el año, antes de las 8 de la mañana, llegando a valores sobre el 90%. Entre las 8 h y las 20 h, se reduce bastante el porcentaje de humedad, a valores desde el 45% y 77% aprox., excepto los meses de invierno, donde la humedad con valores altos permanece casi todo el día. *Esto aumenta la sensación de frío en el ambiente, favoreciendo la condensación.*

Estrategias: privilegiar la eficiencia de la envolvente térmica, para evitar las pérdidas.

1.1.3 Radiación Solar

La radiación solar depende de la inclinación con que llegan los rayos del sol a la superficie de la tierra y del ángulo en que se encuentra con respecto al norte.

Datos:

Insolación Verano:

223.02 kwh/m²

Insolación Invierno:

160.36 kwh/m²

Insolación anual:

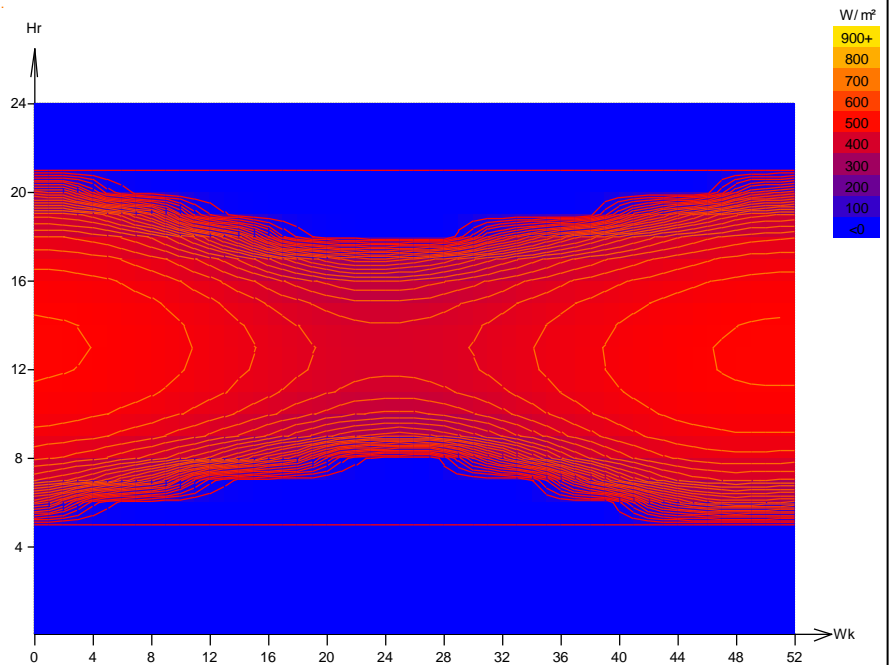
792.80 kwh/m²

Baja 250 > R > 150

Fuente: NCh1079

Apreciación cualitativa según
Nch1079:

La R de Temuco es baja en promedio todo el año.



Análisis: La mayor radiación solar directa bordea los 500 [W/m²] y se muestra de forma más intensa en los últimos meses del año en un rango horario comprendido entre las 10° y 16° [hrs]. El promedio anual de radiación es alrededor de 200 kwh/m².

Estrategias: Se debe aprovechar al máximo la escasa radiación para el invierno, jerarquizando los recintos hacia el norte.

1.1.4 Asoleamiento

Se refiere a la trayectoria solar que recibe el sitio donde se proyecta el edificio, y los espacios interiores del edificio ya construido.

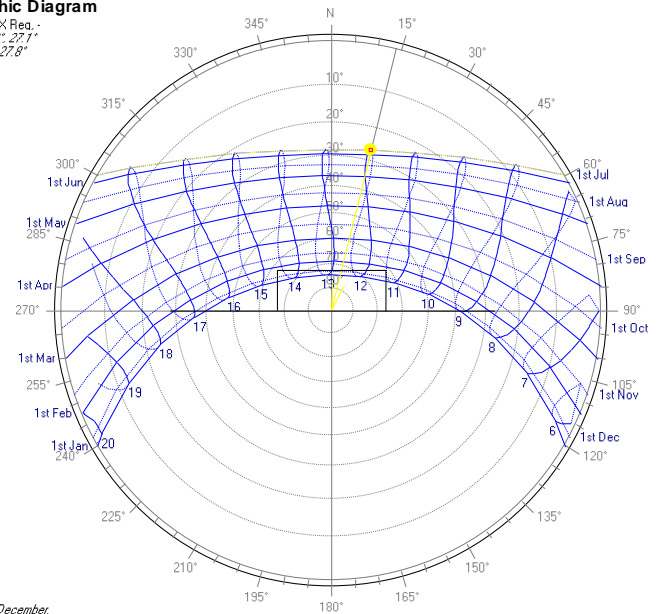
Lo anterior concuerda con lo descrito en la NCh1079, desde donde se pueden extraer los siguientes datos de soleamiento en horas sol día:

soleamiento 21 diciembre = 14 [horas sol día]

soleamiento 21 de junio = 9,5 [horas sol día]

Stereographic Diagram

Location: Lautaro IX Reg. -
Sun Position: 13.9° 27.1°
HSA: 13.9° VSA: 27.8°
© Weather Tool



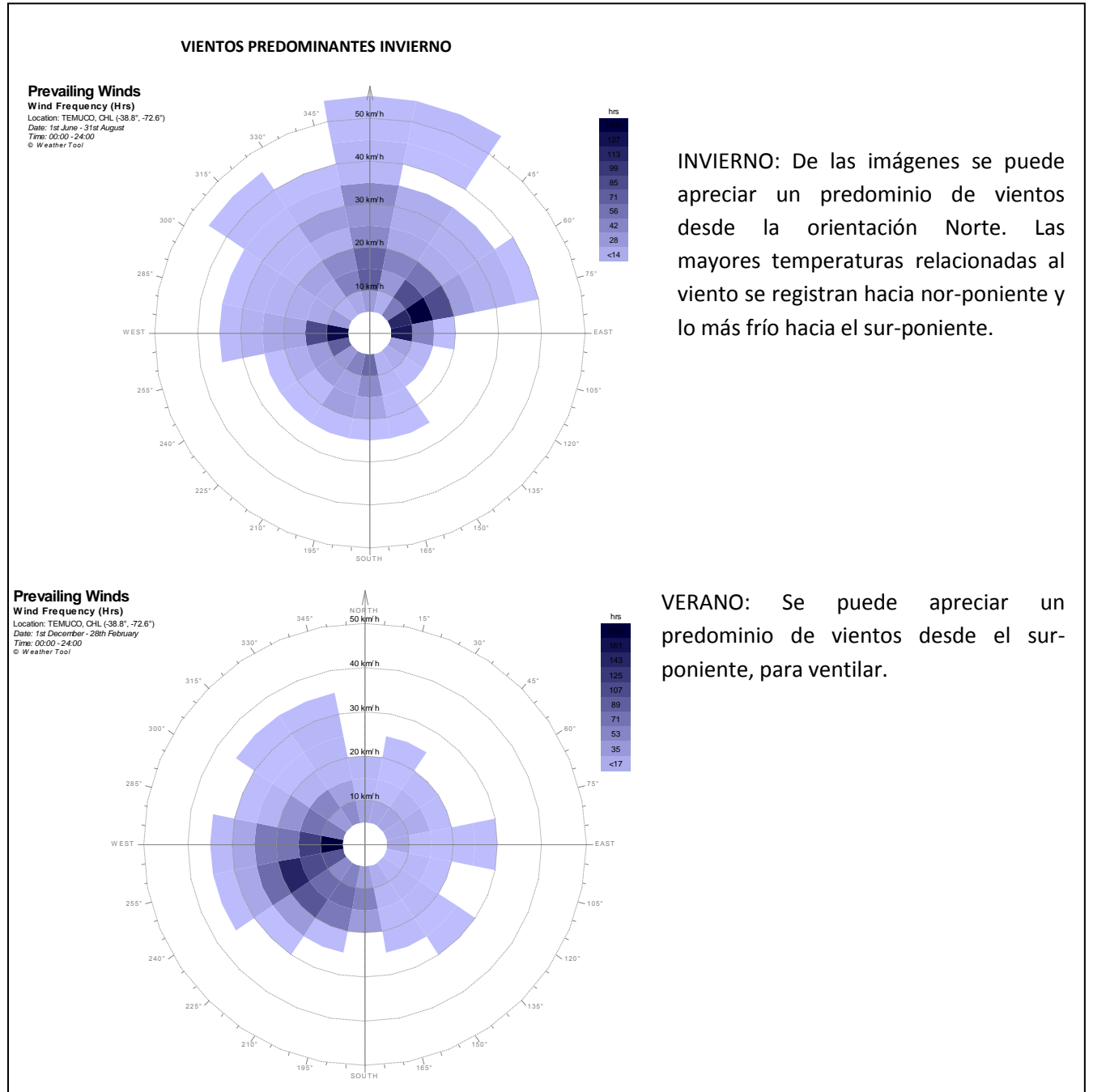
Análisis: En ella es posible apreciar la trayectoria solar que recibe el lugar, donde en la temporada de verano el azimut va desde los 120° a los -120°, y el sol aparece un poco antes de las 06° hrs. de la mañana para esconderse al atardecer tipo 20° hrs.

En invierno el azimut va desde los 60° a los -60°, y el sol aparece pasado las 08° hrs. de la mañana para esconderse al atardecer entre 17° y 18° hrs.

Estrategias: privilegiar los recintos que puedan recibir asoleamiento en invierno.

1.1.5 Vientos Predominantes

Los vientos son movimientos de aire debido a diferencias de presión en la atmósfera.



Estrategias: Proteger el lado norte del proyecto, de aperturas e infiltraciones, por el predominio de vientos norte en invierno. Ya en temporada de calor, diciembre y marzo, prever aperturas hacia el sur-poniente para refrescar y ventilar.

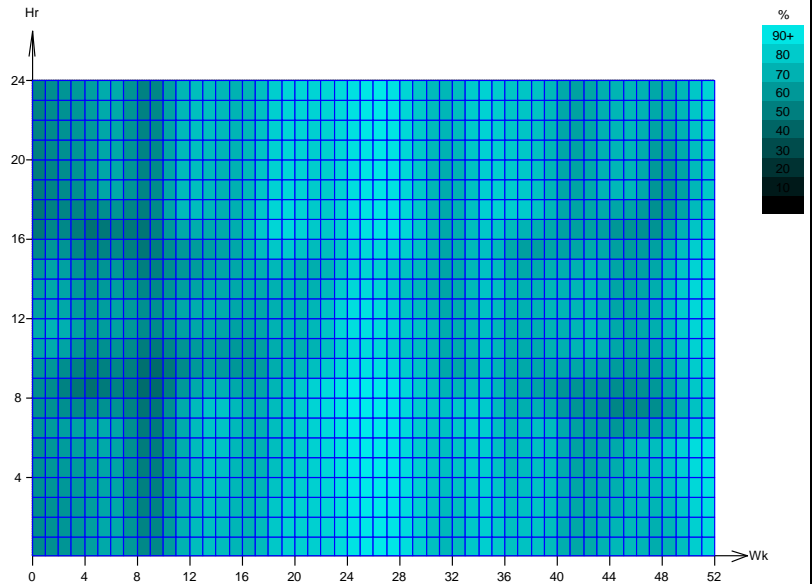
1.1.6 Nubosidad

Es la cantidad de días cubiertos y la extensión de cielo cubierto por nubes. Cantidad de iluminación natural disponible.

De acuerdo a la NCh1079, se tiene que:

nubosidad enero = 4 [décimas]
⇒ *nubosidad baja*

nubosidad junio = 8,5 [décimas]
⇒ *nubosidad muy alta*



Análisis: De lo anterior se puede inferir que durante la temporada de verano el 40% del cielo de Temuco se encuentra cubierto por nubes, por su parte durante la temporada de invierno es el 85% del cielo que se encuentra cubierto.

Estrategias: privilegiar el acceso de iluminación natural a los recintos más adecuados según su uso.

1.1.7 Precipitaciones

Agua que cae sobre la tierra en cualquiera de sus formas, lluvia, nieve, aguanieve, granizos.

De acuerdo a la NCh1079, la clasificación de las precipitaciones en la comuna es **muy alta** debido al registro de más de 1200 [mm] de agua caída anual.



1.1.8 Zonificación climática

Se revisan los valores límites que nos entrega la zonificación climática, según TDRe MOP, para esta zona, e incorporar así los mejoramientos posibles en la envolvente del edificio.

La zonificación climática definida en la NCh1079 Of.2008 se basa en las características del clima: temperatura, humedad, continentalidad, etc.

De acuerdo a la zonificación climática dada por la NCh 1079 Of.2008, y al emplazamiento geográfico del proyecto, este último pertenece a la zona **7 SI**.

Algunas características generales extraídas de la norma:

Zona	Localización	Características generales
7 SI	Sur interior: continuación de zona CI (central interior) desde el Bío-Bío incluido hasta la ensenada de Reloncaví. Hacia el Este, hasta la cordillera de Los Andes por debajo de los 600 m aproximadamente.	Zona lluviosa y fría con heladas frecuentes. Veranos cortos de 4 a 5 meses con insolación moderada. Ambiente y suelos húmedos. Vientos Sur y Sur-Oeste. (Nch1079-77)

Algunos valores límites para la envolvente de acuerdo a la zonificación climática se definen en las siguientes tablas, según lo establecido para la zona 7 SI:

ZONA	TECHUMBRE	MUROS	PISOS VENTILADOS
	U (W/M2K)	U (W/M2K)	U (W/M2K)
7SI	0.30	0.5	0.70

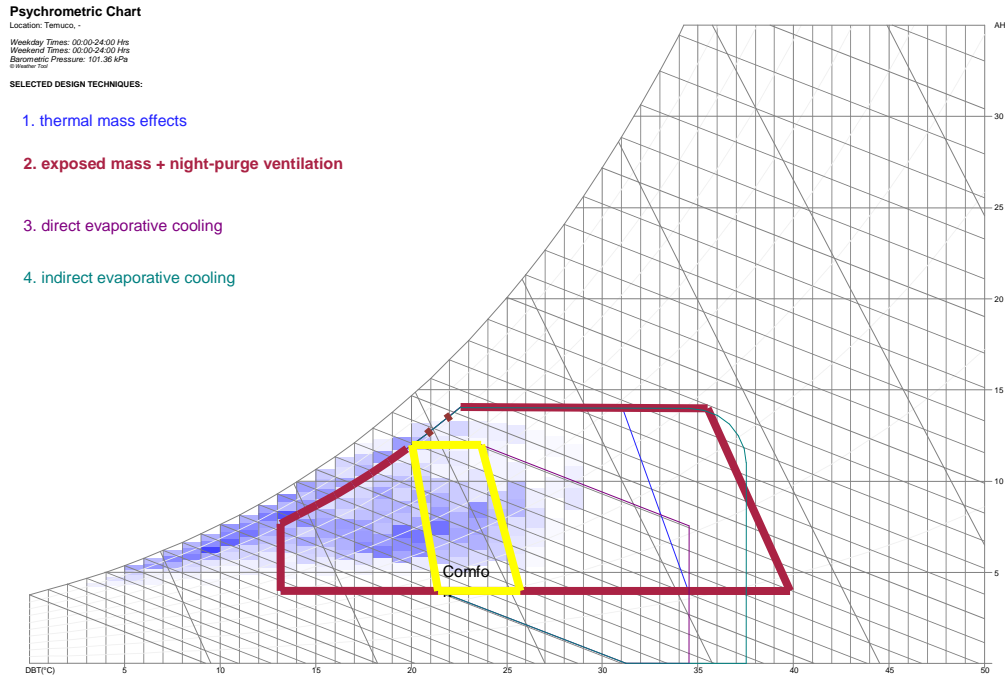
INFILTRACIONES - ENVOLVENTE			
Cambios de aire (1/h) a 4 Pa	CON Sistema mecánico de ventilación		SIN Sistema mecánico de ventilación
	0,6		1,0

PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	
Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja	7 a (reforzada), 10 a (especial)

1.1.9 Climograma / Carta psicrométrica

El clima, nos entrega datos y estrategias favorables a incorporar al proyecto, para mejorar su desempeño energético en forma pasiva. Este software climático, nos aclara cómo mejorar el rango de confort térmico a través de sus estrategias pasivas.

VERANO



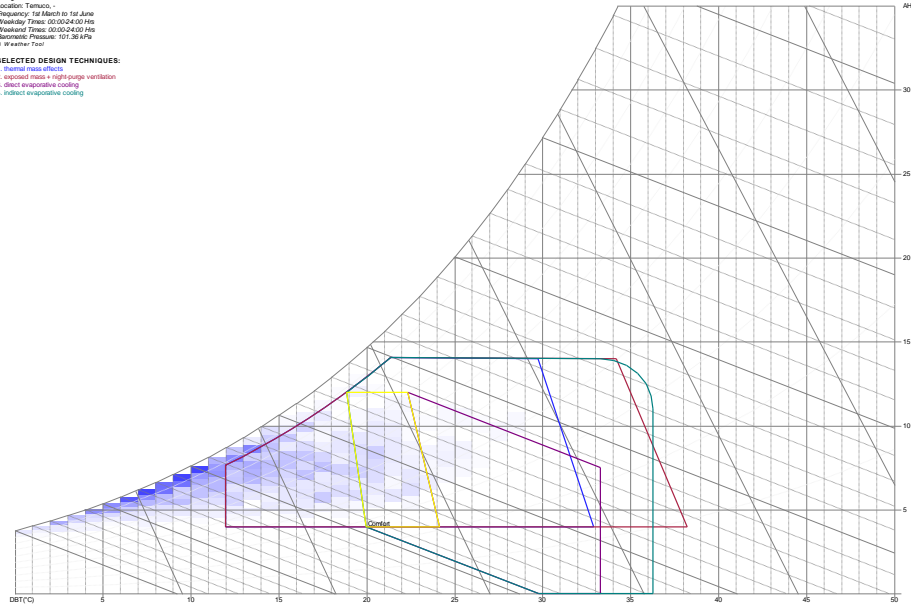
Verano: La estrategia más favorable, para el verano, es la utilización de **masa térmica junto a ventilación nocturna**, aumentando la banda de confort desde los 13°C a más de 35°C. Y además la incorporación de evaporación indirecta.

OTOÑO

Psychrometric Chart

Location: Temuco, -
Frequency: 1st March to 1st June
Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

SELECTED DESIGN TECHNIQUES:
1. thermal mass effects
2. exposed mass + night purge ventilation
3. direct evaporative cooling
4. indirect evaporative cooling

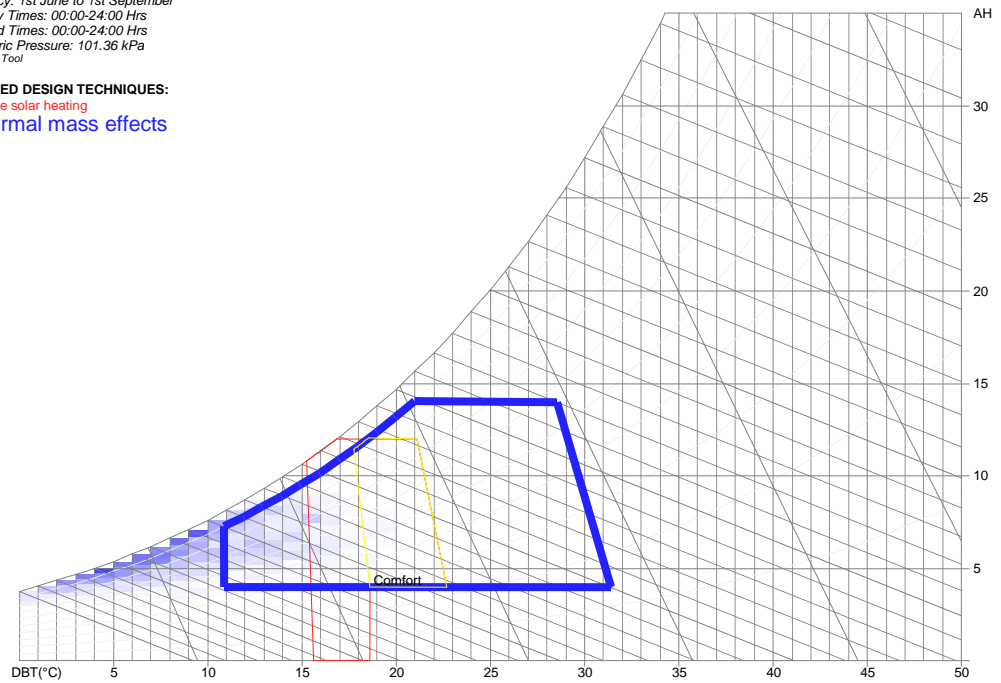


INVIERNO

Psychrometric Chart

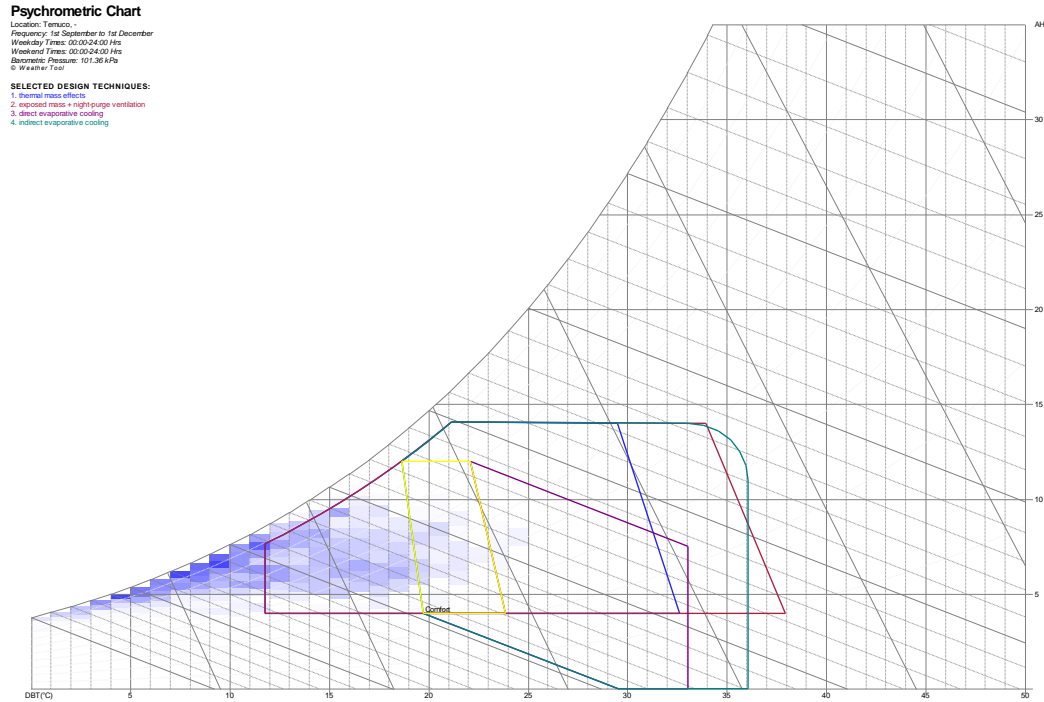
Location: Temuco, -
Frequency: 1st June to 1st September
Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

SELECTED DESIGN TECHNIQUES:
1. passive solar heating
2. thermal mass effects



Invierno: la estrategia más favorable, es **la masa térmica**, que logra aumentar el confort interior, desde los 11°C hasta los 30°C, aproximadamente. **Las ganancias internas** aportan en forma menor, pero logran aumentar la banda de confort, desde los 14°C.

