

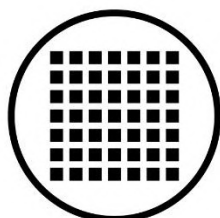
**PROVINCIA DE RÍO NEGRO  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DE  
INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA PROVINCIAL**

**CET N° 6 – VIEDMA  
CET N° 16 – CINCO SALTOS  
CET N° 21 – CATRIEL  
CET N° 2 SAN CARLOS DE BARILOCHE**

**INFORME FINAL**

**AGOSTO DE 2023**



**INTI**

**Departamento Producción Sustentable Patagonia**

DELL ARCIPRETE, Eric

VILLEGAS ARGUELLO, Santiago

## Índice de contenido

1. Centro de Educación Técnica N° 16 – CINCO SALTOS .....	1
1.1. Análisis históricos de consumos energéticos .....	3
1.1.1 Consumo histórico eléctrico .....	3
1.1.2 Consumo histórico gas natural .....	10
1.2. Análisis de consumo eléctrico .....	12
1.2.1 Registros eléctricos .....	21
1.2.2 Gas Natural .....	30
1.3. Oportunidades de mejora .....	32
1.3.1 Iluminación .....	34
1.3.2 Calefacción.....	36
1.3.3 Recomendaciones de buenas Practicas .....	37
1.4. Indicadores de desempeño .....	40
1.5. Referentes energéticos .....	43
2. Centro de Educación Técnica N° 2 – San Carlos de Bariloche .....	45
2.1. Análisis históricos de consumos energéticos .....	48
2.1.1 Consumo histórico eléctrico .....	48
2.1.2 Consumo histórico gas natural .....	51
2.1.3 Consumo histórico gas licuado de petróleo (GLP) .....	53
2.2. Análisis de consumo eléctrico .....	54
2.2.1 Registros eléctricos .....	64
2.2.2 Iluminación .....	72
2.2.3 Termografías .....	76
2.3. Gas natural.....	78
2.3.1 Registros de temperatura .....	81
2.4. Oportunidades de mejora .....	88
2.4.1 Suministros de energía eléctrica .....	88
2.4.2 Potencia contratada.....	88
2.4.3 Desequilibrio de corrientes entre fases .....	89
2.4.4 Iluminación .....	90
2.4.5 Acondicionamiento de instalaciones eléctricas .....	93
2.4.6 Calefacción.....	96
2.4.7 Gas Licuado de Petróleo (GLP) .....	96

2.4.8 Recomendaciones de Buenas Prácticas .....	97
2.5. Indicadores de desempeño .....	101
2.6. Referentes energéticos .....	104
3. Centro de Educación Técnica N° 21 – Catriel .....	106
3.1. Análisis históricos de consumos energéticos .....	109
3.1.1 Consumo histórico eléctrico .....	109
3.1.2 Consumo histórico gas natural .....	116
3.2. Análisis de consumo eléctrico .....	118
3.2.1 Registros eléctricos .....	125
3.2.2 Iluminación .....	134
3.2.3 Termografías .....	137
3.3. Gas natural .....	139
3.3.1 Registros de temperatura .....	142
3.4. Oportunidades de mejora .....	147
3.4.1 Iluminación .....	148
3.4.2 Nivel de iluminación.....	149
3.4.3 Calefacción.....	150
3.4.4 Paneles Solares .....	152
3.4.5 Recomendaciones de buenas Practicas .....	152
3.5. Indicadores de desempeño .....	156
3.6. Referentes energéticos .....	159
4. Centro de Educación Técnica N° 6 – Viedma .....	161
4.1. Análisis históricos de consumos energéticos .....	165
4.1.1 Consumo histórico eléctrico .....	165
4.1.2 Consumo histórico gas natural .....	172
4.2. Análisis de consumo eléctrico .....	175
4.2.1 Registros eléctricos .....	182
4.2.2 Iluminación .....	196
4.3. Oportunidades de mejora .....	200
4.3.1 Tableros principales .....	200
4.3.2 Calidad de la energía .....	201
4.3.3 Iluminación .....	203

4.3.4 Calefacción.....	211
4.3.5 Recomendaciones de buenas prácticas.....	212
4.4. Indicadores de desempeño .....	214
4.5. Referentes energéticos .....	218

## Índice de figuras

Figura 1: Imagen Satelital - CET N°16 .....	1
Figura 2: Plano de planta - CET N°16 .....	2
Figura 3: Energía Activa (kWh), Reactiva (kVARh) y $\text{tg } \Phi$ - CET N°16.....	5
Figura 4: Potencia Activa máxima y potencia demandada (kW) - CET N°16 .....	6
Figura 5: Energía por franja horaria (kWh) - CET N°16.....	9
Figura 6: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°16 .....	10
Figura 7: Consumo de gas natural (Nm <sup>3</sup> ) - CET N°16.....	11
Figura 8: Potencia instalada por categoría - CET N°16.....	19
Figura 9: Potencia instalada por sector - CET N°16.....	20
Figura 10: Potencia instalada en taller - CET N°16 .....	20
Figura 11: Potencia instalada en espacios de uso común - CET N°16 .....	21
Figura 12: Energía activa y reactiva - CET N°16.....	22
Figura 13: Consumo eléctrico del mes de marzo - CET N°16.....	23
Figura 14: Consumo eléctrico del mes de abril - CET N°16 .....	24
Figura 15: Consumo eléctrico mes de mayo - CET N°16.....	25
Figura 16: Consumo días laborables de enero, marzo, abril, mayo - CET N°16... 26	
Figura 17: Consumo eléctrico en días con actividad - 11 de mayo - CET N°16....	27
Figura 18: Consumo eléctrico con día de actividad - 10 abril - CET N°16.....	28
Figura 19: Consumo eléctrico día sin actividad - 28 enero - CET N°16 .....	28
Figura 20: Consumo eléctrico día sin actividad - 20 de mayo - CET N°16.....	29
Figura 21: Variación diaria de $\text{tg } \Phi$ - CET N°16 .....	30
Figura 22: Potencia instalada por categoría - CET N°16.....	31
Figura 23: Potencia instalada por sector - CET N°16.....	32
Figura 24: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico (kWh).....	41
Figura 25: Imagen Satelital - CET N°2 .....	46
Figura 26: Plano de planta - CET N°2 .....	47
Figura 27: Energía activa (kWh), reactiva (kVARh) y $\text{Tg } \Phi$ - CET N°2 .....	48
Figura 28: Energía por franja horaria (kWh) - CET N°2.....	49
Figura 29: Potencia contratada y demanda máxima diurna y nocturna (kW) - CET N°2 .....	50

Figura 30: Consumo de gas natural (Nm <sup>3</sup> ) - Medidor 6702885 - CET N°2 .....	52
Figura 31: Consumo de gas natural (Nm <sup>3</sup> ) - Medidor 18453372 - CET N°2.....	53
Figura 32: Potencia instalada por sector y categoría - CET N°2 .....	62
Figura 33: Cronograma de actividades de colegios en Rio Negro - CET N°2 .....	62
Figura 34: Analizadores de redes Discar DiMet3 (izquierda) y PM3255 Schneider (derecha) - CET N°2.....	64
Figura 35: Energía activa (kWh), reactiva (kVArh) y Tg Phi - CET N°2.....	65
Figura 36: Demanda de potencia diaria máxima (kW) - CET N°2 .....	66
Figura 37: Demanda de potencia diaria por fase (kW) - CET N°2.....	67
Figura 38: Desequilibrio de corriente (%) - CET N°2.....	68
Figura 39: Desequilibrio de tensión - CET N°2.....	69
Figura 40: Registros de tensión en momentos de desequilibrio - CET N°2.....	70
Figura 41: Días con actividad completa en el colegio - CET N°2 .....	71
Figura 42: Mediciones generales de iluminación - CET N°2 .....	73
Figura 43: Aulas - CET N°2.....	74
Figura 44: Espacios comunes - CET N°2.....	75
Figura 45: Imagen termográfica y real de protección y seccionador principal – CET N°2 .....	76
Figura 46: Tablero seccional de taller - CET N°2 .....	77
Figura 47: Ubicación de los registradores de temperatura - CET N°2.....	81
Figura 48: Registros de temperatura en Dirección - CET N°2.....	82
Figura 49: Registro de temperatura en Dirección - 10/03 - 17/3 - CET N°2 .....	83
Figura 50: Registro de temperatura en la dirección en días sin actividad - CET N°2 .....	84
Figura 51: Registro de temperatura en biblioteca - CET N°2 .....	85
Figura 52: Registro de temperatura en biblioteca luego de apagado de calefactor - CET N°2 .....	86
Figura 53: Registro de temperatura Preceptoría taller - CET N°2 .....	86
Figura 54: Registro de temperatura en Preceptoría taller con encendido de calefactor - CET N°2 .....	87
Figura 55: Tablero seccional de talleres – CET N°2.....	94
Figura 56: Conexión inadecuada en tablero seccional – CET N°2.....	95

Figura 57: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico (kWh) – CET N°2 .....	102
Figura 58: Imagen Satelital - CET N°21 .....	106
Figura 59: Plano en planta - CET N°21 .....	108
Figura 60: Energía activa (kWh), reactiva (kVARh) y $Tg \Phi$ - CET N°21 .....	111
Figura 61: Potencia Activa máxima y potencia demandada (kW) - CET N°21 ....	112
Figura 62: Energía por franja horaria (kWh) - CET N°21.....	115
Figura 63: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°21 .....	116
Figura 64: Consumo de gas natural (Nm <sup>3</sup> ) - Medidor 34013 - CET N°21 .....	117
Figura 65: Potencia instalada por categoría - CET N°21.....	123
Figura 66: Potencia instalada por sector - CET N°21.....	124
Figura 67: Potencia instalada en taller - CET N°21 .....	124
Figura 68: Potencia instalada por aula - CET N°21.....	125
Figura 69: Consumo días laborales - CET N°21 .....	126
Figura 70: Consumo días con actividad - CET N°21 .....	127
Figura 71: Consumo días sin actividad - CET N°21 .....	128
Figura 72: Consumos días laborables - CET N°21.....	129
Figura 73: Consumo días sin actividad - CET N°21 .....	130
Figura 74: Consumo días sin actividad - CET N°21 .....	131
Figura 75: Variación diaria $Tg Fi$ - CET N°21 .....	132
Figura 76: Paneles solares - CET N°21 .....	132
Figura 77: Energía diaria generada por paneles solares (kWh) - CET N°21 .....	133
Figura 78: Mediciones de iluminación - CET N°21 .....	135
Figura 79: Principio de incendio - CET N°21 .....	138
Figura 80: Termografía tablero general - CET N°21.....	138
Figura 81: Termografía tablero seccional - CET N°21.....	139
Figura 82: Potencia instalada de gas natural por categoría - CET N°21 .....	141
Figura 83: Potencia instalada de gas natural por sector - CET N°21 .....	142
Figura 84: Registro de temperatura en oficina técnica taller - CET N°21 .....	143
Figura 85: Registro de temperatura Pañol - CET N°21 .....	144
Figura 86: Registro de temperatura preceptoría 1 - CET N°21 .....	145
Figura 87: Registro de temperatura preceptoría 2 - CET N°21 .....	146

Figura 88: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico (kWh).....	157
Figura 89: Imagen Satelital - CET N°6 .....	162
Figura 90: Plano en planta - Planta baja - CET N°6 .....	163
Figura 91: Plano en planta - Primer piso - CET N°6.....	164
Figura 92: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg $\Phi$ – CET N°6 .....	167
Figura 93: Potencia Activa máxima y potencia demandada (kW) - CET N°6 .....	168
Figura 94: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°6 .....	171
Figura 95: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°6 .....	172
Figura 96: Consumo de gas natural (m3)- Medidor 3202364 - CET N°6.....	173
Figura 97: Consumo de gas natural (m3)- Medidor 3152330 - CET N°6.....	175
Figura 98: Potencia instalada de los equipamientos - CET N°6.....	181
Figura 99: Distribución de potencia por sector - CET N°6.....	182
Figura 100: Zonas de los circuitos seccionales - CET N°6.....	183
Figura 101: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVArh) – Sector Taller - CET N°6	184
Figura 102: Variación diaria de Tg Fi - Seccional N°1 - CET N°6.....	185
Figura 103: Distribución de consumo por fase (kWh) – Sector Taller - CET N°6	186
Figura 104: Consumo diario de Energía activa (kWh) – Sector Taller - CET N°6	187
Figura 105: Consumo diario en días laborables (kWh) – Sector Taller - CET N°6 .....	188
Figura 106: Demanda máxima de potencia (kW) - Sector Taller - CET N°6 .....	189
Figura 107: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVArh) – Sector Aulas - CET N°6	190
Figura 108: Variación de Tg Fi – Sector Aulas - CET N°6.....	191
Figura 109: Variación diaria de la demanda de potencia por fase (W) – Sector Aulas - CET N°6 .....	192
Figura 110: Índice de Desbalance de Corriente (%) - Sector Aulas - CET N°6...	193
Figura 111: Energía activa consumida diaria (kWh) - Seccional N°2 - CET N°6 .	194
Figura 112: Consumo de Energía Activa días de clases - Sector Aulas - CET N°6 .....	195
Figura 113: Parasoles de las aulas - CET N°6.....	198
Figura 114: Parasoles de las aulas - CET N°6.....	198



Figura 115: Vista de iluminación de espacios comunes (Pasillos y Escaleras) - CET N°6 .....	199
Figura 116: Iluminación en espacios comunes (SUM) - CET N°6 .....	200
Figura 117 - Tablero Pilar calle Bernal – CET N°6 .....	200
Figura 118 - Tablero Pilar calle Italia – CET N°6 .....	201
Figura 119 - Índice de desbalance de Tensión – CET N°6 .....	202
Figura 120 - Índice de desbalance de corriente – CET N°6 .....	203
Figura 121 - Curvas de nivel de iluminación en un sistema que combina luz natural y luz artificial – CET N°6 .....	205
Figura 122 - Orientación de las aulas de la escuela – CET N°6 .....	206
Figura 123 - Parasoles exteriores sector aulas – CET N°6 .....	206
Figura 124 - Cortinas del sector aulas – CET N°6 .....	207
Figura 125 - Concepto de repisas solares – CET N°6 .....	208
Figura 126 - Ejemplo de repisas solares – CET N°6 .....	208
Figura 127 - Sector taller de la escuela – CET N°6 .....	209
Figura 128 - Concepto de tomas de luz de techo para el aprovechamiento de luz natural – CET N°6 .....	210
Figura 129 - Distintos tipos de huecos para iluminación cenital – CET N°6 .....	210
Figura 130 - Lucernarios del tipo dientes de sierra existentes en la escuela – CET N°6 .....	211
Figura 131: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico por área – CET N°6.	216
Figura 132 - Indicador de gas natural mensual - CET N°6 .....	218

## Índice de Tablas

Tabla 1: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg $\Phi$ – CET N°16 .....	3
Tabla 2: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - CET N°16.....	7
Tabla 3: Consumo de gas natural (Nm3) - CET N°16 .....	11
Tabla 4: Equipamientos eléctricos - CET N°16 .....	12
Tabla 5: Relevamiento de equipos a gas natural - CET N°16 .....	30
Tabla 6: Impacto de incorporación de fotocélulas y sensores de movimiento en iluminación exterior .....	34
Tabla 7: Impacto del recambio de todos los tubos y lámparas fluorescentes por LED .....	35
Tabla 8: Indicador de desempeño kWh/m2 - CET N°16.....	42
Tabla 9: Indicadores de desempeño por superficie cubierta por mes - CET N°16	42
Tabla 10: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación .....	44
Tabla 11: Consumo de gas natural (Nm3)- Medidor 6702885 - CET N°2 .....	51
Tabla 12: Consumo de gas natural (Nm3)- Medidor 18453372 - CET N°2 .....	52
Tabla 13: Equipamientos eléctricos - CET N°2 .....	54
Tabla 14: Medición de iluminación - CET N°2.....	73
Tabla 15: Medición de iluminación en puesto de trabajo - CET N°2 .....	75
Tabla 16: Equipamiento a gas natural - CET N°2.....	78
Tabla 17: Impacto del recambio de todos los tubos fluorescentes por LED .....	90
Tabla 18: Impacto del recambio de los tubos fluorescentes por LED en taller Mecánica.....	91
Tabla 19: Indicador de desempeño kWh/m2 - CET N°2.....	103
Tabla 20: Indicadores de desempeño por superficie cubierta por mes - CET N°2 .....	103
Tabla 21: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación .....	105
Tabla 22: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg $\Phi$ – CET N° 21 .....	109
Tabla 23: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - CET N°21..	113
Tabla 24: Consumo de gas natural (Nm3)- Medidor 34013 - CET N°21 .....	117
Tabla 25: Equipamientos eléctricos - CET N°21 .....	118
Tabla 26: Equipamiento a gas natural - CET N°21.....	139

Tabla 27: Impacto en la incorporación de fotocélulas y sensores de movimiento en luminarias exteriores .....	148
Tabla 28: Indicador de desempeño kWh/m <sup>2</sup> - CET N°21 .....	157
Tabla 29: Indicadores de desempeño por superficie cubierta por mes - CET N°21 .....	158
Tabla 30: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación .....	160
Tabla 31: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg $\Phi$ – CET N° 6 .....	165
Tabla 32: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - CET N°6....	169
Tabla 33: Consumo de gas natural (m <sup>3</sup> )- Medidor 3202364 - CET N°6.....	173
Tabla 34: Consumo de gas natural (m <sup>3</sup> )- Medidor 3152330 - CET N°6.....	174
Tabla 35: Inventario de equipos consumidores de Energía Eléctrica - CET N°6	175
Tabla 36: Mediciones de iluminación - CET N°6 .....	197
Tabla 37 - Equipos de iluminación no LED de mayor potencia .....	204
Tabla 38 - Indicador de desempeño por superficie cubierta - CET N°6 .....	215
Tabla 39 - Indicadores de desempeño por superficie en cada mes - CET N°6...	215
Tabla 40 - Indicador de desempeño de gas natural - CET n°6 .....	217
Tabla 41 - Indicadores de desempeño de gas natural en cada mes - CET N°6..	217
Tabla 42: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación .....	219

## INTRODUCCIÓN

El Gobierno provincial propende a un uso racional de la energía, teniendo en cuenta su positiva influencia sobre la protección de los recursos energéticos, la disminución de los costos de provisión de los servicios energéticos y la mitigación de los problemas ambientales asociados a la producción, transporte, distribución y consumo de la energía. En este contexto la Secretaría de Energía de Río Negro (SERN) se encuentra impulsando un trabajo de eficiencia energética en instituciones educativas que consiste en la realización de 4 diagnósticos energéticos en escuelas técnicas de diferentes localidades para tener información sobre todas las regiones de la provincia. Las instituciones seleccionadas fueron el CET N°16 ubicada en la localidad de Cinco Saltos, el CET N°6 perteneciente a la localidad de Viedma, CET N°21 de Catriel y CET N°2 en San Carlos de Bariloche.

En este informe se presenta la primera etapa del diagnóstico que consiste en el análisis de los registros históricos facturados de los servicios eléctricos y gas natural mostrando las particularidades de cada servicio. Además, se realiza una descripción general de las instalaciones edilicias para complementar la información de consumo.

## 1. CENTRO DE EDUCACIÓN TÉCNICA N° 16 – CINCO SALTOS

El Centro de Educación Técnica (CET) N°16 se encuentra ubicado en la calle Ramos Mejía 2210 de la localidad de Cinco Saltos, provincia de Río Negro. El edificio cuenta con servicio de gas natural por red brindado por la distribuidora Camuzzi SA y servicio de energía eléctrica por red entregado por la empresa EDERSA SA.

La estructura del colegio está organizada con dos años de Ciclo Básico y cuatro años de Ciclo Superior divididos en dos turnos. A su vez cuenta con diversos talleres en ambos turnos, algunos de ellos son; laboratorio de ciencia y química, sala de informática, electricidad, dibujo técnico, computación y electrónica.

En la siguiente figura podemos apreciar una imagen satelital de la institución, la cual abarca una manzana entera, comprendida entre las calles Ramos Mejía, Daniela Jacinta Herrera y Ofelia Idoeta.

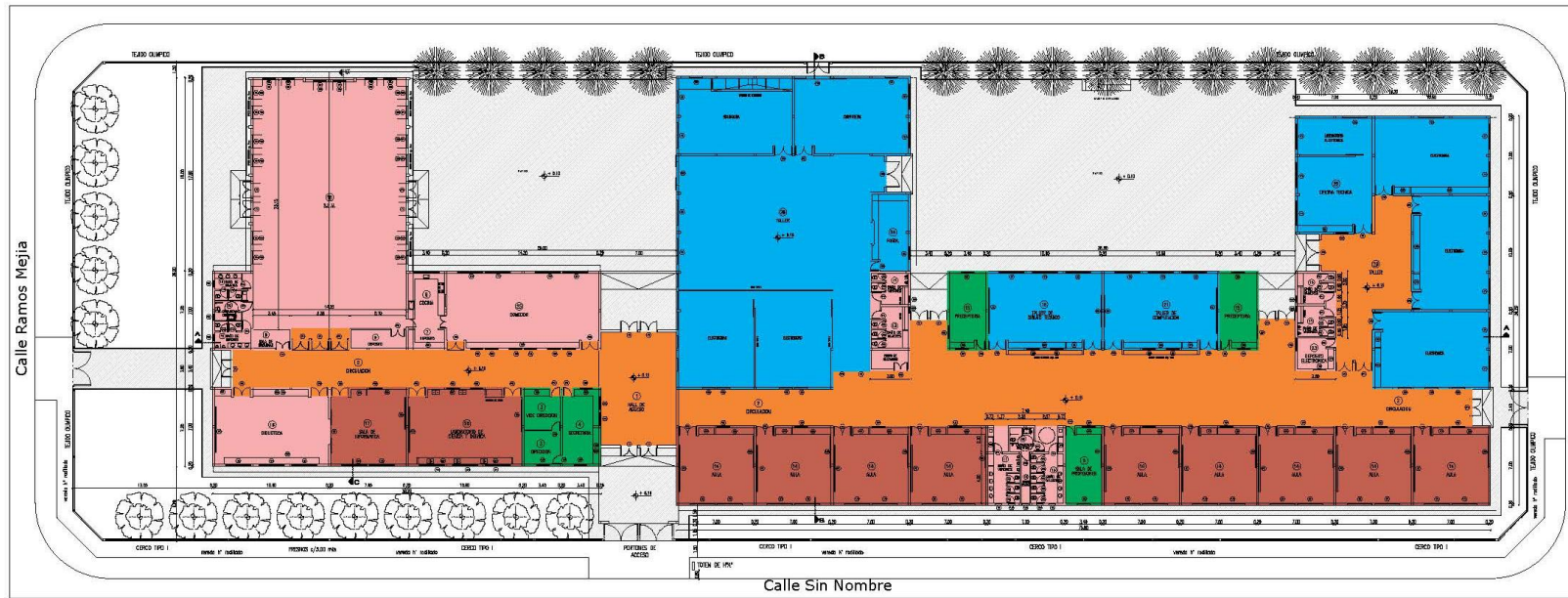


Figura 1: Imagen Satelital - CET N°16

A continuación, se presentan los planos edilicios de la institución, los mismos datan del año 2010 cuando se realizó el CeNIE (Censo Nacional de Infraestructura Escolar) por lo que pueden haber sufrido modificaciones, en la segunda etapa del diagnóstico se profundizara en el tema.

La superficie total de la edificación es de 3170 m<sup>2</sup>. Esta construido en una sola planta, la cual está distribuida en sectores de taller, administración, aulas, zonas de usos comunes y zonas de circulación.

# Plano de planta del CET N°16







	Aulas
	Talleres
	Circulación
	Espacios comunes
	Administrativos

Figura 2: Plano de planta - CET N°16

## **1.1. Análisis históricos de consumos energéticos**

### **1.1.1 Consumo histórico eléctrico**

#### **1.1.1.1 Medidor 980297**

Para el análisis de los consumos históricos no se ha podido conseguir las facturas del servicio eléctrico sin embargo se han puesto a disposición los registros de la información más relevante que tiene las facturas.

En la tabla se muestra la información más relevante de los registros otorgados por la institución educativa, los cuales van de junio del 2017 hasta septiembre de 2022.

*Tabla 1: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg  $\Phi$  – CET N°16*

Periodo	Energía Activa (kWh/ mes)	Energía Reactiva (kVArh/ mes)	Potencia máxima registrada (kW)	Potencia contratada (kW)	Tg $\Phi$
06/2017	9518	4081	33,00	45,00	0,4287
07/2017	6033	3671	29,00	45,00	0,6084
08/2017	7828	4025	27,00	45,00	0,5141
09/2017	6786	4041	27,00	45,00	0,5954
10/2017	6484	4224	22,00	45,00	0,6514
11/2017	5923	3741	21,00	45,00	0,6316
12/2017	4554	3346	19,00	45,00	0,7347
01/2018	3673	2789	8,00	45,00	0,7593
02/2018	3975	2650	15,00	45,00	0,6666
03/2018	5503	3371	21,00	45,00	0,6125
04/2018	7001	3487	27,00	45,00	0,4980
05/2018	9285	3940	30,00	45,00	0,4243
06/2018	9978	3947	32,00	45,00	0,3955
07/2018	6998	3405	32,00	45,00	0,4865
08/2018	9734	4020	31,00	45,00	0,4129
09/2018	7374	3920	27,00	45,00	0,5315
10/2018	6885	4017	28,00	45,00	0,5834
11/2018	5540	3477	24,00	45,00	0,6276
12/2018	3989	3210	19,00	45,00	0,8047
01/2019	2286	2306	5,00	45,00	1,0087
02/2019	3265	2469	16,00	45,00	0,7562
03/2019	5373	3367	22,00	45,00	0,6266
04/2019	6432	3460	26,00	45,00	0,5379
05/2019	8456	3573	33,00	45,00	0,4225
06/2019	8416	3073	31,00	45,00	0,3651

07/2019	7841	2913	29,00	30,00	0,3715
08/2019	8414	2761	29,00	30,00	0,3281
09/2019	6602	2809	27,00	30,00	0,4254
10/2019	6026	2761	23,00	30,00	0,4581
11/2019	4938	2714	24,00	30,00	0,5496
12/2019	3602	2064	19,00	30,00	0,5730
01/2020	1949	1172	5,00	30,00	0,6013
02/2020	3116	2638	15,00	30,00	0,8465
03/2020	3472	698	15,00	30,00	0,2010
04/2020	3019	1303	9,00	30,00	0,4315
05/2020	4089	1395	10,00	30,00	0,3411
06/2020	5027	1104	15,00	30,00	0,2196
07/2020	5026	1404	10,00	30,00	0,2793
08/2020	4706	1183	9,00	30,00	0,2513
09/2020	3512	780	8,00	30,00	0,2220
10/2020	3454	827	8,00	30,00	0,2394
11/2020	3252	707	7,00	30,00	0,2174
12/2020	3575	1185	11,00	30,00	0,3314
01/2021	3558	937	7,00	30,00	0,2633
02/2021	4552	1419	12,00	30,00	0,3117
03/2021	5212	1959	18,00	30,00	0,3758
04/2021	6492	2369	18,00	30,00	0,3649
05/2021	8026	2804	23,00	30,00	0,3493
06/2021	5650	1746	13,00	30,00	0,3090
07/2021	6481	2285	22,00	30,00	0,3525
08/2021	9918	2788	25,00	30,00	0,2811
09/2021	8641	2343	24,00	30,00	0,2711
10/2021	7096	2221	20,00	30,00	0,3129
11/2021	6268	2350	19,00	30,00	0,3749
12/2021	4737	2041	17,00	30,00	0,4308
01/2022	1923	895	8,00	30,00	0,4654
02/2022	4361	1461	16,00	30,00	0,3350
03/2022	6480	1926	20,00	30,00	0,2972
04/2022	7310	2272	24,00	30,00	0,3108
05/2022	8974	2183	24,00	30,00	0,2432
06/2022	8896	2039	24,00	30,00	0,2292
07/2022	7361	970	22,00	30,00	0,1317
08/2022	7230	1607	21,00	30,00	0,2222
09/2022	7621	2079	21,00	30,00	0,2727

En los años que se cuenta registro completo de consumo eléctrico se observan valores similares a excepción del año 2020 por estar afectado por la



pandemia. En la siguiente imagen se presenta la energía activa y reactiva registrada en las facturas del periodo analizado.

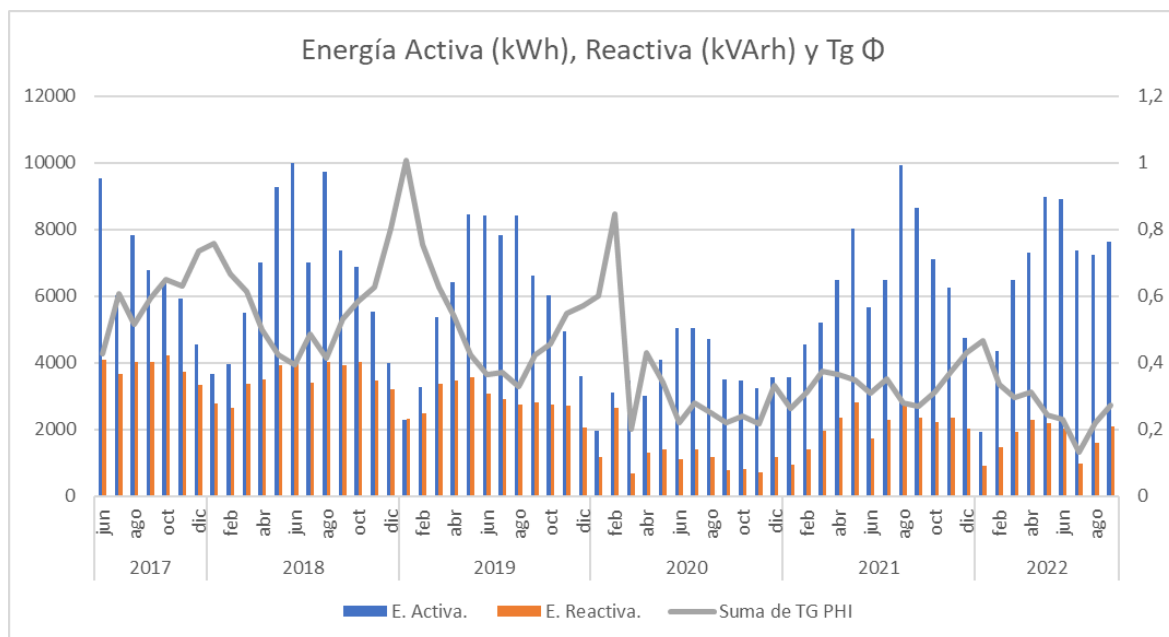


Figura 3: Energía Activa (kWh), Reactiva (kVArh) y tg  $\Phi$  - CET N°16

El mes de enero suele ser el periodo de menor consumo debido a que no hay actividades en la escuela, la cual permanece cerrada hasta febrero que se reincorporan los docentes, directivos y personal de servicios auxiliares para acondicionar la escuela y planificar las actividades del año. A partir de este mes se suele ver un aumento progresivo de los consumos hasta alcanzar el máximo en los meses invernales, a excepción de julio que presenta una leve reducción de consumo debido al receso invernal. Para el mes de septiembre los consumos comienzan a disminuir progresivamente hasta fin de año donde se comienza a repetir el comportamiento de consumo.

La energía reactiva y su relación con la energía activa representada por la tg  $\Phi$  nos permite ver que los años anteriores a la pandemia existía una demanda de reactiva importante, principalmente los periodos sin actividad, donde la tg  $\Phi$  tomaba valores superiores al máximo estipulado por la normativa vigente (0,62). En el año de la pandemia donde la escuela se mantuvo cerrada los valores se mantuvieron por debajo del límite inferior definido por la legislación (0,425) generando seguramente bonificaciones por este ítem. Es interesante como en 2021 y 2022 se registraron valores de consumo de energía activa similares a los anteriores a la pandemia, sin embargo, la tg  $\Phi$  se mantuvo por debajo del límite superior evidenciando una mejora en este aspecto. No se han podido conseguir los importes

de las facturas y el impacto de las penalizaciones/bonificaciones por la tg  $\Phi$  por lo que no se puede cuantificar dicha mejora en términos económicos.

De acuerdo con el encuadre tarifario en el servicio eléctrico, se debe especificar una demanda de potencia mensual para que la distribuidora deje disponible en el punto de acometida. A continuación, se muestra la potencia contratada y la máxima potencia registrada en cada periodo.