PRIMAVERA



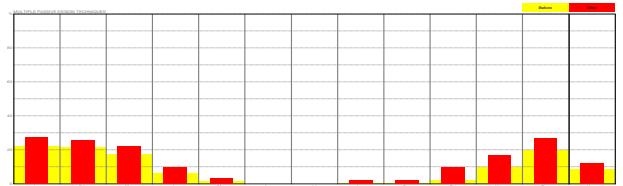
Conclusiones: La estrategia más favorable para todas las estaciones, es la masa térmica, que permite ampliar la banda de confort en forma pasiva, desde temperaturas bajas hasta las altas, almacenando calor y entregándolo al espacio más tarde. Las ganancias solares aportan también en invierno. Y en verano y primavera, la ventilación natural.

1.1.10 Estrategias de Calentamiento Pasivo

• FACHADAS VIDRIADAS:

Se trata de captar la radiación solar a través de fachadas vidriadas, de la orientación norte principalmente.

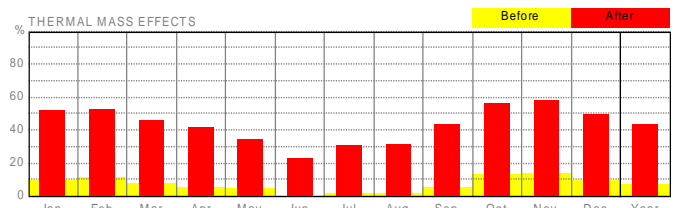
El gráfico muestra un bajo aporte de radiación solar en invierno, siendo favorable sólo en medias estaciones, para el aporte de calor.



• MASA TÉRMICA

La estrategia es absorber y almacenar calor, a través de la MASA. Usar materiales de alto calor específico, de alta densidad, y de baja conductividad térmica, como adobe, concreto, tierra, agua, piedra.

El gráfico, muestra que el efecto masa térmica mejora notablemente el comportamiento térmico del edificio durante todo el año, tanto para invierno como para verano.

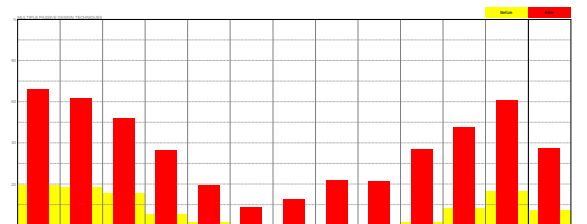


1.1.11 Estrategias de Enfriamiento Pasivo

Las estrategias de verano se orientan al enfriamiento pasivo de los espacios, a través de una adecuada protección solar que contemple las diferentes orientaciones de los recintos.

• MASA TÉRMICA + VENTILACIÓN NOCTURNA

Estrategia favorable para todo el año, principalmente en los meses de verano, y medias estaciones.



Conclusiones:

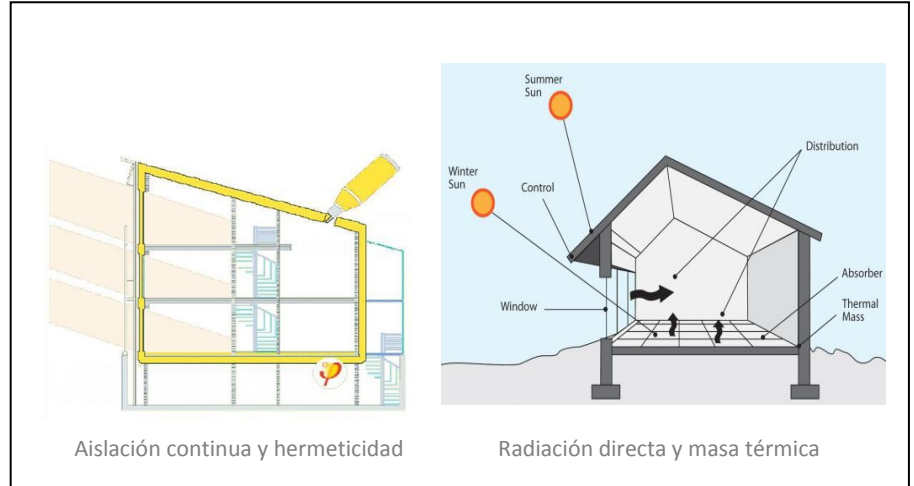
Los gráficos muestran como estrategia favorable para todo el año, la utilización de masa térmica. Para invierno y otoño, la mejor estrategia es la masa térmica (muros de hormigón). Para verano y primavera, lo más indicado es la incorporación **ventilación nocturna junto a la masa térmica**.

Para este tipo de clima, privilegiar a través de una buena ventilación natural y envolvente, que retarde la entrada de calor a los recintos principalmente.

1.1.12 Conclusiones análisis climático

Del análisis climático, se concluye que las estrategias bioclimáticas que debería considerar el diseño arquitectónico deben apuntar a:

- **MASA TÉRMICA:** para evitar el sobrecalentamiento en verano, y mantener la temperatura de confort en invierno. **Se propone incorporar muros y pisos que actúen como masa térmica;** ya que funcionan como una estrategia favorable para todo el año.
- **AISLACION:** al ser un clima de temperaturas bajas, se deberá Incorporar buena aislación térmica exterior continua en la envolvente del edificio, evitando puentes térmicos.
- **HERMETICIDAD:** proveer la continuidad de la aislación, logrando una buena hermeticidad de los recintos, incorporando tipos de ventanas con una buena permeabilidad del aire, del tipo proyectante u oscilobatientes.
- **VENTILACION:** incorporar ventilación cruzada, o ventilación con efecto stack a través de lucarnas, en espacios de circulación, o comunes.
- **CALENTAMIENTO:** Aprovechar las ganancias solares con acristalamientos al norte y elementos de inercia térmica al interior (piso, muros interiores). Vidrios que dejen pasar la radiación solar.



1.2 VARIABLES Y CONDICIONES DE USO DEL PROYECTO:

1.2.1 Fundamentos de las variables y condiciones

Fuentes y antecedentes revisados: Manual Evaluación y calificación CES v1. Y TDRé MOP.

Edificios Educativos				
Calefacción			Refrigeración	
Recinto	To (°C)	HR (%)	To (°C)	HR (%)
Salas de Clases	20	≤55	N/A	N/A
Laboratorios/Talleres	20	≤55	N/A	N/A
Laboratorios computación	20	≤55	25	≤55
Gimnasio	20	≤55	N/A	N/A
Dormitorio Internado	20	≤55	N/A	N/A
Oficinas	20	≤55	25	≤55

Fuente: TDRé MOP – Guía Técnica de Apoyo N° 7 “Confort Higrotérmico” Tabla 2.

1.2.2 Valores Límites

Tabla 16: Valores de referencia para tasas de ocupación y cargas internas.

Recintos	Régimen			Tasa de ocupación		Tasas de ventilación ³⁷		Ilumi- nancia	Cargas Internas			
	Horario de lunes a viernes		Vaca- ciones ³⁸	Pers/ 100m ²	m ² / pers	l/s persona	l/s m ²	[Lux]	[W/pers]	Personas [W/m ²]	Equipos [W/m ²]	Iluminación [W/m ²]
	Entrada	Salida										
General:												
Oficinas	8	18	A	10	10,0	2,5	0,3	400	82	8,20	15,3	12
Salones de reuniones	8	18	A	125	0,8	2,5	0,3	500	82	102,50	0	14
Estacionamientos	8	18	A	0	0	0	-	75	164	0	0	2
Bodegas, Archivos	8	18	A	2,5	40	0	0,6	150	98,4	2,46	0	Entre 3 y 10 ³⁹
Bibliotecas	8	18	A	25	4,0	3,8	0,3	400	131,2	32,80	1,4	13
Pasillos	8	18	A	0	0	0	0,3	50	-	0	0	5
Educación:												
Salones, auditorios	8	16	B	200	0,5	3,8	0,3	300	82	164,00	0	15
Salas cuna	8	16	B	40	2,5	5	0,9	150	82	32,80	0	15
Salas clase párvulos	8	16	B	91	1,1	5	0,6	150	82	74,55	0	15
Salas educación básica	8	16	B	91	1,1	5	0,6	200	82	74,55	0	15
Salas educación media	8	16	B	91	1,1	5	0,6	250	82	74,55	0	15
Salas educación especial	8	16	B	50	2 ⁴⁰	5	0,6	250	82	41,00	0	15
Camarines, gimnasios	8	16	B	25	4,0	-	1,5	200	287	71,75	0	15
Talleres, Laboratorios	8	16	B	66	1,5	5	0,9	200	131,2	87,47	73,3 Lab. comp.	15 y 20
Bibliotecas	8	16	B	50	2	3,8	0,3	400	82	41,00	2,8	13
Casino, uso múltiple	12	14	B	100	0,91	3,8	0,9	400	82	90,11	0	13
Cocina	8	16	B	6,6	15	n/a	n/a	300	147,6	9,84	49,5	13
Estar, comedor, estudio	16	22	B	55	1,8	3,8	0,9	150	82	45,56	0	10
Dormitorios, Hogares, internados	16	7	B	62	2,5	2,5	0,3	300	164	65,60	4,3	12

Fuente: Elaboración propia en base a la OGUC, MOP, MINSAL, MINEDUC, NCh4 y Ashrae

1.2.3 Clasificación de Recintos

El siguiente listado identifica los espacios considerados regularmente ocupados que deberán ser utilizados para la evaluación de los requerimientos CES.

Recintos docentes regularmente ocupados: Consiste en espacios habitables que son usados por ocupantes al menos 1 hora continua al día con actividades educacionales, tales como los que se señalan en la tabla. En el caso de establecimientos de educación básica y media ubicados en las zonas SI (Temuco), SE y An, y con cualquier opción de cálculo utilizada, se considerarán como regularmente ocupadas las circulaciones entre salas.

Ejemplos de recintos regularmente ocupados	Ejemplos de recintos docentes regularmente ocupados	Ejemplos de recintos no regularmente ocupados
Oficinas	Bibliotecas	Cuartos de baño
Cafeterías	Gimnasios	Salas de vestir
Salas de reuniones	Salas clase párvulos	Lavaderos
Salas de estar	Salas clase educación básica	Vestíbulos
Salas de espera y recepción	Salas clase educación media	Galerías
Salas de audiencia	Salas clase educación superior	Pasillos
Salas atención a público	Laboratorios y talleres	Escaleras
Salas especiales de juzgados	Salas multimedia	Bodegas
Cocinas	Comedores	Estacionamientos
Enfermerías		
Box de atención		
Comedores		
Habitaciones (internados, hospitales, otros)		



RECINTOS REGULARMENTE OCUPADOS
RECINTOS NO REGULARMENTE OCUPADOS

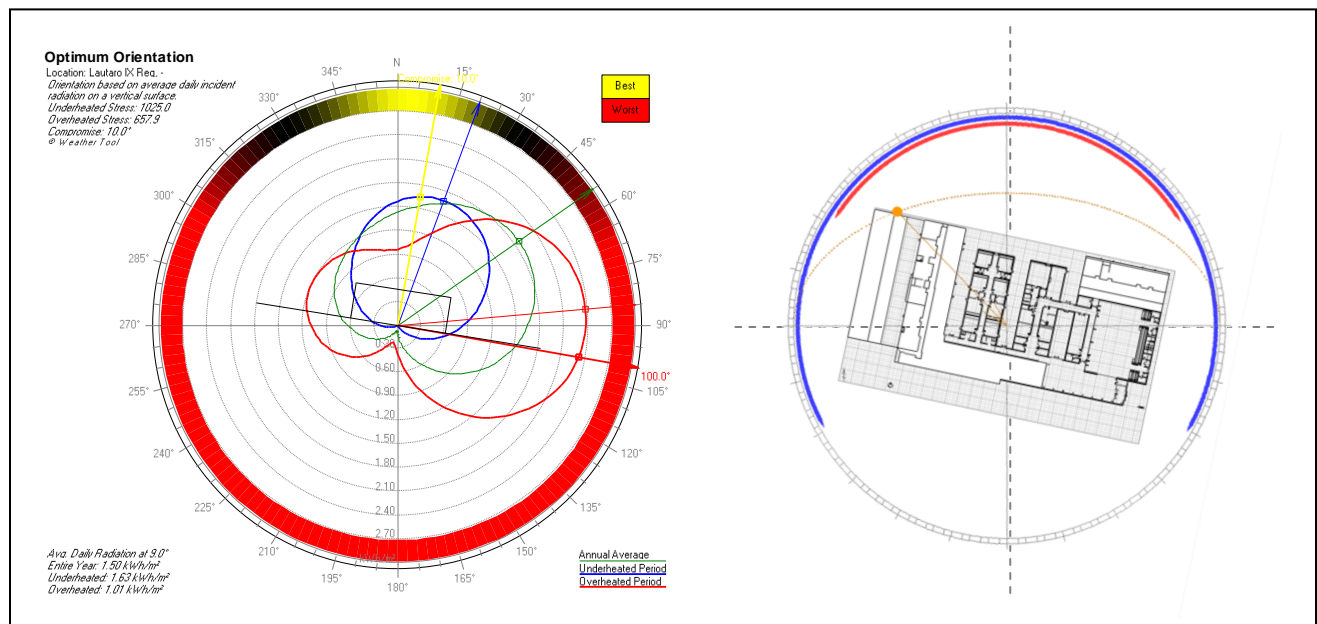
1.3 ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PASIVAS Y ACTIVAS REQUERIDAS

1.3.1 Orientación

La orientación de los edificios determina en gran parte la demanda energética de calefacción y refrigeración de éste. Una buena orientación podría minimizar considerablemente las demandas energéticas. (TDRé)

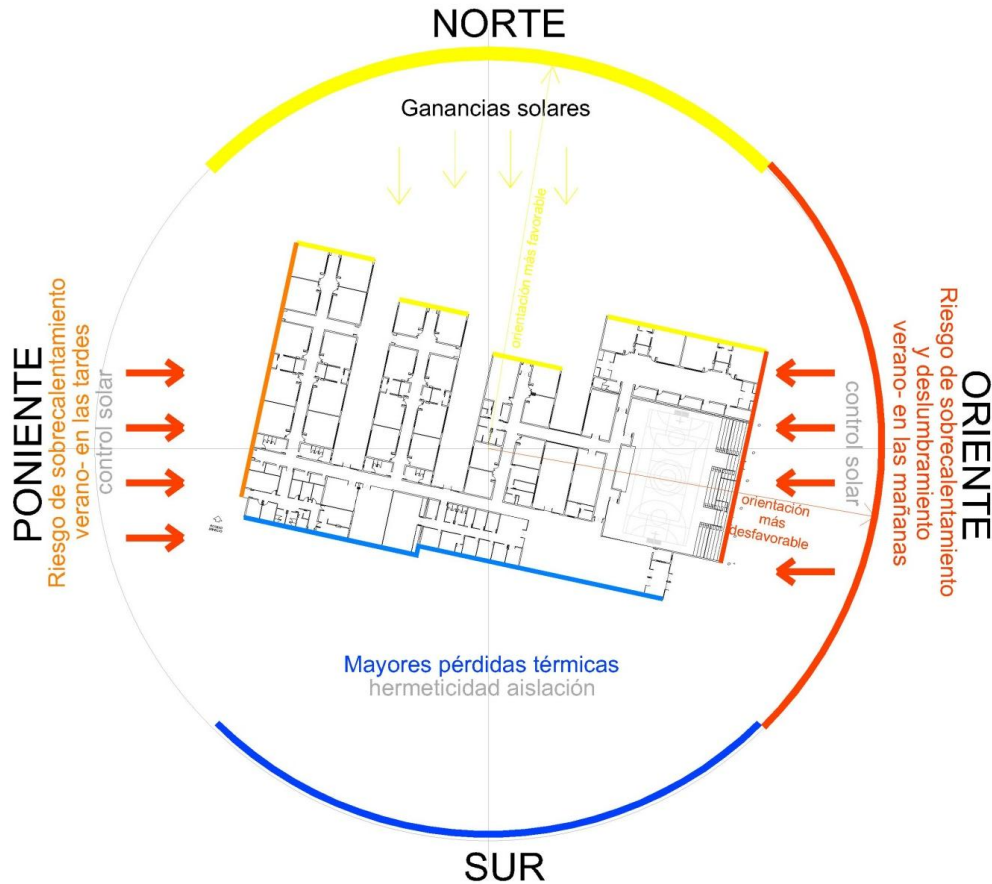
Orientación óptima: para Temuco, la mejor orientación es a 10° este con respecto al norte.

La fachada norte, es la mejor orientación, pudiendo tener una mayor superficie de acristalamiento. La fachada sur deberá tener menor superficie de vanos para controlar mejor las pérdidas térmicas.



El proyecto, debido a su emplazamiento, enfrenta, en mayor superficie de fachadas, el sur, el oriente y el poniente. Esto, no es lo más favorable, por lo tanto, se propone abrir vanos o volúmenes, hacia el norte, para lograr mejor iluminación natural y radiación solar.

• Análisis orientaciones: anteproyecto v1



Para las salas de clases, se jerarquiza el acceso a la iluminación natural, evitando la radiación directa en el plano de trabajo, y la ventilación de sus recintos. Por lo tanto, se evaluará el buen acceso a la iluminación natural, sin riesgo de deslumbramiento. Habrá que evaluar los ángulos solares para oriente en las mañanas y poniente en las tardes.

En las oficinas, se jerarquiza el calentamiento pasivo y buena iluminación natural. Para recintos como comedor, es fundamental, la ventilación, para evitar los vapores en el ambiente.

• Protección de los accesos

En climas fríos, como Temuco, es necesario proteger los accesos a los edificios de las temperaturas exteriores, del viento y lluvia en invierno.

Se propone crear espacios previos al acceso, o vestíbulos con doble puertas. Además para la lluvia, se recomienda generar un espacio de protección antes de ingresar al edificio.



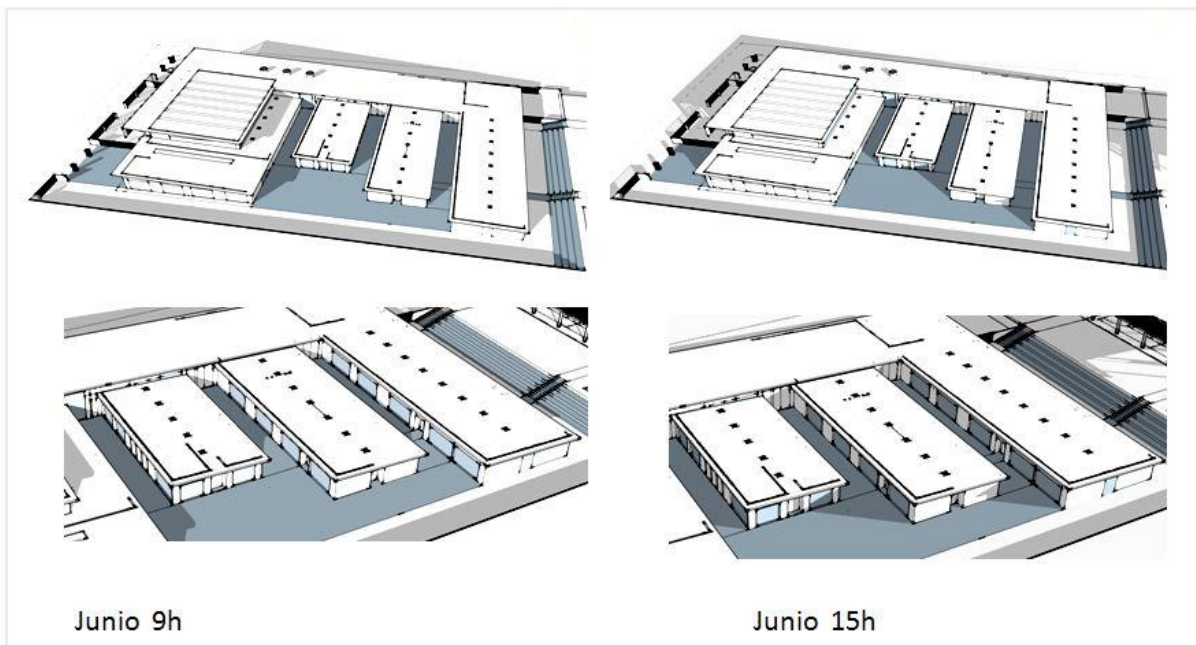
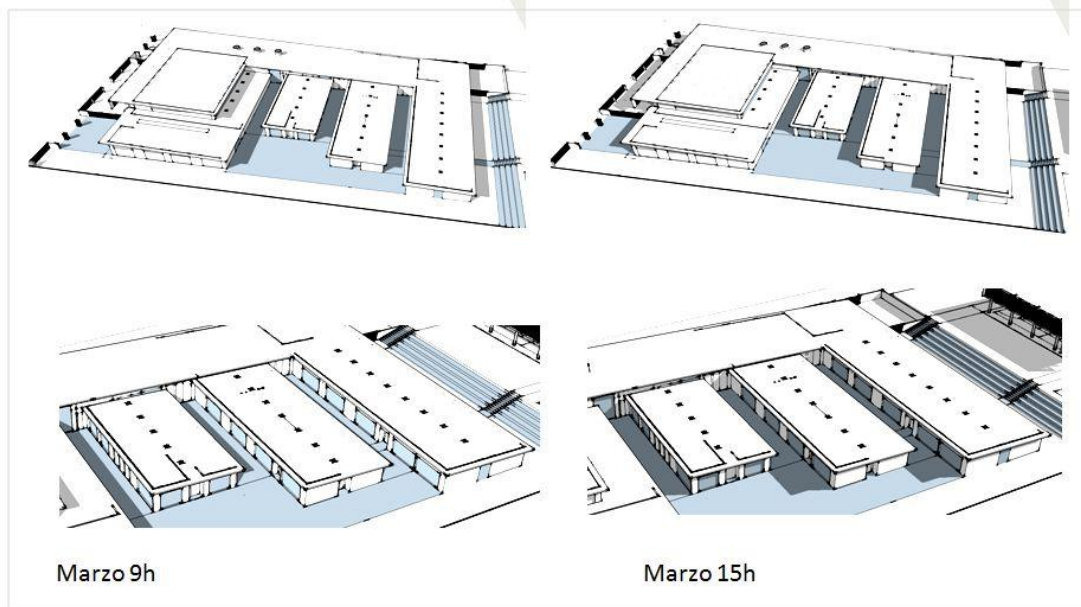
Accesos

Los accesos hacia el patio, están enfrentados a los vientos norte con lluvia, las ubicadas como remate de pasillo, están más expuestas al viento norte y lluvia, y las de la circulación principal están más protegidas por los volúmenes de los costados.

El acceso principal, sector oriente, recibe indirectamente el viento poniente, que es el más frío. Hay que proteger las infiltraciones por este costado principalmente.

Conclusiones: todas deberán incorporar protección. Se coordinó y consideró en accesos principales, como se grafica en la imagen anterior, doble puertas, en espacio chiflonera. En puertas secundarias se consideró protección con alero.

1.3.2 Estudio Sombras:



En marzo, en las mañanas, los patios y salas logran recibir buen asoleamiento. En la tarde, favorece la sombra del volumen para no sobrecalentar los espacios. En Invierno, en las mañana los patios quedan sombríos, pero no alcanza a cubrir las fachadas con la sombra del volumen, lo cual es favorable. En la tarde, arroja mucha más sombra, llegando a cubrir las fachadas.

1.4 ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PASIVAS Y ACTIVAS REQUERIDAS

1.4.1 Estrategias para Calentamiento Pasivo

Ganancias solares y Masa térmica:

Se propone la apertura de vanos en las fachadas norte y oriente, para incorporar radiación solar. También, se propone incorporar aperturas a nivel de volúmenes más alto, para captar radiación e iluminación directa.

Para lograr mantener el calor, el proyecto presenta masa térmica en su materialidad, muros de hormigón aislados por el exterior, y pisos de materiales pétreos en general, radier más pavimentos para captar y almacenar el calor.

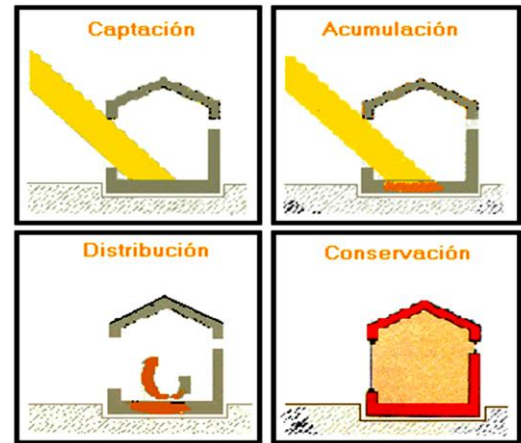
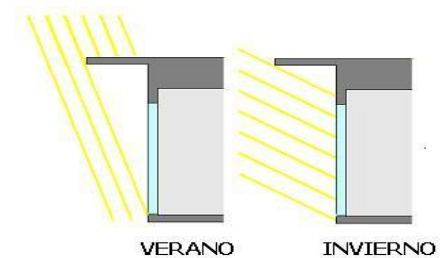


Ilustración 3: Ganancias solares+masa térmica

1.4.2 Estrategias para Enfriamiento Pasivo

Control solar

Se evaluará la radiación directa en las fachadas norte, oriente y poniente, de salas y gimnasio. Para un clima como Temuco, donde el período de uso, es en medias temporadas e invierno, en general, no debería ser incidente el período de sobrecalentamiento. En base a los resultados, se propondrá evaluar el control solar a través del factor solar del vidrio, ya que la idea es aprovechar la radiación solar.



Ventilación:

Ventilación cruzada: proyectar la abertura de ventanas, de tal forma de lograr una buena ventilación cruzada, para la renovación de aire. Evitar riesgos de condensación ventilando tanto fachadas como espacios interiores y utilizar barreras hídricas con el fin de proteger los muros y su envolvente térmica.

Ventilación efecto stack: evaluar incorporar celosías operables, en la parte superior de los pasillos o hall, para ventilar naturalmente el sector del patio cubierto. Monitoreado por sensores de co2.

1.4.3 Estrategias de Iluminación Natural

Para esta zona climática, con más días de cielos nublados en el período escolar, y para el uso educacional en particular, la estrategia principal, será incorporar iluminación natural a las salas de clases, la mayor cantidad de horas en el día, con los valores normativos (lux) y de forma controlada, evitando deslumbramientos.

Acceso de iluminación natural: Se solicitan, vanos con buena altura, para aprovechar mejor el acceso de iluminación al interior de las salas.

Distribución de la iluminación: las salas presentan dos bordes con vanos, lo cual equilibra la distribución de los lux, reduciendo el deslumbramiento.

La proporción de vanos: Para las salas de clases es adecuada, ya que deben cumplir con la normativa de % de ventanas según OGUC.

Tipos de vidrios: se propone incorporar un tipo de vidrio con buena transmisión lumínica y bajo coeficiente de sombra.

Evaluar incorporar aleros o losetas en fachadas norte, según simulación lumínica.

En recintos de aulas oriente y sector poniente, para evitar reducir el acceso de buena iluminación natural en invierno, y contar con vistas de calidad, se propone evaluar la incorporación de vidrios con buen índice de factor de sombra según simulación lumínica.

1.4.4 Estrategias Pasivas

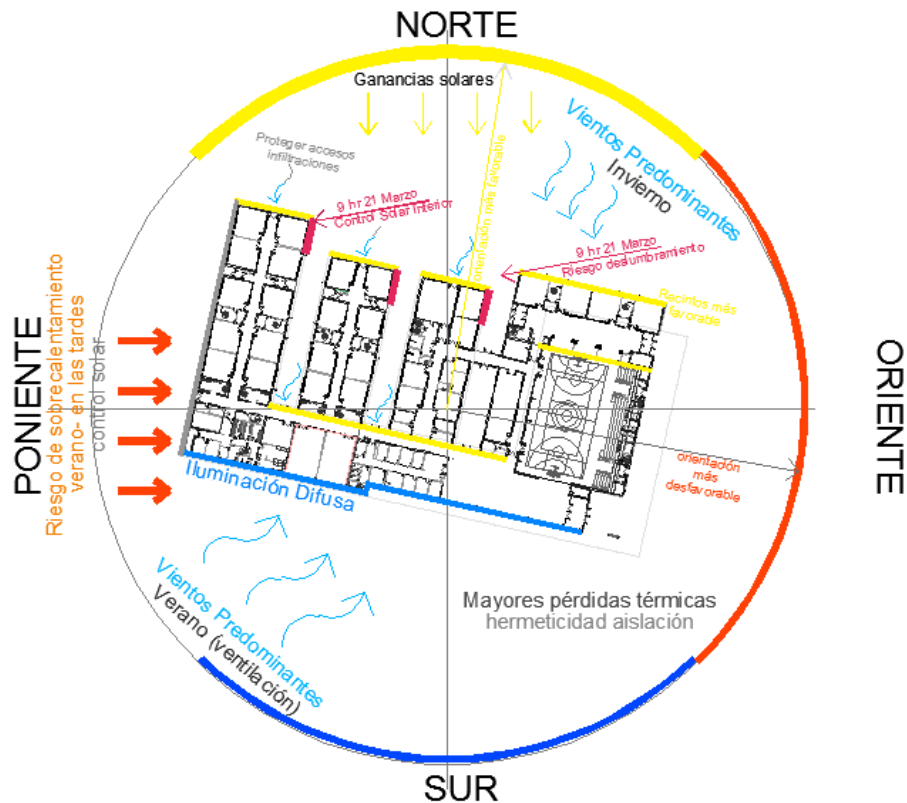


Ilustración 4: Análisis para estrategias pasivas

La principal estrategia, es prever una buena ventilación en las salas de clases, en períodos de invierno, sin enfriar el ambiente.

Ventilación mecánica: se propone incorporar un sistema de ventilación mecánica, operado en base a un sensor de CO₂, por sala de clases.

Iluminación artificial: se propone incorporar sensores de movimiento en baños, archivos y camarines. Y sensores de Lux, en pasillos. Cumplir los valores y potencias límites.

Climatización: se propone incorporar un sistema de calefacción, distribuido por radiadores con sistema de caldera a pellet, para recintos.

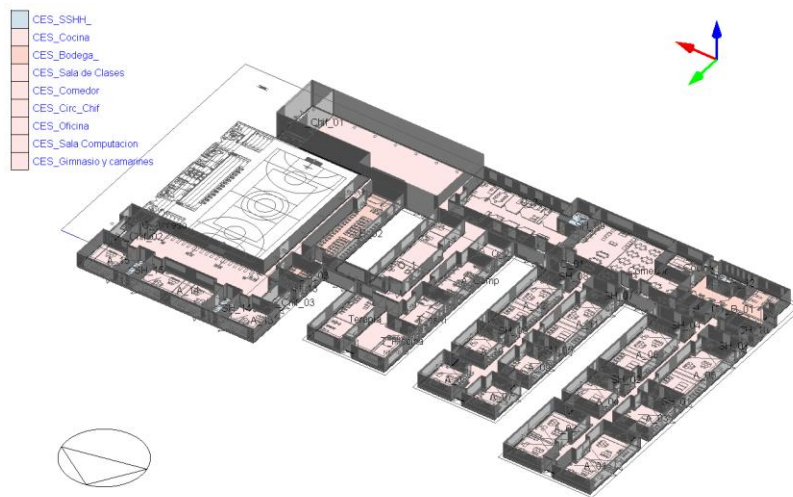
Agua: incorporar artefactos eficientes, apuntando a una reducción del 30% al 40%, según caso base CES.

2 EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PASIVO

2.1 SIMULACIÓN ENERGÉTICA

• Definición de Metodología

Este modelo constituye el modelo base según la Certificación de Edificio Sustentable CES, sobre el cual, una vez analizados los resultados, se realizan modificaciones al sistema constructivo, equipos de climatización y cargas internas con el propósito de optimizar la edificación tanto en su comportamiento energético como en su confort interior.



2.1.1 Caso Base Escuela / Caso de Referencia CES

Se realiza una simulación preliminar de estudio para obtener conclusiones tempranas al proyecto.

Caso Base Horas de Disconfort:

En régimen pasivo, es el resultado del promedio del modelamiento de las 4 orientaciones del edificio, en términos de horas de disconfort según standard Ashrae 55-2004, de acuerdo a lo indicado en pág. 44 del manual 1, Evaluación y Certificación CES.

Se simula el caso base con sus condicionantes de envolvente y se considera un 40% de ventanas en las fachadas. Por lo tanto, los casos simulados presentan vanos uniformes, para cumplir con el requerimiento de caso base CES del 40% de vanos con respecto a muros.

Horarios, cargas internas, termostatos, tasas de ocupación y tasas de ventilación e infiltración.

	Cargas internas				Ventilación			Termostatos				Horarios	
	Equipos	Iluminacion	tasas de ocupación		tasas de ventilación		Infiltra- ción	Calefacci- ón	Refriger- ación	Vent. Mec	Vent. Nat	Heating/ Cooling	Ocupación/ Ventilación
Nombre Recinto - Zona térmica	W/m2	W/m2	pp/m2	Taza Metab- ólica	l/s x person- a	l/s x m2	ach/h	°C	°C				
Archivo	15	3.30	0.11	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 18:00
B_Mad dep - MA		5.30	0.11	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 16:00
B_Silla Ruedas		6.30	0.11	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 16:00
B_Mat did		5.30	0.11	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 16:00
Chiflonera 01		5.00	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Chiflonera 02		5.00	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Chiflonera 03		5.00	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Circ_Terapia		5.00	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5						8:00 - 16:00
Porteria		8.74	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 16:00
TIC	15	8.80	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 16:00
A_13		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_14		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_15		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_Comp	73	7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Sico Motriz		4.24	0.25	0.9	3.8	1.5	0.5	21	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Bod SR_SUM		3.40	0.67	0.9	5	0.9	0.5	21	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Hidroterapia		4.20	0.25	0.9	3.8	1.5	0.5	20	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
SH_12		5.80	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si	si		8:00 - 16:00
SH_13		5.80	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si	si		8:00 - 16:00
SH_14		5.80	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si	si		8:00 - 16:00
SH_15		5.80	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si	si		8:00 - 16:00
SH_16		5.80	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Estim.. Sensorial		9.43	1.1	0.82	5	0.6	0.5	21	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Patio Pre Básico		2.91	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Patio General		4.75	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Recepción	15	10.70	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
At. Apoderados	15	10.20	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
Of. BPR_1	15	8.85	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
Of. BPR_2	15	8.85	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
Of. Circulación	15	5.00	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
Of. Director	15	11.35	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
Of. Rad.MM	15	10.00	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
ACP		9.15	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si	si	7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
SH_17		5.80	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5	21	25	si	si	7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Circ. Terapia		5.00	0.25	0.9	1.5	3.8	0.5	21	25		si	7:00 - 16:01	8:00 - 16:00
Prim. Aux		10.27	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25		si	7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
Bod_Camarines		2.20	0.25	0.9	1.5	3.8	0.5						8:00 - 16:00
Circ. Camarines1		4.90	0.25	0.9	1.5	3.8	0.5						8:00 - 16:00
Circ. Camarines2		4.90	0.25	0.9	1.5	3.8	0.5						8:00 - 16:00
SH_Cam_1		6.70	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5	21	25	si	si	7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
SH_Cam_2		6.70	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5	21	25	si	si	7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Of. Camarines		8.76	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	21	25	si		7:00 - 18:00	8:00 - 18:00
SH_Duchas		3.30	0.25	0.9	1.5	3.8	0.5	21	25	si	si		8:00 - 16:00
Gimnasio y Graderías		4.26	0.25	0.9	1.5	3.8	0.5				si		8:00 - 16:00
Sedile 01		3.7	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Sedile 02		3.7	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Sedile 03		3.7	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Sedile 04		3.7	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_03		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_04		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_07		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_08		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_12		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_13		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Bod_of2		2.4	0.11	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 16:00
Bod_of3		2.4	0.11	0.9	2.5	0.3	0.5						8:00 - 16:00

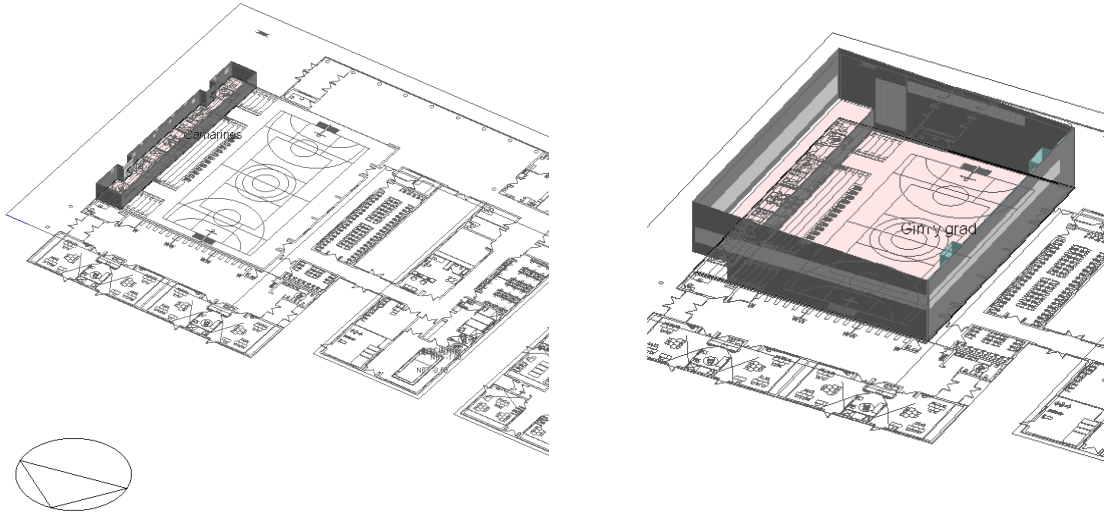
Chiflonera 04		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
Chiflonera 05		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
Chiflonera 06		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
Chiflonera 07		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
Chiflonera 08		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
Chiflonera 09		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
Chiflonera 10		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
Chiflonera 11		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5				si		8:00 - 16:00
SH_10		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5				si		8:00 - 16:00
SH_11		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5				si		8:00 - 16:00
A_01		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_02		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_03		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_04		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_05		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_06		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_07		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_08		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_09		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_10		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_11		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
A_12		7.84	0.91	0.9	5	0.6	0.5	20	24	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Comedor	15	3.97	0.1	0.9	2.5	0.3	0.5	20	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00
Circ_Salas		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5	20	25	si			8:00 - 16:00
Circ_Serv		4.4	0.1	0.82	3.8	0.3	0.5						8:00 - 16:00
SH_1		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_2		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_5		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
SH_6		5.3	0.11	0.9	2.5	8.3	0.5			si			8:00 - 16:00
Cocina	50	6.21	0.07	0.9	6	0.6	0.5	20	25	si		7:00 - 16:00	8:00 - 16:00

2.1.2 Zonas térmicas

1. Zona Escuela-salas



2. Zona Camarines y Gimnasio



No se incluyen aleros, ventana 40% respecto al muro y distribuida uniformemente
Cerramientos de acuerdo a mínimo CES para zona SI
Zonas según proyecto HVAC, se agruparon zonas con igual uso y orientación
Puertas y ventanas interiores según arquitectura

Diseño del edificio.

Con respecto a este punto, el caso base se realizó con las dimensiones, características y forma del edificio propuesto, ponderando los resultados de cuatro simulaciones, la primera en la orientación del proyecto y las otras tres rotando el edificio en 90°, 180° y 170°.

No se incluyeron elementos de control solar y las hojas de ventanas se consideraron en el mismo plomo de la cara exterior del muro. El factor solar del vano utilizado fue de 0,87.

Envolvente Térmica.

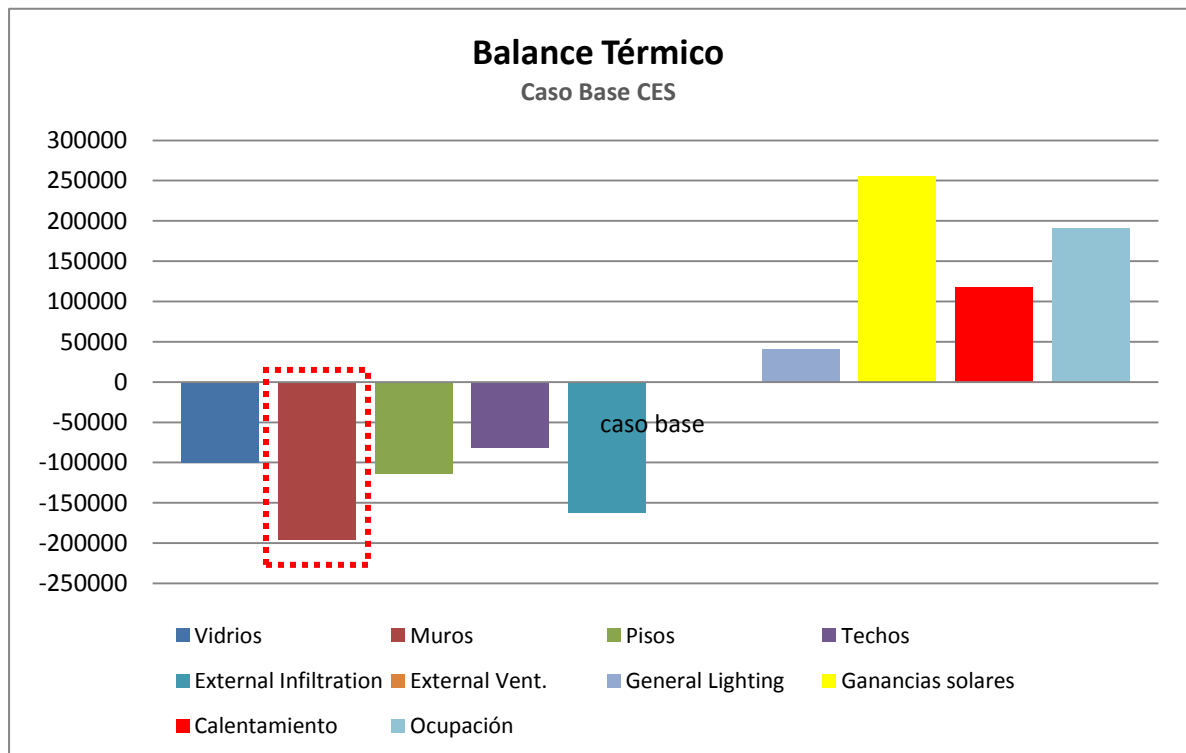
CASO BASE (EDIFICIO REFERENCIA)		
Elementos opacos		
Elemento	U [W/m2k]	
Muros	2.9	
Cubiertas y piso ventilado	0.6	
Pisos en contacto con el terreno	3.85	
Elementos transparentes (ventana, lucernarios)		
U [W/m2k]	Factor solar parte semi transparente	FTLV
3	0.77	79%
NOTA: Para la construccion de los cerramientos del caso base, se usaron los mismos materiales del caso propuesto. El valor U requerido, se logró modificando el espesor del material aislante.		

Calefacción y Refrigeración

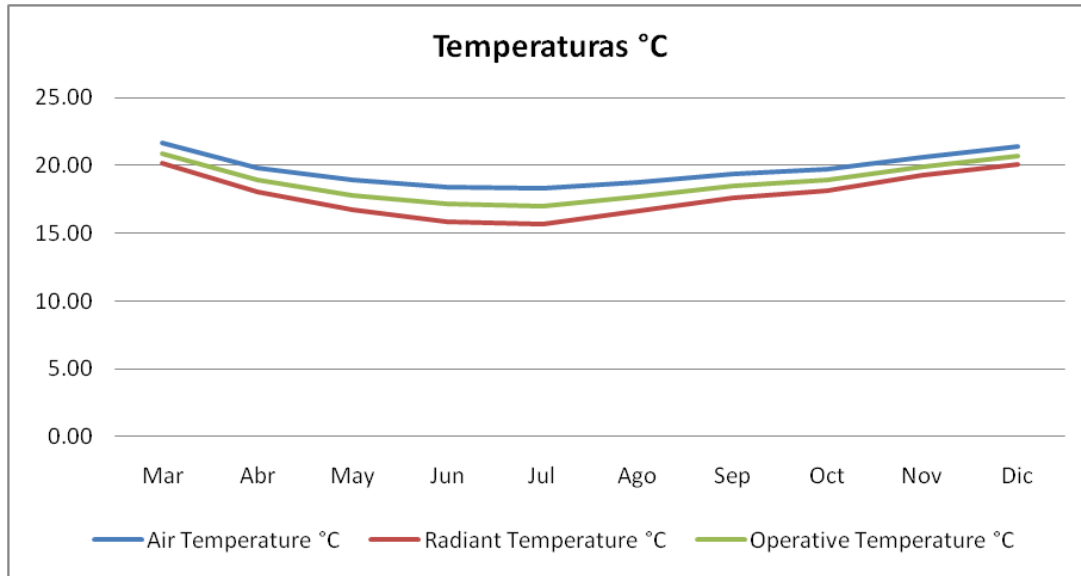
CASO BASE Y PROPUESTO	Eficiencia	Recuperación de calor	Sensor de Presencia
Caldera 1 y 2 Pellets	92%		
Caldera 3 gas	97.7%		
Ventiladores salas	70%	Si 40%	No
Ventiladores baños y cocinas	60%	No	Si

Modelado según proyecto de clima
No considera refrigeración

2.1.3 Balance Térmico



Conclusión: Las mayores pérdidas se producen a través muros e infiltraciones. Estos serán los que requerirán mayores mejoras la envolvente térmica. Las mayores ganancias internas se reciben por las ventanas y ocupación de los usuarios.