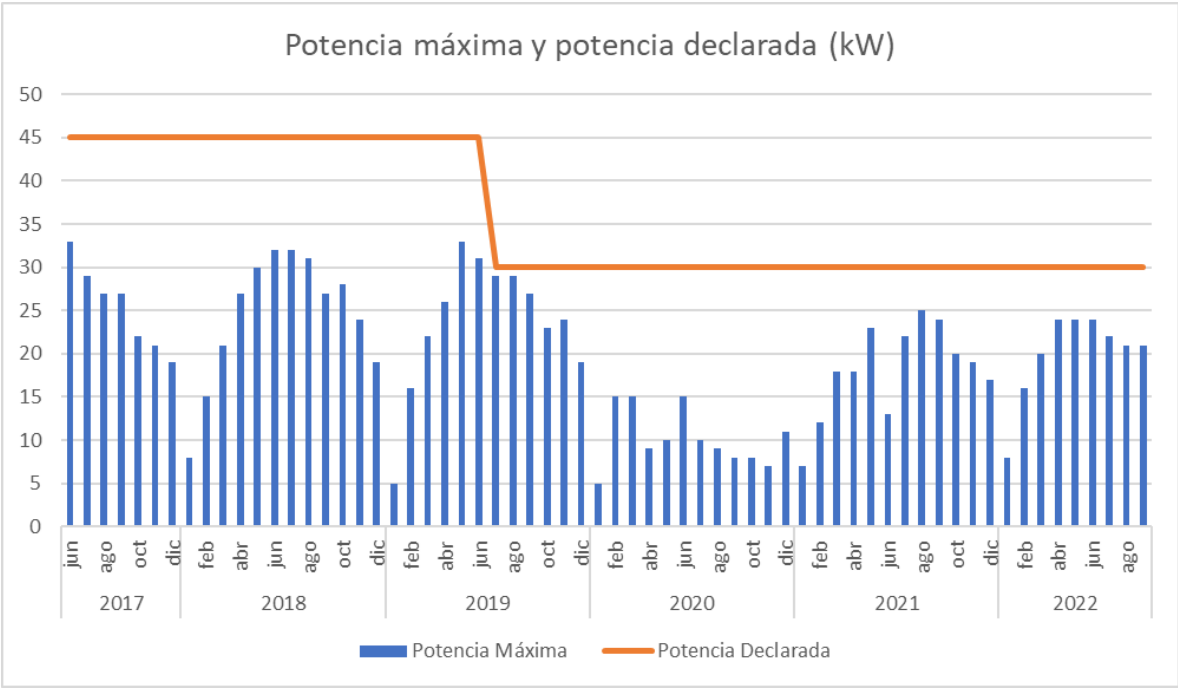


Figura 4: Potencia Activa máxima y potencia demandada (kW) - CET N°16

Hasta mediados del año 2019 la potencia declarada era de 45 kW mientras que la máxima registrada fue de 33 kW evidenciando una contratación de potencia bastante superior a la utilizada. A partir de julio de 2019 se ha realizado un nuevo contrato con la distribuidora donde la potencia contratada es de 30 kW, un valor muchos más adecuado para las demandas generadas. Los años 2021 y 2022 vemos una reducción en la demanda de potencia en comparación con los primeros años dejando un margen para poder disminuir aún más la potencia contratada reduciendo los costos y mejorando el desempeño energético de la institución.

Con la intención de poder analizar más en profundidad las variaciones de consumo y potencia máxima registrada se presentan los valores en función de la franja horaria resto (05:00 a 18:00 horas), valle (23:00 a 5:00 horas) y punta (18:00 a 23:00 horas).

Tabla 2: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - CET N°16

Periodo	ENERGÍA (kWh)			POTENCIA (kW)		
	PICO	VALLE	RESTO	PICO	VALLE	RESTO
jun-17	1963	1791	5764	32	17	33
jul-17	1239	1192	3602	29	12	28
ago-17	1501	1485	4842	27	15	27
sep-17	1228	1363	4195	27	15	26
oct-17	1247	1252	3985	21	11	22
nov-17	1177	1147	3599	20	10	21
dic-17	861	1006	2687	15	9	19
ene-18	716	956	2001	7	8	7
feb-18	752	928	2295	13	10	15
mar-18	1069	1137	3297	19	9	21
abr-18	1313	1441	4247	22	16	27
may-18	1765	1947	5573	23	17	30
jun-18	1971	2079	5928	27	17	32
jul-18	1408	1530	4060	30	16	32
ago-18	1897	2069	5768	24	17	31
sep-18	1326	1600	4448	20	13	27
oct-18	1224	1307	4354	22	13	28
nov-18	947	952	3641	21	11	24
dic-18	683	830	2476	14	8	19
ene-19	445	624	1217	4	4	5
feb-19	549	653	2063	12	8	16
mar-19	932	975	3466	17	8	22
abr-19	1013	1232	4187	16	15	26
may-19	1489	1576	5391	31	15	33
jun-19	1582	1704	5130	27	14	31
jul-19	1493	1819	4529	21	16	29
ago-19	1660	1639	5115	27	15	29
sep-19	1229	1322	4051	25	13	27
oct-19	1152	1121	3753	19	10	23
nov-19	1006	844	3088	19	8	24
dic-19	689	692	2221	16	8	19
ene-20	373	535	1041	4	5	4
feb-20	604	687	1825	14	8	15
mar-20	715	758	1999	13	8	15
abr-20	551	731	1737	8	7	9
may-20	737	1026	2326	9	9	10
jun-20	1036	1275	2716	15	12	13
jul-20	1011	1271	2744	9	9	10

ago-20	804	1239	2663	9	8	9
sep-20	584	940	1988	7	8	8
oct-20	644	850	1960	8	8	8
nov-20	654	802	1796	7	6	7
dic-20	717	891	1967	6	7	11
ene-21	699	910	1949	6	7	7
feb-21	838	929	2785	12	8	11
mar-21	1320	1254	2638	18	10	16
abr-21	1435	1355	3702	16	12	18
may-21	1667	1857	4502	19	16	23
jun-21	1160	1411	3079	13	12	13
jul-21	1361	1538	3582	21	14	22
ago-21	2152	2260	5506	23	17	25
sep-21	1813	1935	4893	21	18	24
oct-21	1614	1570	3912	19	17	20
nov-21	1488	1411	3369	18	17	19
dic-21	1052	1108	2577	17	13	15
ene-22	411	437	1075	8	5	7
feb-22	983	1037	2341	15	15	16
mar-22	1482	1508	3490	19	17	20
abr-22	1632	1642	4036	21	19	24
may-22	2032	2107	4835	22	20	24
jun-22	2073	2195	4628	23	20	24
jul-22	1573	1776	4012	21	19	22
ago-22	1641	1787	3802	21	18	21
sep-22	1610	1760	4251	21	17	20

Los consumos y potencias por franjas horarias nos permiten ver como varían las demandas energéticas durante los distintos momentos del día y poder identificar cuáles son los momentos más adecuados para buscar oportunidades de mejoras con impactos significativos. En la siguiente imagen se muestran los consumos eléctricos por franja horaria.

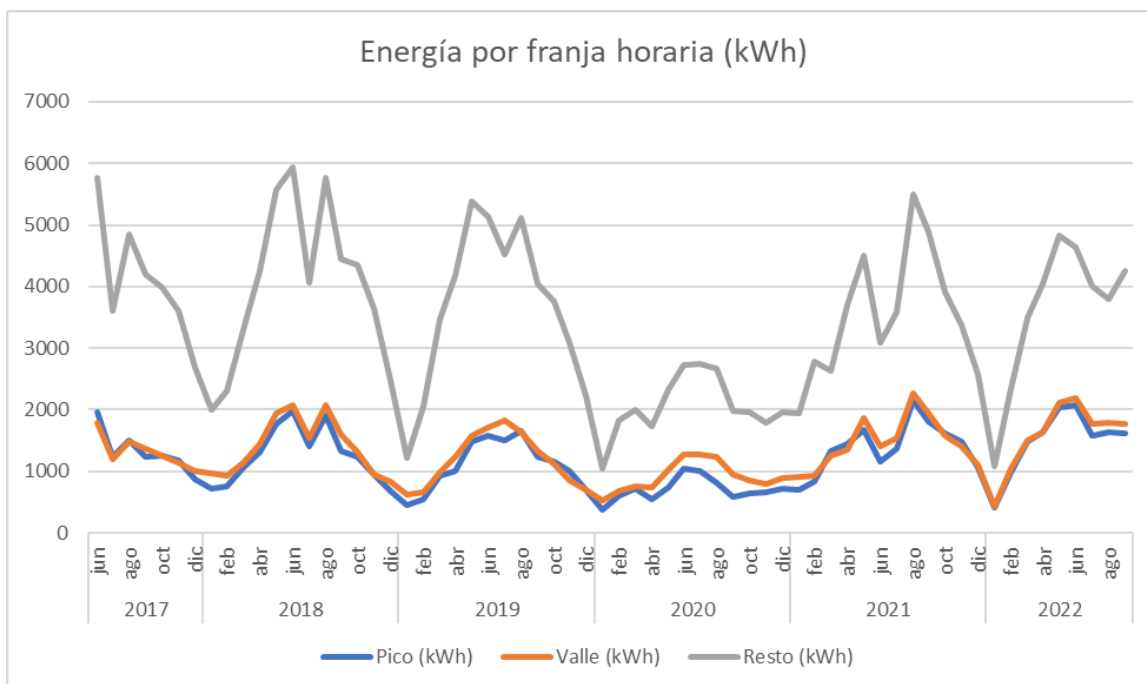


Figura 5: Energía por franja horaria (kWh) - CET N°16

Era de esperar que la franja horaria Resto sea la que presente mayor consumo debido a que en este horario se concentra la mayor cantidad de actividades del colegio. Además, es el periodo con mayor cantidad de horas, por lo que en los periodos sin actividad como puede ser los meses de enero, también se registran los valores más elevados. En cuanto a las franjas valle y pico se observan valores muy similares en todo el periodo analizado, pudiendo suponer que se encuentran en situaciones similares en ambos horarios.

Para continuar analizado las variaciones existentes entre las franjas horarias se presentan las potencias máximas registradas por mes.

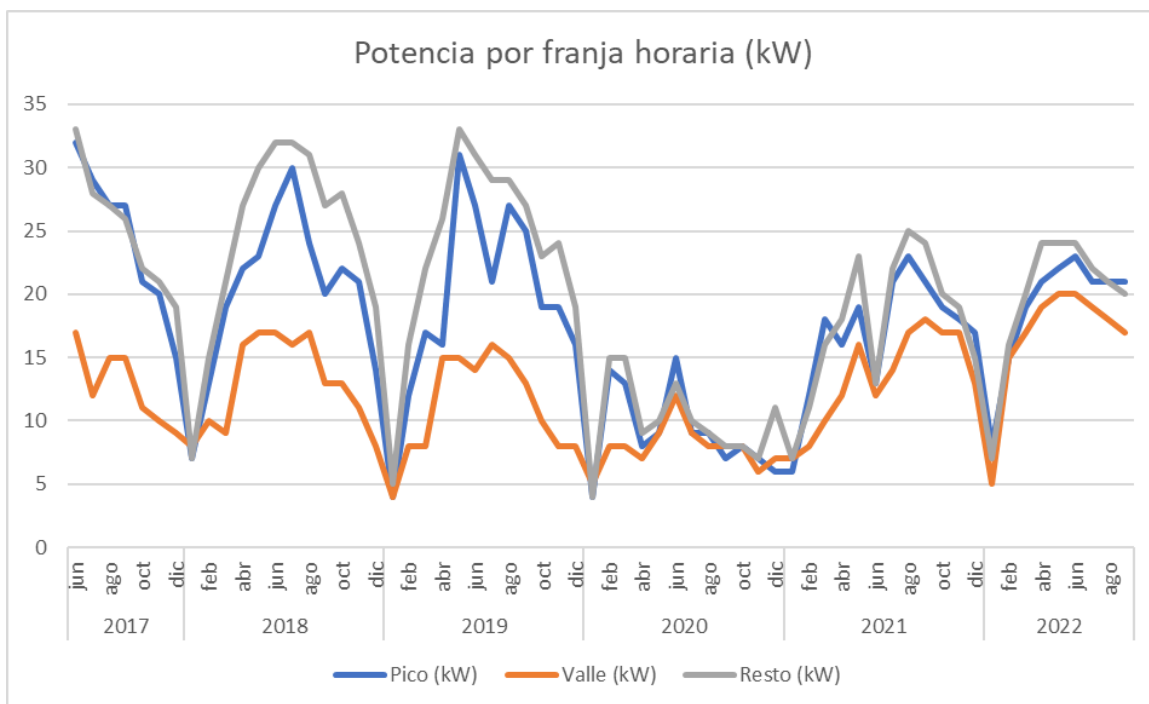


Figura 6: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°16

Si observamos las franjas pico y valle, las cuales se comportaban de forma similar en los registros de consumo de energía, se puede ver que la potencia máxima registrada en la franja pico son mucho mayores a las de valle dejando en evidencia que no se encuentran en las mismas condiciones. Además, los últimos dos años la potencia en valle ha aumentado mientras que en las otras franjas se ve una notoria reducción de potencia demandada.

Los fundamentos de estos comportamientos serán evaluados en la etapa de relevamiento donde se intentará identificar cada una de las particularidades mencionadas anteriormente.

### 1.1.2 Consumo histórico gas natural

#### 1.1.2.1 Medidor 000800100

El colegio cuenta con un suministro de gas natural que abastece toda a la institución. A continuación, se detallan los registros de las facturas de gas.

Tabla 3: Consumo de gas natural (Nm3) - CET N°16

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Periodo					
Enero	23,9	1,0	0,0	3,2	0,0	3,2
Febrero	23,9	9,4	3,1	2,2	44,1	17,9
Marzo	47,0	208,3	78,7	141,5	162,9	372,1
Abril	2025,1	2207,1	1750,4	747,3	1484,5	4044,0
Mayo	5202,5	7655,0	5712,9	3390,4	904,0	7986,2
Junio	9617,9	11016,1	9565,3	7488,9	9233,5	12044,2
Julio	7163,3	7340,7	6842,6	10808,0	10561,3	10243,9
Agosto	8387,6	6977,2	7965,8	10029,4	11060	12797,9
Septiembre	4784,5	4915,8	6521,7	7504,3	5863,6	
Octubre	2094,2	4075,6	2686,7	5056,3	1061,3	
Noviembre	500,4	829,6	186,8	500,8	380,0	
Diciembre	9,4	39,5	22,6	39,2	37,3	

Los valores presentados de consumo son los metros cúbicos normalizados a un poder calorífico de 9300 Kcal. A continuación, se muestran los valores de consumo graficados.

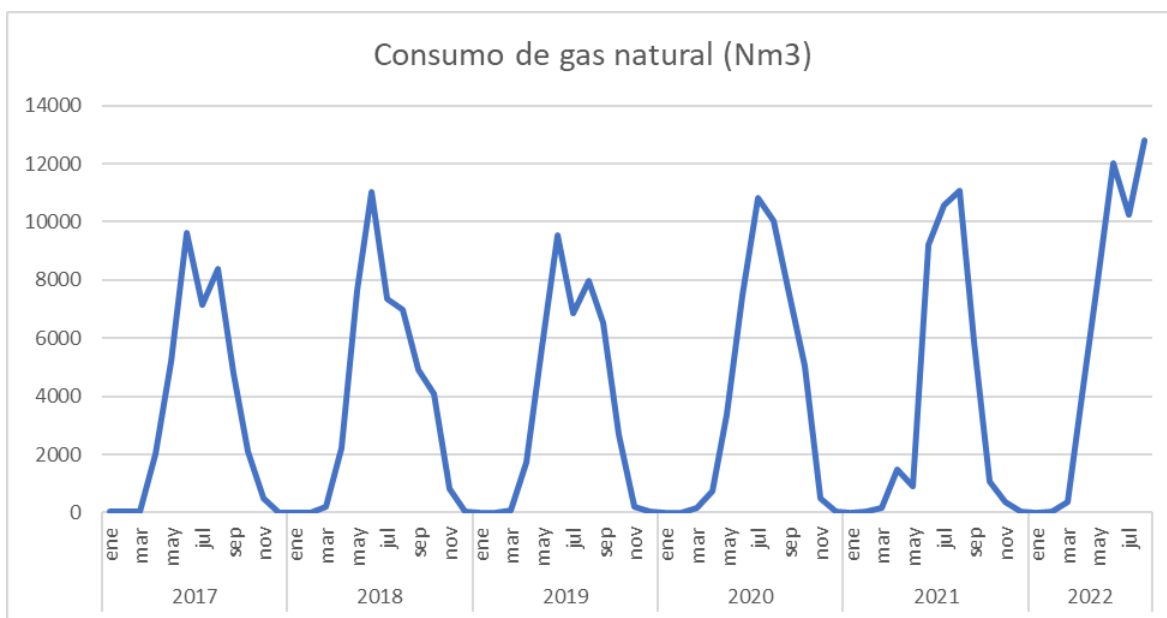


Figura 7: Consumo de gas natural (Nm3) - CET N°16

Los consumos de gas natural presentan los valores más altos en la época invernal, lo que deja suponer que el principal consumo está asociado a la calefacción del establecimiento. Además, se puede identificar una tendencia a aumentar los consumos si comparamos los años analizados con un marcado aumento en julio de 2022. Se deberá corroborar si estos aumentos están asociados a usos y costumbres de los equipamientos o al aumento de la capacidad instalada.

Por otra parte, el año 2020 tuvo un comportamiento similar a los otros años analizados lo cual difiere de lo esperado debido a que las instituciones educativas se encontraban cerradas por la emergencia sanitaria asociada a la pandemia. Se deberá analizar si estos consumos fueron necesarios para este año, por otro uso del edificio en el marco de la emergencia sanitaria o simplemente no hubo una correcta gestión de la energía.

## **1.2. Análisis de consumo eléctrico**

En diversas visitas a las escuelas, con el acompañamiento de los docentes se relevaron los equipos instalados, registrando sus características básicas como así también las condiciones de uso. A su vez se registraron las condiciones edilicias, esto es, dimensiones, características constructivas, orientación, etc., como así también los días y horarios de uso habituales.

La totalidad del equipamiento relevado en el edificio de la escuela técnica se detalla en la Tabla.

*Tabla 4: Equipamientos eléctricos - CET N°16*

<b>Sector</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Categoría</b>	<b>Equipo</b>	<b>Pot. [W]</b>	<b>Cant.</b>
Espacios de Uso Común	Pasillo Ala Izquierda	Iluminación	Tubo LED	18	10
Espacios de Uso Común	Hall Entrada	Iluminación	Tubo LED	18	4
Taller	Ajuste	Equipamiento	Taladro de mano	372,85	1
Taller	Ajuste	Iluminación	Lámpara LED	100	6
Taller	Ajuste	Climatización	Ventilador	90	1
Taller	Ajuste 2	Equipamiento	Torno	1200	1
Taller	Ajuste 2	Iluminación	Lámpara LED	100	3
Taller	Ajuste 2	Climatización	Ventilador	90	1
Taller	Ajuste 2	Equipamiento	Taladro de banco	550	1
Taller	Ajuste 2	Equipamiento	Amoladora de piedra	250	1
Taller	Electrónica	Equipamiento	Otros	1000	1



Taller	Electrónica	Equipamiento	Otros	375	1
Taller	Electrónica	Equipamiento	Otros	130	1
Taller	Electrónica	Equipamiento	Otros	40	6
Taller	Electrónica	Iluminación	Lámpara LED	100	2
Taller	Carpintería	Equipamiento	Otros	1500	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Taladro de banco	250	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Otros	2982,8	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Otros	1200	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Otros	1326	1
Taller	Carpintería	Iluminación	Lámpara LED	100	8
Taller	Soldadura	Equipamiento	Amoladora de piedra	1100	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Amoladora de piedra	840	2
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	7700	2
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	1760	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	6600	1
Taller	Soldadura	Iluminación	Lámpara LED	100	8
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	5800	2
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	6500	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	8300	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	5800	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Amoladora de banco	745	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Taladro de banco	310	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Otros	4101,35	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Otros	2200	1
Taller	Hojalatería	Iluminación	Lámpara LED	100	5
Taller	Hojalatería	Climatización	Ventilador	90	1
Taller	Electricidad 2°	Iluminación	Lámpara LED	100	3
Taller	Electricidad 2°	Climatización	Ventilador	90	1
Taller	Electricidad 2°	Varios	Otros	15	9
Taller	Electricidad 1°	Iluminación	Lámpara LED	100	3
Taller	Electricidad 1°	Equipamiento	Otros	15	9
Taller	Electricidad 1°	Equipamiento	Otros	9	7
Taller	Electricidad 1°	Varios	Ventilador	90	1
Espacios de Uso Común	Pasillo	Iluminación	Lámpara LED	100	7
Taller	Pañol	Iluminación	Lámpara LED	100	2

Taller	Pañol	Iluminación	Tubo LED	18	2
Taller	Pañol	Varios	Ventilador	90	1
Taller	Pañol	Varios	Dispenser de Agua	680	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	550	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	450	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Taladro de mano	600	2
Taller	Pañol	Equipamiento	Fresadora	1400	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Amoladora	670	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	1300	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	720	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	350	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	220	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Taladro de mano	550	3
Taller	Pañol	Equipamiento	Taladro de mano	600	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Amoladora	2000	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Taladro de mano	710	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	150	3
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	500	2
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	60	20
Taller	Pañol	Varios	Otros	90	1
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	40	3
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	2000	3
Taller	Pañol	Equipamiento	Otros	660	8
Espacios de Uso Común	Baño	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	2
Espacios de Uso Común	Baño	Iluminación	Tubo LED	16	1
Taller	Pasillo talleres	Equipamiento	Otros	1400	2
Taller	Dispositivos Eléctrica/ Energía	Equipamiento	Otros	40	6
Taller	Dispositivos Eléctrica/ Energía	Iluminación	Tubo LED	18	8
Taller	Dispositivos Eléctrica/ Energía	Equipamiento	Torno	125	1
Taller	Dispositivos Eléctrica/ Energía	Ofimática	Notebook	22	8
Taller	Dispositivos Eléctrica/ Energía	Equipamiento	Otros	5	1
Taller	Dispositivos Eléctrica/ Energía	Equipamiento	Otros	15	1

Taller	Dispositivos Eléctrica/ Energía	Varios	Pava Eléctrica	1850	1
Taller	Electrónica 4	Iluminación	Tubo LED	18	8
Taller	Electrónica 4	Iluminación	Lámpara LED	12	1
Taller	Electrónica 4	Ofimática	Notebook	22	8
Taller	Electrónica 4	Equipamiento	Otros	15	1
Taller	Electrónica 4	Equipamiento	Otros	600	2
Taller	Electrónica 4	Equipamiento	Otros	40	6
Taller	Mediciones Eléctricas	Iluminación	Lámpara LED	40	2
Taller	Mediciones Eléctricas	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	6
Taller	Mediciones Eléctricas	Equipamiento	Otros	60	1
Taller	Mediciones Eléctricas	Equipamiento	Otros	600	2
Taller	Mediciones Eléctricas	Equipamiento	Otros	15	1
Taller	Mediciones Eléctricas	Equipamiento	Otros	40	6
Taller	Mediciones Eléctricas	Equipamiento	Otros	500	1
Taller	Mediciones Eléctricas	Varios	Ventilador	90	1
Taller	CAD en Electrónica	Iluminación	Lámpara LED	40	3
Taller	CAD en Electrónica	Equipamiento	Amoladora	500	1
Taller	CAD en Electrónica	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	1
Taller	Energía	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	3
Taller	Energía	Iluminación	Lámpara LED	40	1
Taller	Energía	Equipamiento	Otros	40	3
Taller	Energía	Varios	Pava Eléctrica	2200	1
Taller	laboratorio	Iluminación	Lámpara LED	40	6
Taller	laboratorio	Varios	Ventilador	90	1
Taller	Electrónica de 5to	Equipamiento	Otros	40	1
Taller	Electrónica de 5to	Iluminación	Lámpara LED	40	9
Espacios de Uso Común	Pasillo de Taller Ciclo Superior	Iluminación	Lámpara LED	40	2

Espacios de Uso Común	Baño	Iluminación	Lámpara LED	12	2
Espacios de Uso Común	Baño	Iluminación	Tubo LED	18	2
Taller	Oficina Técnica	Equipamiento	Otros	500	7
Taller	Oficina Técnica	Iluminación	Tubo LED	18	2
Taller	Oficina Técnica	Ofimática	Otros	1500	2
Taller	Oficina Técnica	Ofimática	Otros	1500	1
Taller	Jefatura De Taller	Iluminación	Tubo LED	18	6
Taller	Jefatura De Taller	Ofimática	PC+Monitor	200	2
Taller	Jefatura De Taller	Ofimática	Notebook	22	1
Taller	Jefatura De Taller	Ofimática	Impresora	200	2
Taller	Jefatura De Taller	Varios	Pava Eléctrica	2000	1
Taller	Jefatura De Taller	Varios	Otros	500	1
Taller	Jefatura De Taller	Equipamiento	Impresora 3D	1500	3
Taller	Jefatura De Taller	Varios	Ventilador	90	1
Taller	Jefatura De Taller	Varios	Equipo de música	45	1
Taller	TIC	Iluminación	Tubo LED	18	6
Taller	TIC	Varios	Pava Eléctrica	2200	1
Taller	TIC	Varios	Equipo de música	55	1
Taller	TIC	Ofimática	Router/Modem	6	6
Taller	TIC	Ofimática	Notebook	22	3
Taller	TIC	Ofimática	Proyector	330	1
Taller	TIC	Varios	Otros	60	2
Taller	TIC	Ofimática	PC+Monitor	200	1
Taller	TIC	Ofimática	Otros	22	40
Taller	TIC	Varios	Equipo de música	250	1
Taller	Informática	Iluminación	Tubo LED	18	12
Taller	Informática	Varios	Ventilador	90	1
Taller	Informática	Ofimática	Otros	1500	1
Taller	Informática	Ofimática	PC+Monitor	200	7
Espacios de Uso Común	SUM	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	7
Espacios de Uso Común	SUM	Varios	Bomba	745	1
Espacios de Uso Común	SUM	Iluminación	Lámpara LED	100	4
Espacios de Uso Común	SUM	Iluminación	Lámpara LED	40	4

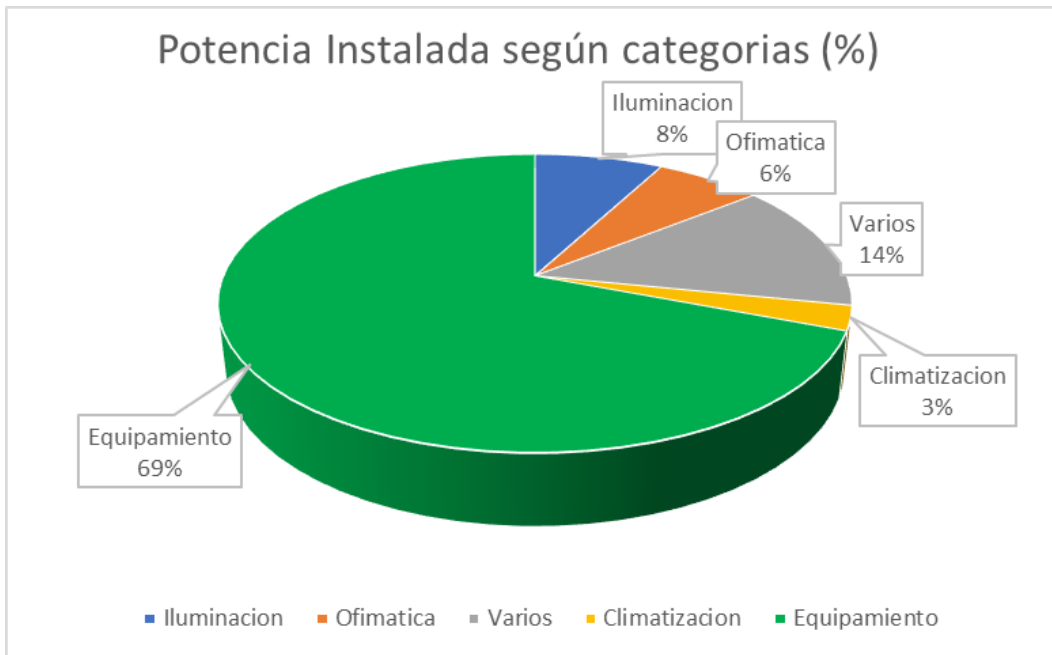
Espacios de Uso Común	Baño SUM	Iluminación	Tubo LED	18	6
Espacios de Uso Común	SUM	Climatización	Climatización Central	1400	3
Administración	Biblioteca	Iluminación	Tubo LED	18	12
Administración	Sala de Estudio	Iluminación	Tubo LED	18	12
Administración	Secretaría	Iluminación	Tubo LED	18	4
Administración	Secretaría	Ofimática	PC+Monitor	200	2
Administración	Secretaría	Ofimática	Impresora	285	2
Espacios de Uso Común	Comedor	Iluminación	Tubo LED	18	14
Espacios de Uso Común	Comedor	Varios	Heladera	200	1
Espacios de Uso Común	Cocina	Iluminación	Tubo LED	18	4
Espacios de Uso Común	Cocina	Varios	Equipo de música	80	1
Espacios de Uso Común	Cocina	Varios	Heladera	200	1
Espacios de Uso Común	Cocina	Varios	Microondas	2000	1
Espacios de Uso Común	Sala de Bombas	Varios	Bomba	2237	2
Espacios de Uso Común	Sala de Bombas	Varios	Bomba	745	1
Espacios de Uso Común	Sala de Bombas	Iluminación	Lámpara LED	40	1
Espacios de Uso Común	Baño Capacidad Diferentes	Iluminación	Lámpara LED	12	1
Espacios de Uso Común	Hall Baño	Iluminación	Lámpara LED	12	2
Espacios de Uso Común	Baño	Iluminación	Tubo LED	18	1
Administración	Sala de Profesores	Iluminación	Tubo LED	18	4
Administración	Sala de Profesores	Varios	Pava Eléctrica	2000	1
Administración	Sala de Profesores	Varios	Cafetera	750	1
Aulas	Aulas ala Derecha	Iluminación	Tubo LED	18	108
Aulas	Aulas ala Derecha en Frente	Iluminación	Tubo LED	18	16
Administración	Preceptoría	Varios	Pava Eléctrica	2000	1
Administración	Preceptoría	Iluminación	Tubo LED	18	4
Administración	Preceptoría	Ofimática	Notebook	22	3
Espacios de Uso Común	Pasillo de Aulas	Iluminación	Tubo LED	18	30

Exterior	Exterior	Iluminación	Lámpara LED	12	3
Exterior	Exterior	Iluminación	Lámpara LED	40	1
Exterior	Exterior	Iluminación	Reflector LED	50	3
Exterior	Exterior	Iluminación	Reflector LED	100	1
Exterior	Exterior	Iluminación	Reflector LED	40	1
Exterior	Exterior	Iluminación	Reflector LED	30	1

Para el análisis de la potencia instalada se consideraron las categorías: “Iluminación” que corresponden todos los artefactos destinados a iluminar los ambientes y espacios externos, la categoría “Equipamiento” que hace referencia al resto de los artefactos eléctricos (equipo de taller como tornos, amoladoras, soldadoras, etc.) “Ofimática” hace referencia a equipos de computación, “Climatización” la cual se refiere a todo el equipamiento que se utilice para calefaccionar o climatizar el ambiente y “Varios” donde entra todo el equipamiento que no encuadre en las categorías anteriormente mencionadas. A su vez se definieron los sectores “Taller”, “Administración”, “Espacios de uso común”, “Aulas” y “Exterior” de acuerdo con el tipo de actividad que se desarrolla con la finalidad de distinguir la distribución de los consumos.

Como se puede observar en el relevamiento, el equipamiento del edificio tiene una potencia instalada muy importante el cual equivale al 69%, mientras que el restante 52 % se divide en las siguientes proporciones; el 14% corresponde a la categoría varios, el 8% a la iluminación, el 6% a la ofimática y el 3% a la climatización.

La iluminación interior de la escuela se realiza principalmente con tubos LED, relevándose 276 unidades, mientras que se relevaron 95 plafones y reflectores LED. Además, se han identificado otras luminarias, 17 lámparas fluorescentes compactas y 2 tubos fluorescentes. La tecnología LED abarca el 96% de la iluminación del colegio, esto nos demuestra por qué la iluminación se encuentra con uno de los menores valores de porcentaje en potencia instalada.



*Figura 8: Potencia instalada por categoría - CET N°16*

Para comprender mejor la distribución de estos equipos se pretende establecer los sectores en los que están ubicados, por lo que se presenta la distribución de potencia instalada por sector. Como podemos observar el taller se lleva el 85% de la potencia instalada de la escuela, los restantes tres sectores tienen porcentajes similares y marginales al lado del taller, en segundo lugar, están los espacios de uso común con el 10%, luego nos encontramos con la administración con el 4% y por último las aulas con el 1%.

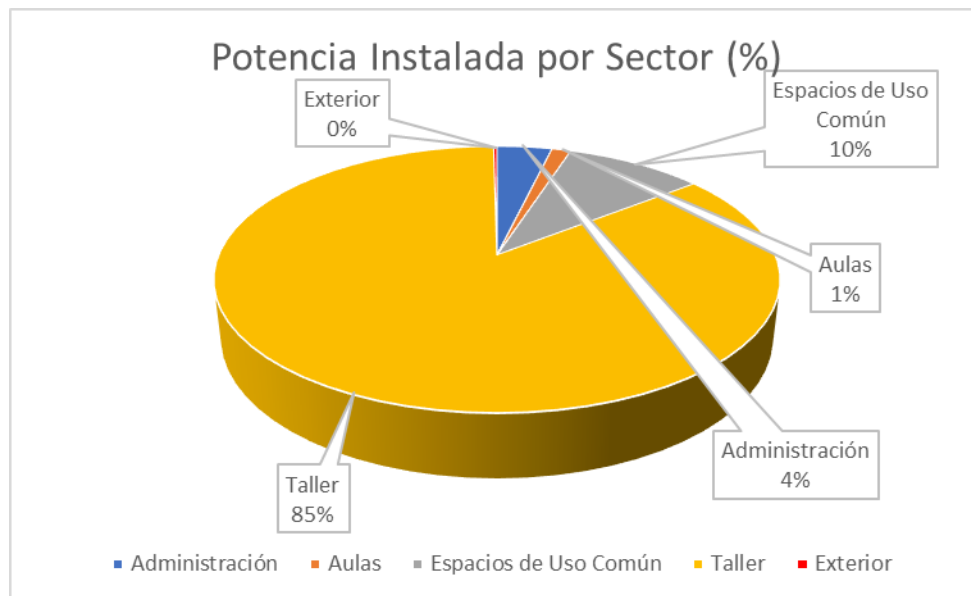


Figura 9: Potencia instalada por sector - CET N°16

Con esta distribución se evidencia que los equipamientos técnicos instalados en el taller para el dictado de las distintas orientaciones son el principal aporte de la potencia instalada, como podemos observar los equipamientos se llevan el 81% de la potencia instalada de los talleres, las restantes tres categorías que se encuentran en estos ambientes tienen porcentajes similares y marginales al lado de los equipamientos, la ofimática y los equipos varios ambas con el 7% y la iluminación con el 5% restante.

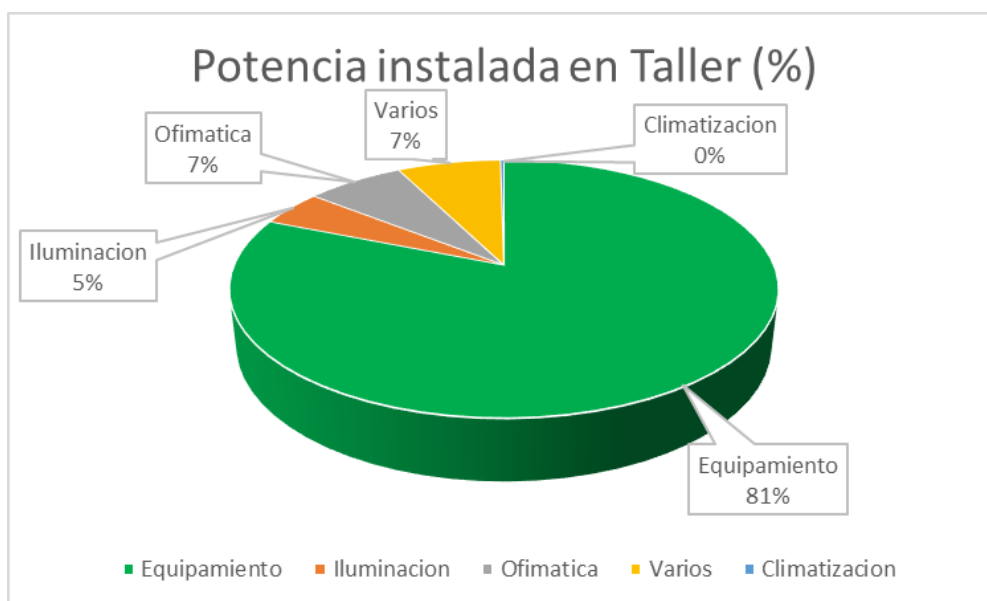


Figura 10: Potencia instalada en taller - CET N°16



El segundo sector con mayor potencia instalada son los espacios de uso común, la distribución difiere a los talleres, en principio no poseen equipamiento, luego cabe destacar que el mayor porcentaje, con el 52% pertenece a la categoría “varios”, ya que se encuentran los equipos de uso común, como lo son heladeras, pavas eléctricas, cafeteras, dispenser, etc. Las siguientes dos categorías son la climatización con el 26%, este porcentaje se ve reflejado en los forzadores de la calefacción central y por último tenemos la iluminación con el 22%.

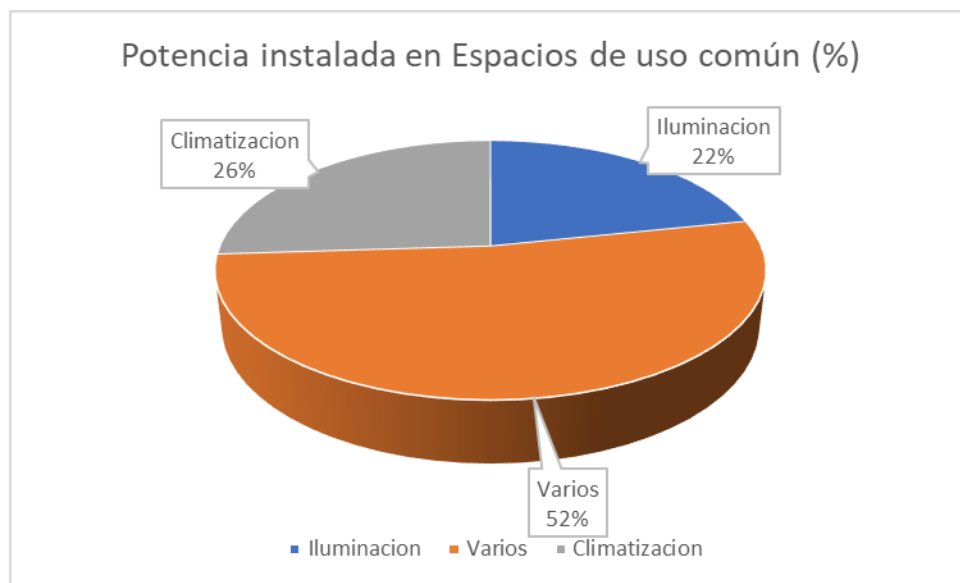


Figura 11: Potencia instalada en espacios de uso común - CET N°16

En base a los resultados obtenidos del relevamiento de equipamientos se propone realizar un análisis específico para la zona del taller y otro para el resto de la institución.

### 1.2.1 Registros eléctricos

A continuación, se analizan los consumos eléctricos del colegio CET N.º 16. Se pueden identificar en la instalación un tablero principal, del cual derivan otros seccionales.

#### 1.2.1.1 Tablero general

En este establecimiento, se instaló un analizador de red modelo ME437-SD marca MEATROL con Bobina Rogowski flexible para registrar los consumos asociados a este transformador. Con un microcontrolador conectado a través de su puerto de comunicaciones se registraron en una memoria SD los valores de la energía acumulada en las tres fases una vez por minuto. A los efectos de este

estudio, se tomaron los valores en intervalos de 15 minutos, tal como lo hace la distribuidora, de modo de poder comparar los registros con los valores facturados. En este tablero se mide el consumo total del establecimiento, en donde se han identificado dos casos bien diferenciados, por un lado, se encuentran los días con actividad escolar normal y por el otro los días sin actividad.

En el caso del mes de enero se presentan tendencias de consumo muy similares, con un promedio de consumo alrededor de los 57,9 kWh el cual no presenta actividad escolar, con un máximo de consumo de 77,1 kWh y un mínimo registrado de 51,8 kWh, no se registran grandes variaciones entre los días de semana y los fines de semana.

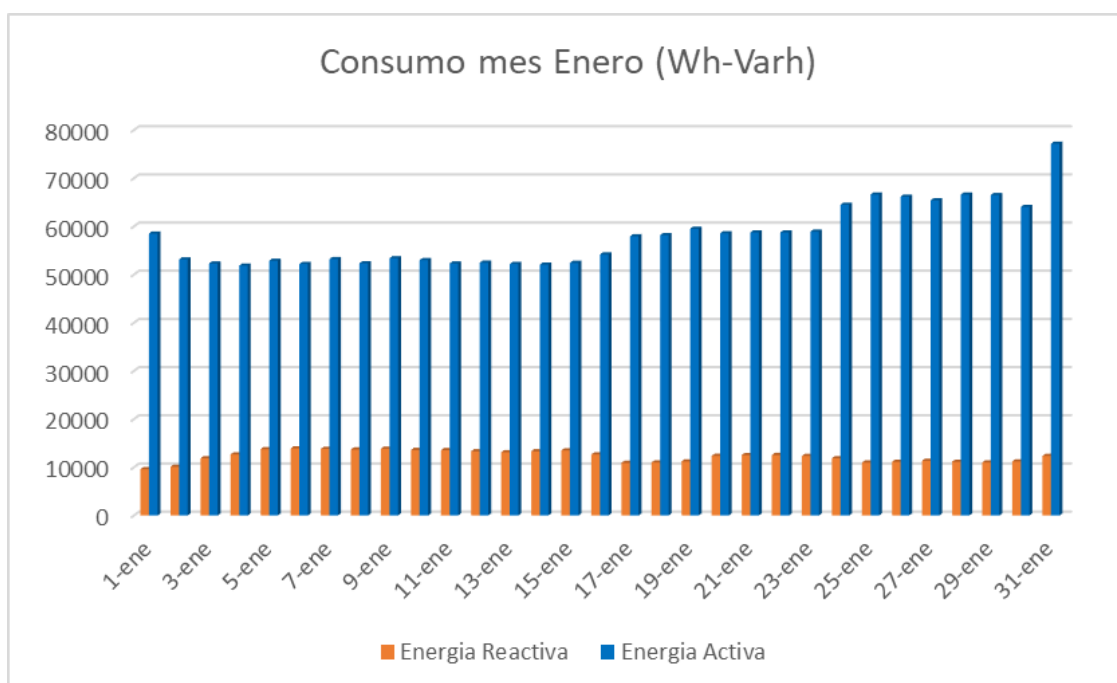


Figura 12: Energía activa y reactiva - CET N°16

Para el mes de marzo, la institución se encontraba con actividad escolar, se presentan tendencias de consumo muy similares, exceptuando los días 1, 7 y 8 de marzo en los cuales los consumos son los más bajos con un mínimo de 73,6 kWh, el promedio de consumo es alrededor de los 126,8 kWh, con un máximo de consumo de 181 kWh, en base a los fines de semana el promedio es de 112,5 kWh, con un máximo de 130 kWh y un mínimo de 95,3 kWh, lo que presenta un elevado consumo para ser días sin actividad escolar.

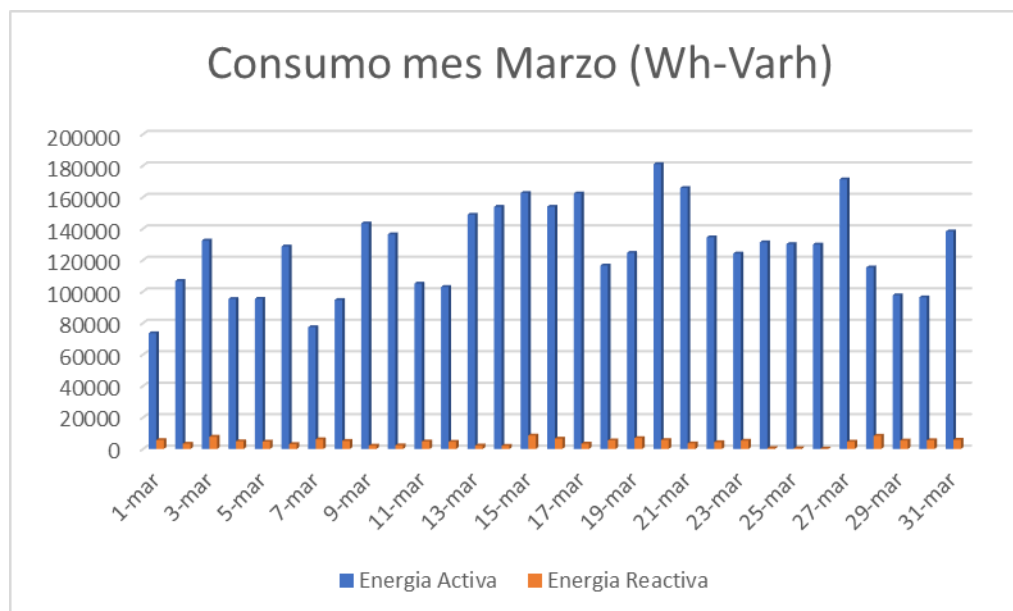


Figura 13: Consumo eléctrico del mes de marzo - CET N°16

En abril el promedio de consumo es de 213 kWh, los valores aumentan con respecto al mes anterior, presumiblemente a que hubo menos días de paro y mayor actividad escolar, el máximo consumo registrado fue un día de semana con 269 kWh, mientras que el día de menor consumo fue un viernes con 143,7 kWh, si nos basamos en los fines de semana el promedio es de 201 kWh, con un máximo de 256,5 kWh y un mínimo de 172,5 kWh, lo que presenta un elevado consumo para ser días sin actividad escolar.

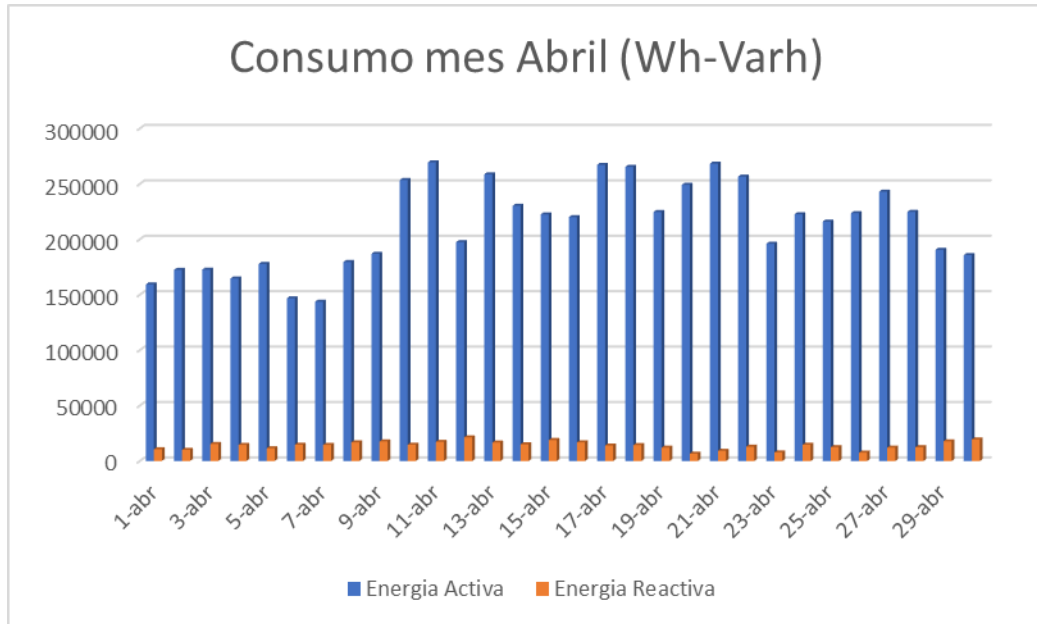


Figura 14: Consumo eléctrico del mes de abril - CET N°16

En el mes de Mayo se tienen menos días de registro, de igual manera el promedio de consumo es de 226,8 kWh, los valores aumentan con respecto al mes anterior, presumiblemente a que hubo menos días de paro y mayor actividad escolar, el máximo consumo registrado fue un día de semana (jueves) con 299 kWh, mientras que el día de menor consumo fue un martes con 107 kWh, si nos basamos en los fines de semana el promedio es de 232 kWh, con un máximo de 282 kWh y un mínimo de 185 kWh, lo que presenta un elevado consumo para ser días sin actividad escolar, también destacar que los promedios y mínimos van en aumento mes a mes, ya sea días con o sin actividad escolar.

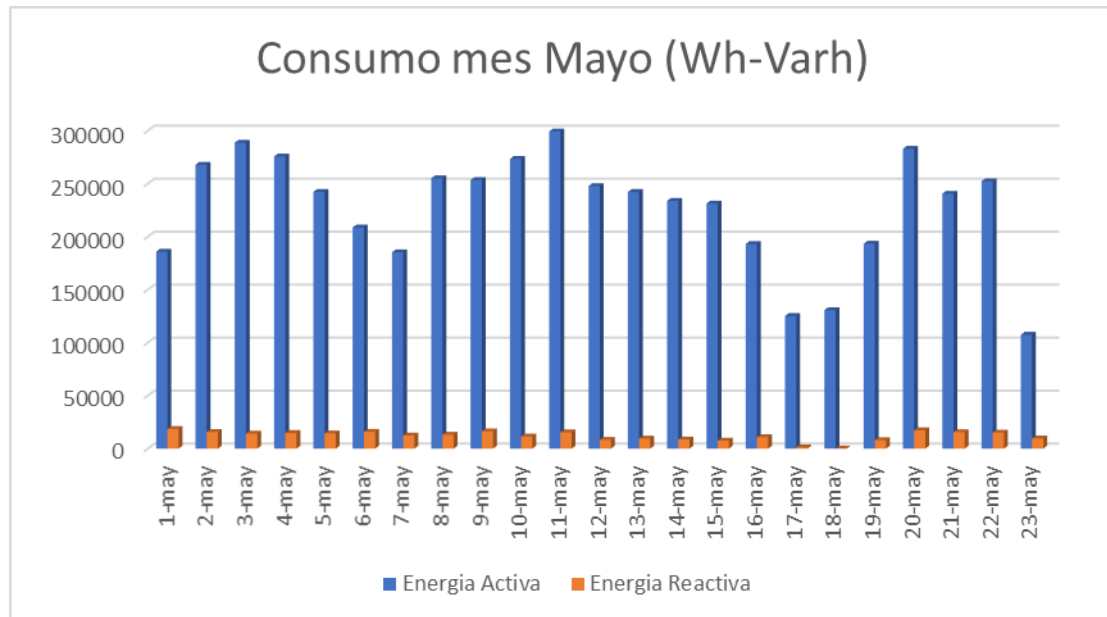


Figura 15: Consumo eléctrico mes de mayo - CET N°16

En el caso de los días laborales, se comparan los diferentes meses de los cuales se tienen registros, se presentan tendencias de consumo muy dispares, se puede observar como a medida que avanza el ciclo escolar el piso de consumo energético aumenta, este fenómeno puede estar influenciado por la actividad de los talleres y la simultaneidad de actividades en la escuela. En el mes de mayo se ve una caída abrupta del consumo y un repunte luego.

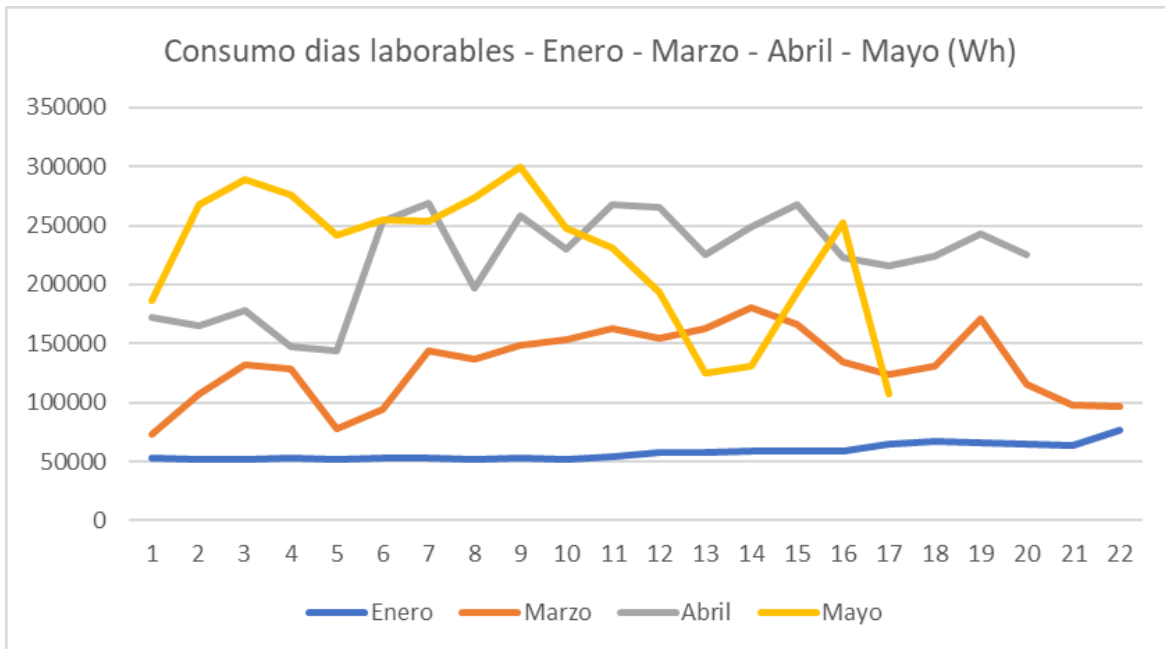


Figura 16: Consumo días laborables de enero, marzo, abril, mayo - CET N°16

Si se enfoca el análisis en el consumo hora a hora en un día laboral, se puede identificar el comportamiento de consumo habitual ligado con las actividades que se desarrollan en el edificio. Se aprecia que el primer incremento de consumo comienza a las 6:00 horas, coincidente con el horario de apertura y posterior ingreso de los alumnos a la escuela, el máximo de potencia solicitada se encuentra a las 8:00 hs, a partir de ese horario se mantiene estable hasta las 10:00 hs, luego va disminuyendo lentamente hasta las 13:00 horas cuando vuelve a aumentar y mantiene estable hasta las 16:00 horas donde vuelve a disminuir llegando al mínimo del día a las 17:00 hs, por ultimo comienza a aumentar nuevamente hasta las 19:00 hs donde se mantiene estable hasta las 23:00 hs

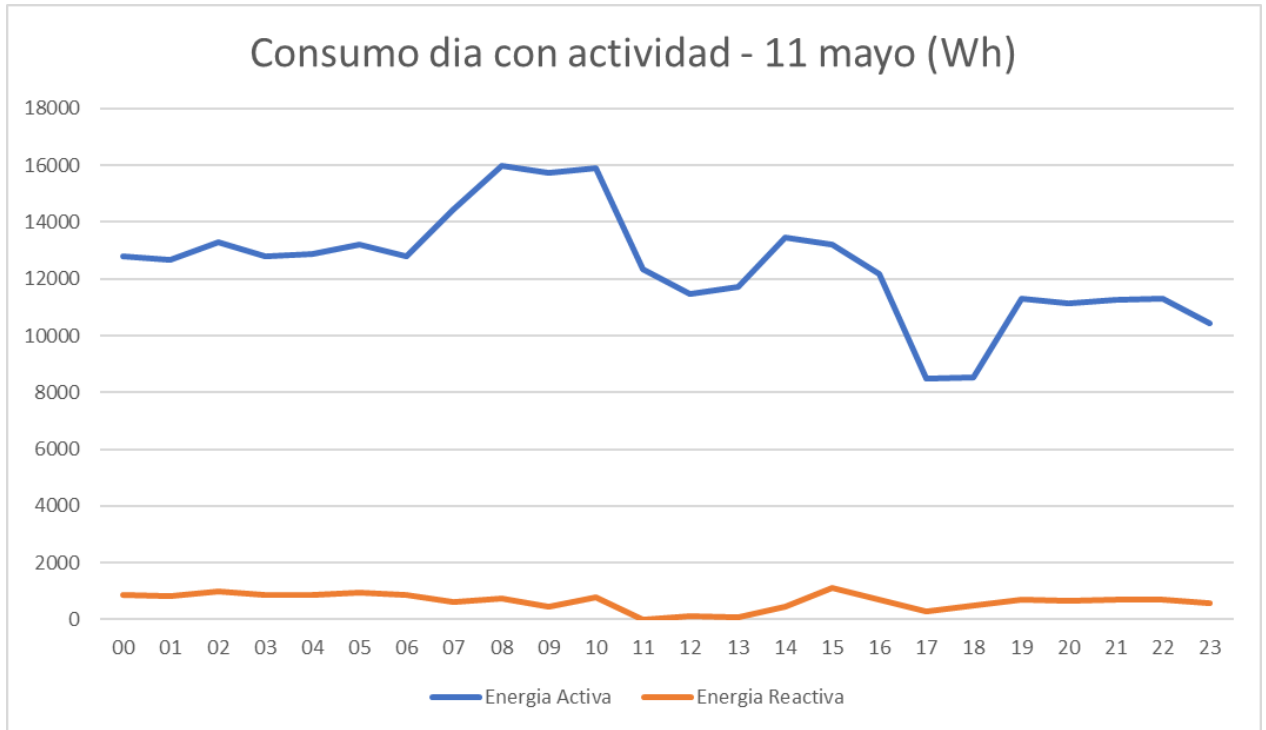


Figura 17: Consumo eléctrico en días con actividad - 11 de mayo - CET N°16

Viendo otro día laboral, esta vez del mes de abril nos encontramos con un aumento del consumo también en el inicio de la jornada lectiva, también alcanzando el máximo del día a las 8:00 hs y manteniéndose por una hora, pero luego se observa una caída importante a las 10:00 hs llegando al mínimo de ese día, para después empezar a aumentar de manera progresiva hasta las 16:00 hs, después de esta hora al igual que en el día de mayo el consumo baja hasta las 18:00 hs donde vuelve a aumentar para mantenerse estable hasta las 23:00 hs.



Figura 18: Consumo eléctrico con día de actividad - 10 abril - CET N°16

Tomando un día habitual de consumo en los días sin actividad, se puede analizar las variaciones de uso de la energía a lo largo del día, donde hay un consumo promedio de 2,8 kWh por cada hora, este día sin actividad es del mes de enero donde se presume que no hay ciclo lectivo.

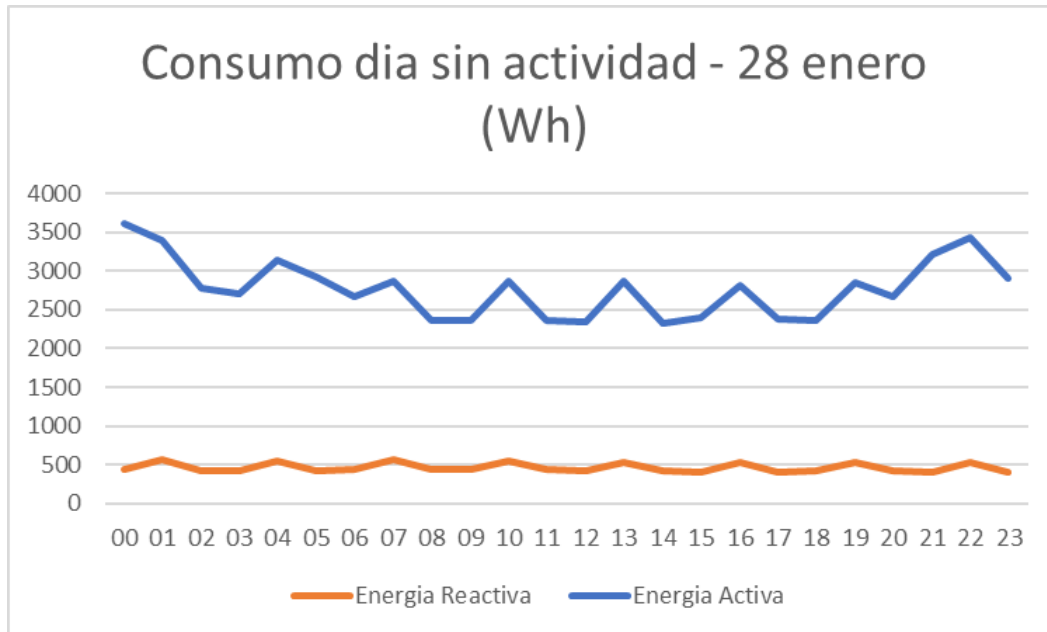


Figura 19: Consumo eléctrico día sin actividad - 28 enero - CET N°16



Ahora analizamos un día sin actividad, pero del mes de mayo, se puede analizar las variaciones de uso de la energía a lo largo del día, donde hay un consumo promedio y casi estable de 11,7 kWh por cada hora, este valor es muy elevado ya que representa casi un 90% del máximo valor registrado en los días con actividad laboral, precisamente el del día 11 de mayo.



Figura 20: Consumo eléctrico día sin actividad - 20 de mayo - CET N°16

En cuanto al uso de la energía reactiva, la empresa prestadora del servicio eléctrico establece un máximo de Tg fi de 0,62, siendo que si se sobrepasa este valor se aplican penalizaciones. Por otro lado, se establece de igual forma un valor mínimo de 0,426, que sirve como referencia para aplicar bonificaciones a los sistemas eléctricos que tengan baja carga de energía reactiva. A continuación, se presenta el gráfico de la Tg fi diaria con los límites de bonificación y penalización definidos por EdERSA.

De acuerdo con los valores registrados, la tangente de fi se encuentra en la zona por debajo del límite mínimo recomendado por la distribuidora, indicando una buena relación de consumo de potencias, queda en evidencia la naturaleza de consumo de los equipos en el establecimiento, con una baja demanda de la componente reactiva.

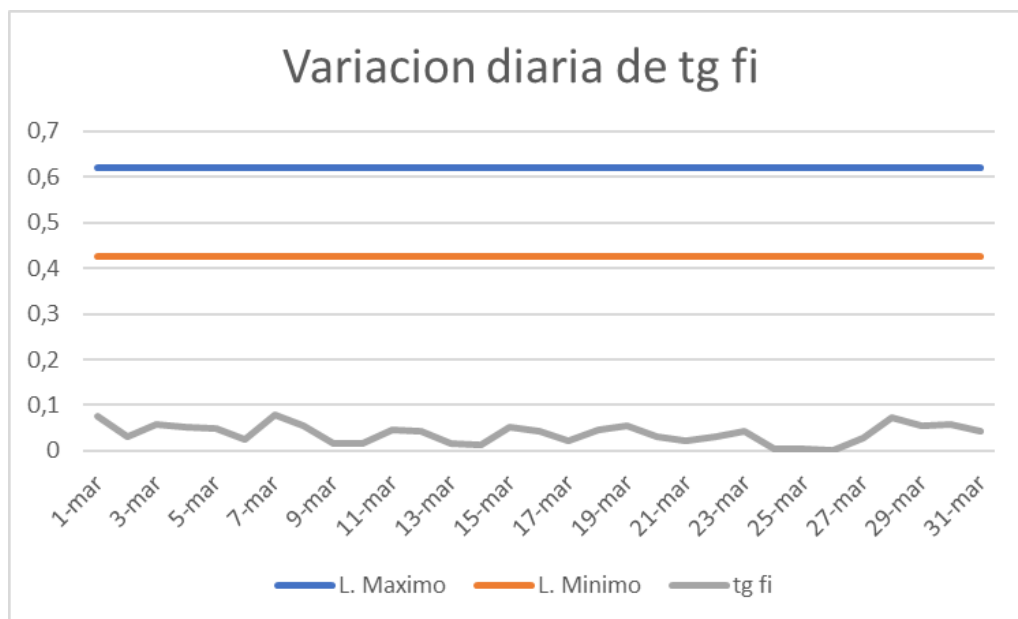


Figura 21: Variación diaria de tg Fi - CET N°16

### 1.2.2 Gas Natural

En cuanto al equipamiento alimentado por gas natural, se han relevado 31 calefactores de tiro balanceado destinados a la climatización de distintos sectores, una cocina industrial con horno instalada en la cocina, un termotanque y 5 calderas que alimentan la calefacción central de la escuela.

Tabla 5: Relevamiento de equipos a gas natural - CET N°16

Sector	Ubicación	Categoría	Equipo	Pot. Kcal/h	Cant.
Taller	Pasillo talleres	Calefacción	Caldera	38000	2
Taller	dispositivos eléctricos/ energía	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Taller	Electrónica 4	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Taller	TIC	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Taller	Informática	Calefacción	Calefactor TB	6000	2
Administración	Biblioteca	Calefacción	Calefactor TB	6000	2
Administración	Secretaria	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Administración	Sala de profesores	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Administración	Preceptoría	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Aulas	Aulas	Calefacción	Calefactor TB	4000	21
Espacios de Uso Común	SUM	Calefacción	Caldera	38000	3
Espacios de Uso Común	Cocina	ACS	Termotanque	6000	1

Espacios de Uso Común	Cocina	Cocción	Cocina con horno	8400	1
-----------------------	--------	---------	------------------	------	---

Para calcular el uso diario estimado se considera un día de invierno, con uso promedio de la calefacción. En estas condiciones se obtiene que, en estos meses, alrededor del 98% del consumo de gas natural está asociado a la calefacción, siendo el porcentaje restante destinado a equipos de cocción y termotanques.

Para el análisis de la potencia instalada se consideraron las categorías: “Calefacción” que corresponden todos los artefactos destinados a calefaccionar los ambientes, la categoría “ACS” que hace referencia a los equipos de agua caliente y “Cocción” la cual se refiere a todo el equipamiento que se utilice para cocinar. A su vez se definieron los sectores “Taller”, “Administración”, “Espacios de uso común” y “Aulas” de acuerdo con el tipo de actividad que se desarrolla con la finalidad de distinguir

Como se puede observar en el relevamiento, la calefacción del edificio tiene una potencia instalada que ocupa casi la totalidad del total, con un 96%, mientras que el restante 4 % se divide en igual porcentaje con el 2% a la categoría ACS y a la cocción.