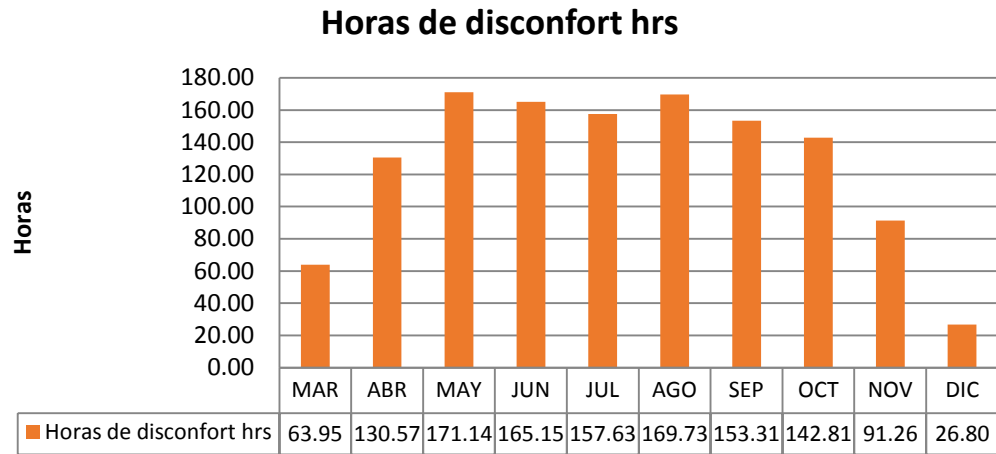


2.1.4 Horas de Discomfort Anual

Caso Base Salas y Gym Promedio

DEMANDA	Relative Humidity	Air Temperature	Radiant Temperature	Operative Temperature	Discomfort hrs (all clothing)
CB	%	°C	°C	°C	hrs
SALAS	43.34	21.08	19.55	20.31	39.60
PROMEDIO	43.87	19.82	17.83	18.83	97.46
	38.12	19.42	16.81	18.12	161.94
	36.83	19.29	16.18	17.74	160.20
	34.18	19.20	16.05	17.62	155.87
	34.55	19.37	16.77	18.07	162.11
	33.49	19.50	17.41	18.45	138.17
	38.56	19.63	17.75	18.69	128.75
	42.12	20.10	18.68	19.39	81.02
	41.80	20.74	19.34	20.04	19.62
					1144.74

DEMANDA	Relative Humidity	Air Temperature	Radiant Temperature	Operative Temperature	Discomfort hrs (all clothing)
CB	%	°C	°C	°C	hrs
GYM	64.91	21.98	20.57	21.27	102.24
	70.31	19.85	18.21	19.03	127.06
PROMEDIO	68.27	18.61	16.64	17.62	164.31
	69.51	17.90	15.66	16.78	159.44
	67.06	17.71	15.49	16.60	155.19
	65.63	18.38	16.52	17.45	167.13
	62.02	19.24	17.67	18.46	148.32
	65.39	19.75	18.32	19.04	147.50
	65.35	20.90	19.66	20.28	116.51
	63.28	21.79	20.55	21.17	43.24
					1330.94

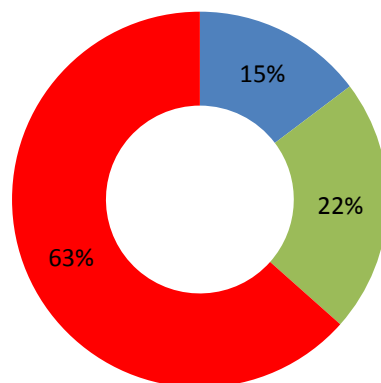


Horas de discomfort anual Caso Base Preliminar: 1.258.81 h.

2.1.5 Distribución Demanda de Energía Anual

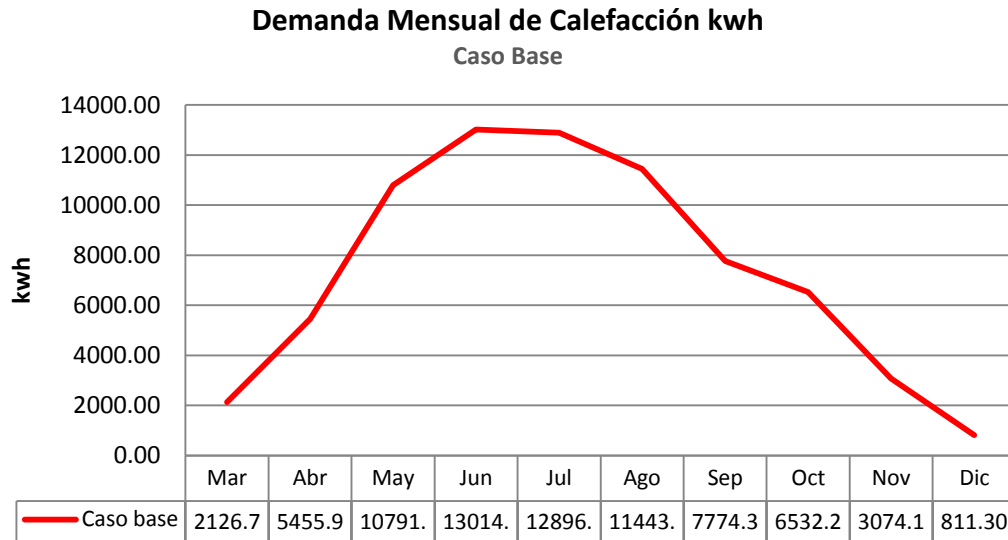
Distribución Demanda Energía Anual

■ Computer + Equip ■ General Lighting ■ Calentamiento



La demanda de Calefacción representa el 63% del requerimiento de energía del edificio. Y le sigue la demanda de iluminación artificial con un 22%.

2.1.6 Demanda Anual de Calefacción



2.1.7 Conclusiones

Se evaluará incorporar estrategias de envolvente térmica, en toda la envolvente, y con mayor espesor y densidad en muros. Se deberá implementar ventanas con un alto valor de hermeticidad, tipo oscilobatientes o proyectantes, para atenuar las pérdidas por infiltraciones, e incorporar doble puertas (chifloneras) sobre todo en las salidas norte, que reciben mayor viento en invierno.

Se propone incorporar sistemas de control y reducir la potencia instalada base, para reducir la demanda de energía eléctrica.

2.2 EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ENVOLVENTE TÉRMICA EFICIENTE

2.2.1 Mejoramiento de la transmitancia térmica de la envolvente

La envolvente de una edificación pública tiene una vital importancia por cuanto genera la mediación entre el espacio interior – que busca ser confortable para sus ocupantes – y el clima exterior.

Se definen las diferentes materialidades que componen el edificio, en techos, muros, ventanas y piso, y se calculan sus valores de transmitancia térmica, para ir mejorando su desempeño.

Descripción de la envolvente

Techos: Agregar aislación, de poliestireno expandido o lana mineral, en toda la superficie de cielo.

Muros: incorporar aislación de poliestireno expandido de 20 kg/m³, en todos los muros, en sistema EIFS, para los muros de hormigón sin revestimiento. Para los muros con otras terminaciones, se deberá incorporar poliestireno expandido de 20 kg/m³, o lana mineral, bajo el revestimiento. Se deberá, incorporar en toda la superficie y en los retornos de antepechos y vigas, sin perder su continuidad.

Piso: se deberá incorporar aislación de poliestireno expandido, en todo el perímetro del piso del edificio, y en su fundación.

Ventanas y muros vidriados: se evaluará, una ventana tipo doble vidrio hermético con diferentes espesores de cámara de aire, que cumplan con los estándares requeridos, como mínimo. Se deberá incorporar sellos de silicona en los encuentros de muros y ventanas.

Puentes térmicos: evitar los puentes térmicos de acuerdo a soluciones constructivas.

Casos Propuestos de mejoramiento de la envolvente

CASO BASE Las características de la envolvente térmica del caso base se determinaron de acuerdo a los valores de la certificación CES.

CASO 1-CES Las características de la envolvente térmica del caso 1, se determinaron de acuerdo a los parámetros de la certificación CES, categoría bueno.

CASO 2-AChee Las características de la envolvente térmica del caso 2, se determinaron en base al caso óptimo de la zona climática 7SI, de la Guía de Eficiencia Energética para establecimientos educacionales de la Achee, Agencia de Eficiencia Energética.

CASO 3-AChee Las características de la envolvente térmica del caso 3, se determinaron en base al caso 2 optimizado, se mejora la performance de vidrios.

Caso Base CES: Aislación envolvente – caso base CES

Envolvente Edificio Moderno	Descripción
Muros	Hormigón armado e:22 cms, HA con revestimiento Trespa.
Techos	Tejas de acero galvanizada, cámara de aire de 0.50 m, losa de HA e:20 cm
Ventanas	Ventanas marco de aluminio y doble vidrio hermético U:3.0 w/m ² k. Se considera el 40% de ventanas en las fachadas.

Caso 1-CES: Aislación envolvente –Caso bueno CES

Envolvente Edificio Moderno	Descripción
Muros	Hormigón armado e:22 cms + EIFS (50 mm poliestireno expandido 20kg/m ³), HA + poliestireno expandido (40 mm) con revestimiento Trespa.
Techos	Tejas de acero galvanizada, cámara de aire de 0.50 m, losa de HA e:20 cm, Lana Mineral (40 kg/m ³) e : 150
Ventanas	DVH marco de PVC Low-e U: 1.8 w/m ² k

Caso 2-ACHee- Caso Guía EE ACHee

Envolvente Edificio Moderno	Descripción
Muro	Hormigón armado e:22 cms + EIFS (100 mm poliestireno expandido 20kg/m ³), HA + poliestireno expandido (100 mm) con revestimiento Trespa
Techos	Tejas de acero galvanizada, cámara de aire de 0.50 m, losa de HA e:20 cm, Lana Mineral (40 kg/m ³) e : 150 mm
Ventanas	DVH marco de PVC U:2.7 w/m ² k

Caso 3- Mejoramiento en vidrios Caso 2- Caso Guía EE ACHee

Envolvente Edificio Moderno	Descripción
Muro	Hormigón armado e:22 cms + EIFS (100 mm poliestireno expandido 20kg/m ³), HA + poliestireno expandido (100 mm) con revestimiento Trespa.
Techos	Tejas de acero galvanizada, cámara de aire de 0.50 m, losa de HA e:20 cm, Lana Mineral (40 kg/m ³) e : 150 mm
Ventanas	DVH marco de PVC Low-e U: 1.8 w/m ² k

CALCULO TRANSMITANCIA TERMICA PISO

Solución de piso en contacto con el terreno con banda de aislación horizontal, D=1

Perímetro del Piso en contacto con el terreno: 565.48m
Área del Piso en contacto con el terreno: 5054.02 m²

1. Cálculo de longitud característica del edificio:

$$B' = \text{Área} / \sqrt{P}$$

$$B' = 5054.02 / \sqrt{565.48}$$

$$B' = 5054.02 / 23.78$$

$$B' = 17.87$$

2. Cálculo de resistencia térmica del material aislante

Poliestireno expandido de 30 kg/m³

$$R = e / \lambda$$

$$R = 0.05 / 0.0361$$

$$R = 1.38 \text{ (m}^2\text{k/w)}$$

3. Si D, la distancia en horizontal, del poliestireno, es igual a 1m

$$D = 1 \text{ m}$$

$$B' = 17.87$$

$$R = 1.38 \text{ (m}^2\text{k/w)}$$

Tabla 2.12 Transmitancia Térmica U de pisos en contacto con el terreno (W/m²K)

	D=0,50 m						D=1,0						D≥1,5m					
R _s	R _a (m ² K/W)						R _a (m ² K/W)						R _a (m ² K/W)					
B'	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50		
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-		
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44		
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41		
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37		
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35		
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33		
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31		
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27		
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25		
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23		
0,18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21		
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20		

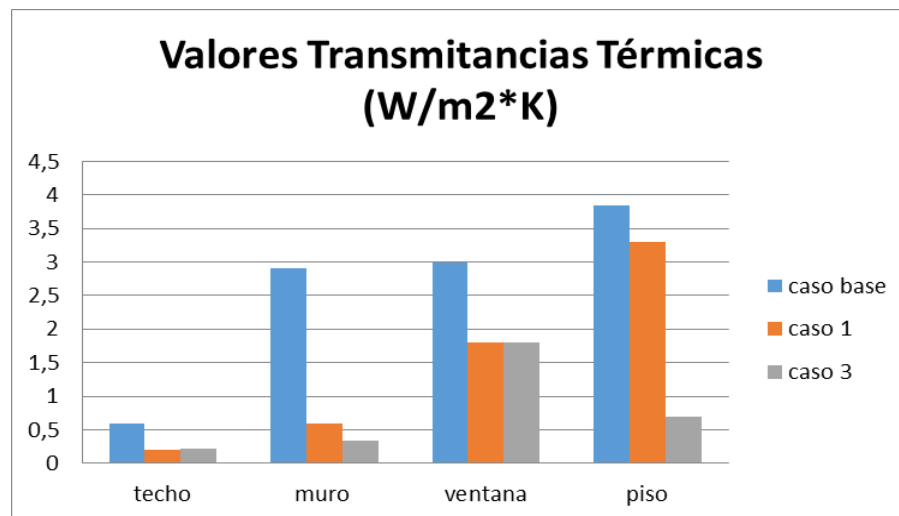
Ilustración 5: Manual de Diseño Pasivo

El valor U de piso es de 0.25 w/m2K

Valores de Transmitancia Térmica

CASOS A SIMULAR

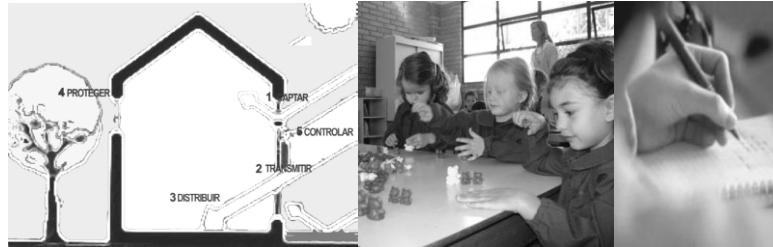
CASOS	TECHO		MURO		VENTANA
	U (W/m2°C)	e (mm)	U (W/m2°C)	e (mm)	U (W/m2°C)
Caso base	0.6	0	2.90	0	3.0
Caso 1	0.2	100	0.6	50	1.8
Caso 3	0.21	150	0.36	100	1.8



2.3 EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ILUMINACIÓN NATURAL

El confort visual tiene fundamental importancia al analizar los parámetros de confort en los ambientes. Los factores esenciales en las condiciones que afectan a la visión son la **distribución de la luz** y el **contraste de luminancias**.

- CAPTAR
- TRANSMITIR
- DISTRIBUIR
- PROTEGER
- CONTROLAR



En estudios realizados sobre el rendimiento escolar, se pudo determinar que, los estudiantes que concurren a escuelas con aulas con mayor iluminación natural tienen un rendimiento superior, en el orden de un 20%.¹

Se propone evaluar la incorporación de control solar a los recintos más comprometidos, sector oriente y poniente, en aulas. Se analizan con el asoleamiento, las horas más comprometidas, para evaluar el tipo de control.

Según la carta solar del lugar, definiremos los ángulos solares. Estos ángulos nos permiten diseñar los elementos de captación, a su vez, los elementos de protección solar.

Para este estudio, se analizarán tres épocas del año: Solsticio de invierno (21 de junio), equinoccio (21 marzo/septiembre) y solsticio de verano (21 diciembre).

2.3.1 Simulación de Iluminación Natural

a) Metodología:

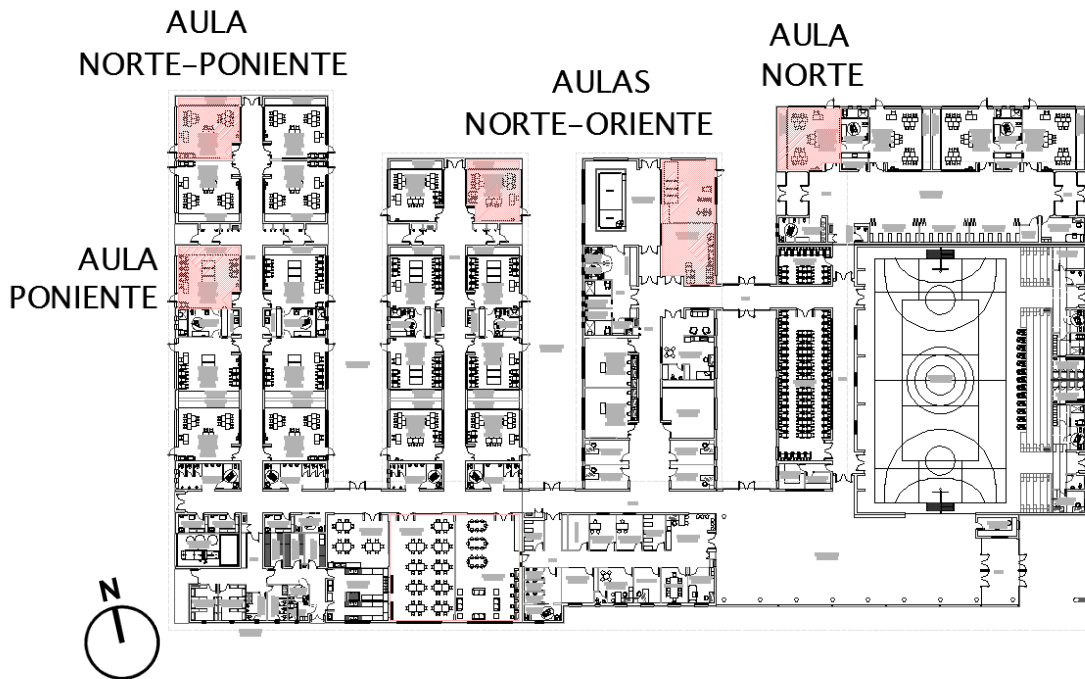
Iluminancias (Lux): Se revisarán los niveles de lux que recibirán las salas de clases, a la altura del plano de trabajo, 80 cm. Se evaluará el porcentaje de la sala que esté bajo los requerimientos normativos y de confort. El rango de confort se define entre 280 lux y 5380 lux.

b) Definición de Recintos

Se analizarán los niveles de iluminación natural en los recintos más importantes e incidentes para el funcionamiento de la escuela. Para esto se definen como recintos tipos a simular:

Se propone analizar una aula con orientación poniente, una con orientación norte y otra con orientación norte y poniente, de manera de poder mejorar el acceso a iluminación natural, y evitar deslumbramiento.

Planta con recintos analizados



• ANÁLISIS DE ILUMINANCIAS (lux)

El análisis se realizó con el software Ecotect, tomando las fechas y horarios más representativos del año que pueden influir en el deslumbramiento de los alumnos y ocupantes del establecimiento educacional, en este caso se analizaron las aulas en el día 21 de Marzo a las 9:00, 12:00, 15:00 (según orientación de la aula), con cielo despejado.

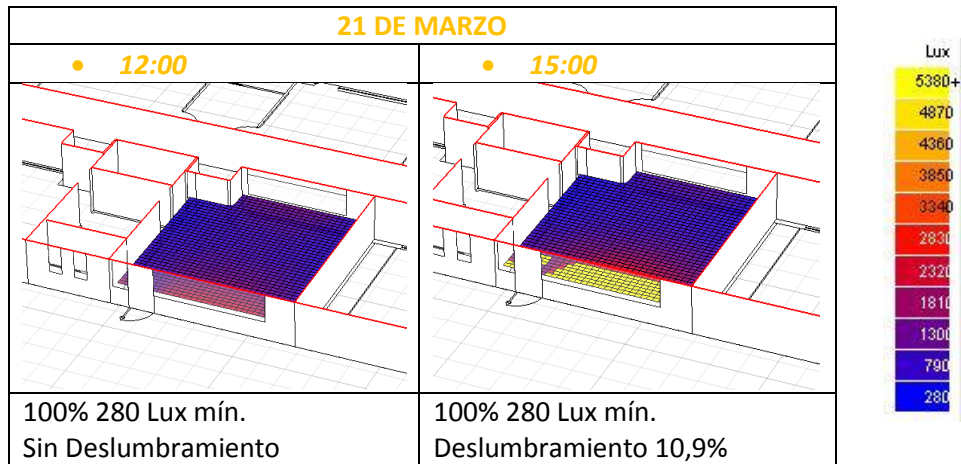
Los valores de reflectancia que se usaron para el análisis corresponden a los indicados en la siguiente tabla del Apéndice 14, Manual CES, para cielos, muros y suelos:

VALORES DE REFLECTANCIA UTILIZADOS	
Cielos	0.7
Muros	0.5
Suelo	0.5
Vidrios	Transmisión lumínica 73%
	SHG 0.62
	Coefficiente de Sombra 0.71

El rango de confort lumínico utilizado corresponde al comprendido entre los 280 lux y los 5380 lux. Todo valor sobre los 5380 lux se considera como deslumbramiento.

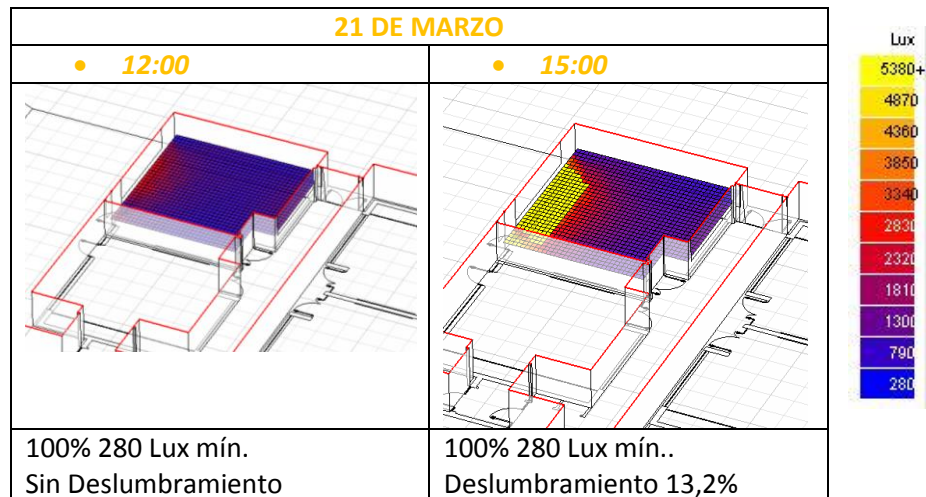
AULA PONIENTE

CIELO DESPEJADO



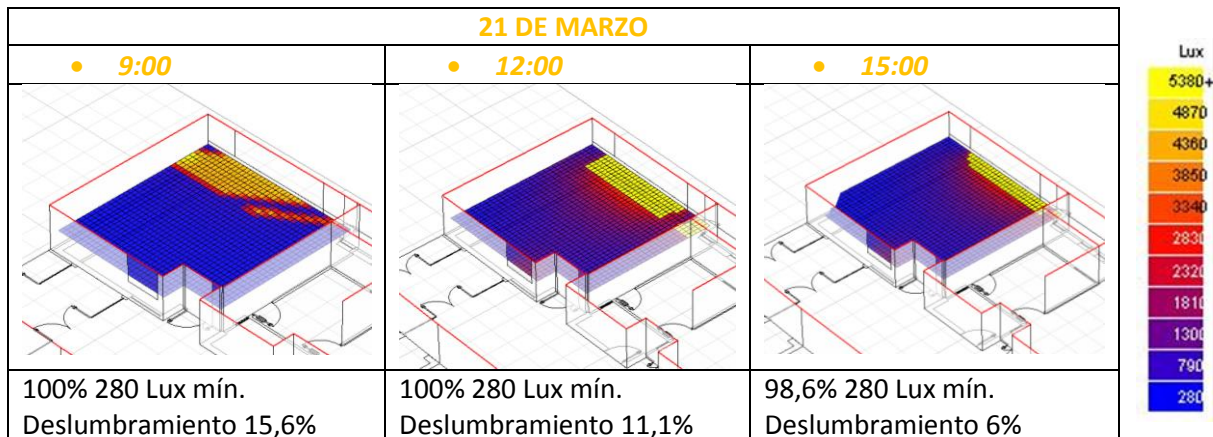
AULA NORTE-PONIENTE

CIELO DESPEJADO



AULA NORTE

CIELO DESPEJADO



AULA NORTE-ORIENTE			CIELO DESPEJADO
21 DE MARZO			
9:00	12:00	15:00	
100% 280 Lux mín. Deslumbramiento 31,4%	99,8% 280 Lux mín. Deslumbramiento 0,1%	100% 280 Lux mín. Sin Deslumbramiento	

AULA ESTIMULACIÓN NORTE-ORIENTE			CIELO DESPEJADO
21 DE MARZO			
9:00	12:00	15:00	
100% 280 Lux mín. Deslumbramiento 33,8%	92,5% 280 Lux mín. Deslumbramiento 6,2%	98% 280 Lux mín. Deslumbramiento 4,1%	

Conclusiones: Las imágenes muestran que en los períodos de otoño y primavera (marzo y septiembre son similares) las salas reciben los niveles de iluminación adecuados (entre 280 lux y 5380 lux), dentro del rango de confort, en casi el 100% de sus superficies.

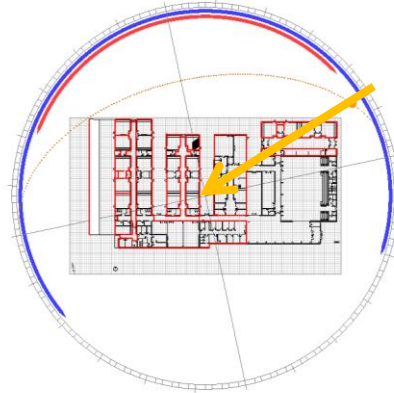
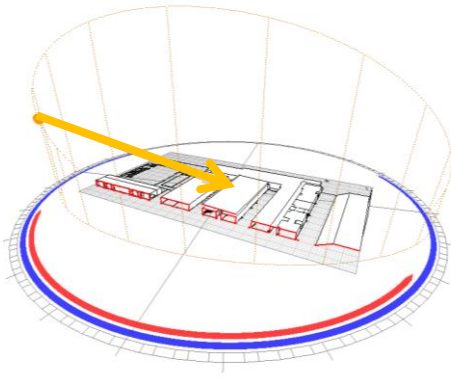
Aulas Norte y Poniente: Se evaluó en este caso, la necesidad de incorporar control solar, pero los niveles de deslumbramiento, no sobrepasan el 25% de la superficie de la sala. En la aula poniente norte, recibe un 13% de la superficie deslumbramiento a las 15 h, y en la norte un 15.6% a las 9 h.

Por lo tanto, no sería necesario, incorporar control exterior, y así no obstruir las vistas al exterior. Además que no hay riesgo de sobrecalentamiento.

Aulas Nor-oriente: Como se puede ver en las imágenes las situaciones más desfavorables corresponden a las aulas con orientación Norte-Oriente a las 9:00hrs., donde el nivel de deslumbramiento supera el 25% (porcentaje límite del confort lumínico). Evaluar control solar interior.

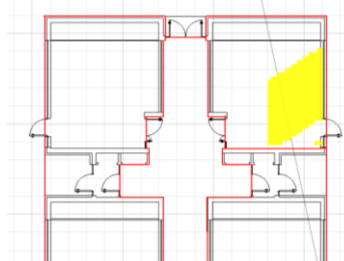
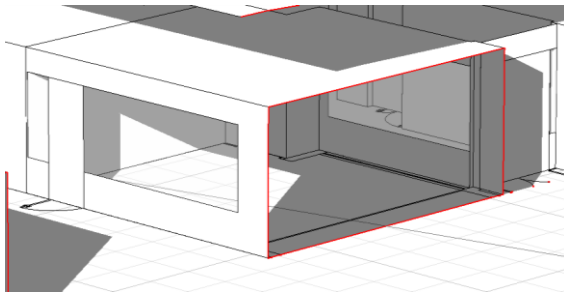
ANÁLISIS DE DESLUMBRAMIENTO

En las imágenes a continuación se grafica como ingresa la iluminación en los recintos el 21 de Marzo a las 9:00hrs. tanto en planta como en elevación.



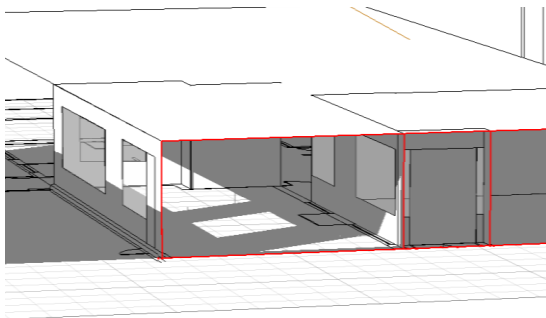
AULA NORTE-ORIENTE

CIELO DESPEJADO



AULA ESTIMULACIÓN NORTE-ORIENTE

CIELO DESPEJADO



Conclusiones: Los gráficos muestran más claramente la incidencia de la iluminación natural y como afecta el deslumbramiento a los recintos, situación que afectará directamente en el desarrollo de las actividades en ellos. Por lo tanto, se propone incorporar un **control solar interior**, ya que la idea es no cubrir el acceso de radiación solar ni de iluminación natural en invierno.

3 EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS ACTIVAS EFICIENTES

Los requerimientos de climatización, acústicos, y otras especialidades, se desarrollan de acuerdo a los requerimientos obligatorios solicitados por la certificación CES, y a los voluntarios, a los cuales el proyecto optará. Se entregan en el documento CES, que se adjunta.

3.1 EFICIENCIA EN SISTEMAS DE CLIMATIZACION

Objetivo: Lograr temperaturas interiores, que cumplan con los requerimientos de confort térmico establecidos en el estándar TDRé MOP – Guía Técnica de Apoyo N° 7 “Confort Higrotérmico” (considera: temperatura del aire, temperatura radiante, humedad relativa y velocidad del aire) para, al menos, el 95% del tiempo de ocupación anual.

Cálculo del caudal mínimo de aire fresco

Se deberá cumplir con las tasas de ventilación establecidas en la siguiente tabla:

Tasas mínimas de ventilación Instalaciones Educativas Fuente: (ASHRAE 62.1) y ANSI/ASHRAE71ESNA Standard 90.1 2010

Categoría de Ocupación	Tasas de aire exterior	
	por persona (Rp)	por área (Ra)
	L/s persona	L/s m2
Sala Cuna y Jardín Infantil (hasta 4 años)	5	0,9
Enfermería en Sala Cuna y Jardín Infantil	5	0,9
Sala de clases (5 - 8 años)	5	0,6
Sala de clases (9 años o más)	5	0,6
Sala de lectura	3,8	0,3
Sala de conferencia (asientos fijos)	3,8	0,3
Sala de arte	5	0,9
Laboratorio de ciencias	5	0,9
Laboratorio de colegios/Universidad	5	0,9
Taller de carpintería / Metales	5	0,9
Laboratorio de computación	5	0,6
Centro de medios	5	0,6
Auditorio	3,8	0,3
Música/Teatro/Danza	5	0,3
Sala multi-uso	3,8	0,3

Eficiencia mínima de filtraje (%MERV)

- Minimizar la exposición de los ocupantes del edificio, a partículas potencialmente peligrosas, contaminantes químicos y biológicos, que degraden la calidad del aire. (Filtrar polvo, humo, bacterias, polen, moho, etc.)
- Lograr una eficiencia promedio de filtraje de 40% o MERV 8, con arrestancia (La arrestancia determina el porcentaje en peso que retiene el Filtro del total del polvo que les es arrojado) mínima

de 90%, en los filtros del sistema de aire acondicionado y ventilación que traten al exterior. Según Ashrae 52.1

Aislación Térmica en Distribución de Calor y Frío

- Disminuir el consumo de energía del edificio, en base a asegurar la correcta aislación térmica en las redes de conducción de líquido y aire del sistema de climatización.
- Requerimientos:** Todas las cañerías, conductos y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico en forma continua y en todo su desarrollo, salvo que se justifique técnicamente lo contrario en la memoria de cálculo, teniendo como mínimo espesores de la siguiente tabla:

Espesores mínimos (mm)

Conducción de Líquido	Cañerías para Climatización	Cañerías para ACS
	13	9
Climatización por aire – conductos de inyección	Por interior	Por exterior de la envolvente térmica
	19	30

Fuente: Elaboración propia CES 16R

- Rendimiento Nominal

Las instalaciones térmicas deberán diseñarse y calcularse de tal forma que puedan producir y mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía lo más eficiente posible.

Cumplir con los rendimientos nominales [COP o EER] aceptables, tanto para sistemas por combustión como eléctricos.

Nivel	Calefacción por combustión (en PCS) ⁴⁷	Calefacción y enfriamiento por electricidad	Puntaje
Muy bueno	> 0,91	> en 25% a la Tabla 14	8
Bueno	>0,88 – 0,91	≥ la Tabla 14	6,5
Aceptable	>0,85 – 0,88	≥ 2,8 y < la Tabla 14	4

Sistemas unitarios o partidos de aire acondicionado y bombas de calor			
Tipo	Potencia (en modo refrigeración)	modo refrigeración	modo calefacción
Por aire	< 40kW	3.1	3.3 (a 8°C bs ⁴⁸)
	≥40kW y < 70kW	3.0	3.2 (a 8°C bs)
	≥70kW	2.7	3.1 (a 8°C bs)
por agua o evaporación	< 40kW	3.3	4.2 (a 20°C)
	≥40kW y < 70kW	3.1	3.6 (a 10°C)
	≥70kW	2.6	3.1 (a 0°C)

Tabla 14: Adaptación de rendimientos especificados en el estándar ASHRAE 90.1-2007 sección 6.8 y de la guía de New Building Institute's Advanced Buildings Core Performance Guide, sección 2.9

3.2 EFICIENCIA EN ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Estándares a considerar: Manual CES

Las luminarias deberán ser utilizadas solamente cuando son requeridas por seguridad, funcionalidad o estética, en caso contrario, deberán ser controladas mediante un dispositivo que detecte actividad (sensores de movimiento y/o programación horaria) y/o iluminación natural (fotoceldas). Según estas referencias se tomarán los siguientes valores límite de iluminancia (E), deslumbramiento (UGR) y rendimiento de color (RA) referentes a los edificios educacionales:

• Sensores de iluminación natural (fotosensores)

Los fotosensores detectan la cantidad de iluminación natural disponible en el recinto y encienden, apagan o modulan las luminarias de acuerdo al índice (lux) determinado para su activación.

Se recomienda la incorporación de fotosensores para los siguientes recintos:

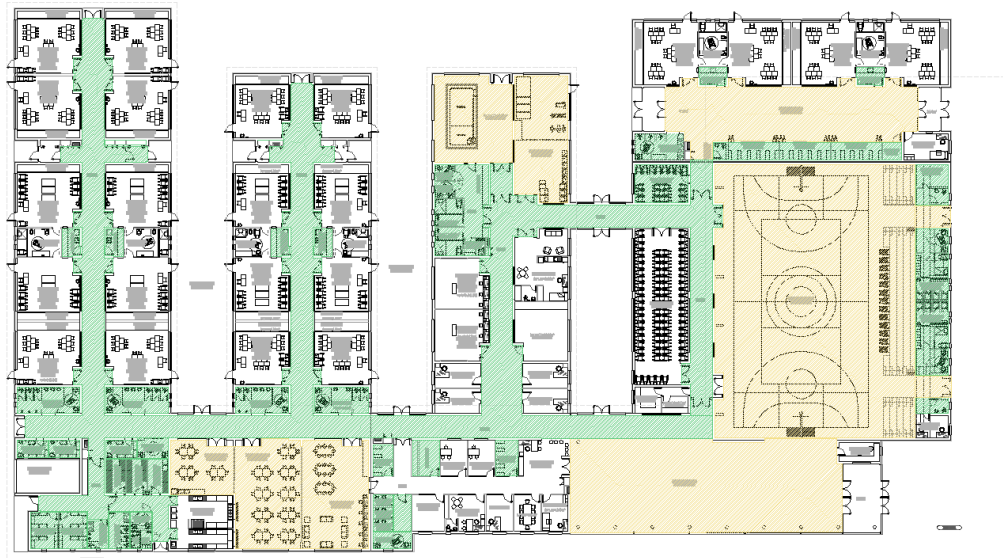
- *Todas las luminarias exteriores.*
- *Sector de Pasillos*
- *Patio cubierto*
- *Comedor*
- *Gimnasio*
- *Sala de estimulación*
- *Patio Prebásica*

Los sensores de ocupación detectan la presencia de personas mediante sensores de movimiento o calor, activando el encendido de las luminarias (on/off).

Se recomienda la incorporación de sensores de ocupación para los siguientes recintos:

- *Baños*
- *Camarines*
- *Bodegas de uso frecuente*
- *Archivos*
- *Sala de basura*

• Propuesta ubicación de sensores y fotoceldas



- SENSORES DE MOVIMIENTO
- FOTOTENSORES + FOTOCELDAS

• Recomendaciones

- Diseñar la iluminación artificial utilizando luminarias de alta eficiencia (ej.: LED, fluorescente T8, T5).
- En el Lay-out de iluminación, disponer las luminarias y los golpes (switch) de encendido, en filas paralelas a las ventanas, con golpes de encendido independientes para cada fila.
- Incorporar sensores de iluminación natural para controlar las filas de luminarias más cercanas a la ventana, en los recintos que corresponda.
- Considerar un tipo de luminaria para iluminación general (ej.: Luminarias en el cielo), que entregue la cantidad de iluminación necesaria para circular (ej.: 180lux.)
- Considerar otro tipo de luminaria, controlada independientemente por cada ocupante (ej.: luminaria integrada al mobiliario), que entregue la cantidad de iluminación necesaria (ej.: 400lux.), para que la persona realice tareas específicas (ej.: uso de computador, lectura, escritura, manualidades, etc.).
- Incorporar sensores de iluminación natural y/o de movimiento en los recintos de circulación o transición (ej.: pasillos, accesos, halls, exteriores, etc.), que tengan acceso a iluminación natural o uso esporádico.
- Incorporar sensores de movimiento en los recintos de uso esporádico (ej.: bodegas, baños, camarines, estacionamientos, etc.).
- Las luminarias de Emergencia y Señalética, deben ser cableadas en un circuito independiente, en caso que se consideren sensores de movimiento, por razones de seguridad.
- Las luminarias exteriores, deben ser de corte completo (en página siguiente, se adjuntan ejemplos de luminarias con corte completo).
- Las luminarias exteriores deben ser controladas mediante un sensor de iluminación natural o un timer astronómico.

- Considerar en el diseño de lucarnas, los requerimientos de iluminación interior para iluminación artificial.
- Utilizar color blanco en el cielo de los recintos y terminaciones interiores (en armonía con el diseño) para mejorar la distribución interior de la iluminación artificial y natural.
- Utilizar colores claros en pavimentos de los recintos, de manera de aumentar la reflexión de la iluminación artificial.

Condiciones de Diseño Mínimas

1. Alumbrado Interior:

El proyecto de iluminación artificial deberá contar un 100% de la superficie de los espacios regularmente ocupados con luminarias que posean las siguientes características:

- *Cumplen con el nivel mínimo de iluminancia (luxes) indicados en la NCh Elec.4:2003. Los valores a cumplir serán los medios de los análisis de los recintos.*
- *Cumplen con una uniformidad media (Um) de áreas circundantes inmediatas $\geq 0,5$*
- *Poseen un Índice de rendimiento cromático (IRC) ≥ 80 , de las luminarias instaladas en los espacios regularmente ocupados del edificio. Se exceptúan luminarias diseñadas para usos especiales que no requieren la realización de tareas de detalle.*
- *Poseen Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR o Unified Glare Rating) ≤ 22 .*

Para recintos definidos como oficinas, salas de reunión, enfermerías, box de atención, bibliotecas, salas de clase y laboratorios, UGR ≤ 19 . (Según EN 12464-1).

Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con los valores mínimos de iluminancia, control del deslumbramiento y rendimiento cromático.

1. *Iluminancias mínimas por tipo de recinto*

Tabla 38: Requerimientos de eficiencia energética para iluminación interior.

Iluminancia mínima (Lux) según NCh Elec.4:2003	
General	Lux
Auditorios	300
Bodegas	150
Casinos, Restoranes, Cocina	300
Comedores	150
Oficinas en General	400
Pasillos	50
Salas de trabajo iluminación suplementaria en cada punto	150
Salas de tableros eléctricos	300
Educación	E_m (lux)

Atención	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Salas de Párvulos	150
Salas educ. básica	200
Salas educ. media	250
Salas educ. superior	300

Tabla 39: Valores límite de iluminancia para los recintos que no aparecen en la NChElec.4:2003

EDIFICIOS EDUCACIONALES (Nota: evitar reflexiones especulares en la pizarra)			
Recintos	E_m (lux)	Recintos	E_m (lux)
Aula de enseñanza		Aula Taller	
General, trabajos manuales	300	Trabajo fino	500
Pizarra (plano vertical)	500	Trabajo no fino	300
Aula informática		Salón de Actos	
General	500	General	200
Pizarra (plano vertical)	300	Escenario	700
Aula de Dibujo		Sala de profesores	300
General	750	General	
Pizarra (plano vertical)	300	Aulas de prácticas y laboratorios	500
		Escalera	150
		Hall de entrada	200

Adaptación de la EN 12464-1

2. Potencia Instalada. Cálculo de la Potencia instalada de referencia

Tabla 40. Potencia de Iluminación, según el método por el uso del edificio.

Requerimiento de eficiencia energética para iluminación interior	
Tipo de uso	Potencia W/m2
Educación	13

3.3 EFICIENCIA EN SISTEMAS DE ACS

3.3.1 Criterios de eficiencia y ahorro de agua en instalaciones sanitarias

Propósito: Disminución del consumo de agua potable [%] por griferías y artefactos. Disminuir el consumo de agua potable mediante la incorporación de artefactos eficientes y sistemas de control.

Se propone reducir en un 40% el consumo de agua potable.

3.3.1 Caudales máximos

A continuación, se indican los diferentes tipos de artefactos y sus caudales máximos, para considerar en la elección de los artefactos.

Artefactos sanitarios		Consumo Caso Base	Reducción 20% (obligatorio)	Reducción 30%-40%	Reducción 60%
Inodoros		7.00 Litros por descarga (Lpd)	5.6 Lpd	4.9 - 4.2 Lpd	2.8 Lpd
Urinarios		3.80 Lpd	3.04 Lpd	2.66- 2.28 Lpd	1.52 Lpd
Griferías	Lavamanos	0.20 Lps 12 Lpm	0.16 Lps 9.6 Lpm	0.14 - 0.12 Lps 8.4 - 7.2 Lpm	0.08 Lps 4.8 Lpm
	Ducha ½"	0.20 Lps 12 Lpm	0.16 Lps 9.6 Lpm	0.14 - 0.12 Lps 8.4 - 7.2 Lpm	0.08 Lps 4.8 Lpm
	Ducha ¾"	0.32 Lps 19.2 Lpm	0.256 Lps 15.36 Lpm	0.22 - 0.192 Lps 13.44 - 11.52 Lpm	0.128 Lps 7.68 Lpm
	Lavaplatos y Lavacopas	0.20 Lps 12 Lpm	0.16 Lps 9.6 Lpm	0.14 - 0.12 Lps 8.4 - 7.2 Lpm	0.08 Lps 4.8 Lpm
Máquinas	Lava vajillas	15.00 Lt/kg.	12.00 Lt/kg.	10.5 - 9.00 Lt/kg.	6.00 Lt/kg.
	Lavadero	30.00 Lt/kg.	24.00 Lt/kg.	21 - 18.00 Lt/kg.	12.00 Lt/kg.
	Máquina de lavar ropa	20.00 Lt/kg.	16.00 Lt/kg.	14 - 12.00 Lt/kg.	8.00 Lt/kg.
Los proyectos que incorporen griferías para válvulas de preenjuage, el flujo, OBLIGATORIAMENTE, no puede superar los 1.6 gpm (6.05 Lpm)					

Fuente: Elaboración propia CES en base a anexo 3 del RIDAA, Catastro OCUC 2008; NCh 700:2011, NCh 407:Of.2005 y TDR DA/MOP.