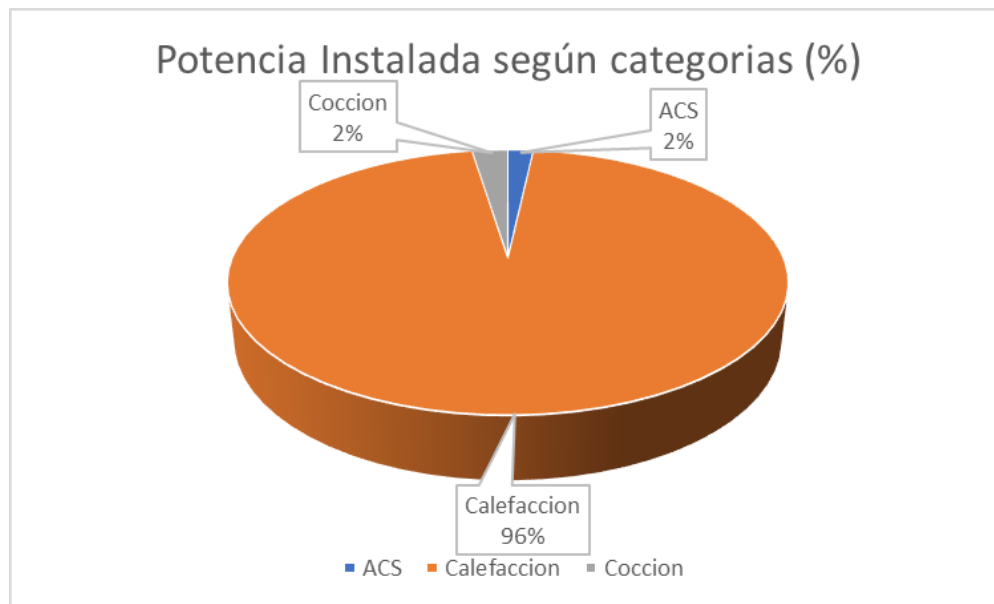


Figura 22: Potencia instalada por categoría - CET N°16

Para comprender mejor la distribución de la climatización se pretende establecer los sectores en los que está presente, por lo que se muestra la distribución de potencia instalada por sector.

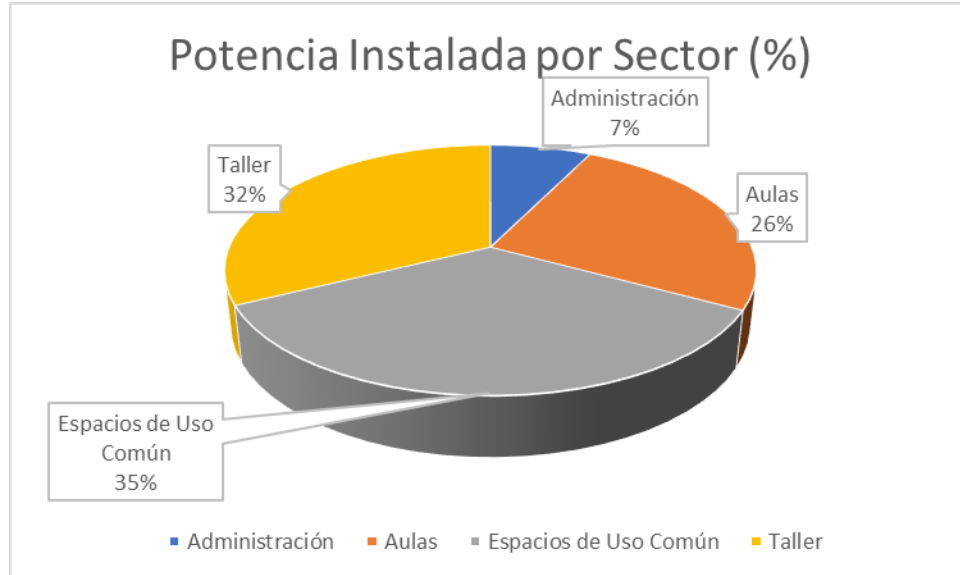


Figura 23: Potencia instalada por sector - CET N°16

Como podemos ver los espacios de uso común se llevan el mayor porcentaje con el 35% de la potencia instalada, esto se debe a las 3 calderas que se encuentran para climatizar estas zonas, también se encuentran los termotanques, cocina y hornallas. En segundo lugar, se encuentran los talleres con el 32%, también influenciado por las dos calderas que climatizan esa zona y sumado a 5 calefactores de tiro balanceado. En tercer lugar, nos encontramos con las aulas con un 26%, este valor es la suma de los 21 calefactores que se encuentran distribuidos en las aulas teóricas y por último con el 7% tenemos a las oficinas administrativas que cuentan con 5 calefactores de tiro balanceado.

### **1.3. Oportunidades de mejora**

Como primera medida se destacan las oportunidades relacionadas a los hábitos y costumbres de uso, los cuales tienen un importante impacto en la demanda total de energía.

Analizando el comportamiento habitual del edificio, se pudo observar una inadecuada gestión de la calefacción, ya que, la mitad de la escuela cuenta con calefactores independientes para cada ambiente, por lo que la tarea de ajuste de la climatización es particular para cada espacio. Se observó que los comportamientos son irregulares, no discriminan días laborables y días sin actividad, alcanzando valores muy por encima de la temperatura de confort recomendada, además, se ha observado que los calefactores quedan encendidos después de haber terminado la jornada laboral. Es por esto que es importante lograr definir personas responsables

de la climatización de la escuela para evitar este tipo de situaciones. Los encargados de realizar esta tarea deberán conocer el funcionamiento de los equipos y tener lineamientos específicos para cada época del año con la finalidad de lograr un funcionamiento eficiente. Si se lograra esta estabilidad, se podría bajar la temperatura mínima, que según lo registrado es elevada, lo que da la pauta de que algunos calefactores se mantienen encendidos todo el tiempo.

En cuanto a mantener un ambiente climatizado, uno de los factores a controlar es qué tan bien están aislados los cerramientos de las aberturas, ya que por estos es por dónde mayor cantidad de calor se pierde en los establecimientos. En el caso de la escuela, esta cuenta con grandes ventanales tanto en el hall principal, como en la mayoría de las aulas, talleres y pasillos, convirtiendo imperioso el correcto mantenimiento de los cerramientos y la elección de materiales pasivos que disminuyan la transmitancia de los recintos, como cortinas de materiales específicos, persianas y demás.

El impacto fundamental de una correcta gestión de la calefacción se verá en el confort en el uso de las instalaciones, logrando mantener temperaturas agradables en los distintos sectores. En cuanto al importe abonado por el consumo de gas natural, en principio no será significativo debido su bajo costo relativo. A pesar de esto, el uso inadecuado de la energía debería ser suficiente razón para accionar sobre los hábitos y costumbres.

El uso y costumbres de la utilización de las luminarias y equipamientos eléctricos es un aspecto muy importante a la hora de lograr un uso eficiente de la energía. En los registros de consumo se han visualizado comportamientos inadecuados como pueden ser las diferencias de consumo en los días sin actividad, los cuales representan un 90% del consumo en un día con actividad, lo que evidencia la falta de un procedimiento o directivas claras sobre los equipos y artefactos que quedan encendidos durante el cierre del establecimiento.

Los días con actividad se generan los máximos consumos a media mañana, entre las 09:00 hs y las 10:30 hs debido a que es el momento de mayor actividad, por lo que se puede realizar el aprovechamiento de la luz natural en los espacios comunes y apagar las luces de los pasillos con la intención de generar una reducción de consumo en los momentos que mayor demanda se genera.

En lo que respecta al uso de iluminación, se ha podido ver considerables pisos de consumo en los días sin actividad debido a las luces que se dejan encendidas por cuestiones de seguridad u omisión. Una medida para gestionar un mejor uso de la iluminación es establecer un criterio para las luces que queden encendidas, evitando aquellas que no sean de tecnología LED, y automatización de estas en los lugares que sea conveniente, ya sea con sensores de movimiento, o con las resistencias dependientes de la luz para los ciclos día/noche.

Como complementario a estas medidas, los administradores energéticos del establecimiento deberán realizar un seguimiento de las implementaciones, comunicar las acciones llevadas a cabo y transmitir la preocupación de la institución hacia el personal para que participen en la correcta gestión de la energía.

### 1.3.1 Iluminación

Como oportunidad de mejora relacionada con las luminarias, se observa la posibilidad de colocar fotocélulas y sensores de movimiento, ya que se encontraron muchas luminarias exteriores encendidas durante el día, se presenta un cuadro para valorar el impacto que generaría cada uno de los tipos en las luminarias y los tiempos de repago que tendrían cada una de estas acciones. Cabe aclarar que este proceso de recambio se puede realizar escalonadamente, definiendo los sitios prioritarios primero para luego continuar con el resto de los artefactos.

*Tabla 6: Impacto de incorporación de fotocélulas y sensores de movimiento en iluminación exterior*

Tipo de luminaria	Potencia de luminaria (W)	Cantidad de luminarias	Potencia de luminaria (W)	Costo unitario Fotocélula (\$)	Inversión (\$)	Consumo diario sin mejora (kWh)	Consumo diario con mejora (kWh)	Gasto mensual (\$)	Gasto mensual con Mejora (\$)	Ahorro económico mensual (\$)	Tiempo de repago (años)
Lampara LED (exterior)	40	2	80	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00	1,92	1,12	\$ 1.094,40	\$ 638,40	\$ 456	0,91
Reflector LED (exterior)	50	3	150	\$ 2.500,00	\$ 7.500,00	3,6	2,1	\$ 2.052	\$ 1.197	\$ 855	0,73
Reflector LED (exterior)	100	1	100	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	2,4	1,4	\$ 1.368	\$ 798	\$ 570	0,36
Reflector LED (exterior)	30	1	30	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	0,72	0,42	\$ 410,40	\$ 239,40	\$ 171	1,21
Lampara LED (exterior)	12	3	36	\$ 2.500,00	\$ 7.500,00	0,86	0,5	\$ 490,20	\$ 285	205,2	3

Para el kWh se toma un valor promedio de \$19 (precios agosto 2023 EdERSA).

<https://www.edersa.com.ar/usuarios/cuadro-tarifario/>

El repago de la inversión se calcula a partir del costo de inversión por los equipamientos y el ahorro económico asociado a la disminución de consumo por el nuevo artefacto.

Este análisis permite ver que la mayoría de los componentes de las luminarias representan un tiempo de repago inferior a 3 años, lo que supone una buena inversión. Además, los costos de los nuevos equipos no son elevados, por lo que se considera una propuesta factible. La mano de obra para la instalación de los nuevos artefactos o los casos que requieren alguna adecuación específica por el recambio de tecnología no se tienen en cuenta debido a que se considera que el consejo de educación cuenta con personal de mantenimiento que puede llevar adelante este trabajo.

Cabe aclarar que en las propuestas realizadas no se considera la mano de obra en instalación debido a que se supone que lo realiza personal de mantenimiento del edificio.

### 1.3.1.1 Recambio de luminarias

La oportunidad de mejora detectada es el recambio de luminarias por tecnología LED, ya que mejora la calidad de la luz emitida con una menor demanda energética. La adaptación de los plafones para poder cambiar a LED es muy sencilla y el personal de mantenimiento de la escuela puede realizar este trabajo. Incluso se puede desarrollar un espacio formativo para que los alumnos en los talleres de electricidad puedan realizar este trabajo como parte de la asignatura, aportando una mejora en el colegio y aprendiendo a realizar el trabajo.

A continuación, se muestra la inversión necesaria para reemplazar los tubos de 36 W fluorescentes por LED, el impacto energético, económico y el tiempo de repago.

*Tabla 7: Impacto del recambio de todos los tubos y lámparas fluorescentes por LED*

Potencia de luminaria (W)	Cantidad de luminarias	Costo unitario (\$)	Inversión (\$)	Consumo diario sin mejora (kWh)	Consumo diario con mejora (kWh)	Gasto mensual (\$)	Gasto mensual con Mejora (\$)	Ahorro económico mensual (\$)	Tiempo de repago (años)
Tubo Fluorescente 36 W	2	\$ 800	\$ 1.600	1,72	0,86	\$ 980,40	\$ 490,20	\$ 490,20	0,27
Lámpara Fluorescente Compacta 100 W	17	\$ 1.072	\$ 18.224	40,8	20,4	\$ 23.256	\$ 11.628	\$ 11.628	0,13

Para el kWh se toma un valor promedio de \$19 (precios agosto 2023 EdERSA).

<https://www.edersa.com.ar/usuarios/cuadro-tarifario/>

El repago de la inversión se calcula a partir del costo de inversión por los equipamientos y el ahorro económico asociado a la disminución de consumo por el nuevo artefacto.

El reemplazo de las luminarias a tecnología LED requiere una inversión inicial de \$ 19.824 generando una reducción de los consumos del 50% en referencia a los tubos y lámparas fluorescentes. Para el análisis económico se han considerado que el recambio tecnológico no genera un impacto en la potencia contratada, un aumento de tarifa del 10% anual y una carga impositiva del 40%. Sobre estas condiciones el tiempo de repago es menor a un año sin considerar ninguna mejora en el desempeño energético. Sumado a esto, la calidad de la iluminación y la duración de la vida útil se ven favorecidas, por lo que a largo plazo se pueden distinguir más beneficios.

Cabe aclarar que en las propuestas realizadas no se considera la mano de obra en instalación debido a que se supone que lo realiza personal de mantenimiento del edificio.

### 1.3.2 Calefacción

La calefacción de la escuela, como se mencionó anteriormente, se realiza en un sector (taller) a través de calefactores centrales de aire distribuido a través de conductos y en otro sector (aulas) a través de calefactores ubicados en cada ambiente. Las oportunidades de mejora alcanzaban el mejoramiento de las rejillas de distribución de calor, la aislación de los conductos de calefacción y acondicionar los cerramientos del edificio. Si bien estas mejoras no tendrán un impacto significativo en los costos por el servicio, las mejoras se pueden ver en las condiciones de trabajo y la posibilidad de regular la entrada de calor de acuerdo con las características de cada espacio de trabajo.

Como propuesta de mejora se propone la regulación de los calefactores en una temperatura adecuada (20°C – 22°C) y definir el personal autorizado para manipularlos, teniendo un único criterio, para lograr esto se pueden instalar termómetros ambientales de interior que en el mercado rondan los \$3000,00, de esta manera se podrá mantener temperaturas de confort sin grandes fluctuaciones. En total se necesitarían 19 termómetros, para los ambientes donde se encuentran los calefactores, se necesitaría una inversión de \$57.000,00 para evidenciar estos cambios y poder ponderar los ahorros energéticos se propone mantener los registros de consumo para evaluar el desempeño energético anual y lograr comparar los desempeños de diferentes años.

Por otro lado, se ha detectado una temperatura de seteo del termostato en 25°C, la cual es elevada para las condiciones invernales, ya que los equipos de climatización centrales no pueden alcanzar estas temperaturas en todo el edificio, por lo que provoca que la caldera funcione constantemente sin alcanzar la temperatura deseada. Una vez que se apliquen las mejoras para una mejor gestión de la climatización, se recomienda setear el termostato en un rango de 21°C y 23°C, siendo que una temperatura de confort para los meses de invierno se recomienda entre 20°C y 21°C. Se espera un ahorro del 7% en el consumo de la energía destinada a la calefacción central por cada grado que se reduzca en la temperatura de seteo.

El impacto fundamental de una correcta gestión de la calefacción se verá en el confort en el uso de las instalaciones, logrando mantener temperaturas agradables en los distintos sectores. En cuanto al importe abonado por el consumo de gas natural, en principio no será significativo debido su bajo costo relativo. Sin embargo, debido a los importantes aumentos de precios que sufrió este servicio en los últimos tiempos, es probable que esta situación se revierta y comience a representar un costo importante. A pesar de esto, el uso inadecuado de la energía debería ser suficiente razón para accionar sobre los hábitos y costumbres.

Como complemento de estas medidas, el administrador energético del edificio deberá realizar un seguimiento de su implementación, comunicar las acciones



llevadas a cabo y transmitir la preocupación de la institución hacia los empleados para que participen en la correcta gestión de la energía.

### 1.3.3 Recomendaciones de buenas Practicas

Para lograr un consumo energético lo más cercano al óptimo posible, es importante comprender que los actores fundamentales para lograrlo son los habitantes de cada institución y teniendo en cuenta que se trata precisamente de un ámbito público es doblemente importante saber cómo manejar eficientemente las instalaciones y transmitir finalmente a los usuarios.

Es posible reducir sustancialmente el consumo de energía cuando las personas comprenden la función del edificio y cómo impacta el comportamiento de los ocupantes en la conservación de la energía. Los directivos, especialmente el coordinador del área y el personal administrativo, deberán apoyar las iniciativas de eficiencia energética. Los conceptos de educación energética se pueden impartir durante las presentaciones escolares, las reuniones del personal o divulgación de información asociada al desempeño energético. Incluso se pueden establecer objetivos puntuales teniendo como referencia los indicadores de desempeño mensual que ayuden a comprometer a los usuarios de cada edificio a ser consiente en la forma de utilizar la energía.

Es conveniente advertir que lograr un ahorro energético en el edificio, puede requerir bastante tiempo de control y registro del uso de la energía. Todos los ocupantes deben sentirse invitados a presentar y compartir ideas sobre los posibles cambios en la operación del edificio, para mejorar su rendimiento energético. El personal necesita ser consciente de cómo sus actividades se relacionan con el uso y el consumo de energía, también entender las consecuencias cuando sus actividades se desvían de los procesos definidos, controles operacionales o de mantenimiento, objetivos y metas. La toma de conciencia del personal ayuda a las organizaciones a fomentar y mantener una cultura consciente de la energía. La eficacia de los procesos que apoyan la toma de conciencia de la energía se puede mejorar continuamente por una variedad de medios. El uso de técnicas de comunicación actualizadas y nuevos materiales de sensibilización pueden ayudar a sostener el programa de toma de conciencia.

A continuación, se propone una guía de las buenas prácticas de uso:

#### **El Administrador Energético será el encargado de:**

- Controlar la facturación y las lecturas de los medidores correspondientes a los servicios de energía eléctrica y gas.
- Controlar que el uso del equipamiento sea el adecuado.
- Impulsar medidas de eficiencia energética.

- Aconsejar al área de compras o infraestructura en lo referente al rendimiento energético del equipamiento o modificaciones edilicias a realizarse.
- Gestionar los reclamos pertinentes ante las empresas proveedoras de energía.
- Revisar el termostato de los termotanques. Regularlo a 45 °C para un consumo más eficiente. Evitar instalar el termotanque al aire libre.

### **En la cocina:**

- Utilizando las tapas de las ollas, el agua se calentará más rápido (consumiendo un 20% menos de gas). Evitar que las llamas superen el diámetro del recipiente, para no desperdiciar energía; el calor debe llegar por el fondo, no por sus costados. Para esto se deben utilizar utensilios que permitan cubrir completamente la hornalla.
- Limpiar regularmente las hornallas de la cocina, si se ensucian y se tapan, consumen un 10% más de gas de lo que deberían.
- Hervir sólo el agua que se va a consumir.
- Evitar abrir la puerta del horno mientras esté encendido, al hacerlo el calor se escapará y la comida tardará más en cocinarse, se pierde un mínimo del 20% de la energía acumulada en su interior. Para ver cómo el avance de la cocción, encender la luz de control y mirar con la puerta cerrada. Revisar que la goma (burlete) que sella la puerta del horno esté en buen estado para evitar pérdidas de calor.
- Aprovechar al máximo la capacidad del horno y cocinar de una sola vez el mayor número de alimentos. Apagar el horno un poco antes de finalizar la cocción, el calor residual será suficiente para acabar el proceso.
- Retirar con anticipación del congelador los alimentos que se van a preparar. Descongelando los alimentos en la heladera se aprovechará mejor la energía.
- Verificar que la combustión en las hornallas sea con la cantidad de aire adecuada (flama azul). Una flama amarilla o anaranjada indica una combustión ineficiente por lo que se utilizará más gas para preparar un mismo alimento.
- Evitar que la heladera pierda frío. No mantener la puerta abierta por mucho tiempo. Nunca introducir alimentos calientes, permitir que se enfríen afuera antes de guardarlos y seleccionar la temperatura correcta de operación para conservar los mismos. Verificar los burletes y si es necesario reemplazarlos. Descongelar periódicamente para evitar sobre esfuerzo.
- Colocar el refrigerador en un lugar fresco y ventilado, no pegarlo a la pared y dejar el espacio indicado en los manuales de fábrica (10 centímetros aproximadamente).
- Evitar exponer el refrigerador a los rayos del sol u otras fuentes de calor como la estufa, el microondas o el calentador de agua.

- Limpiar periódicamente la parte trasera del refrigerador, por lo menos 2 veces al año. En el caso de un refrigerador con congelador de deshielo manual o semiautomático, descongelar el equipo antes de que alcance una capa de hielo de medio centímetro de espesor.

### **Maquinas**

- No encender todas al mismo tiempo. Hacerlo en forma escalonada, la potencia de arranque en forma directa de los motores se incrementan unas seis veces de su potencia nominal durante pocos segundos.
- Controlar periódicamente el nivel de aceite lubricante de los motores.

### **Climatización**

- Setear el termostato de los sistemas de calefacción central en 22°C, o el valor más bajo posible compatible con el confort. Cada grado de diferencia supone un ahorro de un 8% de energía. Estos sistemas no calefaccionarán más rápido por el hecho de setear el termostato a un valor más alto, sino que simplemente seguirán funcionando aún superada la temperatura de confort, generando un gasto energético innecesario.
- Revisar los filtros de aire de los sistemas de calefacción con una frecuencia establecida.
- Se recomienda, la reparación de las rejillas y ductos de climatización, elaborar un plan de gestión de la calefacción, designando responsables del control del sistema para los distintos sectores con directivas claras.
- Realizar un correcto plan de mantenimiento en los sistemas de calefacción central, como así también en los calefactores permitirá no sólo una mejor combustión, con un mejor aprovechamiento de la energía, sino que es imprescindible por cuestiones de seguridad.
- En el caso de los calefactores TB, debe priorizarse ajustar el punto de operación de los mismos, o apagarlos directamente, antes de abrir las ventanas para moderar la temperatura en el interior de las aulas.

### **Iluminación**

- Reducir el tiempo de uso de las luminarias a lo estrictamente necesario.
- Apagar las luces que no se están usando, al retirarse del sector de trabajo o cuando la iluminación natural lo permita.
- Priorizar el uso de luz natural, abrir persianas y cortinas al iniciar la jornada.
- Señalización en equipos (por ejemplo, recordatorio para apagar cuando no esté en uso).

- Realizar el mantenimiento periódico del sistema de iluminación. Con el tiempo el flujo luminoso decae, ya sea por depreciación de la lámpara o por acumulación de polvo sobre la luminaria, lámpara o superficies de reflexión. Para tener una iluminación más eficiente se deben limpiar estos componentes periódicamente. Mantener limpias las lámparas y pantallas, aumentará la luminosidad sin aumentar su potencia.

### **Ofimática**

- Configurar la PC en modo ahorro de energía.
- Ajustar el brillo del monitor a nivel medio.
- Cuando no se use más la PC, apagarla totalmente, al monitor no dejarlo en stand-by.
- Apagar las impresoras, escáneres y fotocopiadoras cuando no se estén utilizando. En modo de espera consumen energía.
- Desconectar los cargadores enchufados que no se usen. También consumen energía.

### **Envolventes:**

- Mantener las puertas y ventanas de los diferentes ambientes climatizados cerradas, tanto como sea posible para evitar la fuga de “frío” y la entrada de aire “caliente” y “húmedo” a los mismos en verano, y a la inversa en invierno.
- El uso de protecciones (postigos, persianas, cortinas, etc.) en ventanas permite reducir el consumo de energía de calefacción, por lo que es muy importante en los sectores que cuenten con alguna de ellas se cierren una vez finalizada la jornada.

### **1.4. Indicadores de desempeño**

Los indicadores de desempeño energético son herramientas utilizadas para evaluar y medir la eficiencia energética en relación con su consumo de energía y su rendimiento en términos de sostenibilidad. Estos indicadores pueden ayudar a identificar áreas de mejora y establecer metas para reducir el consumo de energía, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y optimizar el uso de recursos.

**Consumo de energía total:** Este indicador mide la cantidad total de energía consumida por el colegio en un período determinado, generalmente expresado en kilovatios-hora (kWh). Permite realizar comparaciones a lo largo del tiempo y entre diferentes colegios sin embargo no contempla las particularidades de cada institución, por lo que sus comparativas no aportan mucha información valiosa. La información es fácil obtenerla, ya que las prestadoras del servicio eléctrico brindan esta información en las facturas de cada periodo.

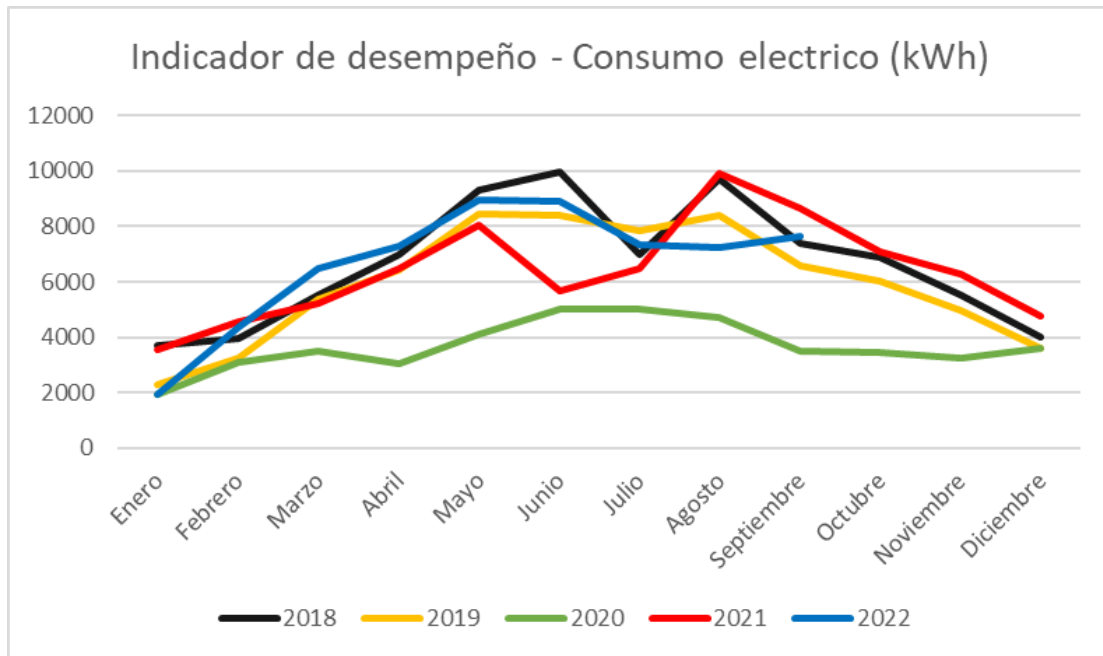


Figura 24: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico (kWh)

El gráfico del indicador de consumo muestra como los años que no fueron afectados por la pandemia (2018, 2019 y 2022) se comportan similar con pequeños cambios debido a la particularidad de cada ciclo lectivo. El primer semestre del 2021 se registran indicadores iguales o mayores al año 2019, mientras que el segundo semestre toma valores similares a los otros años. Como caso particular el 2020 tuvo valores bajos todo el año por el cese de actividades por la pandemia.

**Consumo de energía por área:** Este indicador relaciona el consumo de energía con el área cubierta total del colegio. Se expresa en términos de kWh por metro cuadrado (kWh/m<sup>2</sup>) o (MWh/m<sup>2</sup>) y permite tener un valor de referencia que relaciona las dimensiones de la institución con el consumo eléctrico. Esto favorece a que este indicador aporte más información a la hora de realizar comparativas entre instituciones.

Tabla 8: Indicador de desempeño kWh/m2 - CET N°16

Año	Consumo eléctrico anual (kWh)	Superficie (m2)	Indicador (kWh/m2)
2018	79935	3170	<b>25,22</b>
2019	71651	3170	<b>22,60</b>
2020	44197	3170	<b>13,94</b>
2021	76631	3170	<b>24,17</b>
2022	60156	3170	<b>18,98</b>

Se puede ver como el indicador ha variado en el año 2020 por la emergencia sanitaria del COVID-19 mostrando un valor muy por debajo de los años anteriores, evidenciando la falta de actividad. Para el 2021, este valor aumenta considerablemente, pero sigue estando un poco por debajo a los valores registrados antes de la pandemia. Para el 2022 no se tuvo acceso a los registros completos del año, por lo que no se ha podido calcular este valor, sin embargo, las proyecciones de los meses con información muestran que el indicador anual será similar a los años previos a la pandemia.

Para poder realizar el seguimiento mensual se dejan los indicadores por mes, sin embargo, hay que considerar que estos indicadores deben ser utilizados para ver tendencias de comportamiento, pero no para la toma de decisiones ya que puede contener mucho margen de error por considerar un tiempo relativamente corto de análisis.

Tabla 9: Indicadores de desempeño por superficie cubierta por mes - CET N°16

Periodo	2018		2019		2020		2021		2022	
	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie
Enero	3673	<b>1,16</b>	2286	<b>0,72</b>	1949	<b>0,61</b>	3558	<b>1,12</b>	1923	<b>0,61</b>
Febrero	3975	<b>1,25</b>	3265	<b>1,03</b>	3116	<b>0,98</b>	4552	<b>1,44</b>	4361	<b>1,38</b>
Marzo	5503	<b>1,74</b>	5373	<b>1,69</b>	3472	<b>1,10</b>	5212	<b>1,64</b>	6480	<b>2,04</b>
Abril	7001	<b>2,21</b>	6432	<b>2,03</b>	3019	<b>0,95</b>	6492	<b>2,05</b>	7310	<b>2,31</b>
Mayo	9285	<b>2,93</b>	8456	<b>2,67</b>	4089	<b>1,29</b>	8026	<b>2,53</b>	8974	<b>2,83</b>
Junio	9978	<b>3,15</b>	8416	<b>2,65</b>	5027	<b>1,59</b>	5650	<b>1,78</b>	8896	<b>2,81</b>
Julio	6998	<b>2,21</b>	7841	<b>2,47</b>	5026	<b>1,59</b>	6481	<b>2,04</b>	7361	<b>2,32</b>
Agosto	9734	<b>3,07</b>	8414	<b>2,65</b>	4706	<b>1,48</b>	9918	<b>3,13</b>	7230	<b>2,28</b>
Septiembre	7374	<b>2,33</b>	6602	<b>2,08</b>	3512	<b>1,11</b>	8641	<b>2,73</b>	7621	<b>2,40</b>
Octubre	6885	<b>2,17</b>	6026	<b>1,90</b>	3454	<b>1,09</b>	7096	<b>2,24</b>		
Noviembre	5540	<b>1,75</b>	4938	<b>1,56</b>	3252	<b>1,03</b>	6268	<b>1,98</b>		
Diciembre	3989	<b>1,26</b>	3602	<b>1,14</b>	3575	<b>1,13</b>	4737	<b>1,49</b>		

Los años 2018 y 2019 tienen indicadores similares, con pequeñas variaciones asociadas a las actividades y particularidades de cada año, pero en términos generales tienen las mismas tendencias. Por otro lado, se puede ver como los años 2020 bajan los indicadores a comparación de los años anteriores debido al aislamiento preventivo obligatorio comunicado por el gobierno nacional. Para el año 2021, los indicadores del primer semestre son inferiores a los años no afectados por la pandemia, sin embargo para el segundo semestre se observa un aumento de los valores equiparándose a los valores normales, evidenciando la vuelta de la actividad académica en el colegio.

### **1.5. Referentes energéticos**

Para poder llevar a cabo este proceso es indispensable definir un referente energético, el cual tiene la responsabilidad de gestionar y supervisar todas las actividades relacionadas con el suministro y uso eficiente de la energía. La planificación energética, la gestión de suministros energéticos, los programas de eficiencia energética, monitoreo y análisis de datos, formación y sensibilización del personal, investigación y desarrollo sobre los avances tecnológicos son algunas de las funciones que debe cumplir el referente energético. En definitiva, debe garantizar un suministro de energía confiable y eficiente, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y promover una cultura de uso responsable de la energía en el personal y los alumnos del colegio.

Con la intención de fomentar la eficiencia energética en edificios públicos, la secretaría de energía de nación cuenta con un sistema de registro de información denominado “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP) que tiene como primer objetivo la realización de un Diagnóstico Energético Preliminar en los edificios de la Administración Pública Nacional, de manera sencilla y rápida, sin necesidad de hacer un relevamiento completo del edificio y sus instalaciones.

El sistema se encuentra en una etapa preliminar que permite obtener una idea general del consumo energético del edificio, a partir de la carga de información básica del mismo por parte de los referentes energéticos designados por los ministerios y organismos alcanzados. Esta característica la convierte en una herramienta informática ideal a la hora de hacer una primera evaluación de un grupo extenso de edificios, permitiendo compararlos entre sí, identificar los mayores consumidores de energía y finalmente detectar los principales sectores con potencial de ahorro.

Además de estar pensado para ser utilizado por cualquier tipo de usuario, independientemente de su formación, el DEP se desarrolló a partir de la utilización de métodos simplificados de análisis, con la intención de agilizar y facilitar el acceso y la utilización de este.

A su vez, el programa se divide en tres pasos correlativos y con creciente nivel de profundidad, comenzando por un nivel básico, para ir aumentando el grado de especificidad paulatinamente.

Tabla 10: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación

	DATOS REQUERIDOS	INFORMACIÓN OBTENIDA
<b>PASO 1</b>	Ubicación, ocupación, tipología, superficie y datos de consumo energético y agua (facturación).	Indicadores de intensidad de uso de la energía e indicadores de uso del espacio.
<b>PASO 2</b>	Potencia adquirida y convenida. Encuadre tarifario.	Recomendación de recontractación de la potencia eléctrica.
<b>PASO 3</b>	Relevamiento rápido de principales instalaciones y equipos. Estimación de horas de uso.	Estructura del consumo de energía y agua. Estimación de ahorros potenciales.