Se incorporan artefactos que cumplen el caudal propuesto, reduciendo en un 30% -40% el caudal.

3. Demanda diaria de Propuesta				
	Usos Diario		Uso Anual	
	Funcionarios	Estudiantes	Funcionarios	Estudiantes
Inodoros	879	-	158,193	-
Inodoros disc	-	619	-	111,456
Urinarios	-	104	-	18,720
Duchas	25	544	4,536	97,902
Lavamanos	142	583	25,515	104,895
Lavaplatos	105	-	18,881	
Totales por Grupo	1,151	1,850	207,125	332,973
Demanda Total - Propuesta (litros/año)				540,098

CÁLCULO PORCENTAJE DE REDUCCIÓN EN CONSUMO DE AGUA POTABLE

Para calcular el porcentaje de reducción se debe seguir la siguiente fórmula:

$$\% \text{ reducción demanda de agua} = \left(\frac{\text{Dem referencia} - \text{Dem proyecto}}{\text{Dem referencia}} \right) * 100$$

$$\% \text{ Reducción Demanda de Agua} = \left[\frac{1.434.798 - 540.098}{1.434.798} \right] * 100 = \mathbf{62.36\% \text{ Reducción}}$$

El proyecto ahorra un 62.36% de agua potable versus el caso base, según el método de cálculo del Manual CES.

3.4 EFICIENCIA EN SISTEMA ACÚSTICO

El diseño debe garantizar seguridad, independencia y buena legibilidad acústica para todos los recintos habitables de la edificación, con especial énfasis en recintos con altos requerimientos acústicos (salas de clases, auditorios, salas de conferencias, etc.)

• Aislación acústica mínima de fachadas exteriores (obligatorio)

Limitar el traspaso de ruido mediante aislamiento para lograr el confort acústico.

Todos los recintos regularmente ocupados del edificio.

Cálculo apéndice 7 (Manual CES)

Requerimiento:

Igualar o mejorar la aislación acústica de fachadas expuestas a vías vehiculares, definidas en función de Nivel Equivalente diurno (NED) según siguiente tabla:

Aislamiento acústico mínimo para fachadas y elementos de fachadas	
NEDdB(A)	Aislamiento acústico mínimo de fachada
NED ≤ 65	25 dB(A)
NED > 65	NED - 40 dB(A)

- Considerar los niveles acústicos del entorno para diseñar la solución constructiva de la envolvente (muros, ventanas y cubierta).
- Para mantener los tiempos de reverberación determinados, se deberán incorporar materiales absorbentes acústicos con un índice de NRC (Noise Reduction Coefficient) superior a 0.75.
- La superficie total de materiales absorbentes usualmente corresponde al 100-120% de la superficie del recinto en planta, para recintos con alta exigencia (0.7seg), y 50-70% de la superficie del recinto en planta, para recintos con baja exigencia (1.3seg).
- Se recomienda incorporar la superficie de material absorbente acústico en el cielo de los recintos (ej.: cielo americano con índice NRC superior a 0.75)

Se coordinan todas las soluciones según requerimiento acústico manual CES, desarrollado en la certificación y en documento del especialista acústico.

4 EVALUACIÓN RESULTADOS GENERALES

Según las condicionantes de caso base CES, se evalúan dos casos de mejoras, el caso 1, correspondiente al caso CES bueno, y el caso 3, corresponde a un caso mejorado al estándar del caso ACHee. Descritos anteriormente.

Sistema de climatización considerado para estudio de Demanda (según punto 4.1. apéndice 9):

Calefacción: se considera para el caso base y el caso propuesta el sistema de clima propuesto.

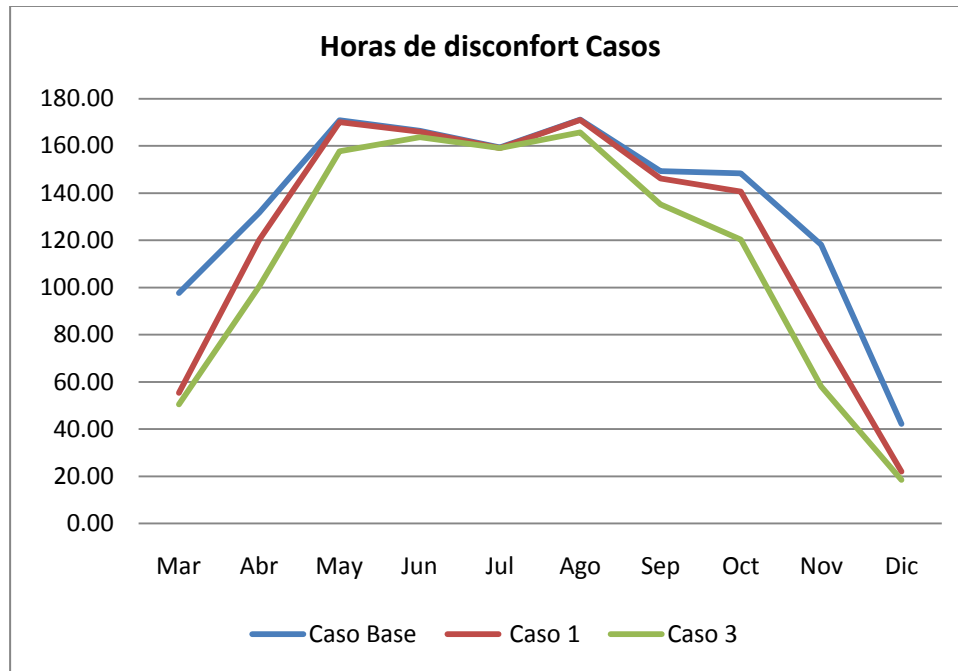
CASO PROPUESTO	Eficiencia	Recuperación de calor	Sensor de Presencia
Caldera 1 y 2 Pellets	92%		
Caldera 3 gas	97.7%		
Ventiladores salas	70%	Si 40%	No
Ventiladores baños y cocinas	60%	No	Si
Modelado según proyecto de clima			
No considera refrigeración			

Inputs de Simulación para cálculo de Demanda de Energía mediante Design Builder, tanto para el caso base como para el caso propuesto.

Caso base Demanda:					
Se modelo edificio Objeto de acuerdo a las especificaciones indicadas en apéndice 9 del manual 1, Evaluación y certificación CES. Los resultados son el promedio de las 4 orientaciones solicitadas. Para mantener una relación adecuada con el contexto, el edificio fue rotado con respecto a su centro geométrico, manteniendo una distancia constante con su contexto					
Caso Propuesto:					
El caso propuesto se fue modelado de acuerdo a planos de arquitectura y especialidades concurrentes (Clima, Iluminación, agua potable). De acuerdo a lo indicado en el manual 1 CES, Apéndice 9.					

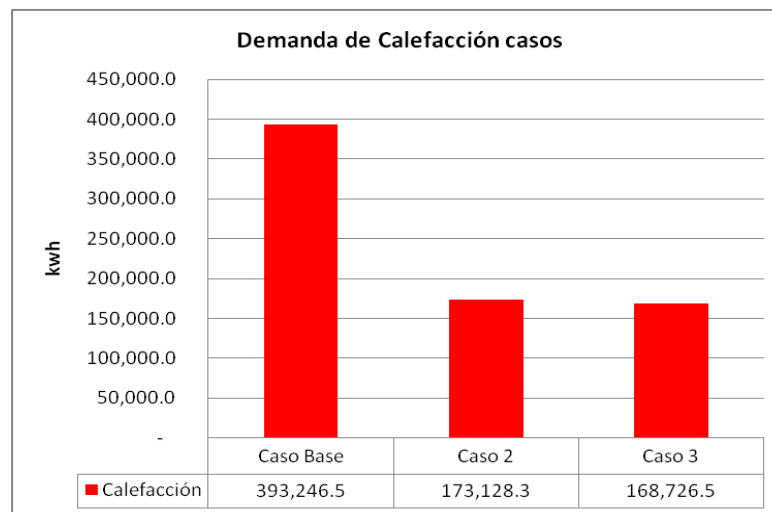
4.1 SIMULACIÓN TÉRMICA CASOS

4.1.1 Horas de Disconfort Anual



El caso 3, logra reducir las horas de disconfort en todos los meses del año escolar, llegando a bajar en un 16,65%. En los meses de junio, julio y agosto, se reduce menos la cantidad de horas de disconfort. Pero en el resto de los meses, se produce un mayor porcentaje de reducción de horas.

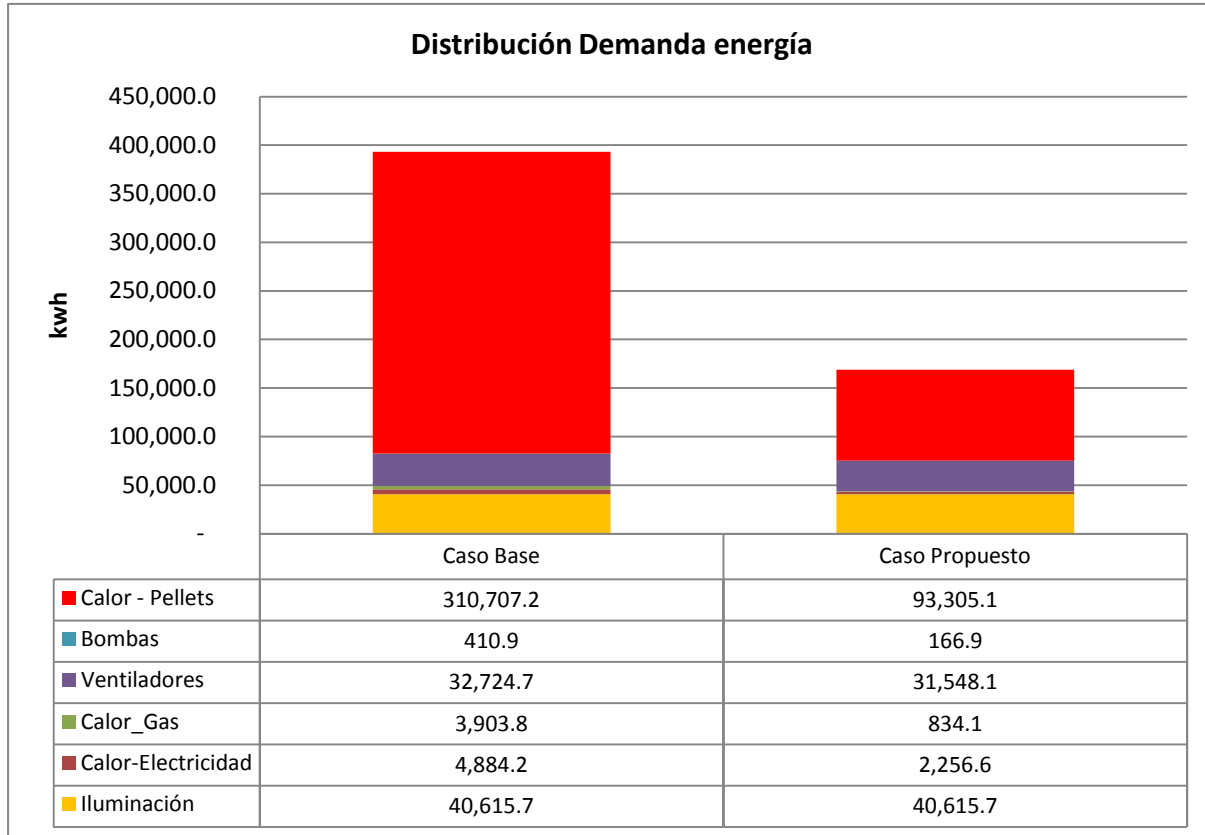
4.1.2 Demanda Anual de Calefacción



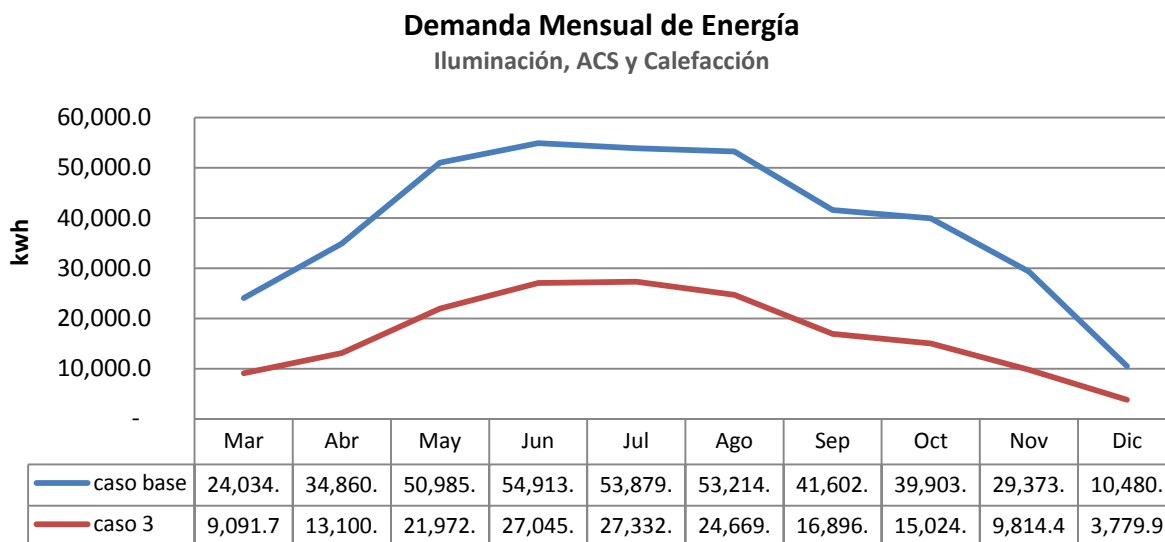
El caso 3, presenta la menor demanda en calefacción y menos horas de disconfort, con respecto al caso base.

4.2 CASO BASE VERSUS CASO MEJORADO (CASO 3)

4.2.1 Distribución demanda de energía

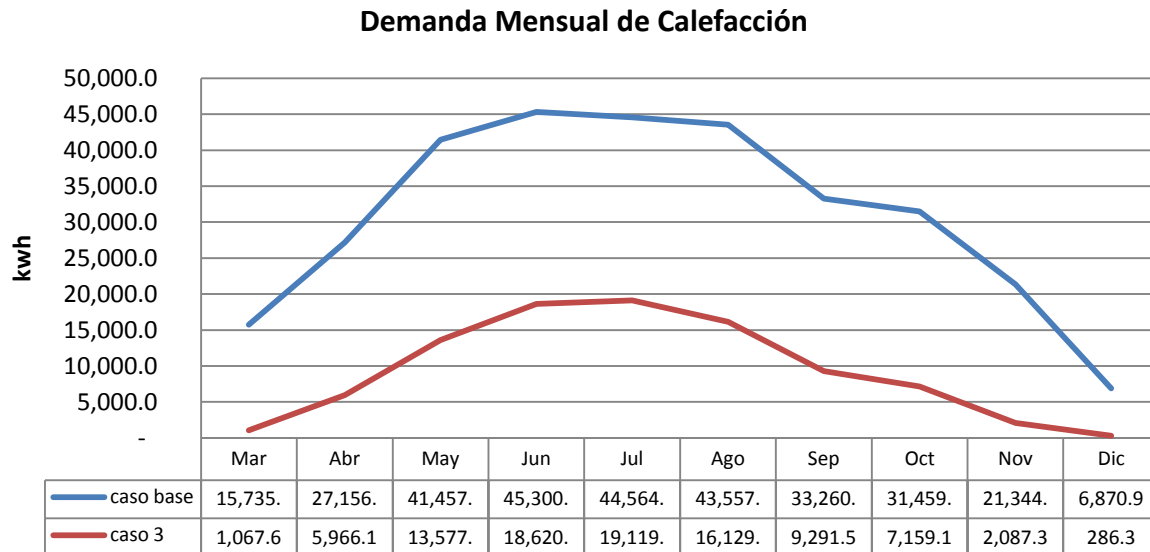


4.2.2 Demanda Mensual de Energía



El caso 3 logra reducir en un **57.09 %** la demanda de energía del edificio (iluminación, ACS y calefacción) con respecto al caso base. Se disminuye desde el caso base de 393.246,5 kwh a **168.726,5 kwh**.

4.2.3 Demanda Mensual de Calefacción



CASO BASE	U	CASO 3	U	Aislación
Muros	2.9	Muros	0.36	Eps 100 mm
Cubiertas	0.6	Cubiertas	0.21	Eps 150 mm
Pisos	3.85	Pisos	0.71	Eps 50 mm
Vidrios	3	Vidrios	1.8	low-e

El caso 3, muestra una gran diferencia en la demanda de energía, en los meses de invierno, cuando el requerimiento de calefacción es mayor. **La envolvente térmica**, demuestra su importancia al comparar la demanda de calefacción, con el mismo sistema de caldera a pellet de alto rendimiento.

4.2.4 Conclusiones

El caso 3, mejora la envolvente térmica en todos sus paramentos, pero se destaca el valor U del muro 0.36 w/m2k, con respecto al caso base con un valor U: 2.9 w/m2k. Mejorando un 87.5% el valor del muro .Esto **logra ahorrar en desempeño energético anual de energía en un 57.09%.**

El caso 3, sería el caso de mejor desempeño energético, en cuanto a **demanda de energía**, llegando a **168.726.5 kwh**.

El caso base CES, considera un caso base tipo, con un 40% de vanos uniformes por fachadas, para poder analizar estrategias preliminares, e ir evaluando las decisiones finales.

Lo que se puede concluir, es que el caso 3, logra reducir las pérdidas por muros, que eran las más considerables en el balance térmico del caso base, y logra un muy buen desempeño energético.

4.2.5 Distribución Consumo energético

Se simula el caso base con la misma arquitectura y envolvente propuesta, y se diferencian los sistemas activos.

CALEFACCION / REFRIGERACION							
CASO BASE	Eficiencia	Recuperación de calor	Sensor de Presencia	CASO PROPUESTO	Eficiencia	Recuperación de calor	Sensor de Presencia
Caldera 1 y 2 Pellets	85%			Caldera 1 y 2 Pellets	92%		
Caldera 3 gas	85%			Caldera 3 gas	97.7%		
Ventiladores salas	70%	No	No	Ventiladores salas	70%	Si 40%	No
Ventiladores baños y cocinas	60%	No	No	Ventiladores baños y cocinas	60%	No	Si

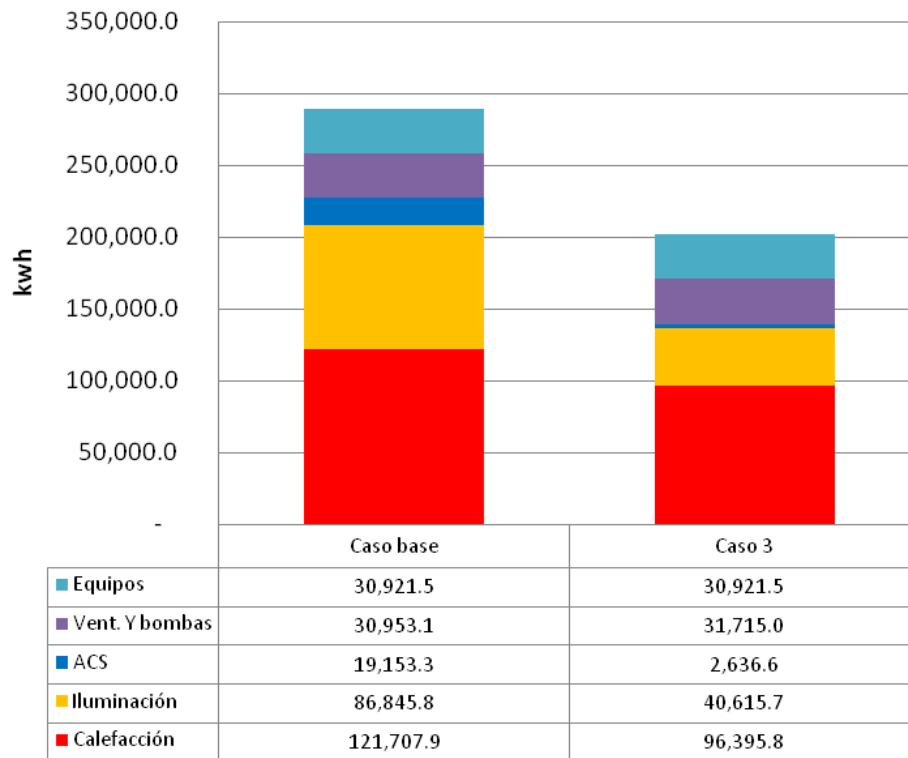
Modelado según apendice 9

Modelado según proyecto de clima
No considera refrigeración

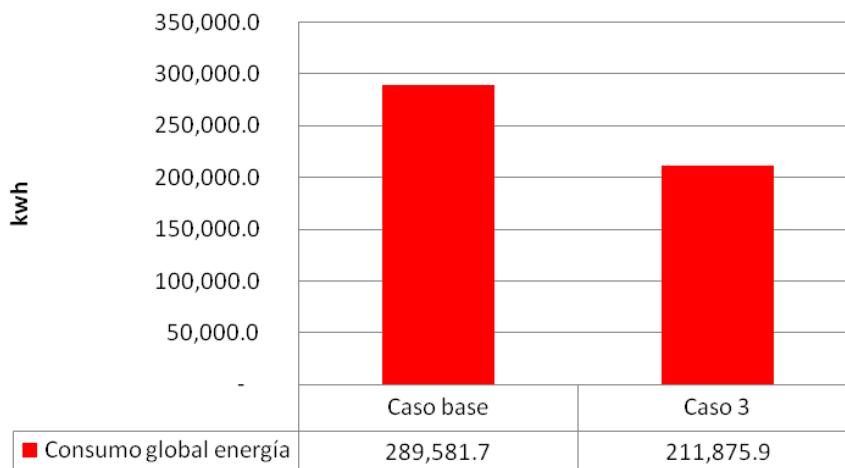
ILUMINACION			
CASO BASE		CASO PROPUESTO	
Iluminacion proyecto		Iluminacion proyecto	
	potencia [W/m2]		
Tipo de recinto		Tipo de recinto	potencia [W/m2]
Oficinas	12	Oficinas	8,85 - 11,35
Bibliotecas	13	Bibliotecas	NA
Bodegas	9	Bodegas	2,4 - 5
Archivos	12	Archivos	5
Gimnasio	15	Gimnasio	4.26
Pasillos (patio techado)	5	Pasillos/circulacion	2,9 - 5
Auditorio	15	Auditorio	7.8
Salas	15	Salas	7.84
Comedor/casino	13	Comedor/casino	3.97
Cocina	13	Cocina	6.21
Laboratorios y talleres	15	Laboratorios y talleres	7.84
SSHH	10	SSHH	2,2 - 5,8
Tipo de Luminaria	Suspendida	Tipo de Luminaria	Suspendida
Fraccion Radiante	0.72	Fraccion Radiante	0.72
Fraccion visible	0.18	Fraccion visible	0.18
Sistema de Control	No aplicado	Sistema de Control	indicado

Detalle por zona en pestaña Lighting

Distribución consumo energía global



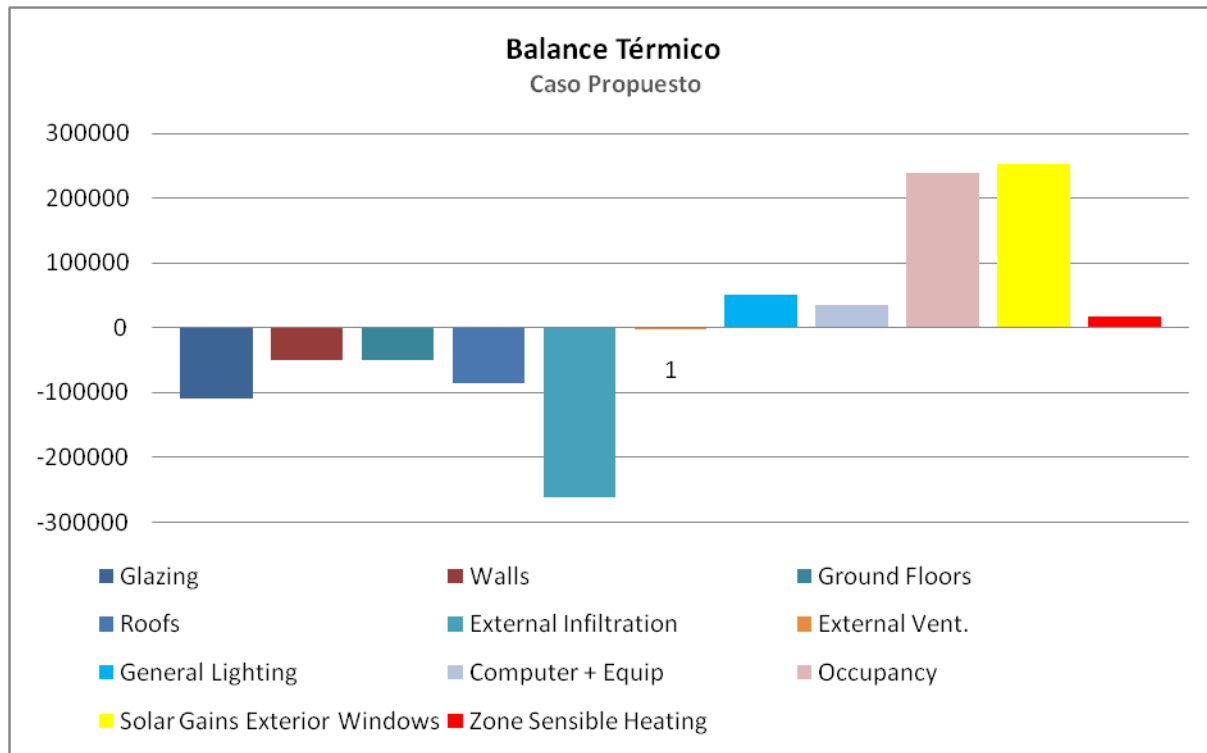
Consumo global energía



Se grafica la reducción de energía del caso 3, reduciendo notablemente, el consumo en electricidad y en los sistemas de calefacción. El consumo global, del caso 3, se reduce en un 26.83% con respecto al caso base. **El caso 3, consume 211.875 kwh y 44.1 kwh/m2 y el caso base 289.581 kwh y 60.2 kwh/m2.**

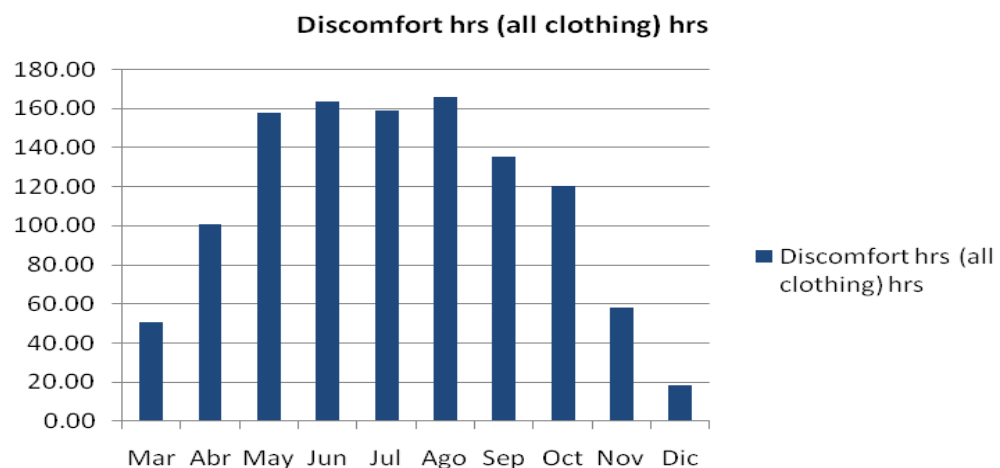
4.3 CASO PROPUESTO: CASO 3

4.3.1 Balance Térmico



Conclusión: El gráfico demuestra el mejoramiento en las pérdidas por muros y techos, con respecto al caso base. Las mayores ganancias internas se reciben por las ventanas y ocupación de los usuarios. El caso 3 logra disminuir las pérdidas en la envolvente.

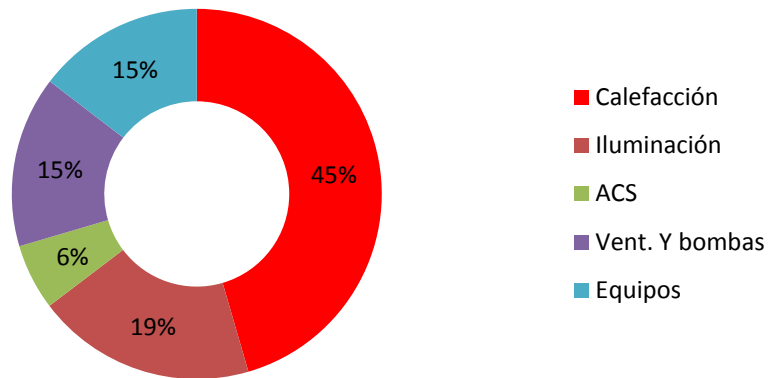
4.3.2 Horas de Discomfort Anual



Las Horas de discomfort del caso propuesto son 1129,39 h.

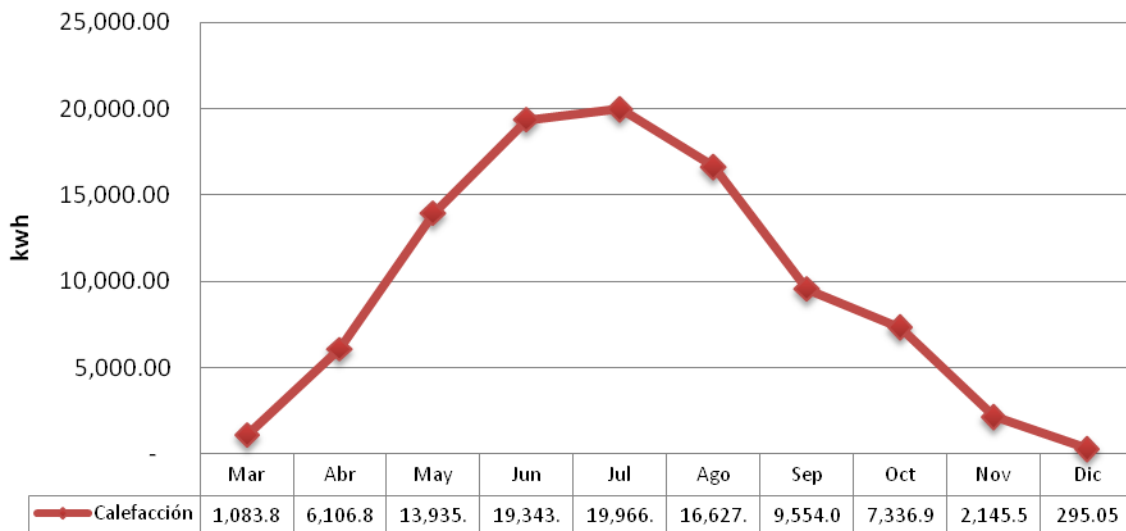
4.3.3 Distribución Demanda de Energía Anual

Distribución de consumo
Caso Propuesto



El consumo de Calefacción representa el 45% del requerimiento de energía del edificio. Y le sigue la demanda de iluminación artificial con un 19%.

Consumo de Calefacción Mensual kwh



El consumo anual en calefacción es de 96,395.83 Kwh.

4.4 EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

4.4.1 Matriz energética

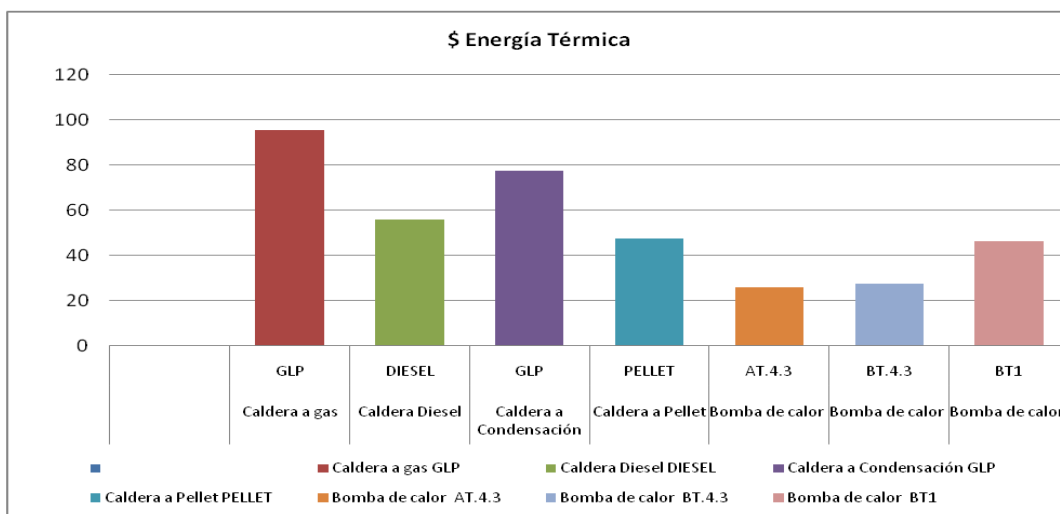
Comparativo de precio/energía de las fuentes disponibles					
Precio por energético en la zona analizada					
Tipo de energético	GLP	GN	Diésel	Pellet	Otro (2)
	\$/kg	\$/m ³	\$/litro	\$/kg	
	960	no aplica	463	180	
Poder calorífico					
Tipo de energético	GLP	GN	Diésel	Pellet	Otro (2)
	kWh/kg	kWh /m ³	kWh/litro	kWh/kg	
	11802	6781	10200	4200	
Costo del energético					
Tipo de energético	GLP	GN	Diésel	Pellet	Otro (2)
	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh
	81.34	no aplica	45.39	42.86	
Costo de la Electricidad en el sector por tipo de tarifa					
Tipo tarifa	Energía (\$/kWh)	Potencia fuera de punta (\$/kW mes)	Potencia en punta (\$/kW mes)		
Tarifa BT1	147.85	-	-		
Tarifa BT.4.3	88.02	3395.5	13743.30		
Tarifa AT.4.3	82.88	2058.4	8515.10		

En la tabla adjunta, se analizan los distintos energéticos, para evaluar el costo de energía térmica de cada uno, según su costo en el lugar y su poder calorífico. Y se revisan los valores de energía eléctrica según información del CDGE.

Sistema	Caldera Gas 1	Caldera Diesel	Caldera Gas 2	Caldera Pellet	Bomba de calor		
Energético	GLP	DIESEL	GLP	PELLET	AT.4.3	BT.4.3	BT1
Eficiencia equipos	0.85	0.81	0.977	0.92	3.2	3.2	3.2
\$/Kg	\$ 960	\$ 463	\$ 960	\$ 180	-	-	-
\$/kwh	\$ 81.34	\$ 45.39	\$ 81.34	\$ 42.86	\$ 82.88	\$ 88.02	\$ 147.85
\$ Energía térmica	\$ 96	\$ 56	\$ 83	\$ 47	\$ 25.90	\$ 27.51	\$ 46.20

El costo de energía térmica, más conveniente, es la correspondiente a la bomba de calor, con tarifa AT.4.3 con un valor de \$25.90 y la de caldera a pellet con un valor de \$47.

El valor de las tarifas AT.4.3 y BT.4.3, funcionan para el horario entre las 18 h a 23 h. En esta tarifa se separan los cobros por energía y potencia. Además, se distingue el uso de la potencia en horas de punta (entre 18:00 hrs. y 23:00 hrs. de los meses de abril a septiembre) y fuera de las horas de punta (el resto del año).

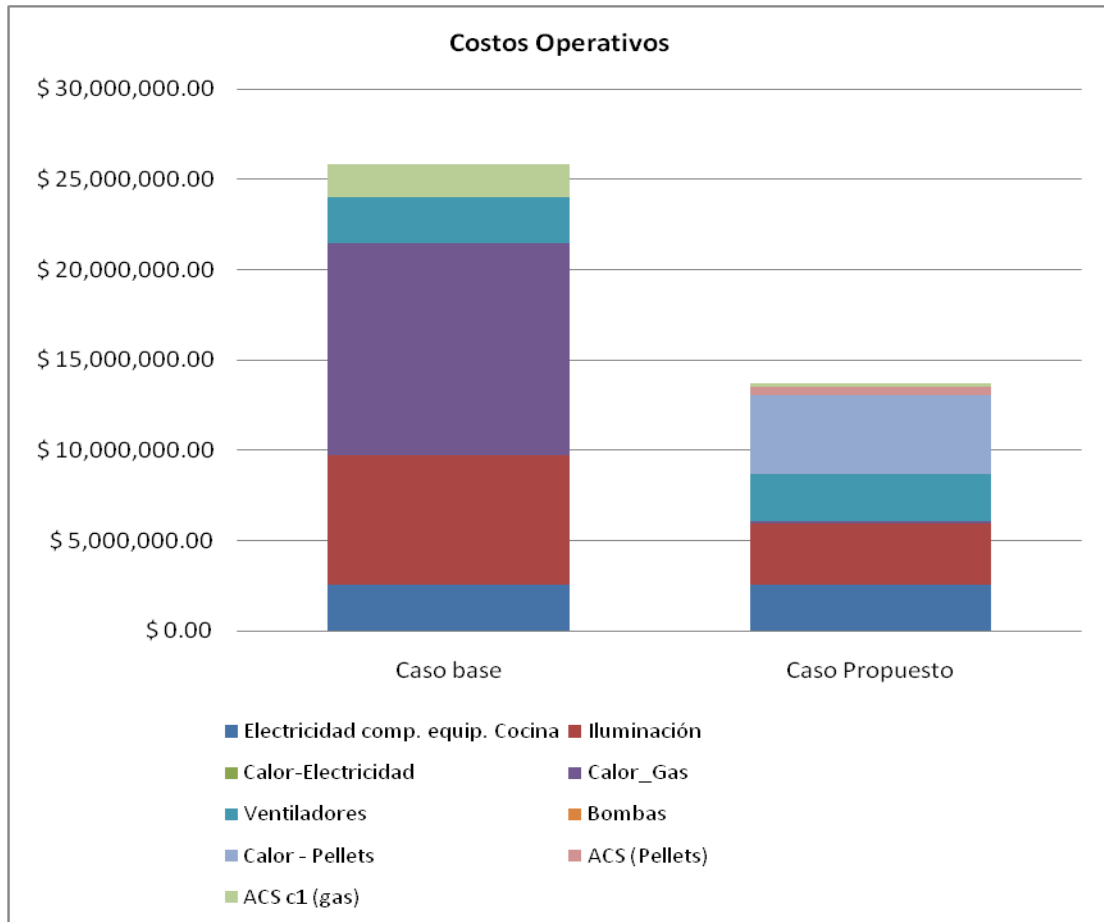


Se propone el uso de caldera a pellet, para la superficie principal del edificio, ya que la necesidad de energía térmica, será sólo para calefacción y Acs, no para refrigeración. Se deberá elegir una caldera con un rendimiento nominal acorde a lo exigido por tabla 14 CES, para el COP. Y para recinto de piscina temperada, se propone el uso de bomba de calor, para calentar agua y ambiente. Para la zona de camarines, se propone incorporar calderas de condensación a gas, para calefaccionar y para ACS.

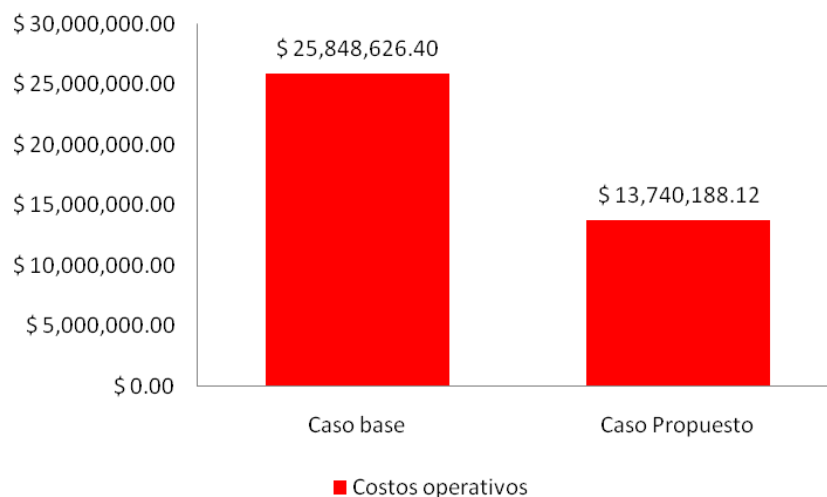
4.4.2 Costos operativos

	Electricidad comp. equip. Cocina	Iluminación	Calor- Electricidad	Calor_Gas	Ventiladores	Bombas	Calor - Pellets	ACS (Pellets)	ACS c1 (gas)
Caso base	30,921.5	86,845.8	-	121,707.9	30,769.2	183.9	-		19,153.3
valor kwh	82.88	82.88		96	82.88	82.88			96
Total	\$ 2,562,771.60	\$ 7,197,783.88	\$ 0.00	\$ 11,683,956.79	\$ 2,550,149.89	\$ 15,245.16	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 1,838,719.09
	Electricidad comp. equip. Cocina	Iluminación	Calor- Electricidad	Calor_Gas	Ventiladores	Bombas	Calor - Pellets	ACS (Pellets)	ACS c1 (gas)
Consumo	30,921.5	40,615.7	2,256.6	834.1	31,548.1	166.9	93,305.1	9,591.3	2,636.6
valor kwh	\$ 82.88	\$ 82.88	\$ 25.90	\$ 83.00	\$ 82.88	\$ 82.88	\$ 47.00	\$ 47.00	\$ 83.00
Total	\$ 2,562,771.60	\$ 3,366,226.23	\$ 58,444.86	\$ 69,233.29	\$ 2,614,707.61	\$ 13,831.98	\$ 4,385,341.24	\$ 450,789.90	\$ 218,841.41

Distribución de Costos Operativos



Costos Operativos Total



COSTOS OPERATIVOS		
Item	Kwh	Costo
Calefacción	96,395.83	\$ 4,513,019.39
Iluminación	40,615.7	\$ 3,366,226.23
Equipos	30,921.5	\$ 2,562,771.60
Vent. Y bombas	31,715.00	\$ 2,628,539.59
Acs	12,227.92	\$ 669,631.31

Resumen

El caso propuesto, presenta una demanda de calefacción de 96,395.83 Kwh y de 44 kwh/m2.

Los costos operativos del caso propuesto, para calefacción es de \$ 4,513,019.39 y total de \$13,740,188.12

4.5 DEFINICIÓN CASO PROPUESTO

La asesoría de eficiencia energética propone el caso 3, como el caso de envolvente térmica más favorable.

Caso 3- Mejoramiento en vidrios Caso 2- Caso Mejorado Guía EE ACHee

Muros:	Muro 1 Hormigón armado con Tresa:	U: 0.36 W/m2K
De interior a exterior:	Muro hormigón armado	e: 220 mm
	Poliestireno Expandido	e: 100 mm Densidad: 20 Kg/m3
	Revestimiento Tresa	
	Muro 2 Hormigón armado con Sistema Eifs:	U: 0.36 W/m2K
De interior a exterior:	Muro hormigón armado	e: 220 mm
	Poliestireno Expandido	e: 100 mm Densidad: 20 Kg/m3
	Terminación sistema EIFS	

Cubierta:	Cubierta	U: 0.21 W/m2K
De interior a exterior:	Tejas de acero galvanizada	
	Cámara de aire:	e: 0,5 m
	Losa de HA:	e: 150 mm
	Lana Mineral:	e: 150mm Conductividad: 0,038 W/mK Dens.: 40 Kg/m3

Ventanas
Doble vidrio hermético tipo Pilkington Low-E
6 mm (Low-E cara #2) + 12 mm cámara de aire + 6mm (cristal float incoloro), y perfilería de PVC (muro cortina marco aluminio).
Transmitancia lumínica: 73% Valor K :1.8 Factor solar: 0.62 Coef. Sombra: 0.71

Pisos	U: 0.25 w/m2k
Radier	
Poliestireno expandido	e: 50 mm Densidad: 30 kg/m3
Banda horizontal de 1m de ancho por todo el perímetro del edificio, y de 50 mm de espesor	

Valores U

(transmitancia térmica)

INDICADORES DE ENVOLVENTE TÉRMICA	
Componente de la envolvente	U [W/m ² k]
Muros	0.36
Techumbre	0.21
Ventanas	1.8
Pisos	0.25

Consumo Global anual

Acs	Calefacción	Iluminación	Equipos	Vent. Y Bombas	Total
kWh	kWh	kWh	kWh	Kwh	Kwh
12,227.92	96,395.83	7,197,783.88	30,921.5	31,715.00	211,875.89

Consumo Térmico

Consumo energético		
	kWh*a	kWh/m ² *a
Calefacción	96,395.83	44.1

Costos Operativos

Acs	Calefacción	Iluminación	Equipos	Vent. Y Bombas	Total
\$	\$	\$	\$	\$	\$
669,631	4,513,019	3,336,226	2,562,771	2,628,539	211,875.89

4.5.1 Conclusión:

Se propone una envolvente que mejora el parámetro de CES, nivel aceptable, basándose también en la Guía EE de AChEE para establecimientos educacionales, mejorando el valor de transmitancia térmica de vidrios.