En segunda instancia, el sistema servirá para la elaboración de una base de datos del desempeño energético de los edificios públicos, que permitirá generar información estadística para la elaboración, implementación y seguimiento de planes y programas de estímulo para el uso eficiente de la energía en el mismo. La herramienta cuenta con una interfaz gráfica para visualizar esta base de datos con el objeto de hacerla accesible y sencilla de utilizar. La página de ingreso al sistema es <https://dep.energia.gob.ar/> en donde el referente deberá darse de alta para poder ingresar y cargar la información pertinente del edificio público donde trabaja.



## **2. CENTRO DE EDUCACIÓN TÉCNICA N° 2 – SAN CARLOS DE BARILOCHE**

EL Centro de Educación Técnica (CET) N° 2 se encuentra ubicado en la calle Fanny T. de Newbery 111 de la localidad de San Carlos de Bariloche de la provincia de Rio Negro, comparte el edificio con la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). El edificio cuenta con una zona central donde se ubican las aulas, el sum y la parte administrativa mientras que los talleres y gimnasio cuentan con edificios independientes en el mismo predio.

La estructura del colegio está organizada con dos años de Ciclo Básico y cuatro años de Ciclo Superior divididos en dos turnos. A su vez cuenta con diversos talleres en ambos turnos, algunos de ellos son; laboratorio de ciencia y química, sala de informática, electricidad, dibujo técnico, computación y electrónica.

La escuela cuenta con dos acometidas de servicio eléctrico, uno principal que abastece a gran parte del colegio y el segundo está asociado a algunos talleres que cuentan con edificio independiente. Además, existe una tercera acometida que se encuentra fuera de servicio y que fue reemplazada por el que abastece a los talleres. En cuanto al suministro de gas natural, también se cuenta con dos suministros independientes y una zona que es abastecida con gas envasado debido a la falta de la infraestructura de distribución del servicio en esta zona.

Las actividades en el colegio se dan de lunes a viernes de 06:00 a 23:00 horas en donde se incluye las actividades de la escuela técnica y la UTN. La apertura de la escuela la realiza los porteros y personal auxiliar mientras que las actividades de docencia comienzan a las 08:00 hasta las 18:00 horas en donde comienza la actividad de la UTN hasta el horario de cierre.

En la siguiente figura podemos apreciar una imagen satelital de la institución, la cual abarca una manzana entera, comprendida entre las calles Fanny T. de Newbery, Marchiori y Raúl Alfonsín (esta calle se encuentra dentro del predio).

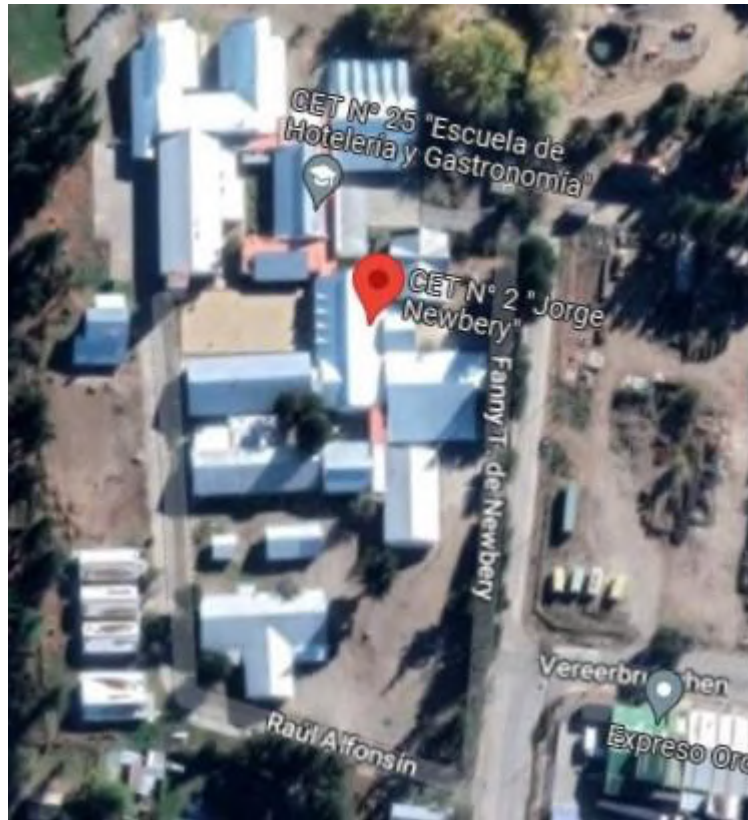


Figura 25: Imagen Satelital - CET N°2

A continuación, se presentan los planos edilicios de la institución, los mismos datan del año 2010 cuando se realizó el CeNIE (Censo Nacional de Infraestructura Escolar) por lo que pueden haber sufrido modificaciones, en la segunda etapa del diagnóstico se profundizara en el tema.

El predio del colegio cuenta con una superficie construida de 4106,25 m<sup>2</sup> entre todos los edificios de los cuales solo 17,25 m<sup>2</sup> corresponde a espacios abiertos definidos como semicubierto mientras que todo el resto de la superficie es cubierta. A continuación, se presenta el plano en planta del predio del colegio en donde se muestran los diferentes edificios incluyendo la escuela de hotelería la cual se distingue como el edificio rallado el cual no pertenece al colegio, pero comparten el predio.



Figura 26: Plano de planta - CET N°2

## **2.1. Análisis históricos de consumos energéticos**

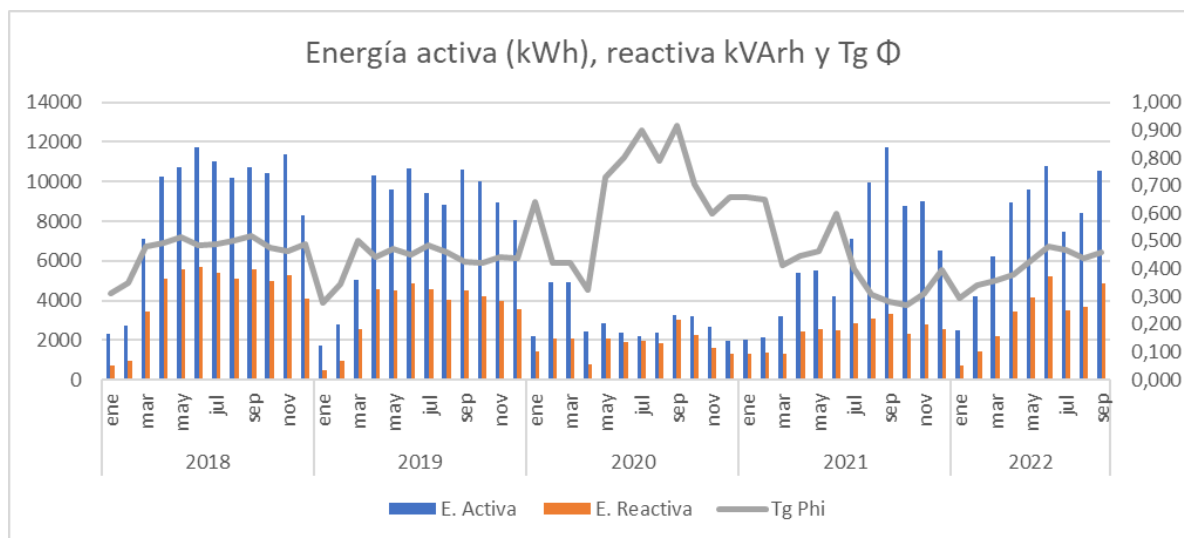
### **2.1.1 Consumo histórico eléctrico**

El CET N° 2 cuenta con dos suministros eléctricos identificados con los números de medidor 207881 correspondiente al suministro principal y el medidor 2065829 que pertenece a algunos talleres. Por otro lado, el medidor 4364682 es el suministro que se encuentra fuera de servicio y que fue sustituido por el de los talleres.

#### **2.1.1.1 Medidor 207881**

Para el análisis de los consumos históricos no se ha podido conseguir las facturas del servicio eléctrico sin embargo se han puesto a disposición los registros de la información más relevante que tiene las facturas.

En la siguiente tabla se muestra la información más relevante de los registros otorgados por la institución educativa, los cuales van de enero del 2018 hasta septiembre de 2022.



*Figura 27: Energía activa (kWh), reactiva (kVArh) y Tg Φ - CET N°2*

El consumo de energía activa tiene un comportamiento similar a otras instituciones educativas en donde los meses de verano se genera una baja demanda debido al cierre del ciclo lectivo y un aumento de demanda a partir de marzo alcanzando los valores máximos en la época invernal. Los años anteriores a la pandemia (2020) se tenía un comportamiento de consumo que mantenía una demanda de consumo elevada desde abril hasta octubre, con una leve reducción

en el mes de julio por el receso invernal. Los años posteriores a la pandemia el comportamiento es totalmente diferente con una reducción de consumo importante en varios de los meses mencionados. Es interesante lograr identificar las causas de dicho cambio y fomentar este comportamiento para alcanzar un desempeño más eficiente en términos eléctricos. Por último, el año 2020 no hubo clases por las restricciones sanitarias generando un consumo estable durante todo el año de 2000 kWh mensual.

La energía reactiva ha presentado los valores más elevados en el año 2020, sin embargo, años con actividad lectiva los valores se normalizan y se encuentran en valores razonables que no generan penalizaciones por este factor. En los últimos dos años se ha mejorado la  $\text{tg } \Phi$  tomando los valores mínimos en los periodos de mayor consumo registrando valores por debajo del límite inferior (0,425) generando bonificaciones en la facturación.

Las variaciones de consumo durante el día se pueden identificar a través de los registros por franjas horarias resto (05:00 a 18:00 horas), valle (23:00 a 5:00 horas) y punta (18:00 a 23:00 horas).

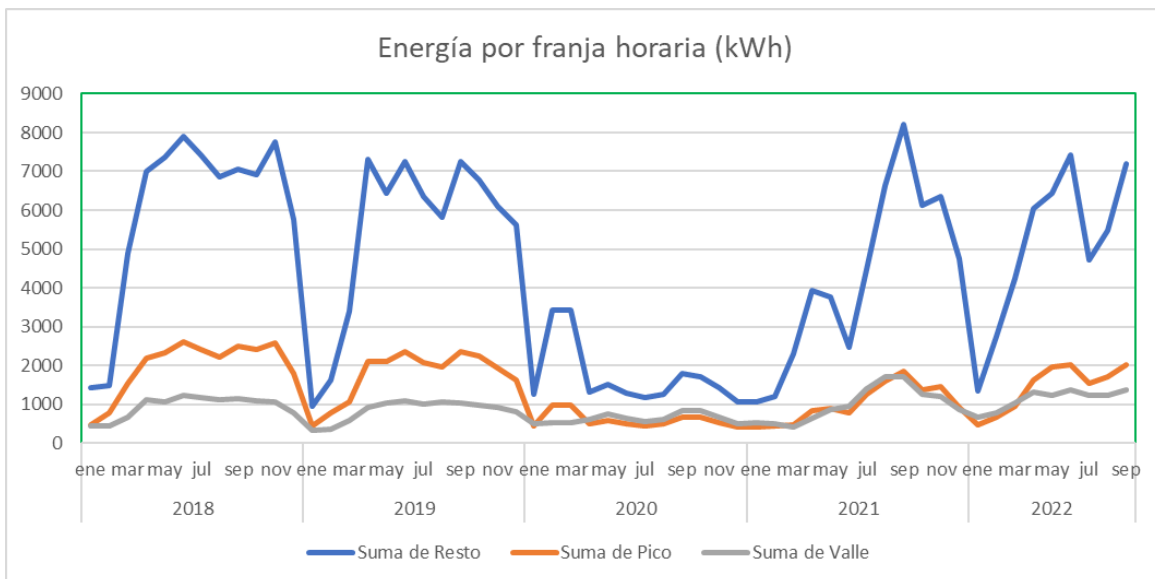


Figura 28: Energía por franja horaria (kWh) - CET N°2

Como era de esperarse, la franja resto presenta los consumos más elevados por comprender la franja horaria con mayor actividad dentro del colegio. Los cambios de consumos posteriores al año 2020 son notorios en esta franja, sin embargo, en 2022 los valores se asemejan a los registrados antes de la pandemia, por lo que se deberá evaluar si estas modificaciones están asociadas a cambios de

programa por la emergencia sanitaria o realmente hay un manejo más adecuado de la energía. En cuanto a la franja pico sucede una situación similar donde la tendencia del último año se asemeja a los primeros y, por último, en la franja valle, los consumos del último año presentan un leve aumento en comparación con los años 2018 y 2019.

La potencia contratada de la escuela es de 30 kW en todo el periodo analizado y a continuación se muestran las potencias máximas demandadas diurnas y nocturnas por periodo facturado.

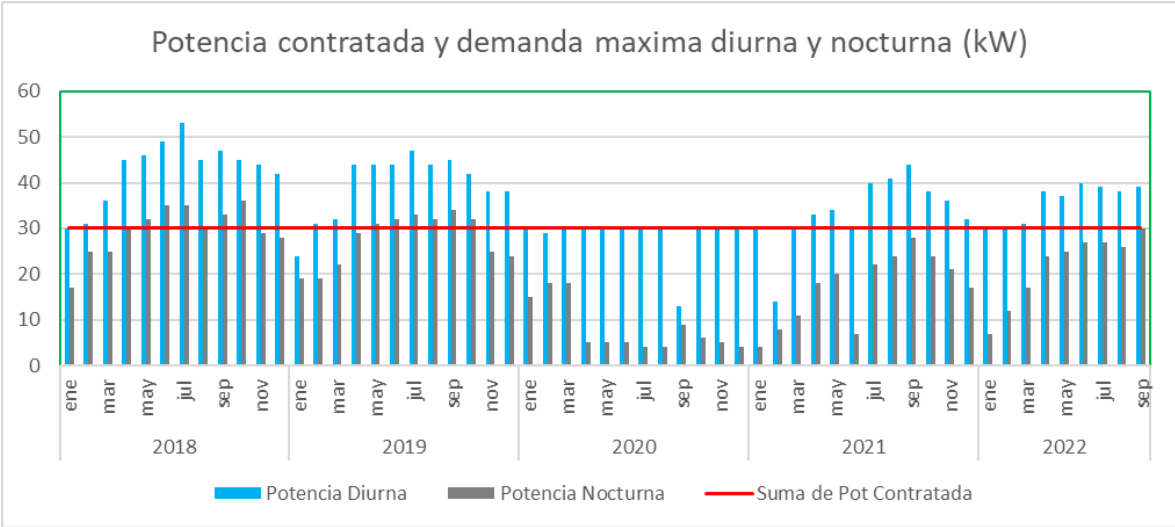


Figura 29: Potencia contratada y demanda máxima diurna y nocturna (kW) - CET N°2

Los registros de potencia máxima por periodo facturado muestran que los meses de mayores consumos las potencias superan la contratada, generando seguramente una penalización por exceso de potencia. Este comportamiento es razonable para los meses con actividad curricular por tener las actividades durante el día, sin embargo, en los meses de verano donde la escuela se mantiene cerrada, se mantiene el mismo comportamiento y las demandas de potencias son similares en el periodo analizado. Se deberá identificar las cargas asociadas a estas épocas del año y evaluar la posibilidad de reducirlas para generar consumos más eficientes.

Con respecto a las penalizaciones por exceso de potencia, al no contar con los importes totales ni las facturas de los servicios, no se puede saber el impacto económico de este desvío, sin embargo, se debe evaluar no sobrepasar la potencia contratada o un nuevo contrato con una reserva de potencia superior.

### 2.1.2 Consumo histórico gas natural

La escuela cuenta con dos suministros de gas natural identificados con números de medidor 6702885 y 18453372.

#### 2.1.2.1 Medidor 6702885

En la siguiente tabla se muestran los registros de consumo de gas natural expresados en metros cúbicos normalizados (Nm<sup>3</sup>) a un poder calorífico de 9300 Kcal por lo hace la distribuidora.

Tabla 11: Consumo de gas natural (Nm<sup>3</sup>)- Medidor 6702885 - CET N°2

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
Enero	1012,9	680,2	763,0	324,9	371,1	369,5
Febrero	543,2	332,1	315,7	483,2	274,2	450,2
Marzo	833,2	884,7	729,0	802,5	530,9	928,6
Abril	1246,3	1532,7	957,2	305,8	1066,0	1876,1
Mayo	2040,3	1501,2	1589,3	433,3	1246,2	2520,3
Junio	2331,9	2020,1	1771,2	611,3	1376,9	2549,9
Julio	2427,8	1786,8	1486,8	510,4	2089,3	1592,2
Agosto	1791,2	1913,0	1953,9	528,7	2408,0	2475,9
Septiembre	1989,6	1779,9	2034,1	606,7	2018,3	
Octubre	1395,5	1694,0	1140,6	544,8	1475,9	
Noviembre	1293,0	1316,9	928,9	438,9	714,3	
Diciembre	526,7	668,8	334,4	261,3	477,0	

Para visualizar las variaciones estacionales de los consumos de gas natural de este suministro se presentan los valores en el siguiente gráfico.

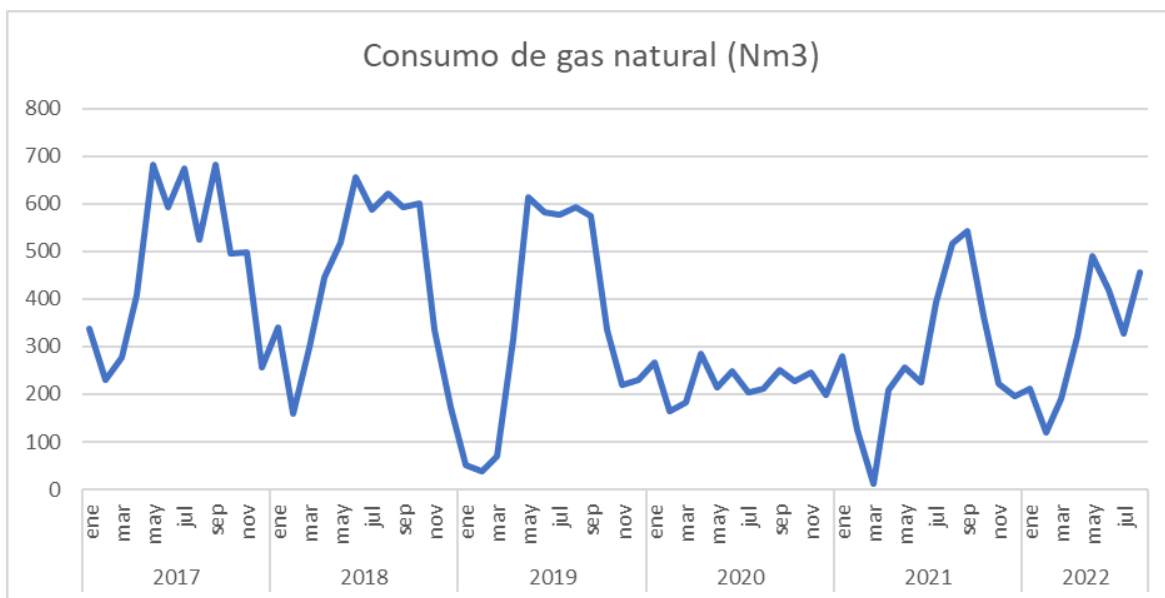


Figura 30: Consumo de gas natural (Nm3) - Medidor 6702885 - CET N°2

En la época invernal los consumos registran los más elevados, suponiendo que el sistema de calefacción de la institución está alimentado con gas natural. Si comparamos los distintos años hay una tendencia a reducir el consumo, sin considerar el año 2020 por la particularidad de la pandemia, donde el máximo de 2017 fue cercano a 700 Nm<sup>3</sup> mientras que en 2022 se registra 500 Nm<sup>3</sup> como valor máximo, reduciendo el pico de consumo en un 30%. Se deberá analizar las razones de esta tendencia para poder mantenerlas en los años venideros y generar medidas de eficiencia que garanticen un correcto uso del recurso.

#### 2.1.2.2 Medidor 18453372

En la tabla se muestran los registros de consumo de gas natural expresados en metros cúbicos normalizados (Nm<sup>3</sup>) a un poder calorífico de 9300 Kcal por lo que hace la distribuidora.

Tabla 12: Consumo de gas natural (Nm3)- Medidor 18453372 - CET N°2

Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2017	1012,9	543,2	833,2	1246,3	2040,3	2331,9	2427,8	1791,2	1989,6	1395,5	1293,0	526,7
2018	680,2	332,1	884,7	1532,7	1501,2	2020,1	1786,8	1913,0	1779,9	1694,0	1316,9	668,8
2019	763,0	315,7	729,0	957,2	1589,3	1771,2	1486,8	1953,9	2034,1	1140,6	928,9	334,4
2020	324,9	483,2	802,5	305,8	433,3	611,3	510,4	528,7	606,7	544,8	438,9	261,3
2021	371,1	274,2	530,9	1066,0	1246,2	1376,9	2089,3	2408,0	2018,3	1475,9	714,3	477,0
2022	369,5	450,2	928,6	1876,1	2520,3	2549,9	1592,2	2475,9				

Para visualizar las variaciones estacionales de los consumos de gas natural de este suministro se presentan los valores en el siguiente gráfico.



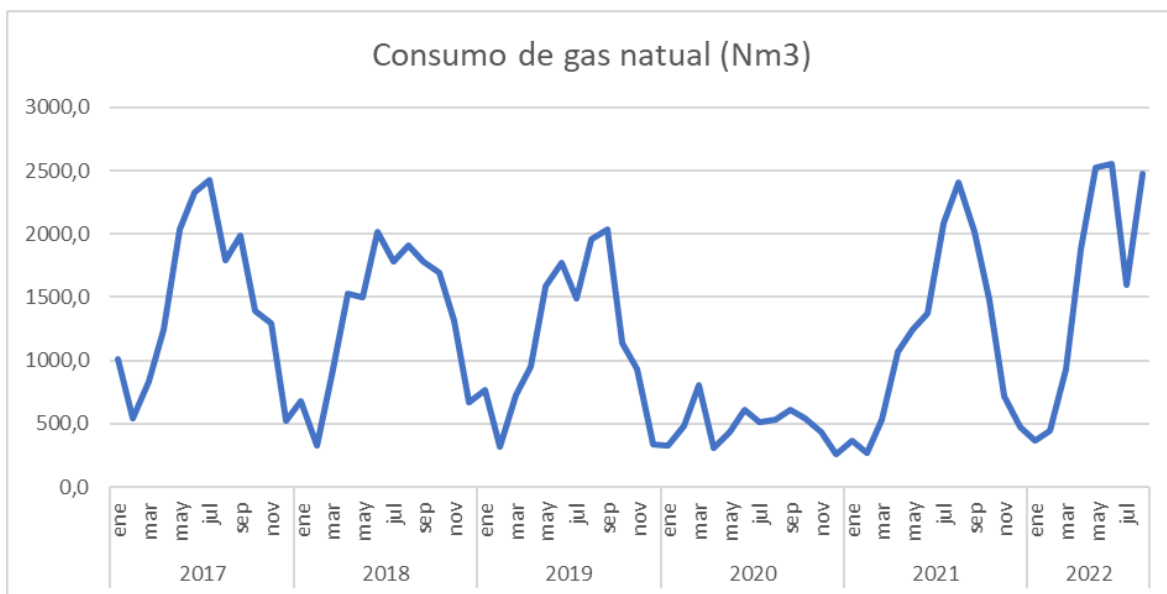


Figura 31: Consumo de gas natural (Nm<sup>3</sup>) - Medidor 18453372 - CET N°2

Nuevamente los consumos más altos se dan en época invernal, por lo que podemos suponer nuevamente que es utilizado para calefaccionar el edificio, sin embargo, en este suministro se observa un aumento de consumo en el último año en comparación con los anteriores alcanzando valores máximos superiores a 2500 Nm<sup>3</sup>. Estos valores son muy superiores a los registrados por el otro medidor, por lo que se deberá identificar los equipos abastecidos por este suministro y detectar las mejoras que se puedan realizar para aumentar la eficiencia de consumo.

### 2.1.3 Consumo histórico gas licuado de petróleo (GLP)

El predio de la escuela está abastecido en su mayoría con gas natural, sin embargo, existen zonas en que la red de distribución interna no llega a ciertos edificios que deben abastecerse con gas licuado de petróleo (GLP). Estos fueron construidos posteriormente al tendido de la red de distribución interna de gas natural por lo que se ha solicitado la extensión del servicio, sin embargo, la distribuidora CAMUZZI no les permite agrandar la red de gas natural debido a las grandes demandas en la época invernal, por lo que no se puede expandir la distribución actual del servicio.

En este contexto, el sector de la cocina principal del colegio donde se realizan las comidas para los chicos está abastecida con GLP a través de dos garrafones de 190 kg, y un sector de talleres que cuenta con un zeppelín de 800 kg teniendo en ambos casos un sistema de recarga a demanda. En ninguno de los casos se ha

podido acceder a los remitos de recarga para obtener el dato de consumo por lo que no se analizan estos sectores.

## **2.2. Análisis de consumo eléctrico**

El análisis de consumo eléctrico llevado a cabo en el Centro de Educación Técnica N.º 2 comprende el relevamiento de los equipamientos eléctricos instalados pudiendo mostrar la potencia instalada por sector y categorías. Además, se realiza una medición de consumos eléctricos en el tablero principal del colegio y el tablero seccional del taller para poder identificar los consumos asociados a este sector. A continuación, se detallan los equipos eléctricos relevados categorizados por su funcionalidad, identificando 4 categorías, Iluminación, Equipamientos, Ofimática y Varios los cuales se encuentran en 4 sectores, Administración, Aulas, Espacios de usos comunes y Taller.

Tabla 13: Equipamientos eléctricos - CET N°2

Sector	Ubicación	Categoría	Equipo	Pot. [W]	Cant.
Aulas	Aula 1	Iluminación	Foco LED	480	4
Aulas	Aula 2	Iluminación	Tubo LED	16	10
Aulas	Aula 2	Iluminación	Tubo fluorescente	36	6
Aulas	Aula 3	Iluminación	Tubo LED	16	16
Aulas	Aula Dibujo	Iluminación	Foco LED	48	9
Aulas	Aula 7	Iluminación	Tubo LED	16	21
Aulas	Aula 8	Iluminación	Tubo LED	16	12
Aulas	Aula 8	Iluminación	Tubo fluorescente	36	12
Aulas	Aula 11	Iluminación	Tubo LED	16	8
Aulas	Aula 12	Iluminación	Tubo LED	16	8
Aulas	Aula 9	Iluminación	Tubo LED	16	8
Aulas	Aula 10	Iluminación	Tubo LED	16	8
Aulas	Informática	Iluminación	Tubo fluorescente	36	10
Aulas	Informática	Iluminación	Tubo LED	16	6
Aulas	Informática	Equipamiento	Impresora 3D	220	4
Aulas	Informática	Equipamiento	Impresora 3D	220	1
Aulas	Informática	Equipamiento	PC escritorio	250	18
Aulas	Informática	Equipamiento	impresora	50	1
Aulas	Informática	Equipamiento	Servidor	300	1
Aulas	Aula 4	Iluminación	Tubo LED	16	6
Aulas	Aula 4	Iluminación	Tubo fluorescente	36	10
Aulas	Aula 4	Equipamiento	Caloventor	2000	1

Aulas	Laboratorio Fco-Qco	Iluminación	Tubo fluorescente	36	18
Aulas	Laboratorio Fco-Qco	Iluminación	Tubo LED	16	6
Aulas	Laboratorio Fco-Qco	Iluminación	Foco LED	9	1
Aulas	Laboratorio Fco-Qco	Equipamiento	Estufa laboratorio	110	1
Administración	Preceptoría	Iluminación	Tubo LED	16	10
Administración	Preceptoría	Iluminación	Tubo fluorescente	36	2
Administración	Preceptoría	Ofimática	Impresora	50	1
Administración	Preceptoría	Ofimática	PC escritorio	250	1
Administración	Preceptoría	Varios	Radio	30	1
Administración	Preceptoría	Varios	Pava eléctrica	2000	1
Administración	Preceptoría	Ofimática	Servidor	300	1
Administración	Vicedirección	Iluminación	Tubo LED	16	6
Administración	Vicedirección	Ofimática	PC escritorio	250	1
Administración	Vicedirección	Ofimática	Impresora	50	1
Administración	Dirección	Iluminación	Tubo LED	16	6
Administración	Dirección	Ofimática	Impresora	50	1
Administración	Dirección	Ofimática	Trituradora de papel	25	1
Administración	Sala de reuniones	Iluminación	Tubo LED	16	4
Administración	Sala de reuniones	Ofimática	PC escritorio	250	2
Administración	Sala de reuniones	Ofimática	Impresora	50	1
Administración	Sala de reuniones	Varios	Radiador eléctrico	2000	1
Administración	Secretaria	Iluminación	Tubo LED	16	4
Administración	Sala de profesores	Iluminación	Tubo LED	18	5
Administración	Sala de profesores	Varios	Microondas	1270	1
Administración	Sala de profesores	Varios	Pava eléctrica	2200	1
Administración	Preceptoría UTN	Iluminación	Tubo LED	16	4
Administración	Preceptoría UTN	Ofimática	impresora	50	1
Administración	Preceptoría UTN	Ofimática	PC escritorio	250	1
Administración	Preceptoría UTN	Ofimática	Notebook	50	3
Administración	Preceptoría UTN	Varios	Radio	30	1
Administración	TIC	Iluminación	Tubo LED	16	4
Administración	TIC	Ofimática	PC escritorio	250	2
Administración	TIC	Ofimática	impresora	50	1
Administración	TIC	Ofimática	Sistema de cargador inteligente de netbook	2200	1
Administración	TIC	Ofimática	Servidor	300	1
Administración	TIC	Iluminación	Tubo LED	16	2
Administración	TIC	Ofimática	PC escritorio	250	1
Administración	TIC	Ofimática	Modem	15	1
Espacios de Uso Común	Pasillo ala UTN	Iluminación	Tubo LED	16	6

Espacios de Uso Común	Pasillo principal	Iluminación	Tubo LED	16	24
Espacios de Uso Común	Recinto caldera 1	Iluminación	Foco LED	60	1
Espacios de Uso Común	Recinto caldera 2	Iluminación	Foco LED	60	1
Espacios de Uso Común	Recinto caldera 3	Iluminación	Foco LED	60	1
Espacios de Uso Común	Recinto caldera 4	Iluminación	Foco LED	60	1
Espacios de Uso Común	Pasillo principal	Iluminación	Foco LED	9	6
Espacios de Uso Común	Pasillo principal	Iluminación	Tubo LED	16	4
Espacios de Uso Común	Hall de entrada	Iluminación	Foco LED	9	4
Espacios de Uso Común	Pasillo ala vieja	Iluminación	Tubo LED	8	4
Espacios de Uso Común	Pasillo ala vieja	Iluminación	Tubo LED	16	14
Espacios de Uso Común	recinto caldera 2	Iluminación	Foco LED	9	1
Espacios de Uso Común	recinto caldera 3	Iluminación	Foco LED	9	1
Espacios de Uso Común	Baño hombres	Iluminación	Tubo LED	16	4
Espacios de Uso Común	Baño hombres	Iluminación	Foco LED	9	1
Espacios de Uso Común	Baño mujeres	Iluminación	Tubo LED	16	4
Espacios de Uso Común	Baño mujeres	Iluminación	Foco LED	9	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Equipamiento	Freezer	110	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Equipamiento	Picadora de carne	375	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Varios	Radio	30	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Iluminación	Tubo fluorescente	36	8
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Iluminación	Tubo fluorescente	18	3
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Equipamiento	Balanza	70	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Equipamiento	Heladera	110	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Equipamiento	Freezer	110	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Iluminación	Tubo fluorescente	36	2
Espacios de Uso Común	Cocina chica	Iluminación	Tubo LED	16	2

Espacios de Uso Común	Cocina chica	Varios	Microondas	700	1
Espacios de Uso Común	Cocina chica	Iluminación	Foco LED	9	4
Espacios de Uso Común	Cocina chica	Iluminación	Tubo fluorescente	36	2
Espacios de Uso Común	Cocina chica	Equipamiento	Heladera	110	1
Espacios de Uso Común	Baños docentes	Iluminación	Foco LED	9	13
Espacios de Uso Común	Baños docentes	Iluminación	foco bajo consumo	20	1
Espacios de Uso Común	Pasillo dirección	Iluminación	Dicroicas LED	7	14
Espacios de Uso Común	Escenario	Iluminación	Reflector halógeno	150	1
Espacios de Uso Común	Escenario	Iluminación	Reflector LED	50	3
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Iluminación	Tubo LED	16	21
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Iluminación	Tubo fluorescente	36	4
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Equipamiento	PC escritorio	250	1
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Equipamiento	impresora	50	1
Espacios de Uso Común	Gimnasio	Iluminación	Reflectores	180	8
Espacios de Uso Común	SUM	Iluminación	Foco LED	9	32
Espacios de Uso Común	Recinto Tanque de agua	Iluminación	Foco LED	9	1
Espacios de Uso Común	Recinto Tanque de agua	Equipamiento	Bomba centrífuga	1000	1
Espacios de Uso Común	Kiosco	Iluminación	Tubo LED	16	3
Espacios de Uso Común	Kiosco	Varios	Microondas	1270	1
Espacios de Uso Común	Kiosco	Varios	Pava eléctrica	1850	1
Espacios de Uso Común	Kiosco	Equipamiento	Cafetera	1000	2
Espacios de Uso Común	Kiosco	Equipamiento	Caloventor	2000	1
Espacios de Uso Común	Kiosco	Equipamiento	PC escritorio	250	1
Espacios de Uso Común	Kiosco	Equipamiento	Freezer	110	1
Espacios de Uso Común	Kiosco	Varios	Radiador eléctrico	2000	1
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Reflector halógeno	100	1

Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Farola	20	1
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Farola	9	6
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Poste de luz	200	2
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Foco LED	6	5
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Foco LED	9	6
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Luminaria estilo alumbrado publico	200	3
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	foco bajo consumo	20	3
Espacios de Uso Común	Exterior	Iluminación	Foco incandescente	60	2
Taller	Prácticas profesionales	Iluminación	Tubo fluorescente	36	5
Taller	Informática	Iluminación	Tubo LED	18	6
Taller	Informática	Iluminación	Tubo fluorescente	36	15
Taller	Informática	Varios	Televisor	90	1
Taller	Informática	Ofimática	PC escritorio	250	17
Taller	Informática	Iluminación	Foco LED	9	4
Taller	Informática	Ofimática	impresora	50	1
Taller	Informática	Equipamiento	Estabilizador	10	1
Taller	Hojalatería	Iluminación	Tubo Led	16	10
Taller	Hojalatería	Equipamiento	soldadora	4000	1
Taller	Hojalatería	Equipamiento	Agujereadora de banco	375	1
Taller	Hojalatería	Varios	pava eléctrica	2000	1
Taller	Hojalatería	Equipamiento	taladro de banco	375	1
Taller	Hojalatería	Equipamiento	Soldadora eléctrica	250	1
Taller	hall	Iluminación	Tubo led	16	4
Taller	Ajuste	Iluminación	Tubo led	16	10
Taller	Ajuste	Iluminación	Reflector	150	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Agujereadora de banco	375	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Agujereadora de banco	250	1
Taller	ajuste	Varios	pava eléctrica	2400	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	esmeriladora	373	1
Taller	Ajuste	Iluminación	Reflector	150	1
Taller	Electricidad	Iluminación	Tubo led	16	6
Taller	Electricidad	Iluminación	Tubo led	8	2
Taller	Electricidad	Equipamiento	Agujereadora de banco	250	1
Taller	Electricidad	Ofimática	Pc escritorio	250	1
Taller	Electricidad	Iluminación	Reflector	150	1

Taller	Electricidad	Iluminación	foco incandescente	60	28
Taller	Electricidad	Iluminación	foco led	6	4
Taller	Práctica Profesionales	Iluminación	Tubo led	16	10
Taller	Práctica Profesionales	Equipamiento	Agujereadora de banco	250	3
Taller	Práctica Profesionales	Ofimática	Impresora	62	1
Taller	Práctica Profesionales	Equipamiento	agujereadora	1100	1
Taller	Herrería	Equipamiento	Soldadora	20000	1
Taller	Herrería	Equipamiento	Soldadora	7000	1
Taller	Herrería	Equipamiento	Soldadora	13000	1
Taller	Herrería	Equipamiento	Soldadora	250	2
Taller	Herrería	Equipamiento	Agujereadora de banco	560	1
Taller	Herrería	Equipamiento	Amoladora de banco	746	1
Taller	Herrería	Varios	pava eléctrica	2000	1
Taller	Herrería	Iluminación	tubo fluorescente	36	22
Taller	Herrería	Iluminación	Tubo led	16	2
Taller	Herrería	Ofimática	Netbook	50	1
Taller	Herrería	Varios	tv tubo	150	1
Taller	Herrería	Equipamiento	Soldadura	11000	1
Taller	Electrónica	Iluminación	Tubo led	16	24
Taller	Electrónica	Equipamiento	Agujereadora de banco	250	1
Taller	Electrónica	Ofimática	Pc escritorio	250	1
Taller	Electrónica	Equipamiento	soldadores	30	8
Taller	Electrónica	Equipamiento	Osciloscopio	120	2
Taller	Electrónica	Equipamiento	soldadora	50	4
Taller	Electrónica	Varios	Minicomponente	50	1
Taller	fundición	Iluminación	tubo fluorescente	36	24
Taller	fundición	Equipamiento	horno de fundición eléctrico	3300	1
Taller	fundición	Equipamiento	amoladora de banco	373	1
Taller	fundición	Equipamiento	extractor	147	1
Taller	fundición	Equipamiento	quemador	440	1
Taller	fundición	Equipamiento	quemador	440	1
Taller	electricidad	Iluminación	tubo fluorescente	36	34
Taller	electricidad	Equipamiento	pava eléctrica	2400	1
Taller	electricidad	Iluminación	foco de bajo consumo	20	2
Taller	mecánica	Iluminación	tubo fluorescente	36	120
Taller	mecánica	Equipamiento	agujereadora de banco berardi	4000	1
Taller	mecánica	Equipamiento	torno paralelo	1100	6
Taller	mecánica	Equipamiento	agujereadora de banco	750	1

Taller	mecánica	Equipamiento	torno paralelo	2000	2
Taller	mecánica	Equipamiento	amoladora de banco	375	1
Taller	mecánica	Equipamiento	amoladora de banco	8400	1
Taller	mecánica	Equipamiento	torno paralelo	2000	2
Taller	mecánica	Equipamiento	torno paralelo	2000	1
Taller	mecánica	Equipamiento	torno paralelo	4000	1
Taller	mecánica	Equipamiento	fresadora de banco	1500	1
Taller	mecánica	Equipamiento	agujereadora de banco	750	1
Taller	mecánica	Equipamiento	fresadora de banco	1500	1
Taller	mecánica	Equipamiento	rotmetal	2237	1
Taller	mecánica	Equipamiento	fresadora de banco	0,55	1
Taller	mecánica	Equipamiento	fresadora de banco	0,55	1
Taller	mecánica	Equipamiento	torno paralelo	2237	1
Taller	mecánica	Equipamiento	soldadora	13000	1
Taller	mecánica	Equipamiento	Sierra circular	750	1
Taller	preceptoría	Iluminación	tubo fluorescente	36	4
Taller	preceptoría	Ofimática	impresora	50	1
Taller	preceptoría	Ofimática	impresora	50	1
Taller	preceptoría	Ofimática	pc escritorio	250	1
Taller	carpintería	Equipamiento	Sierra sin fin	186	2
Taller	carpintería	Equipamiento	Agujereadora de banco	750	1
Taller	carpintería	Equipamiento	torno paralelo	1100	1
Taller	carpintería	Equipamiento	Lijadora	920	1
Taller	carpintería	Equipamiento	amoladora de banco	400	1
Taller	carpintería	Equipamiento	agujereadora de banco	550	1
Taller	carpintería	Equipamiento	Lijadora	550	1
Taller	carpintería	Equipamiento	Sierra caladora	120	1
Taller	carpintería	Iluminación	tubo led	16	2
Taller	carpintería	Iluminación	tubo fluorescente	36	22
Taller	carpintería	Equipamiento	Sierra circular	1800	1
Taller	carpintería	Equipamiento	Aspiradora	1000	1
Taller	carpintería	Varios	Calentador eléctrico	2500	1
Taller	metal mecánica	Iluminación	Tubo led	16	6
Taller	metal mecánica	Iluminación	tubo fluorescente	36	38
Taller	metal mecánica	Iluminación	Reflector Led	30	3
Taller	metal mecánica	Iluminación	reflector	150	3
Taller	metal mecánica	Equipamiento	aparejo	750	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Amoladora de banco	746	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	compresor	1491	1



Taller	metal mecánica	Equipamiento	soldadora	7000	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	soldadora	4500	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	agujereadora de banco	370	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	agujereadora de pie	1118	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Torno para madera	1118	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Cepilladora	542	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Canteadora	2000	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Sierra circular	1600	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Sierra circular	2200	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Tupi	7000	1
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Soldadora portátil	4000	2
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Amoladora	670	2
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Amoladora	2200	2
Taller	metal mecánica	Equipamiento	Taladro de mano	550	4
Taller	Herrería 2	Iluminación	tubo fluorescente	36	38
Taller	Herrería 2	Iluminación	tubo led	16	2
Taller	Herrería 2	Equipamiento	soldadora	8000	1
Taller	Herrería 2	Equipamiento	soldadora	6000	1
Taller	Herrería 2	Equipamiento	amoladora de banco	746	1
Taller	Herrería 2	Equipamiento	agujereadora de banco	750	1
Taller	Herrería 2	Equipamiento	soldadora	6500	1
Taller	automatización	Iluminación	tubo fluorescente	36	6
Taller	automatización	Ofimática	pc escritorio	250	1
Taller	automatización	Ofimática	notebook	50	2
Taller	automatización	Equipamiento	compresor	1500	1
Taller	sistema comandos y maniobra	Iluminación	tubo fluorescente	36	14
Taller	sistema comandos y maniobra	Iluminación	tubo fluorescente	8	2
Taller	sistema comandos y maniobra	Iluminación	tubo fluorescente	110	2
Taller	sistema comandos y maniobra	Iluminación	plafón	100	2
Taller	sistema comandos y maniobra	Equipamiento	agujereadora de banco	750	1
Taller	sistema comandos y maniobra	Equipamiento	amoladora de banco	500	1
Taller	sistema comandos y maniobra	Equipamiento	torno paralelo	1100	1
Taller	sistema comandos y maniobra	Equipamiento	soldadora	6000	1

Se presentan las potencias instaladas por sector y categorías.

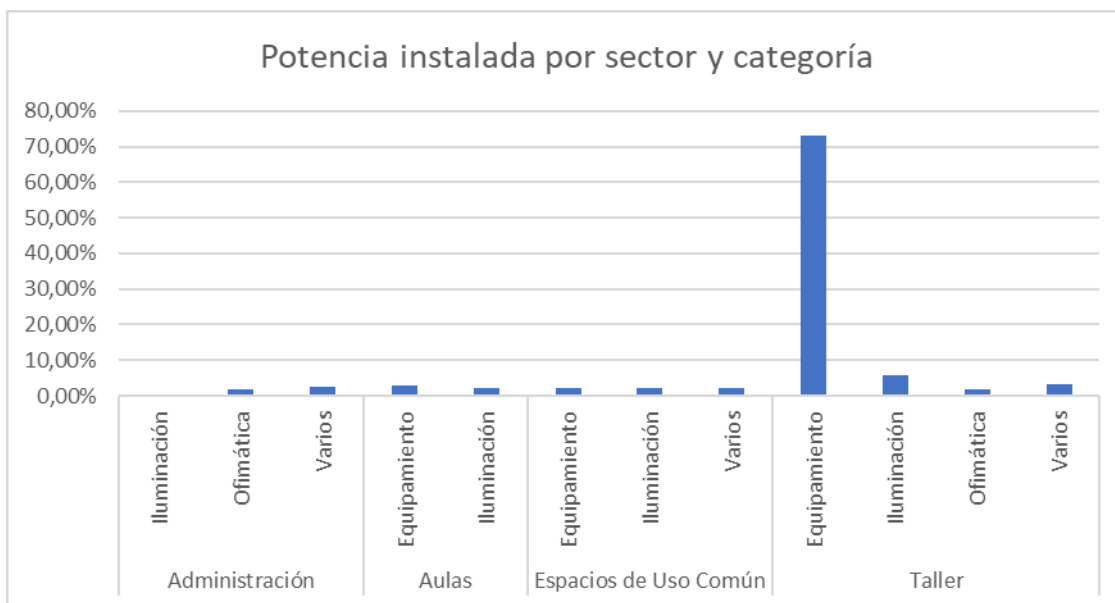


Figura 32: Potencia instalada por sector y categoría - CET N°2

La potencia instalada del colegio está fuertemente relacionada con los equipos de taller, ya que hay muchos equipos con grandes potencias para desarrollar las actividades específicas que se dan en cada asignatura. Las demandas reales generadas por estos equipos están condicionados a las horas de usos, factores de simultaneidad, factores de potencia, entre otras variables que influyen en el requerimiento de energía y potencia de la escuela.

Esta información evidencia que conocer los consumos del sector de taller como así también del resto del colegio es fundamental para comprender el desempeño energético de la institución. A pesar de esto, los inicios de las actividades lectivas en las escuelas de Río Negro se vieron afectadas por las medidas de fuerza tomadas por los trabajadores de la educación, no teniendo clases varios días como se puede ver en el cronograma de actividades siguiente.

Marzo							Abril						
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
27	28	1	2	3	4	5	3	4	5	6	7	8	9
Paro	Paro	Paro	Feriado				Paro	Paro	Paro	Feriado	Feriado		
6	7	8	9	10	11	12	10	11	12	13	14	15	16
										Paro	Paro	Paro	
13	14	15	16	17	18	19	17	18	19	20	21	22	23
								Paro	Paro	Paro			
20	21	22	23	24	25	26	24	25	26	27	28	29	30
		Paro	Paro	Feriado									
27	28	29	30	31									
	Paro	Paro	Paro										

Figura 33: Cronograma de actividades de colegios en Río Negro - CET N°2

El cronograma muestra en color rojo los días que se han realizado medidas de fuerza por parte de los trabajadores fomentada por el gremio docente, haciendo paro únicamente el personal agremiado y los que acompañaban el plan de lucha propuesto por el sindicato, teniendo docentes que asistieron al colegio para dar las actividades planificadas. En color blanco se representa los días de actividad normal en el colegio, el amarillo días feriados y el gris los fines de semana que no hay actividad en la escuela. Es importante mencionar que los días con actividad fueron con actividades reducidas debido a la constante lucha de los trabajadores, por lo que las actividades se vieron influenciadas por esta situación. Sumado a esto, la metodología llevada a cabo por el CET N° 2 en la parte de talleres es realizar una primera etapa de contenido teórico donde se le brinda a los alumnos el conocimiento de los equipamientos que van a manipular en el taller para después comenzar a realizar las actividades concretas con las máquinas. Con las medidas de fuerza esta etapa se ha extendido y no se ha logrado alcanzar una actividad plena en los talleres. A pesar de esto, se cuenta con registros de consumo que permiten ver las fluctuaciones diarias y comportamientos que tiene el colegio en base a la energía eléctrica.

Para esto se ha instalado un analizador de red modelo DiMet3 de la firma Discar perteneciente a la secretaría de energía de Rio Negro en el tablero principal para poder acceder a los consumos detallados del colegio y un segundo analizador de red modelo PM3255 de la firma Schneider perteneciente al INTI en el tablero seccional de taller que concentra los consumos de este sector.



Figura 34: Analizadores de redes Discar DiMet3 (izquierda) y PM3255 Schneider (derecha) - CET N°2

El equipo instalado en el tablero seccional ha tenido una falla en el proceso de registro y no se han podido recuperar los datos obtenidos por lo que no se cuenta con dicha información. El equipo registra en una tarjeta SD la cual se descargan al momento de retirar el equipo y por la lejanía de la escuela no se ha controlado en el proceso de medición. Las razones de esta falla se desconocen, pero puede estar asociado a que en el proceso de medición el equipo se ha movido y puede que haya quedado sin registrar.

### 2.2.1 Registros eléctricos

#### 2.2.1.1 Tablero principal

Se presentan los registros de consumo del tablero principal de energía activa, reactiva y  $\text{tg } \Phi$ .

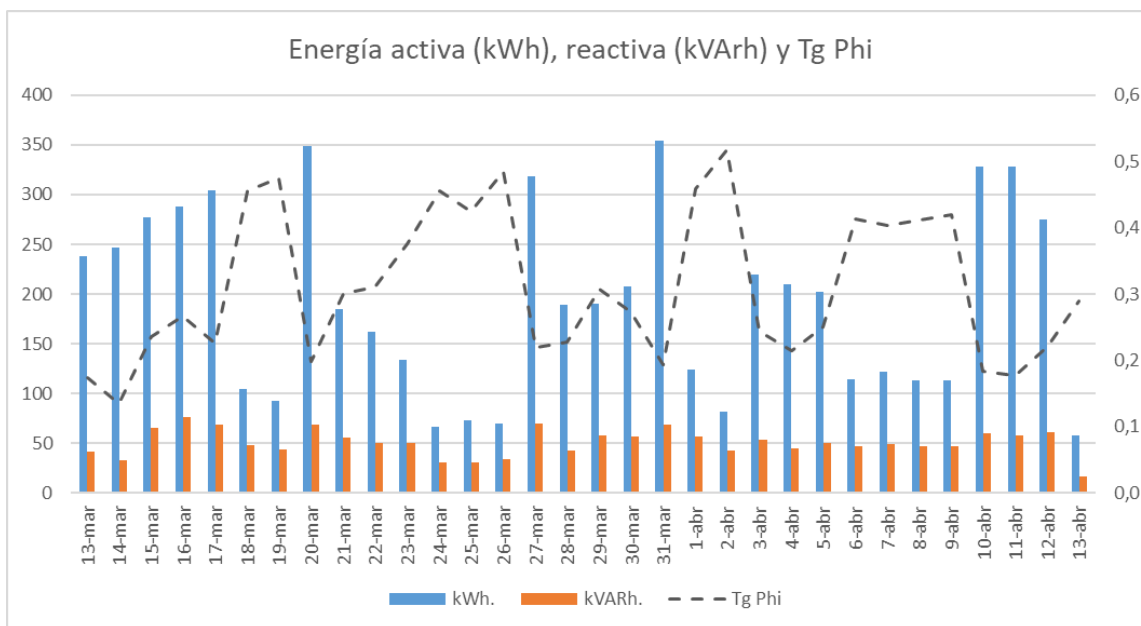


Figura 35: Energía activa (kWh), reactiva (kVArh) y Tg Phi - CET N°2

Los consumos de energía activa en el colegio son muy variados y están relacionadas con el arranque del ciclo lectivo, el cual mantuvo medidas de fuerza por parte del gremio docente exigiendo mejoras en las condiciones de trabajo. No todos los docentes se adhieren al paro, por lo que hubo algunas actividades que se evidencian en los consumos eléctricos.

De acuerdo con el cronograma de actividades, solo 11 días de los analizados tuvieron actividades, lo cuales se pueden identificar por los consumos eléctricos. Las demandas se encuentran entre 250 kWh y 350 kWh por día siendo este último valor el más representativo si se analizan los consumos históricos y las estimaciones de joras de uso de los equipos relevados.

Del mes registrado solo 11 días han tenido actividad normal según el cronograma detallado anteriormente, generando una complejidad para analizar los consumos del colegio. De estos días solo el 27 y 31 de marzo y el 10 y 11 de abril tuvieron actividad completa en el colegio que son el, teniendo estos días un consumo cercano a los 300 kWh diarios y un pico de consumo el día 31 de marzo con valores levemente superiores a los 350 kWh. Estos valores son coherentes si se consideran los registros históricos y se hace una estimación de consumo con el relevamiento de equipamiento y los tiempos de uso sin considerar una actividad fuerte en los talleres debido al tiempo de formación teórica de los primeros días mencionados anteriormente. En cuanto a la tangente de  $\Phi$ , los valores se encuentran por debajo del límite mínimo generando bonificaciones por la relación

entre energías y tienen relación con los valores encontrados en los registros históricos de las facturas del servicio eléctrico.

A continuación, se muestra la demanda de potencia diaria en el periodo analizado.

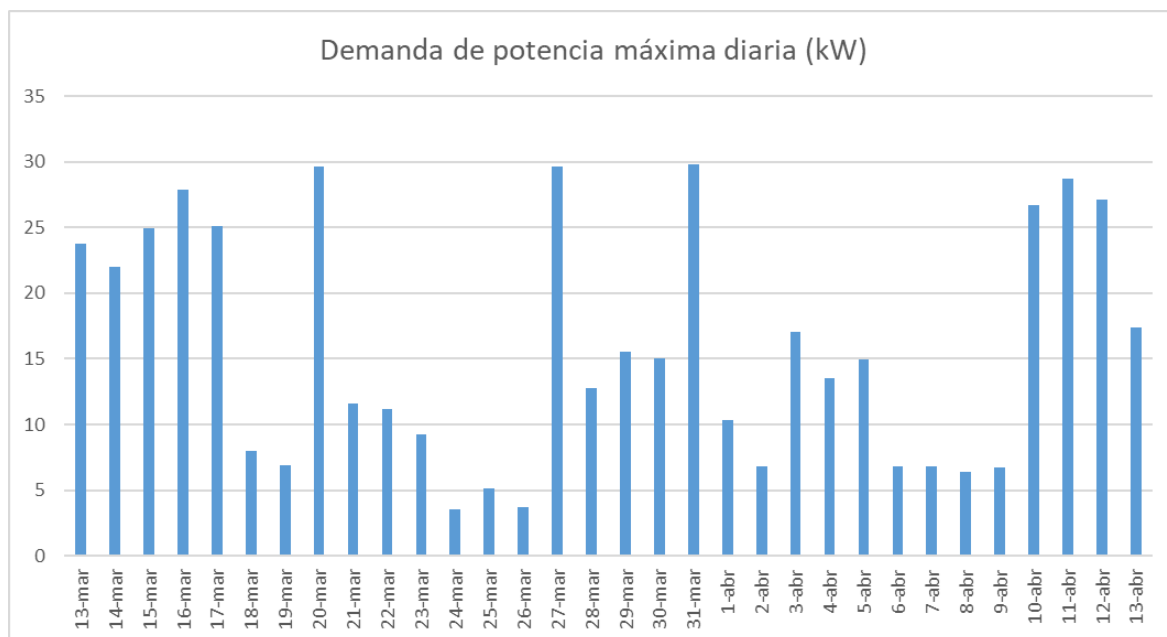


Figura 36: Demanda de potencia diaria máxima (kW) - CET N°2

La demanda máxima diaria de potencia no supera los 30 kW, teniendo concordancia con la potencia contratada (30 kW) dejando en evidencia que se ha realizado un análisis de las demandas generadas para poder realizar la contratación adecuada. En el caso de los días sin actividad se puede ver como la demanda de potencia es mínima, la cual se asocia a las luces de los distintos sectores del colegio y parte de las luces externas, ya que la mayoría de las luminarias exteriores tienen una conexión directa con el tendido eléctrico.

Para evaluar la distribución de cargas en el circuito trifásico del colegio se muestran las demandas de potencia por fase en el periodo de registro.

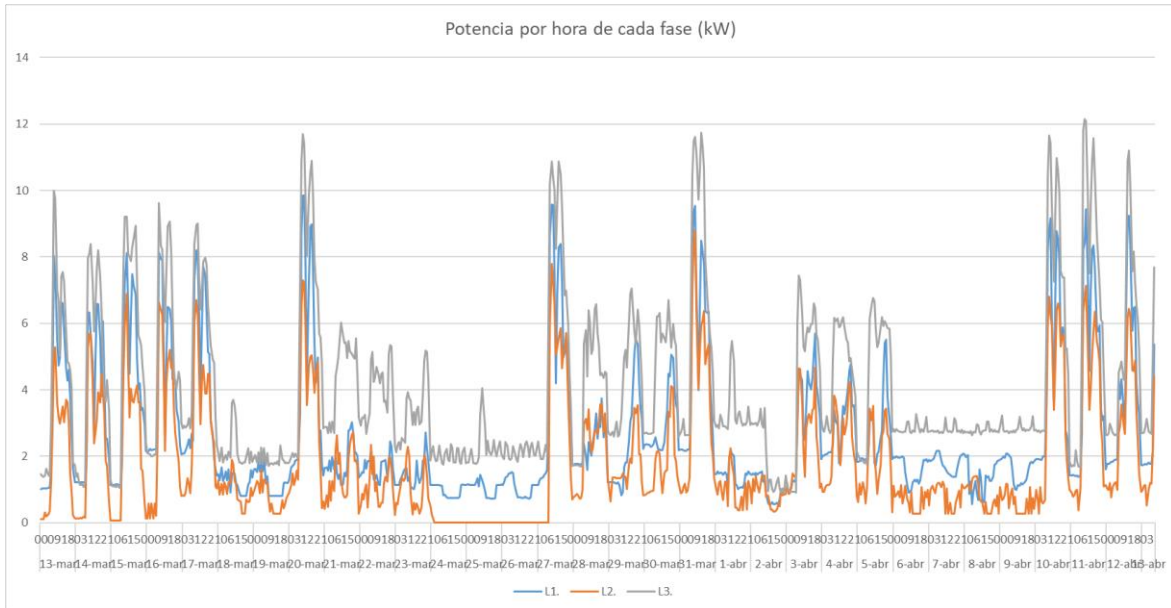


Figura 37: Demanda de potencia diaria por fase (kW) - CET N°2

Se puede observar que las fases se encuentran escalonadas en términos de cargas, donde la fase L3 es la que presenta valores más elevados seguido de la fase L1 y por último la L2 con valores inferiores. Para evaluar el grado de desequilibrio entre fases se presenta el gráfico de desbalance de corriente expresado en porcentaje.



Figura 38: Desequilibrio de corriente (%) - CET N°2

El desequilibrio recomendado suele ser del 30% sin embargo depende del tipo de carga e instalaciones a analizar. Para este caso, se ven valores muy superiores a este límite, especialmente durante los horarios con actividad lectiva. En el caso de los fines de semana, el desequilibrio se acentúa y alcanza valores superiores a 150%, siendo estos valores preocupantes por lo que se recomienda realizar una revisión de las cargas en cada fase.

Unos de los principales problemas que genera el desequilibrio de corriente es el impacto en la tensión de cada fase, pudiendo generar un desequilibrio de tensión que impacta en los equipos trifásicos que necesitan un estado de tensión equilibrado para un correcto funcionamiento. Para ver esto se ha realizar el mismo análisis con la tensión siguiendo las recomendaciones de la norma IEEE 1159 que establece un límite de desequilibrio máximo de 2%.



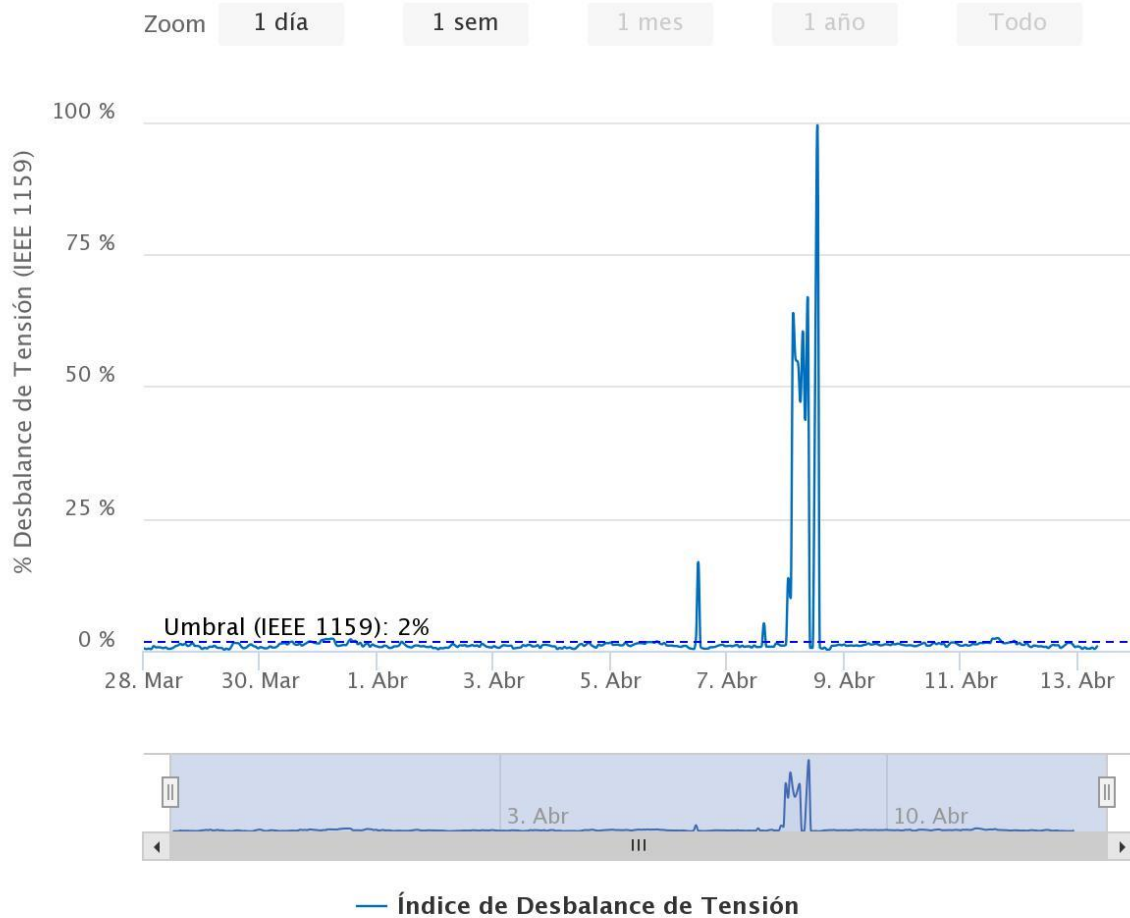


Figura 39: Desequilibrio de tensión - CET N°2

Se puede observar que el desbalance de tensión se mantiene por debajo del límite umbral establecido por la norma IEEE 1159 de 2%, sin embargo, el 6 y 8 de abril se han registrado valores muy elevados de desbalance de tensión, alcanzando el 100%. Esta situación es preocupante para los equipos trifásicos ya que pueden afectar su funcionamiento e incluso pueden dañarlo de forma permanente, especialmente para los motores.

Con la intención de identificar las causas del desbalance puntual se han evaluado las tensiones en este periodo de tiempo específico.



Figura 40: Registros de tensión en momentos de desequilibrio - CET N°2

Podemos ver como el desbalance se ha generado por la variación de la fase L1, la cual presenta varias etapas de conexión y desconexión suponiendo que se debe a algún trabajo específico de la distribuidora eléctrica y no a un caso puntual del colegio. En caso de confirmarse esta situación se deberá corroborar si la distribuidora ha hecho algún comunicado informando este trabajo y las condiciones que se podían generar para evitar daños en los equipamientos del colegio.

Para continuar con el análisis eléctrico, se procede a evaluar el perfil de consumo de los lunes 20 y viernes 31 de marzo ya que se considera que estos días son los que mejor representan los días de actividad completa en el colegio por tener una demanda de potencia de 30 kW.

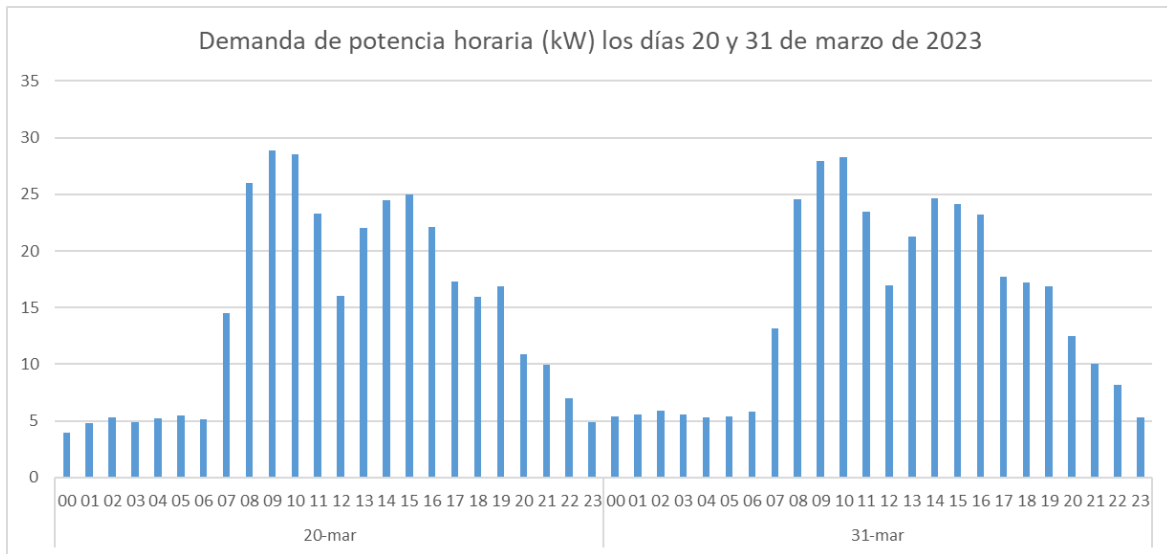


Figura 41: Días con actividad completa en el colegio - CET N°2

En el gráfico se evidencia que los dos días presentan perfiles de demanda muy similares. Si analizamos las variaciones vemos que a las 07:00 am hay un aumento en la demanda debido al ingreso de las porteras del colegio que encienden las luces mientras que a las 08:00 ya se registra valores elevados debido al comienzo de las actividades. Las dos horas siguientes son las de mayor demanda debido a la simultaneidad de todas las actividades con una disminución a las 11:00 am debido a la finalización de los talleres y para el medio día se registra una disminución del consumo por el almuerzo. En horas de la tarde, de las 14:00 hasta las 16:00 horas se mantiene la demanda elevada con valores cercanos a 25 kW para luego ir disminuyendo gradualmente hasta las 23:00 horas que se termina el ciclo del Centro de Capacitación Técnica.

La demanda en horarios nocturnos donde el colegio se encuentra cerrado es de 5 kW, estando asociado a estos consumos las luminarias de los pasillos generales y los equipamientos de uso permanente como heladeras, freezers, entre otros. Las luminarias exteriores se encuentran conectadas por fuera del suministro principal y se han hecho una conexión directa a la red debido a un inconveniente producido hace algunos años que reacondicionaron este circuito eléctrico de forma provisoria, el cual quedó de forma permanente.