Este caso de envolvente, caso 3, logra un buen desempeño energético del edificio, presentando un consumo de 96,395.83 kwh al año, y 44.1 kwh/m² al año. Presenta un gasto aproximado en calefacción de \$4,513,019 al año.

El proyecto incorporó, diversas estrategias para reducir el consumo energético y por ende los costos operativos, de acuerdo a recomendaciones de eficiencia energética. Se incorporaron sensores de movimiento, en baños y bodegas, para iluminación y para extracción forzada. Se incorporaron sensores de CO₂ en salas para activar sólo cuando es necesario renovar el aire, la extracción e inyección, ventilación

mecánica. Se adjunta tabla con toda la información de sistemas propuestos y coordinados con especialidades, por recintos regularmente ocupados y recintos no regularmente ocupados.

Además se cumple con todos los requerimientos obligatorios de CES, y voluntarios, para lograr la pre-certificación CES, nivel destacado.

5 COORDINACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS EN EL PROYECTO

RECINTOS REGULARMENTE OCUPADOS											
RECINTOS	SIMBOLOGIA RECINTO	SUPERFICIE PROYECTO		CLIMATIZADO	INYECCIÓN DE AIRE	EXTRACCIÓN DE AIRE	SENSOR DE CO2	TERMOSTATO	SENSOR DE MOVIMIENTO ILUMINACIÓN	SENSOR DE MOVIMIENTO EXTRACCIÓN	FOTOCELDAS
		CANT. DE RECINTOS	SUPERFICIE PROYECTO								
ÁREA DE ADMINISTRACIÓN											
Oficina Director	DIR	1	14,68	Si	Si	Si	si	No	No	No	No
Sala de profesores	SP	1	88,49	Si	Si	Si	si	Si	No	No	Si
Recepción Secretaria + espera	RECEP-SEC + SE	1	21,85	Si	Si	Si	si	Si	No	No	No
Atención padres y apoderados	APA	2	24,09	Si	Si	Si	si	No	No	No	No
Box Profesionales	BPR	1	12,10	Si	Si	Si	si	No	No	No	No
Portería	PO	1	9,50	Si	No	No	No	No	No	No	No
Primeros auxilios	PA	1	12,00	Si	Si	Si	si	No	No	No	No
Unidad Técnica Pedagógica	UTP	1	15,88	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No
Centro de Padres	CP	1	12,09	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No
TOTAL ÁREA DE ADMINISTRACIÓN		10	210,68								
ÁREA DOCENTE											
Estimulación Temprana y Nivel Pre-Básico											
Sala Actividades	AET	1	40,75	Si	Si	Si	Si	si	No	No	No
Salas de Actividades	APB (A1,A2 Y A3)	3	122,25	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No
Primeros Auxilios	PA	1	14,27	Si	Si	Si	si	si	No	No	No
Circulación (CCC2)	CC + PCCPB	1	180,11	Si	No	No	Si	si	No	No	Si
Nivel básico Retos Múltiples											
Aulas	ABRM	8	273,52	Si	Si	Si	Si	si (solo en salas 1 y 2)	No	No	No
Circulación (CCC10)	CC	1	108,08	Si	No	No	Si	si	Si	No	No
Nivel laboral											
Aulas	AL + ALRM	10	410,98	Si	Si	Si	Si	si (solo en salas 1 y 2)	No	No	No
Circulación (CCC11)	CC	1	128,92	Si	No	No	Si	si	Si	No	No
Área Rehabilitación											
Aula educación sicomotriz	AESM	1	79,12	Si	Si	Si	Si	si	No	No	Si
Aula hidroterapia	A.HIDRO	1	84,31	Si	Si	Si	Si	si	No	No	Si
Aula estimulación sensorial	AES	1	32,19	Si	Si	Si	Si	si	No	No	No
Aula casa practica	ACP	1	40,08	Si	Si	Si	No	si	No	No	No
Box Profesionales	BPR	2	27,88	Si	Si	No	si	si	No	No	No
Circulación (CCC7)	CC	1	114,11	Si	No	No	Si	si	Si	No	No
Box Profesionales	BPR	2	27,66	Si	Si	Si	si (en las 2 primeras de sur a norte)	si	No	No	No
Laboratorio de Computación	SC	2	63,98	Si	Si	Si	Si (en la primera sala de sur a norte)	si	No	No	No
TOTAL ÁREA DOCENTE		37	1.748,21								
ÁREA GIMNASIO											
Gimnasio Multiuso	GIM	1	583,57	No	No	No	Si	no	No	No	Si
Área de espectadores	GIM	1	203,75	No	No	No	si	no	No	No	Si
Oficina Deportes	OD	1	9,08	Si	Si	Si	Si	no	No	No	No
TOTAL ÁREA GIMNASIO		3	796,40								
ÁREA SERVICIOS											
Comedor Básico-Laboral	COM	1	88,76	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
Cocina	COC	1	38,85	Si	Si	Si	No	no	No	No	No
Comedor Personal	COPE	1	41,45	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si
TOTAL ÁREA SERVICIOS		3	169,06								
OTROS RECINTOS											
Minimarket	MM	1	8,63	No	No	No	No	no	no	No	No
Radio	RAD	1	4,98	No	No	No	No	no	no	No	No
Patio Cubierto	PCC	1	315,15	Si	No	No	Si	si	no	No	Si
Circulación (CCCS + CC4)	CC	1	106,81	Si	No	No	No	No	Si	No	No
Circulación (CCC8)	CC	1	201,18	Si	No	No	No	No	Si	No	No
Sala Multiuso (Bodega Silla de Ruedas)	BSR	1	99,61	Si	Si	Si	Si	si	no	No	No
TOTAL ÁREA OTROS RECINTOS		6	736,36								
SUPERFICIE TOTAL RECINTOS		49	3.660,71								

RECINTOS NO REGULARMENTE OCUPADOS											
RECINTOS POR ÁREAS	SIMBOLOGIA RECINTO	SUPERFICIE PROYECTO		CLIMATIZADO	INYECCIÓN DE AIRE	EXTRACCIÓN DE AIRE	SENSOR DE CO2	TERMOSTATO	SENSOR DE MOVIMIENTO ILUMINACIÓN	SENSOR DE MOVIMIENTO EXTRACCIÓN	FOTOCELAS
		CANT. DE RECINTOS	SUPERFICIE PROYECTO								
ÁREA DE ADMINISTRACIÓN											
Baño Director	BD	1	1,77	No	No	Sí	No	No	No	No	No
Depósito Material Didáctico	DMD	1	7,70	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Archivo	ARCH	1	10,14	No	No	No	No	No	Sí	No	No
TIC + Tab. General	TIC	1	11,73	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Baños Administración	BDA	3	8,70	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
Circulación (CCC9)	CC	1	56,31	Sí	No	No	No	No	No	No	No
Baños Administración Minusválidos	BDA	1	7,87	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
TOTAL ÁREA DE ADMINISTRACIÓN		9	104,22								
ÁREA DOCENTE											
Estimulación Temprana y Nivel Pre-Básico											
Sala mudas y hábitos higiénicos	SSH ET	1	15,53	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Sedle Pre-básica	SPB	2	12,00	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Sala de hábitos higiénicos	SHH PB	2	30,56	Sí	No	Sí *	No	Sí	No	No	No
Servicios Higiénicos. docentes y administrativos	BDA	1	2,60	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Bodega (BMT, BMD, BP)	BOD	3	33,45	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Circulación No RRO (CC1)	CC	2	25,60	No	No	No	No	No	No	No	No
Bodega material aseo	BA	1	4,11	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Nivel básico Retos Múltiples											
Servicios Higiénicos en Aula	SHH	2	24,32	Sí	No	Sí*	No	No	No	No	No
Sedle Retos Múltiples	SRM	2	11,98	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Circulación vestíbulos No RRO	CC	3	10,73	No	No	No	No	No	No	No	No
Servicios Higiénicos alumnos	SSH ALUMNOS/AS	2	35,68	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Nivel laboral											
Servicios Higiénicos en Aula	SHH	2	30,52	Sí	No	Sí*	No	No	No	No	No
Sedle Laboral	SL	2	11,98	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Circulación vestíbulos No RRO	CC	3	13,90	No	No	No	No	No	No	No	No
Servicios Higiénicos alumnos	SSH ALUMNOS/AS	2	41,58	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Área Rehabilitación											
Baño ACP	BACP	1	4,30	No	No	Sí	No	No	No	No	No
Servicios Higiénicos y camarín hidroterapia	SHCH	2	18,97	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Servicios Higiénicos Apoyo Hidroterapia	SHAH	2	7,02	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Camarín docente hidroterapia	CDH	1	4,46	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Circulación (CCC6)	CC	1	17,13	No	No	No	No	No	Sí	No	No
TOTAL ÁREA DOCENTE		37	356,42								
ÁREA GIMNASIO											
Bodega Material Aseo	BA	1	9,11	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Camarín alumnos	DH	1	18,07	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No
Camarín alumnas	DM	1	18,14	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No
Circulación No RRO	CC	2	8,35	No	No	No	No	No	No	N	No
Servicios Higiénicos Personal de Servicios	SSH	2	7,90	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Servicios Higiénicos Personal de Servicios	SSH	2	6,58	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
TOTAL ÁREA GIMNASIO		9	68,15								
ÁREA SERVICIOS											
Servicios Higiénicos Personal de Servicios	BPS	1	7,20	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Servicios Higiénicos Personal de Servicios	BPS	1	9,50	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Servicios Higiénicos Manipuladora	BMANIP	1	4,61	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Servicios Higiénicos Manipuladora (con vestidor)	BMANIP	1	4,95	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Recinto de Instalaciones	RIC	1	66,99	No	No	No	No	No	No	No	No
Servicios Higiénicos Acceso Universal	SSHHAU	1	7,31	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Bodega general	BG	2	25,12	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Despensa	DES	2	17,76	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Despensa	DES	1	8,47	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Circulación (CCC12)	CC	1	47,19	Sí	No	No	No	Sí	Sí	No	No
Bodega aseo	BA	3	21,18	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Residuos Sólidos - Depósito Basura Orgánica	RS	1	11,39	No	No	No	No	No	No	No	No
Residuos Sólidos - Deposito Basura	RS	1	11,39	No	No	No	No	No	No	No	No
TOTAL ÁREA SERVICIOS		17	243,06								
OTROS RECINTOS											
Circulación vestíbulos No RRO (CCC3)	CC	1	33,32	No	No	No	No	No	No	No	No
Circulación No RRO	CC	1	3,69	No	No	No	No	No	No	No	No
Bodega Silla de Ruedas	BSR	1	25,44	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No
TOTAL ÁREA OTROS RECINTOS		3	62,45								
SUPERFICIE TOTAL RECINTOS		75	834,30								
* Linkeado a interruptor On - Off de Iluminación											

* Linkado a interruptor On - Off de iluminación

6 REQUERIMIENTOS CES

ESCUELA ESPECIAL ÑIELOL					
Categoría	Código	Requerimiento	Desarrollo	Opta	Puntos
ARQ. CAI	1. Confort térmico Pasivo	1. Reducción horas de discomfort %	Descripción de cálculo (datos, confort térmico, demandas energ., consumos) del edif. referencia y objeto. Apéndice 3 y 9.	10	10
	2. Confort Visual Pasivo	2R Factor luz día o iluminancia útil mín.	Factor Luz Día o Iluminancia útil mínimos	SÍ	-
		2.1.1 Aporte de luz natural	Metodología de cálculo, indicando el valor FLD o IU o AIN, para cada recinto. % de recintos que cumplen y valor ponderado obtenido.	0	6.5
		2.1.1 Control de Deslumbramiento (DGP)	Metodología de cálculo, indicando el valor FLD o IU o AIN, para cada recinto. % de recintos que cumplen y valor ponderado obtenido.	0	1.5
		2.2 Acceso visual al exterior	Esquemas de plantas que demuestren las zonas RO con vistas al exterior./Listado con RRO y verificación de áreas que cumplen	0	1.5
	3. Calidad del Aire Pasivo	3R. Superficie mín. de ventana o caudal mínimo	Tabla para cada recinto evaluado: Superficie útil, Sup.y % área practicable efectiva de ventanas, profundidad del recinto desde la ventana practicable	SÍ	-
		3.1 Cobertura de las tasas de renovación	Metodología de cálculo utilizada y resultados p/ recinto: caudal aire mínimo y el obtenido por cálculo. % de área que cumple con caudal aire mín.	4	7.5
		3.2 Concentración máxima de Compuesto orgánicos	Documento con memoria de cálculo indicando opción de cálculo de concentración COV y resultados/ Certificado o eco-etiqueta concentr. COV por producto UNE-EN-ISO 14024 ó 14025	2	3
	4. Confort acústico	4R Aislación acústica mínima de fachadas exteriores	Descripción de metodología de cálculo, listado de materiales RRO y nivel de aislamiento acústico. Indicar el nivel de aislamiento y cuánto se excede.	SÍ	-
		4.1.1 Aislamiento acústico de fachada	Aislamiento acústico de fachada	3	3
		4.1.2 Acondicionamiento acústico	Aislamiento acústico al ruido aéreo entre dos recintos	0	1
		4.2.1 Acondicionamiento acústico	Tiempo de reverberación (segundos)	1.5	1.5
		4.2.2 Acondicionamiento acústico	Inteligibilidad de la palabra (STI)	0.5	0.5
ARQ. ENERGIA	5. Demanda de Energía	5R. Transmitancia térmica y FSM	Detalles constructivos (ptes. Térmicos)/cálculo riesgo de condensación/info ventanas/FSM	SÍ	
		5. Disminución de demanda de energía para calefacción, enfriamiento e iluminación.	Simulación final	18	18
	6. Hermeticidad de la Envolvente	6R. Sellos exteriores	EETT (Ficha Técnica producto)/consultar arquitectura	SÍ	
		6. Permeabilidad del aire		1	3
	7. Energía incorporada	7. % de materiales estructurales con declaración de la energía incorporada.	Descripción opción utilizada / Etiqueta Ambiental Tipo I o Tipo III de los materiales o categorías de productos estructurales	1	4

ARQ. AGUA	8. Paisajismo	8R. Disminución de la evapotranspiración del proyecto de paisajismo		NO APLICA	1
	9. Agua incorporada	9. % de los materiales estructurales con declaración de agua	Descripción opción utilizada / Etiqueta Ambiental Tipo I o Tipo III de los materiales o categorías de productos estructurales	1	1
ARQ. RESIDUOS	10. Manejo de residuos	10. Equip. separación de los residuos	Planimetría	1.5	1.5
INST. CAI	11. Calidad del Aire Activo	11R1 Cumplir con las tasas mínimas de ventilación mecánica	Documento con descripción de metodología de cálculo para el cumplimiento del requerimiento	SÍ	
		11.1 Ventilación Mecánica – Caudal de diseño		0	6
		11R2 Eficiencia mínima de filtraje	DECLARACION: Memoria o EE.TT del proyecto de clima.	SÍ	
		11.2 Ventilación Mecánica - Filtraje	REVISAR: Ficha Técnica equipo inyección de aire y/o filtros con EETT eficiencia promedio de filtraje o MERV	1.5	2
		11R3 No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta.	declaración en EE.TT de clima	SÍ	-
		11.3 Monitoreo de la calidad del aire	Planimetría con ubic. de sensores de CO2 / listado de RRO con densidad de ocupación igual o menor a los 4 m2/plano/ PDF	1	1
	12. Ruido de equipos	12. Control del ruido proveniente de equipos	Documento con descripción de metodología de cálculo para el cumplimiento del requerimiento	0.5	0.5
	13. Confort Visual activo	13R Condiciones de diseño mínimas	Ficha técnica de cada luminaria tipo a instalarse en los ROO, deslumbramiento(UGR) y rendimiento cromático(IRC)	SÍ	
		13.UGR, IRC y Uniformidad media		2	2
	14. Confort térmico activo	14R Definir condiciones de diseño del proyecto de climatización	Planimetría con ubicación de termostatos, controles y definición de bloques	SÍ	-
		14. Controlabilidad de la climatización		1	2

“Edificio Certificado”: 30 a 54,5 puntos.

“Certificación Destacada”: 55a 69,5 puntos

“Certificación Sobresaliente”: 70 a 100 puntos

INST. ENERGÍA	15 Iluminación artificial	15. Consumo de energía		8	18
		15.1 Iluminación Natural: Potencia inst.		-	-
		15.2 Sistemas de control		-	-
	16. Climatización y ACS	16R. Aislación térmica en distribución de calor y frío	Tipos de ductos y su ubicación para la distribución de calor y frío (líquido, aire, interior y exterior), tipo, conductividad y espesor de aislación por cada tipo/ FICHA	-	-
		Relación de la potencia requerida (Pr) e instalada en climatización	Cálculo del dimensionamiento de las instalaciones térmicas y % de sobredimensionamiento/ Apéndice 16	-	-
		16.2 Rendimiento nominal de equipos de climatización y ACS	Rendimientos nominales, mediante fichas técnicas, de los equipos de las instalaciones térmicas	-	-
	18 ERNC	18. ERNC o procesos de cogeneración de alta eficiencia.		-	-
INST. AGUA	19. Sistemas de Agua Potable	19R. Reducir en un 20% el consumo de agua potable		SÍ	-
		19.1 Reducción del consumo de agua potable, en m ³ año		2.5	2.5
		19.2 Reducción de la dureza del agua		0.5	0.5
	20. Riego	20R. Reducir en un 20% el consumo de agua para riego		NO APLICA	-
		20. Eficiencia hídrica del sistema de riego	% de disminución del consumo de agua por sistema de riego	0	1
CONST.	21. Manejo de Residuos	21R "Medidas de control y mitigación" durante la construcción		SÍ	-
GESTIÓN	22 Diseño Integrado Anteproyecto	22. Generar las condiciones y desarrollar un proceso de diseño integrado		4	4
	23. Gestión de la operac. y mantenimiento	23. Obtención sello	Compromiso, plan de mejora	NO APLICA	sello plus op.
				64.5	100.0



Tatiana Vidal Oyarzún

Arquitecta U. de Chile

MA. Arquitectura y Construcción Sustentable

Evaluadora Energética del Minvu CEV

Certificadora Edificio Sustentable CES

7 ANEXOS:

Tarifa BT1

Es la tarifa más simple. Solo mide la energía consumida por el cliente y no existe ningún cobro directo de la potencia demandada. Puedes optar a esta tarifa si tienes un suministro en baja tensión y una potencia conectada inferior a 10 kW. Esta tarifa es la elegida por la mayoría de nuestros clientes residenciales.

La tarifa está compuesta por los siguientes cargos:

Cargo Fijo Mensual:

Se factura todos los meses del año, independiente del consumo del cliente.

Cargo por Arriendo:

Se factura todos los meses a los clientes que optaron por arrendar el equipo de medida a nuestra compañía.

Cargo por Energía Base:

Se obtiene multiplicando la energía mensual consumida (kWh), por el precio unitario de la energía base (\$/kWh).

Cargo por Energía Adicional:

Se aplica entre los meses de abril a septiembre, siempre y cuando tu consumo sea superior a 430 kWh., y, adicionalmente, superior a tu límite de invierno. En el caso que no se cumpla cualquiera de las dos condiciones, no estarás afecto al "Cargo por Energía Adicional de Invierno". Este cargo se calcula multiplicando los kWh que exceden el límite de invierno, por el valor unitario de la energía adicional de invierno.

Tarifas BT3 y AT3

En esta tarifa se separan los cobros por energía y potencia. Tanto la energía como la potencia demandada son medidas a través de un medidor con registrador de demanda máxima. La diferencia entre las tarifas BT y AT es el voltaje del suministro, correspondiendo la primera a Baja Tensión (hasta 400 volts) y la segunda a Alta Tensión (Sobre 400 volts).

La tarifa está compuesta por los siguientes cargos:

Cargo Fijo Mensual:

Se factura todos los meses del año, independiente del consumo del cliente.

Cargo Fijo por Arriendo:

Se factura todos los meses a los clientes que optaron por arrendar a nuestra compañía el equipo de medida.

Cargo por Energía:

Se obtiene multiplicando la energía mensual consumida (kWh), por el precio unitario de la energía (\$/kWh).

Cargo por Demanda Máxima:

Se calcula multiplicando la energía máxima de facturación por el precio unitario de la potencia. Para ello se considera como demanda máxima de facturación del mes la más alta que resulte de comparar la demanda máxima leída del mes, con el promedio de las dos más altas demandas registradas en aquellos meses que contengan horas de punta, dentro de los últimos 12 meses, incluido el mes que se factura.

El precio unitario de la potencia puede variar dependiendo de si demandas la potencia en las horas de punta del sistema o fuera del horario de punta (ver tarifa BT2 y AT2).

Tarifas BT4 y AT4

En esta tarifa se separan los cobros por energía y potencia. Además, se distingue el uso de la potencia en horas de punta (entre 18:00 hrs. y 23:00 hrs. de los meses de abril a septiembre) y fuera de las horas de punta (el resto del año).

	BT4.1 AT4.1	BT4.2 AT4.2	BT4.3 AT4.3
Energía	Medida	Medida	Medida
Potencia a Horas de Punta	Contratada	Medida	Medida
Potencia a Horas fuera de Punta	Contratada	Contratada	Medida

La diferencia entre las tarifas BT y AT es el voltaje del suministro.

Las tarifas AT4.3 y BT4.3, habitualmente son utilizadas por clientes que tienen la posibilidad de reducir su potencia demandada durante las horas de punta.

La tarifa está compuesta por los siguientes cargos:

Cargo Fijo Mensual:

Se factura todos los meses del año, independiente del consumo del cliente.

Cargo Fijo por Arriendo de Equipos:

Se factura todos los meses a los clientes que optaron por arrendar a nuestra compañía el equipo de medida.

Cargo por Energía:

Se obtiene multiplicando la energía mensual consumida (kWh), por el precio unitario de la energía (\$/kWh).

Cargo por Potencia:

Depende de la alternativa elegida (BT4.2 o BT4.3).

CGED SIC5-Sector 20: Comunas de Pitrufquén, Lautaro y Padre Las Casas;

Diesel: <http://reportes.cne.cl/diesel>



Tatiana Vidal Oyarzún
Arquitecta U. de Chile
MA. Arquitectura y Construcción Sustentable
Evaluadora Energética del Minvu CEV
Certificadora Edificio Sustentable CES

**VISADO PARA
CONSTRUCCIÓN**
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
MUNICIPALIDAD DE TEMUCO

01 JUN 2021