### 2.2.2 Iluminación

Dado que la iluminación interior de los colegios representa un consumo significativo de energía eléctrica y que una de las alternativas de mejora planteadas es el recambio de luminarias, se realizó una medición de los niveles de iluminación en los ambientes más representativos. Dicha medición no siguió estrictamente las directrices del protocolo 84/12 de la SRT por no tener validez legal, sin embargo, se consideraron varios aspectos que permiten utilizar estos valores como referencia para el análisis.

Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: Testo 545 - S/N: 03219641 (<https://static-int.testo.com/media/7c/c5/a75432e9a547/testo-545-Manual-de-instrucciones.pdf>).

Las mediciones se realizaron fuera de horario diurno para no tener incidencia de la luz solar sobre las mismas, y a 0,80 m de altura al suelo; de acuerdo con las dimensiones del ambiente se definió un número de mediciones que permita alcanzar un valor representativo del lugar y determinar la situación actual en base a los requerimientos de la legislación vigente. El Anexo IV del Decreto 351/79 en su Tabla 1 define la intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual basada en la Norma IRAM-AADL J 20-06. Para el caso de las escuelas, las aulas y oficinas administrativas se llevan a cabo tareas moderadamente críticas y prolongadas con detalles medianos como pueden ser la lectura y escritura mientras que, en los casos particulares como los talleres están descriptas en la tabla 2 del mismo anexo en donde detalla la iluminación general de cada ambiente y la necesaria para cada actividad específica, sin embargo, esta última no está dentro del objetivo de este análisis.

El mismo decreto por su parte requiere que se mantenga la uniformidad en el nivel de iluminación obtenido en el ambiente de trabajo, para ello se exige que el menor valor detectado (E mínima) en la medición de iluminación sea superior a la mitad del valor promedio.

Tabla 14: Medición de iluminación - CET N°2

Sector	Ubicación	Uniformidad (lux) $E_{min} > E_{med}/2$	Cumple	Medición (lux) $E_{med}$	Valor legal (lux)	Cumple
Taller	Carpintería	421	SÍ	486,1	750	NO
Taller	Carpintería	170	SÍ	170,0	750	NO
Taller	Metal mecánica	190	SÍ	289,0	750	NO
Taller	Mecánica	291	SÍ	417,4	750	NO
Taller	Automatización	266	SÍ	374,4	750	NO
Taller	Sistema de comando y maniobra	185	SÍ	282,9	750	NO
Espacios de Uso Común	Pasillo	143	NO	361,3	200	SÍ
Espacios de Uso Común	Pasillo	152	NO	341,6	200	SÍ
Aulas	Aula 1° 2°	231	SÍ	303,0	500	NO
Aulas	Aula 1° 3°	70	NO	205,3	500	NO
Espacios de Uso Común	SUM	57	NO	115,0	200	NO
Espacios de Uso Común	Pasillo	85	SÍ	169,8	200	NO
Espacios de Uso Común	Pasillo	32	NO	80,9	200	NO
Administración	Sala de profesores	407	SÍ	653,6	500	SÍ
Administración	Secretaría	409	SÍ	587,0	500	SÍ
Administración	Dirección	218	SÍ	422,3	500	NO

Figura 42: Mediciones generales de iluminación - CET N°2

Las mediciones generales realizadas en los ambientes detallados en la tabla muestran que en el sector de taller todos cumplen con el valor de uniformidad, mostrando una iluminación uniforme en todas las áreas de trabajo mientras que, en los valores establecidos por la legislación, se ha considerado un valor mínimo de 750 lux considerando la categoría aulas especiales definidas por el decreto 351/79 en donde ninguno alcanza el valor exigido. En las aulas se han realizado las mediciones en dos de ellas debido a la similitud entre las aulas, dejando en evidencia la falta de iluminación, algo que se podría observar a simple vista sin realizar la medición. Los espacios comunes, principalmente de circulación, ninguno cumple con los valores mínimos definidos siendo un punto para mejorar en la escuela. El SUM es uno de los espacios más utilizados por lo que se recomienda realizar una revisión de las luminarias y evaluar las alternativas para mejorar la iluminación en este espacio. Por último, las oficinas de administración suelen tener valores de uniformidad adecuados y cumplen con los valores definidos por el decreto, a excepción de la dirección, sin embargo el valor registrado no se encuentra

lejano al exigido por lo que se puede tomar como una acción no prioritaria en términos de iluminación.

En cuanto al aprovechamiento de la luz natural, las aulas cuentan con ventanales que permite el ingreso de la luz, sin embargo la falta de iluminación artificial hace que los espacios cercanos a las aberturas tengan mucha luz mientras que los puestos más alejados tengan una iluminación insuficiente. Es importante destacar que por la zona bioclimática las ventadas suelen estar cubiertas con cortinas para evitar el frío transmitido por el vidrio, por lo que la capacidad de ingreso de luz natural se ve reducida.



*Figura 43: Aulas - CET N°2*

En los espacios comunes, el aprovechamiento de la luz natural se encuentra más restringido, especialmente en los pasillos donde algunos no cuentan con ventanales al exterior y su iluminación está asociada a los artefactos instalados. En el caso del SUM, tiene un ventanal importante por donde ingresa la luz natural, sin embargo en las horas de baja iluminación natural ya sea por el momento del día o la nubosidad la iluminación es escasa.



Figura 44: Espacios comunes - CET N°2

Además de las mediciones generales realizadas se han medido en algunos puestos de trabajo del taller con la intención de evaluar si la superficie de trabajo cuenta con los requerimientos mínimos. Cada tarea cuenta con un nivel de iluminación que depende del trabajo a realizar, sin embargo como valor mínimo se considera 750 lux, valor que permite tener una visual adecuada reduciendo la probabilidad de accidentes.

Tabla 15: Medición de iluminación en puesto de trabajo - CET N°2

Sector	Ubicación	Medición (lux) Emed	Valor legal (lux)	Cumple
Taller	Mesa de trabajo	460	750	NO
Taller	Amoladora de banco	260	750	NO
Taller	Taladro de banco	325	750	NO
Taller	Pañol de herramientas	450	750	NO
Taller	Escritorio	520	750	NO
Taller	Sierra sin fin	545	750	NO
Taller	Estación de soldadura	1043	750	SÍ
Taller	Torno	230	750	NO
Taller	Amoladora de banco	280	750	NO
Taller	Tornería	494	750	NO
Taller	Mesa de trabajo	435	750	NO
Taller	Taladro y fresadora	296	750	NO
Taller	Mesa de trabajo	461	750	NO
Taller	Mesa de trabajo	306,3	750	NO

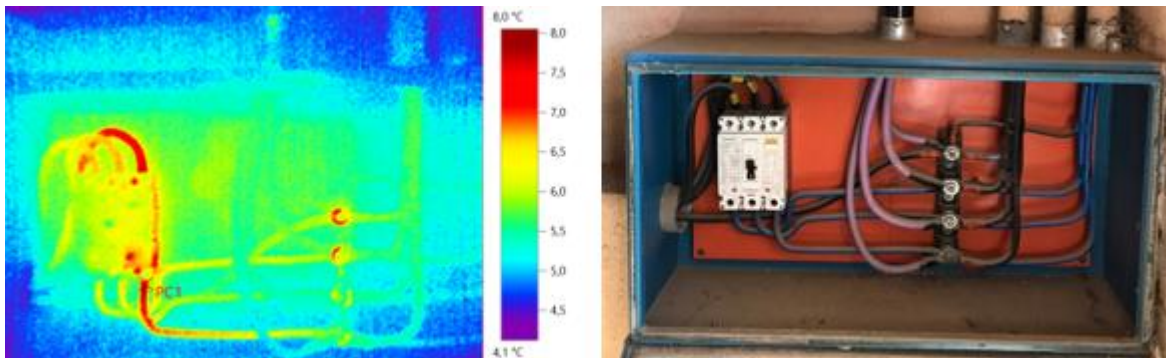
El único puesto de trabajo que cumple con un valor mínimo de 750 lux es la estación de soldadura, la cual cuenta con iluminación específica para la zona de trabajo. El resto de los puestos de trabajos tienen la iluminación general generando condiciones de trabajo que pueden generar cansancio en los ojos, sobre esfuerzo para aquellos trabajos con mayor precisión pudiéndose reflejar en la calidad del

trabajo. Es importante mejorar esta situación con iluminación específica para cada puesto de trabajo por lo que se recomienda realizar un estudio más específico sobre las actividades realizadas y sus requerimientos específicos de iluminación.

### 2.2.3 Termografías

Se ha utilizado una cámara termográfica con la intención de observar el estado de los tableros eléctricos del colegio con la intención de evaluar si hay puntos calientes que puedan generar alguna falla eléctrica. Se utilizó una cámara termográfica TESTO 872 en horario matutino con la finalidad de contar con una amplia diferencia de temperatura entre el interior y el exterior que permita visualizar los lugares donde existen pérdidas de calor y evitar así la incidencia solar que puede generar una lectura errónea del termograma (<https://static-int.testo.com/media/39/f4/330e7135ef49/testo-872-Manual-de-instrucciones.pdf>).

En las siguientes imágenes termográficas se puede observar la protección y seccionador principal del colegio.



*Figura 45: Imagen termográfica y real de protección y seccionador principal – CET N°2*

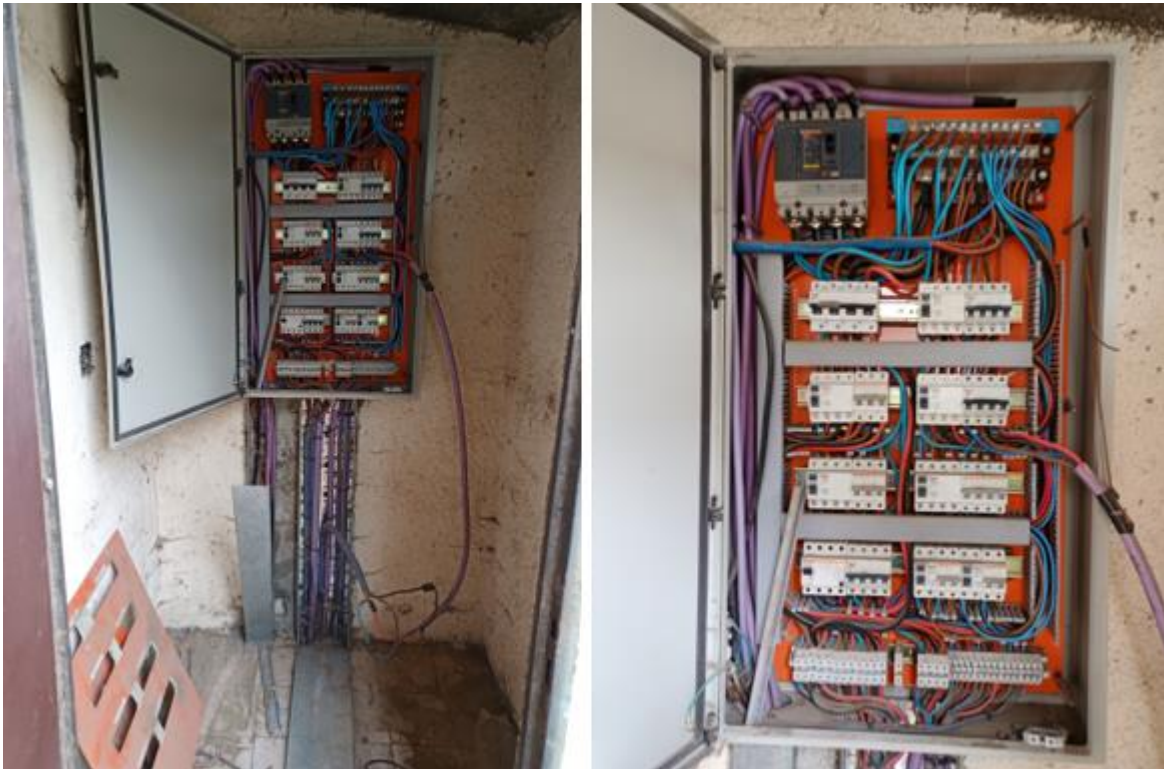
La imagen termográfica muestra un rango de temperatura de 4°C a 8°C, descartando algún sobrecalentamiento de los conductores o el seccionador. El punto más caliente de la imagen se encuentra marcado (PC1) siendo la salida de la protección principal de la fase L3, teniendo concordancia con los registros obtenidos ya que esta fase presenta las corrientes más altas generando mayor calentamiento del conductor.

En cuanto al estado general de la protección y los seccionadores es buena, con cubículos independientes que permiten mantener cerrado cada instalación. El estado de los conductores a simple vista se veía en buen estado al igual que las fusileras. El punto para mejorar de este sector es la señalización, en donde se debe



incorporar el plano unifilar de la instalación para poder identificar fácilmente los circuitos eléctricos que se desprenden de los seccionadores.

El otro tablero analizado con la cámara termográfica es el seccional correspondiente a los talleres el cual se muestra en la imagen.



*Figura 46: Tablero seccional de taller - CET N°2*

El tablero seccional de talleres ha sufrido un accidente hace unos años en donde se ha quemado cable subterráneo que conecta con el seccionador principal generando una interrupción del servicio y la necesidad de cambiar parte es este conductor. Sumado a esto se observan conexiones provisionas fuera de regla que conllevan un riesgo para la instalación y las personas.

La primera imagen tomada del tablero se realizó en momentos en que no había actividad en los talleres por lo que los conductores se encontraban con poca carga de corriente. Para evaluar la situación en condiciones activas del taller se encendieron todos los tornos en simultaneo del taller de metal mecánica para simular una situación de actividad y se tomó una nueva imagen termográfica del tablero.

### **2.3. Gas natural**

El colegio CET N° 2 cuenta con sistemas de calefacción combinado, teniendo sistemas de calefacción centralizada y calefactores de tiro balanceado distribuidos por los diferentes edificios. A continuación, se presentan el listado de equipos relevados destinados a la calefacción y el resto de los equipos alimentados a gas natural.

*Tabla 16: Equipamiento a gas natural - CET N°2*

<b>Sector</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Categoría</b>	<b>Equipo</b>	<b>Pot. Kcal/h</b>	<b>Cant.</b>
Aulas	Laboratorio	Calefacción	Calefactor TB	5700	2
Aulas	Aula 7	Calefacción	Calefactor TB	5700	2
Aulas	Aula 8	Calefacción	Calefactor TB	5700	2
Aulas	Aula 11	Calefacción	Calefactor TB	5700	1
Aulas	Aula 12	Calefacción	Calefactor TB	5800	1
Aulas	Aula 12	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Aulas	Aula 9	Calefacción	Calefactor TB	5700	1
Aulas	Aula 9	Calefacción	Calefactor TB	5800	1
Aulas	Aula 10	Calefacción	Calefactor TB	5700	1
Aulas	Aula 10	Calefacción	Calefactor TB	5800	1
Espacios de Uso Común	Pasillo principal	Calefacción	Caldera	35286	1
Espacios de Uso Común	Pasillo UTN	Calefacción	Caldera	35286	1
Espacios de Uso Común	Pasillo Ala Vieja	Calefacción	Caldera	35286	1
Espacios de Uso Común	Pasillo Dirección	Calefacción	Caldera	35286	1
Espacios de Uso Común	Cocina grande	Cocción	Cocina con horno	39000	2
Espacios de Uso Común	Recinto caldera 3	ACS	Termotanque	4000	1
Espacios de Uso Común	Cocina chica	ACS	Termotanque	4000	1
Espacios de Uso Común	cocina chica	Cocción	Cocina con horno	8600	1
Administración	Preceptoría	Calefacción	Calefactor TB	5700	1
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Calefacción	Calefactor TB	5700	1
Aulas	Informática	Calefacción	Calefactor TB	5700	1

Taller	Prácticas profesionales	Calefacción	Calefactor TB	5500	1
Taller	Informática	Calefacción	Calefactor TB	9000	1
Taller	Informática	Calefacción	Calefactor TB	5500	1
Taller	Informática	Cocción	Cocina con horno	3000	1
Taller	hojalatería	Calefacción	Calefactor TB	5800	1
Taller	hojalatería	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Taller	Ajuste	Calefacción	Calefactor TB	5000	1
Taller	Ajuste	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Taller	Electricidad	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Taller	Prácticas profesionales	Calefacción	Calefactor TB	4000	3
Taller	Herrería	Calefacción	Caldera	25854	1
Taller	Electrónica	Calefacción	Caldera	25854	1
Taller	fundición	Calefacción	Caldera	25854	1
Taller	fundición	Otro	Quemador	450000	1
Taller	fundición	Otro	Quemador	20000	1
Taller	fundición	Otro	Hornalla	4500	2
Taller	electricidad	Calefacción	Calefactor TB	5800	1
Taller	preceptoría	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Taller	metal mecánica	Calefacción	Caldera	10000	2
Taller	Herrería 2	Calefacción	Calefactor TB	9000	4
Taller	Automatización	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Taller	Automatización	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Espacios de Uso Común	Gimnasio	ACS	Termotanque	7400	1
Espacios de Uso Común	Gimnasio	Calefacción	Caldera	136000	2

En base al relevamiento y la entrevista con los referentes de la escuela se pudo realizar una estimación de los usos de cada equipo y evaluar cuales son los impactos sobre los consumos del gas natural en época invernal. Los equipamientos

que no son para la calefacción demandan menos del 10% del consumo de gas natural, por lo que se prioriza el análisis sobre los equipos de climatización.

Se ha estimado que las 4 calderas destinadas a una calefacción centralizada pertenecientes al edificio principal donde se encuentran las aulas y los sectores administrativos consumen el 36% de la demanda total, siendo de vital importancia mantener estos equipos con buen funcionamiento para ser eficientes en el uso de la energía y mantener una temperatura de confort aceptable dentro del establecimiento. Estas calderas no cuentan con un programa de mantenimiento programado y se realizan mantenimientos correctivos en los momentos en que se evidencia la falla o el mal funcionamiento del equipamiento. Esto provoca que la eficiencia de los equipos se vea deteriorada con el tiempo generando la necesidad de tener que consumir mayor cantidad de gas natural para aportar la misma cantidad de energía calórica al edificio.

Dentro del mismo edificio se han instalado calefactores tiro balanceado para calefaccionar aquellos sitios donde la calefacción central no llegaba o era insuficiente para alcanzar la temperatura de confort. En total se han identificado 15 calefactores de 5700 kcal/h en promedio distribuidos principalmente en las aulas y oficinas administrativas, los cuales tienen una regulación particular cada uno de ellos por lo que se complejiza el análisis. A pesar de esto, en la entrevista con los referentes nos comentan que generalmente los porteros son los que manipulan los calefactores sin embargo en los momentos en que hay actividades los docentes o alumnos suelen manipular el regulador para ajustar el flujo de calor para ese momento específico. De las estimaciones realizadas cerca del 20% del consumo de gas natural está asociado a estos calefactores, con diferentes grados de impacto debido a la regulación específica de cada uno.

Los talleres se encuentran distribuidos en diferentes edificios con sistemas de calefacción individuales de diferentes características y su análisis se debe realizar de forma individual. A pesar de esto se pudo observar que el edificio principal de taller corresponde a Metal mecánica y comparte edificio con las oficinas con preceptoría y sala de profesores de taller, por lo que es un sitio con mayor tiempo de uso generando la necesidad de mantener la temperatura de confort por más tiempo y por consiguiente mayor uso de gas natural. De las estimaciones realizadas el edificio principal de taller corresponde al 10% del consumo de gas natural consumido por el colegio, por lo que es un sitio importante para tener en cuenta a la hora del análisis.

### 2.3.1 Registros de temperatura

En base a esta descripción se han definido tres sitios específicos para medir la temperatura ambiente con la intención de evaluar las fluctuaciones diarias y poder detectar las formas de uso de los sistemas de calefacción en cada sector. Para esto se utilizaron mini registradores de datos de temperatura testo 174 T ubicados en lugares estratégicos para lograr captar una temperatura representativa de lugar. En el siguiente plano se identifican los sitios donde se instalaron los logger de temperatura.

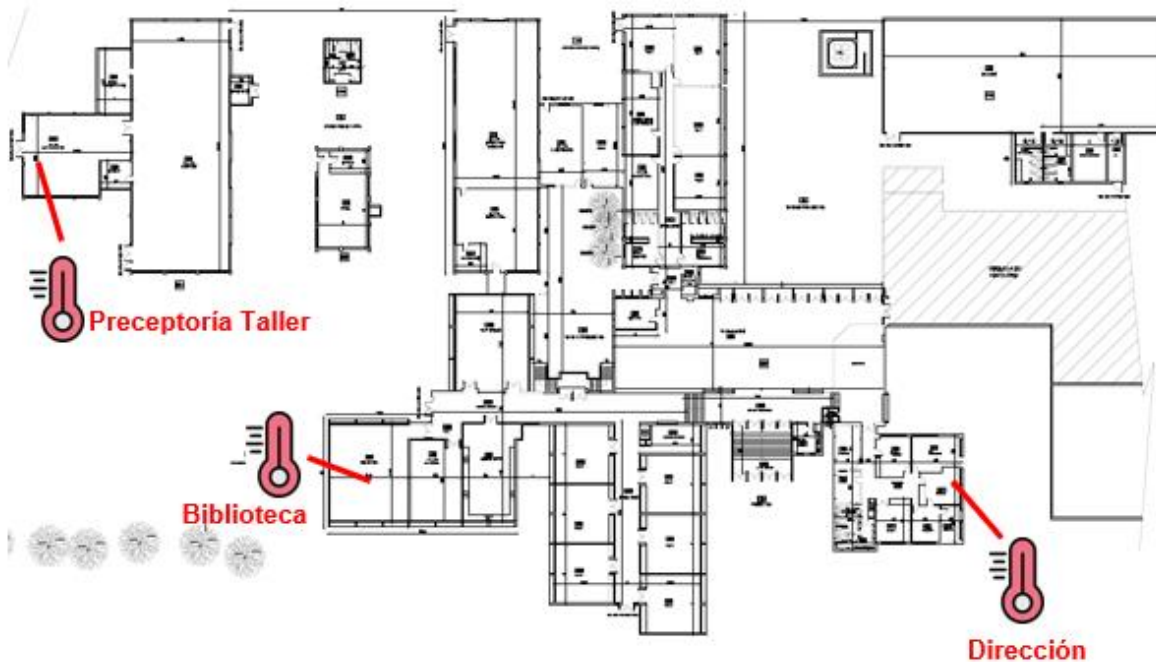


Figura 47: Ubicación de los registradores de temperatura - CET N°2

La dirección del colegio se encuentra ubicada en el ala administrativa del edificio principal que está calefaccionada con una de las calderas principales y a continuación se muestra los registros de temperatura de esta oficina.

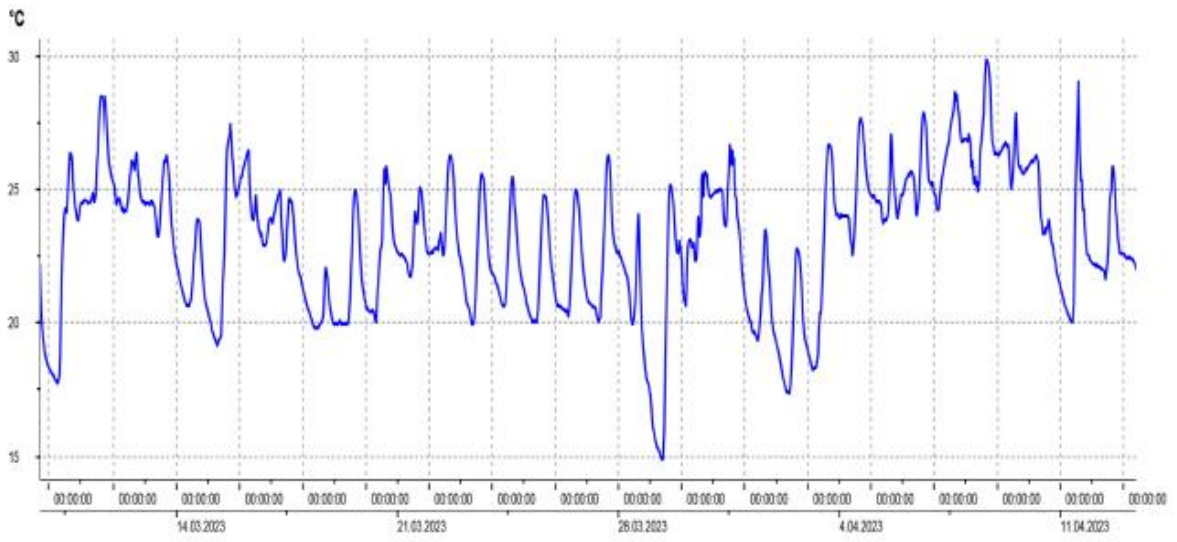
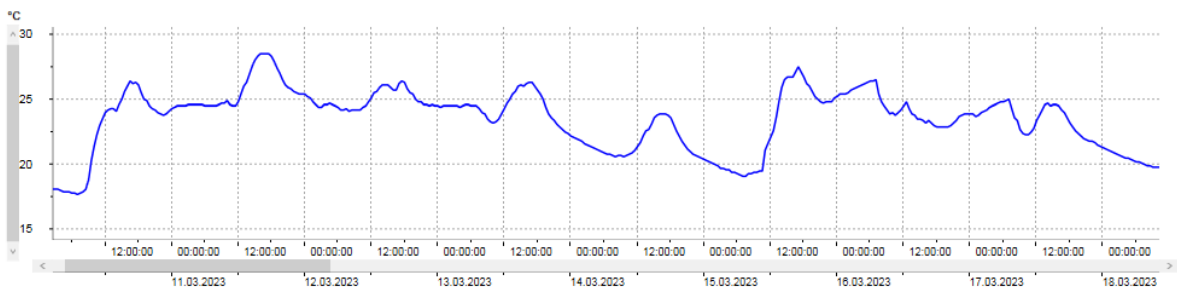


Figura 48: Registros de temperatura en Dirección - CET N°2

Los registros de temperatura se realizaron desde el 9 de marzo al 14 de abril del año 2023 en donde se puede ver las fluctuaciones diarias y semanales. Como se mencionó anteriormente, muchos de estos días de registros se han realizado paro docente reduciendo las actividades significativamente en el colegio. A pesar de esto, los directivos tuvieron que asistir al colegio a realizar las tareas administrativas y de gestión por sus cargos por lo que la oficina de la directora se mantuvo operativa gran parte del periodo analizado.

Los registros muestran un mínimo de 14,9 °C y un máximo de 29,9 °C siendo estos valores alcanzados en dos instantes particulares y valores medios que oscilan entre los 20 °C y 27°C. Para analizar más en detalle las variaciones se muestran los diferentes comportamientos observados en todo el registro.



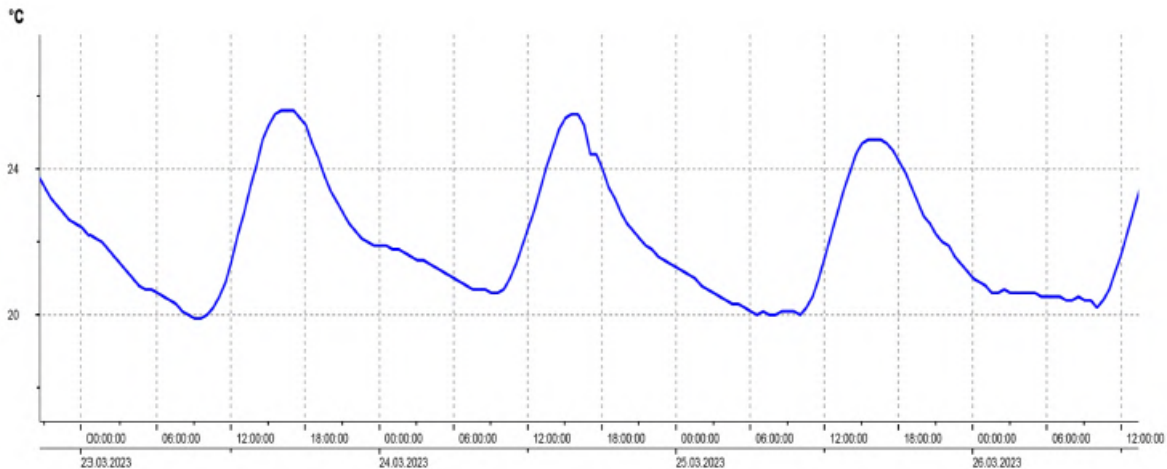
*Figura 49: Registro de temperatura en Dirección - 10/03 - 17/3 - CET N°2*

En gráfico muestra la temperatura de la oficina de dirección en una semana completa con actividad en el colegio, desde el viernes 10 al viernes 17 de marzo de 2023. Se puede ver como los días sábado 11 y domingo 12 la temperatura se encuentra por encima de los 25 °C alcanzando máximos de 28°C en momentos en que la escuela se encuentra cerrada, evidenciando una falta de gestión de los sistemas de calefacción en esta zona. En los días de la semana se puede ver cómo el martes 14 y miércoles 15 se comportan de forma similar con un aumento de la temperatura hasta el mediodía y luego un descenso gradual. Esta situación puede deberse a que en estos días no se ha utilizado el radiador eléctrico ubicado en la zona de administración, generando que únicamente el sistema centralizado calefaccionara esta oficina. La inercia térmica del edificio genera que el primer día las temperaturas sean superiores sin embargo los aumentos tienen la misma intensidad y la disminución gradual son similares. El resto de la semana el perfil de la temperatura es irregular evidenciando el uso del radiador eléctrico como complemento del sistema de calefacción.

En términos generales se puede ver que el termostato de esta caldera generalmente se encuentra por encima de la temperatura de confort recomendada,

situación que se ha corroborado en el lugar. Al ser una zona de mucha circulación de docentes y directivos que utilizan estos espacios de forma parcial en el día, la climatización de estos espacios está muy influenciada por los equipos complementarios de la calefacción.

Para mostrar el comportamiento de la calefacción en los días sin actividad en el colegio se muestra los días 24, 25 y 26 de marzo que contempla el viernes feriado y el fin de semana.



*Figura 50: Registro de temperatura en la dirección en días sin actividad - CET N°2*

Como era de esperarse, las fluctuaciones de temperatura son similares en los tres días debido a la ausencia de personas dentro del establecimiento y teniendo temperaturas mínimas de 20°C y máximas de 25°C. Estas variaciones están asociadas a la influencia de la temperatura exterior y el seteo del termostato del sistema de calefacción por lo que durante el día las temperaturas aumentan hasta las 17:00 horas para luego ir disminuyendo hasta las 9:00 am que comienza nuevamente el ciclo. Es interesante observar que la calefacción logra mantener la temperatura de 20°C, seguramente por las condiciones edilicias que generan pérdidas de calor a través de la envolvente (filtraciones, muros, vidrios, etc.) generando un equilibrio a esta temperatura. Además, esto permite confirmar que los días con actividad se manipula el seteo de la temperatura de la caldera para mantener la temperatura por encima de los 24°C sumado al complemento de los equipos portátiles de calefacción.

La biblioteca del colegio se encuentra bajo la influencia de otra caldera principal sobre la zona de aulas, a continuación, se muestran los registros de temperatura.



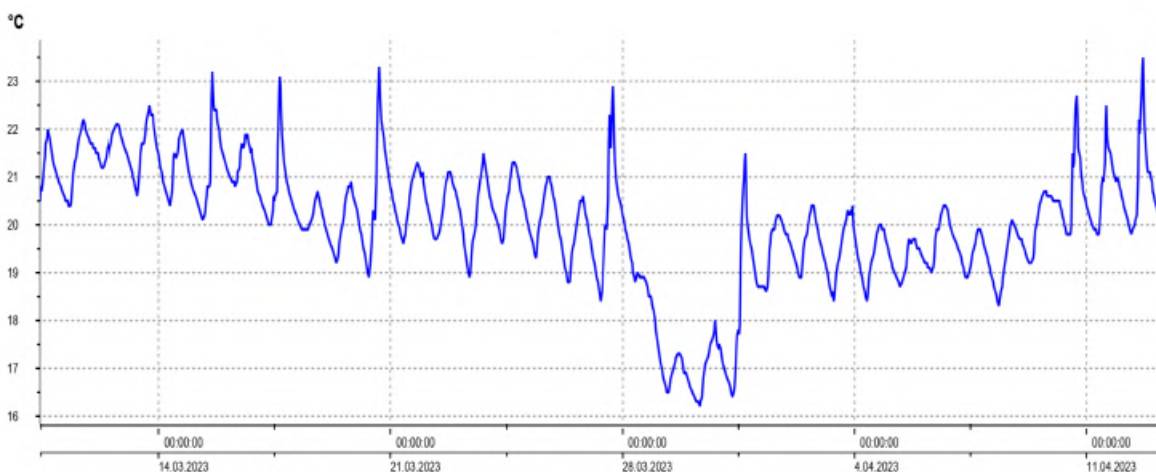


Figura 51: Registro de temperatura en biblioteca - CET N°2

La biblioteca cuenta con calefacción central proveniente de una de las calderas principales del edificio, sin embargo tiene un calefactor tiro balanceado para complementar la climatización. Los días donde se observa picos de temperatura son aquellos en que la biblioteca estuvo abierta y se ha subido el calefactor para mejorar la temperatura de la biblioteca. En cuanto a los otros días, la biblioteca estuvo cerrada y el calefactor se mantuvo en mínimo manteniendo la temperatura cercana a los 20°C con la colaboración de la calefacción central. Es interesante observar que en un día la temperatura aumenta hasta las 15:00 horas para luego descender al anochecer, situación que se repite todos los días. En los días que la biblioteca estuvo cerrada se puede ver el impacto de la envolvente sobre el ambiente interior, generando una fluctuación de 1,5 °C durante un día.

Los valores mínimos registrados fueron porque el calefactor se ha apagado generando una reducción de la temperatura durante dos días que hubo paro docente y manteniendo la fluctuación diaria debido a la envolvente del lugar.

Esta información nos permite observar que existe una manipulación del calefactor en los momentos en que no está abierta la biblioteca, sin embargo se deja en mínimo, situación que se puede mejorar si se apaga al momento de cerrar este espacio. El personal comenta que si se apaga cuesta alcanzar un ambiente de confort, ya que la temperatura disminuye mucho por el frío del ambiente exterior y se pasa gran parte del día laboral en condiciones inadecuadas. Para visualizar esta situación se muestra tres días particulares del periodo de registro en la siguiente gráfica.

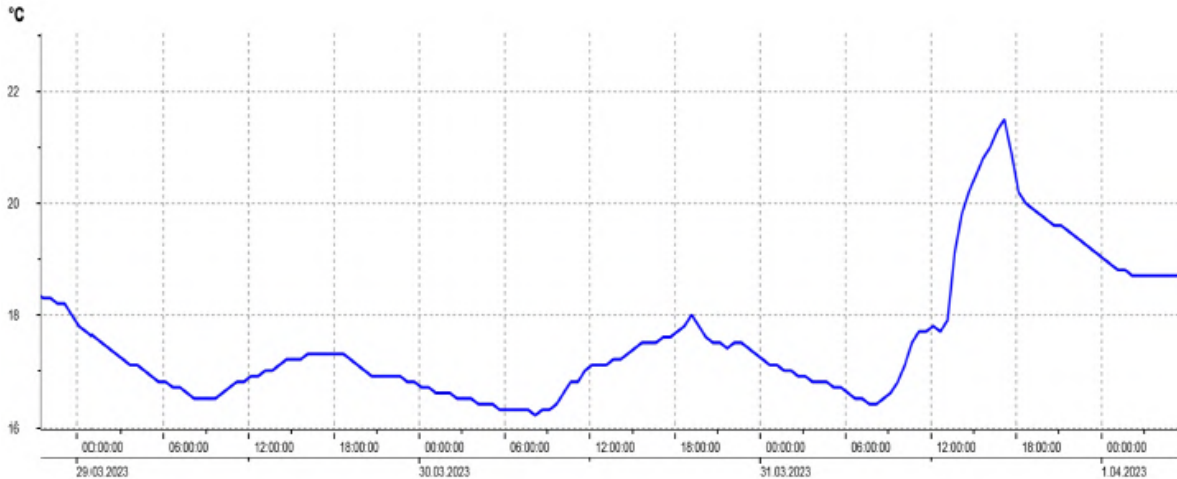


Figura 52: Registro de temperatura en biblioteca luego de apagado de calefactor - CET N°2

Los días 29 y 30 de marzo el calefactor de la biblioteca se mantuvo apagado generando temperaturas promedio de 17°C. El 31 de marzo, la biblioteca estuvo abierta y se encendió el calefactor a las 8:00 am, pudiendo ver que la temperatura comienza a elevarse hasta alcanzar su punto máximo de 21°C a las 16:30 horas. La temperatura de confort para estos ambientes se considera de 22°C, por lo que en todo el día no se ha alcanzado este valor generando un ambiente inadecuado para el personal de este sector.

La preceptoría de taller se ha instalado otro equipo registrador de temperatura pudiendo ver los valores en el siguiente gráfico.

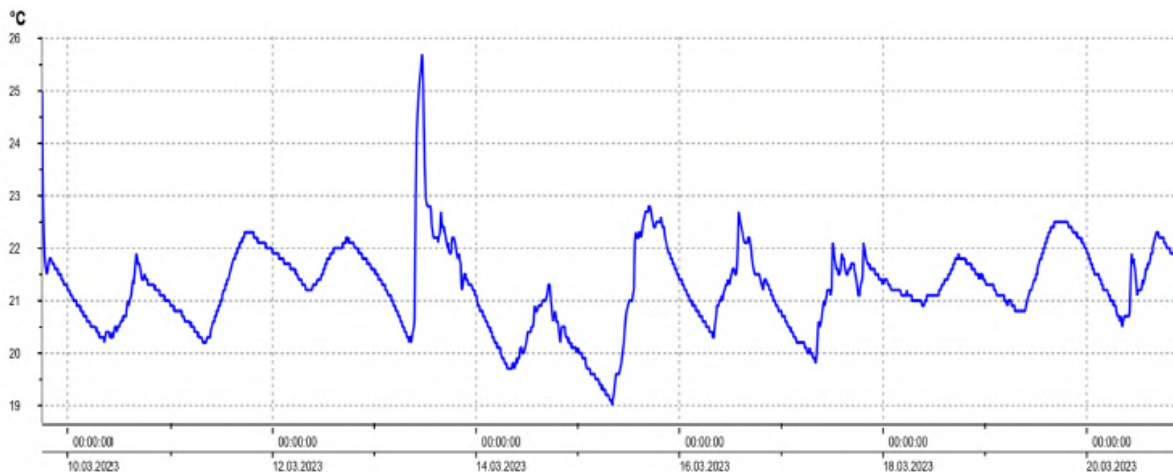


Figura 53: Registro de temperatura Preceptoría taller - CET N°2

La preceptoría del taller cuenta con un calefactor tiro balanceado para la oficina sin embargo se encuentra dentro del edificio donde está metal mecánica que

tiene calefacción central a través de una caldera. Esto ocasiona que los espacios circundantes a la oficina sean un espacio calefaccionado mejorando las condiciones de dicha oficina. El edificio principal es un galpón de grandes dimensiones que es complejo la calefacción, por lo que la temperatura suele ser relativamente baja.

El registro muestra la temperatura del viernes 10 hasta el lunes 20 de marzo con temperaturas mínimas registradas de 19 °C y máxima de 25,7 °C. El lunes 13 se ha generado un aumento importante a partir de las 9:20 horas asociado al uso del calefactor, el cual tiene un impacto rápido sobre la temperatura ya que la oficina de preceptoría tiene un volumen pequeño en relación con la capacidad del calefactor, generando un aumento rápido de la temperatura como se puede ver en la siguiente imagen.

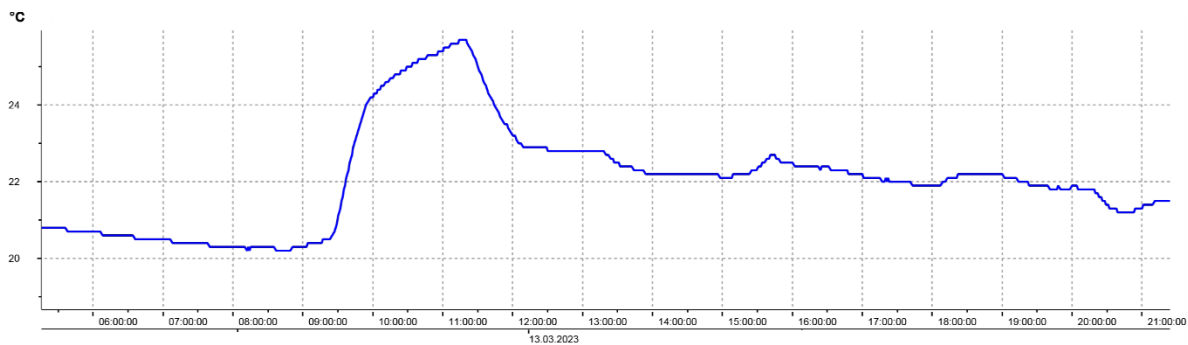


Figura 54: Registro de temperatura en Preceptoría taller con encendido de calefactor - CET N°2

Al ser una oficina chica, el aumento de la temperatura es rápido por lo que el calefactor no tiene necesidad de mantenerlo encendido, pudiendo tenerlo en piloto y graduarlo al momento de llegar al lugar. Por otra parte, la pérdida de calor al momento de apagar o disminuir la potencia del calefactor se pierde rápido por la vinculación con los talleres y la diferencia de temperatura entre los ambientes. El resto de los días la temperatura ha fluctuado de manera similar por lo que no se ha utilizado el calefactor en la oficina y la temperatura se ha equilibrado con el resto del edificio.

Esto muestra que existe una regulación del calefactor de preceptoría de taller, en donde se utiliza los momentos en que la oficina está en uso y una vez terminado el día laboral se procede a dejar en piloto o mínimo para evitar el consumo innecesario del recurso.

## **2.4. Oportunidades de mejora**

### **2.4.1 Suministros de energía eléctrica**

Se han identificado dos acometidas de la red eléctrica, teniendo una principal que abastece gran parte del colegio mientras que el suministro secundario solo energiza el edificio de informática. Esto se debe a que este último edificio originalmente no era parte de las instalaciones del colegio, incorporándose posteriormente como espacio del centro de educación, quedando con un medidor propio. Si bien su consumo es bajo en comparación con la demanda del colegio, es importante tener unificado los circuitos eléctricos de una institución ya que favorece una buena gestión de la energía y disminuye los costos fijos. A pesar de esto, se considera una oportunidad de mejora de prioridad baja, ya que no genera grandes inconvenientes a la trazabilidad de los consumos y los indicadores de desempeño del colegio.

### **2.4.2 Potencia contratada**

Los registros históricos muestran que en los últimos años la potencia contratada se ha mantenido en 30 kW a pesar de que los máximos alcanzados eran de 50 kW, especialmente en la época invernal. La tendencia de los últimos años muestra una disminución de la demanda máxima pero siempre superando el valor de contratación. No se cuentan con los registros del año 2023 por lo que no se puede asegurar si se están cumpliendo las demandas máximas alcanzadas con la contratada, sin embargo, en los registros de consumos con el analizador de redes muestra que la máxima alcanzada fue de 30 kW, cumpliendo con el valor de contratación.

Esta oportunidad de mejora establece que se realice un seguimiento de los valores de demanda máximas para corroborar que se esté cumpliendo con el contrato con la distribuidora y así evitar pagar penalizaciones por exceso de potencia. En esta revisión se puede establecer un sistema de contratación variable que permita modificar la potencia contratada en base a las variaciones estacionales. Como recomendación se puede sugerir un contrato por trimestre donde la época de verano tendría un valor inferior debido al cese de actividades, en los meses de otoño y primavera valores intermedios mientras que en invierno un valor máximo. Los valores específicos se deberán evaluar en base a los últimos registros y la proyección del colegio en términos edilicios y de equipamientos.

El impacto que puede tener esta modificación en la contratación de potencia tendrá que ser evaluada en base al encuadre tarifario del colegio, para determinar

el valor del kW contratado, los costos de penalización en caso de excederse y los ahorros generados por la incorporación de una tarifa variable por trimestres. En cada caso se deberá considerar las cargas impositivas asociados a cada ítem.

#### 2.4.3 Desequilibrio de corrientes entre fases

Se han detectado desequilibrios de corrientes entre las fases que superan ampliamente la recomendación de la Norma IEEE 1159 de 30%, especialmente los fines de semana. El impacto que genera esta diferencia no suele ser importante mientras los valores se mantengan por debajo de la capacidad de diseño de los conductores, evitando sobrecalentamiento y aumentando el riesgo de falla e incendio. Para evitar que se agrave esta situación, es importante tener identificado que la fase L3 es que presenta mayores cargas, seguramente por equipos monofásicos conectados a este circuito, y considerarlo en caso de tener que seguir incorporando cargas monofásicas al sistema. La recomendación es utilizar la fase L2 para nuevas cargas, sin embargo, hay que evaluar la potencia de dicho equipo, tiempos de uso, momentos en que se usa para evaluar cómo están las cargas del sistema y siempre considerar los valores máximos admisibles del conductor.

La mayor preocupación con el desequilibrio de corriente es que genera un impacto en la tensión de cada fase, derivando en una diferencia significativa entre ellas. El desequilibrio de tensión si cuenta con un valor límite en la Norma IEEE 1159, el cual no puede superar el 2%. En este caso, los valores se encuentran por debajo del umbral, asegurando una correcta alimentación de los equipos trifásicos.

Los días el 6 y 8 de abril se han registrado valores muy elevados de desbalance de tensión, alcanzando el 100% debido a trabajos en las líneas de alimentación eléctrica por parte de la distribuidora. Esta situación es preocupante para los equipos trifásicos ya que pueden afectar su funcionamiento e incluso pueden dañarlo de forma permanente, especialmente para los equipos y motores que se mantienen funcionando a pesar de que no haya actividades en el colegio. Es por esto que se recomienda realizar una revisión sobre los comunicados de la empresa prestadora del servicio para verificar que haya informado sobre los trabajos realizados. En caso de haber aviso, tener en consideración dejar fuera de servicio los equipos trifásicos principales que puedan llegar a ser dañados por las irregularidades específicas que se puedan generar durante los trabajos de mantenimiento, y, por otro lado, si no hubo comunicación oficial, solicitar a la distribuidora que comunique estos trabajos porque impactan directamente sobre las cargas instaladas en la institución.

#### 2.4.4 Iluminación

La iluminación de un colegio es una de las principales demandas energéticas debido a las grandes dimensiones de los edificios y la cantidad de horas en que está en uso, por lo que su optimización es fundamental para lograr una mejora en el desempeño energético.

En el caso del colegio CET N°2 la iluminación representa el 50% del consumo en un día con actividad, siendo la categoría de mayor relevancia en términos de demanda eléctrica y dentro de este porcentaje, el 62% está asociado a tubos fluorescentes. En total se han relevado 383 tubos fluorescentes, de los cuales 378 corresponden a tubos de 36 W, mientras que el resto 2 son de 110 W, 2 de 18 W y uno solo de 8 W.

##### 2.4.4.1 Recambio de luminarias

La oportunidad de mejora detectada es el recambio de luminarias por tecnología LED, ya que mejora la calidad de la luz emitida con una menor demanda energética. La adaptación de los plafones para poder cambiar a LED es muy sencilla y el personal de mantenimiento de la escuela puede realizar este trabajo. Incluso se puede desarrollar un espacio formativo para que los alumnos en los talleres de electricidad puedan realizar este trabajo como parte de la asignatura, aportando una mejora en el colegio y aprendiendo a realizar el trabajo.

A continuación, se muestra la inversión necesaria para reemplazar los tubos de 36 W fluorescentes por LED, el impacto energético, económico y el tiempo de repago.

*Tabla 17: Impacto del recambio de todos los tubos fluorescentes por LED*

Potencia de luminaria (kW)	Cantidad de luminarias	Costo unitario (\$)	Inversión (\$)	Consumo mensual sin mejora (kWh)	Consumo mensual con mejora (kWh)	\$/kWh - T2 G.D. Julio-23	Ahorro económico mensual (\$)	Tiempo de repago (años)
36	378	\$ 800	\$ 302.400	1864	932	\$ 15,60	\$ 14.539	1,7

\*El coeficiente de aumento anual es estimativo, contemplando posibles subsidios a las instituciones educativas

El reemplazo de las luminarias a tecnología LED requiere una inversión inicial de \$ 302.400 generando una reducción de los consumos del 50% en referencia a los tubos fluorescentes. Para el análisis económico se han considerado que el recambio tecnológico no genera un impacto en la potencia contratada, por lo que el ahorro calculado está asociado a la reducción de los consumos eléctricos, tomando como referencia el costo unitario publicado por la distribuidora en la categoría T2

Grandes Demandas entre 10 kW y 300 kW en el cuadro tarifario de julio 2023. En estas condiciones el tiempo de repago de la inversión es de 1,7 años sin considerar ninguna mejora en el desempeño energético. Sumado a esto, la calidad de la iluminación y la duración de la vida útil se ven favorecidas, por lo que a largo plazo se pueden distinguir más beneficios.

No se recomienda realizar un recambio completo de las luminarias, ya que las existentes están funcionales, por lo que se pretenden contar con un plan de recambio que permita instalar LED en los tubos fluorescentes dañados. En este colegio en particular los talleres concentran el 90% de tubos fluorescentes, teniendo el sector de mecánica como principal espacio con 120 tubos. Además, este espacio se comparte con la preceptoría de taller y se suele utilizar como sala de profesores, por lo que su uso es permanente. Debido a esto se presenta el impacto que generaría hacer el recambio de las luminarias de este sector.

*Tabla 18: Impacto del recambio de los tubos fluorescentes por LED en taller Mecánica*

Potencia de luminaria (kW)	Cantidad de luminarias	Costo unitario (\$)	Inversión (\$)	Consumo mensual sin mejora (kWh)	Consumo mensual con mejora (kWh)	\$/kWh - T2 G.D. Julio-23	Ahorro económico mensual (\$)	Tiempo de repago (años)
36	120	\$ 800	\$ 96.000	816	408	\$ 15,60	\$ 6.365	1,3

Vemos como para el taller de mecánica los tiempos de recupero de inversión se reducen a 1,3 años debido al mayor uso de estas luminarias por ser un espacio con concurrencia permanente de docentes y alumnos.

Los pasillos y áreas comunes también cuentan con luminarias que están encendidas muchas horas, por lo que se debería priorizar en caso de realizar un recambio de tubos. Las cantidades son relativamente bajas en comparación con las instaladas en todo el colegio, sin embargo, el impacto que tendría sería similar al realizado en el taller de mecánica por ser, en parte, un espacio de uso común.

#### 2.4.4.2 Nivel de iluminación

Las mediciones de iluminación realizadas en el colegio muestran que la mayoría no cumplen con la cantidad de lux recomendada por El Anexo IV del Decreto 351/79 en su Tabla 1 define la intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual basada en la Norma IRAM-AADL J 20-06. Esta situación puede traer fatiga visual en los estudiantes y profesores, especialmente al momento de la lectura de textos o tareas visuales, pudiendo generar dolores de cabeza, cansancio o dificultad para concentrarse. Esto impacta directamente sobre el rendimiento académico, estado de ánimo y bienestar de los usuarios, sin

embargo, la ponderación de dicho impacto es difícil de cuantificar, lo que genera que en la mayoría de los casos no se tengan en cuenta estos efectos adversos. En algunos casos, la iluminación era deficiente debido a que varios de sus luminarias se encontraban sin funcionar, sin embargo, en la mayoría de los lugares se debía a una deficiente iluminación artificial.

Se recomienda realizar un relevamiento de los niveles de iluminación en las aulas y oficinas ya que son los lugares donde los usuarios pasan gran parte del tiempo de trabajo y realizan actividades que requieren un nivel de iluminación adecuado. La Norma IRAM-AADL J 20-06 establece la metodología que se debe realizar la medición de iluminación, por lo que en caso de llevar a cabo el estudio se debería cumplir con estas directivas. Previa a la realización de este estudio se recomienda realizar mantenimiento a las luminarias para acondicionar las que no funcionan y limpiar los plafones para evitar las obstrucciones de la luz con la intención de tener un estudio que permita visualizar las condiciones máximas de iluminación en cada sector.

Para el caso puntual de los talleres, se realizaron mediciones generales para evaluar la iluminación de los ambientes de los puestos de trabajo y luego se realizaron mediciones específicas en los puestos de trabajo que requieren mayor precisión, por lo que necesitan un nivel de iluminación mayor. En ambos casos la iluminación es deficiente y no cumplen con los valores mínimos definidos por la legislación, aunque en términos de importancia, una correcta iluminación en los puestos de trabajo es fundamental ya que las malas condiciones de trabajo pueden generar accidentes en los alumnos y/o docentes. Es por esta razón que se recomienda acondicionar estos lugares para luego avanzar sobre la iluminación general de los talleres y el colegio. La solución a este problema puede no requerir inversión, sino reubicar las luminarias de manera que cumplan con el objetivo de tener una superficie de trabajo adecuado. En este trabajo se ha realizado el inventario de luminarias portátiles que tiene el colegio, sin embargo, no se ha analizado la utilizada específica, por lo que se deberá evaluar la factibilidad de reubicar dichas luminarias.

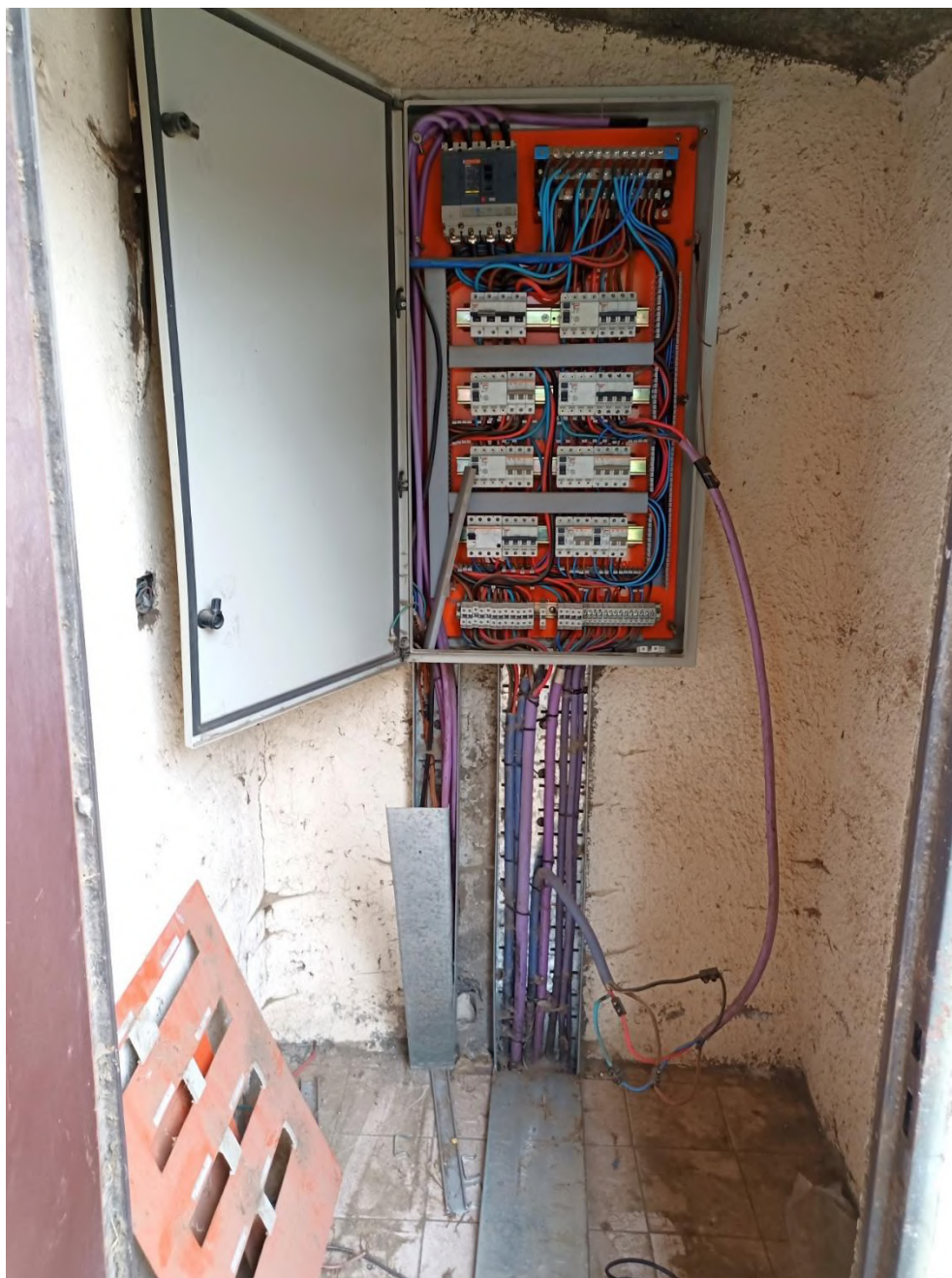
El aprovechamiento de la luz natural es fundamental para los espacios de trabajo ya que genera una sensación de confort y comodidad pudiendo tomar medidas para mejorar la distribución de la luz natural a través del pintado de las paredes de color blanco, lo que genera una sensación de amplitud y mejora la reflectancia en las paredes aportando un estado de confort visual a los usuarios. Cabe destacar que esta medida no intenta suplir la falta de luz artificial de las aulas, sino que es una medida complementaria para el aprovechamiento de la luz natural.



Además, se debe tener en cuenta la uniformidad de la luminaria con el aporte de luz natural, ya que suele suceder que los puestos cercanos a las ventanas tienen niveles de iluminación elevados mientras que los más alejados valores que no alcanzan los mínimos establecidos por la normativa.

#### 2.4.5 *Acondicionamiento de instalaciones eléctricas*

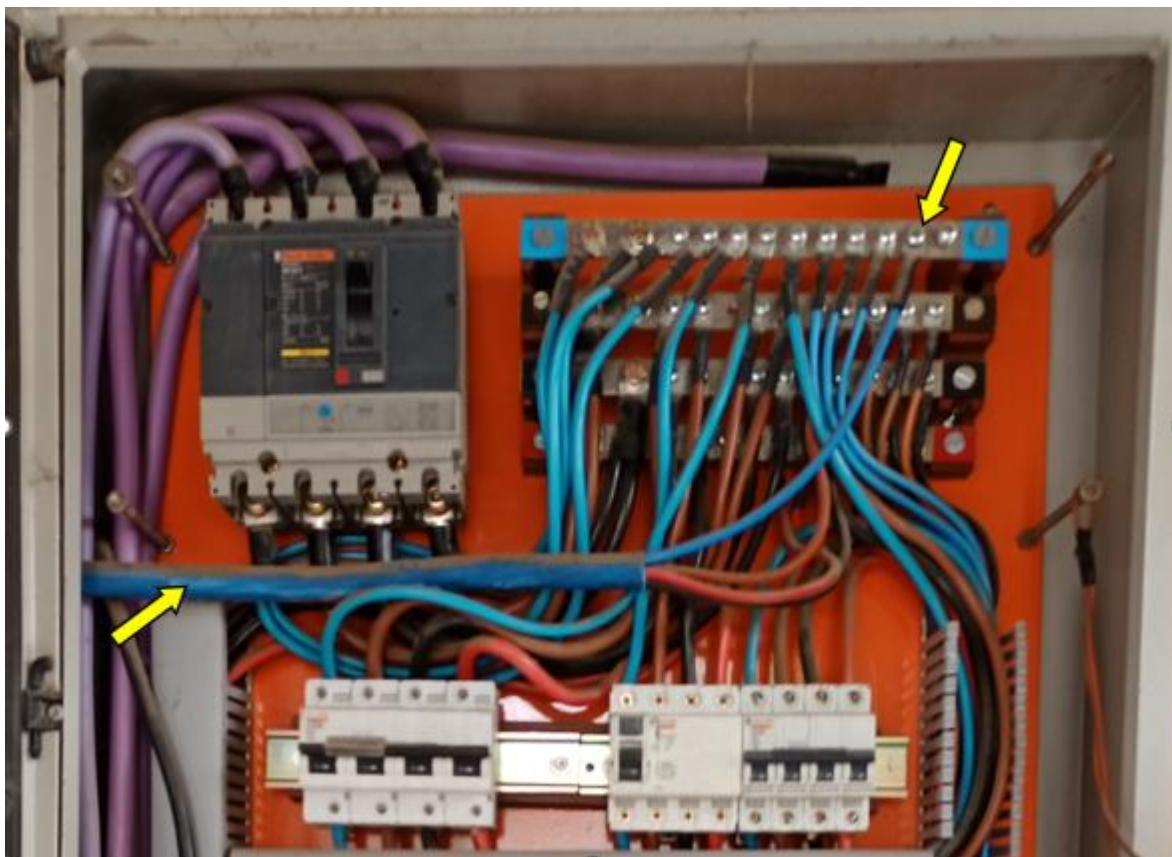
El estado del tablero seccional correspondiente a los talleres merece una mención especial en las oportunidades de mejora ya que su estado es preocupante generando un riesgo importante para las personas y el propio circuito eléctrico. En la imagen se puede ver el estado actual, con conexiones al aire libre, cables sueltos y empalmes riesgosos.



*Figura 55: Tablero seccional de talleres – CET N°2*

De acuerdo con el relevamiento el personal de la escuela nos comenta que en este tablero se ha quemado el cable subterráneo generando la necesidad de acondicionar el conductor. El empalme que tiene el cable subterráneo es parte del acondicionamiento eléctrico que se hizo para poder reestablecer la energía eléctrica y eliminar la parte deteriorada del cable, realizando una conexión directa sobre una térmica del tablero. No se ha verificado la integridad de toda la traza del cable subterráneo, siendo probable que haya sufrido perturbaciones por el incidente.

Por otra parte, el taller de mecánica está conectado directamente sobre las barras del tablero seccional sin pasar por la protección general y sin tener un corte independiente como se puede ver en la imagen identificado con las flechas amarillas.



*Figura 56: Conexión inadecuada en tablero seccional – CET N°2*

No tener un corte independiente de circuito eléctrico puede presentar varios riesgos potenciales, tanto para la seguridad de las personas como para la integridad de los equipos y dispositivos conectados. Cualquier inconveniente sobre el circuito que conecta ambos tableros generaría que la protección general del tablero seccional se accione, dejando sin energía a todos los talleres. Por otra parte, no se puede desenergizar el tablero secundario del taller, debiendo trabajar con tensión en el ingreso al tablero o desenergizar todos los talleres para trabajar de una forma segura sin tensión.

El acondicionamiento del tablero seccional debe ser tratado de manera urgente, ya que existe un alto riesgo para las personas y los equipamientos, debiendo realizar la revisión de la integridad del conductor subterráneo en toda su trayectoria y modificar la conexión del circuito del taller de mecánica incorporando

un corte independiente para poder desenergizar en caso de mantenimiento o trabajos en el tablero secundario del taller.

#### 2.4.6 Calefacción

La principal oportunidad de mejora detectada en la calefacción es la falta de gestión unificada en los distintos sectores. En las mediciones de temperatura realizadas en el área de dirección, la biblioteca y preceptoría de taller mostraron comportamientos muy diferentes, con temperaturas máximas alcanzadas muy variables. En la dirección las temperaturas registradas alcanzaron valores cercanos a 30°C, manteniéndose estos valores en algunos fines de semana, mostrando que no se realiza una correcta gestión de la calefacción los días sin actividad. Estas temperaturas elevadas pueden ser perjudiciales para el ámbito laboral, ya que generan sensación de cansancio, desgano e impactando en el rendimiento de las personas. En términos energéticos, se utiliza gran cantidad de energía para poder mantener estas condiciones, teniendo efectos adversos e innecesarios, consumiendo mayores recursos y generando aumentos en los costos por el servicio.

Para evitar estos casos se recomienda establecer un único parámetro de uso para las calderas de la calefacción central, los calefactores y los sistemas complementarios como pueden ser caloventores o estufas eléctricas. La asignación de responsables energéticos es una herramienta muy útil que permite establecer una autoridad sobre el manejo de los sistemas de calefacción y que esté atento a la regulación de los sistemas de climatización, garantizando un uso eficiente y adecuado de cada sector del colegio.

#### 2.4.7 Gas Licuado de Petróleo (GLP)

El colegio cuenta con red de gas natural, sin embargo, existen sectores que se encuentran abastecidos con gas envasado debido a que la prestadora del servicio de gas natural no habilita ampliaciones en la red, justificando su decisión a que no hay capacidad para aumentar el sistema. En este panorama, la cocina principal del colegio cuenta con dos garrafrones de 190 kg y un sector del taller se abastece con un zeppelin de 800 kg. La trazabilidad del consumo de estos sistemas son complejos ya que al momento de la recarga no se garantiza que el zeppelin sea recargado hasta su máxima capacidad, por lo que no es representativo del consumo.

Como principal oportunidad de mejora se propone seguir insistiendo con la prestadora del servicio de gas natural, ya que las ampliaciones a realizar son

relativamente pequeñas y generaría un gran beneficio para el colegio ya que dejaría de depender del gas envasado.

Los costos unitarios por el GLP son superiores si los comparamos con el gas natural, sin embargo los costos de la obra de ampliación son importantes ya que requiere movimiento de suelo, materiales, profesionales matriculados, entre otros gastos que son importantes. Al no conocer los consumos por no tener registros, no se puede estimar el impacto económico, aunque el recupero de la inversión contemplando los gastos de obras seguramente son muy largos, ya que los consumos de GLP no son importantes. Definitivamente, la mejora no genera un impacto económico favorable al corto plazo, sin embargo garantiza el servicio a la escuela con un único recurso energético, trazable, dejando de depender de los servicios de distribución de GLP que pueden demorarse en la entrega.

Esta oportunidad se considera de baja prioridad, ya que la escuela viene funcionando correctamente sin mayores inconvenientes, aunque el personal auxiliar, especialmente los usuarios de la cocina grande del colegio manifestaron que sería necesario acceder a la red de gas natural para evitar estar constantemente pendiente de la recarga de los garrafrones.

#### 2.4.8 *Recomendaciones de Buenas Prácticas*

Para lograr un consumo energético lo más cercano al óptimo posible, es importante comprender que los actores fundamentales para lograrlo son los habitantes de cada institución y teniendo en cuenta que se trata precisamente de un ámbito público es doblemente importante saber cómo manejar eficientemente las instalaciones y transmitir finalmente a los usuarios.

Es posible reducir sustancialmente el consumo de energía cuando las personas comprenden la función del edificio y cómo impacta el comportamiento de los ocupantes en la conservación de la energía. Los directivos, especialmente el coordinador del área y el personal administrativo, deberán apoyar las iniciativas de eficiencia energética. Los conceptos de educación energética se pueden impartir durante las presentaciones escolares, las reuniones del personal o divulgación de información asociada al desempeño energético. Incluso se pueden establecer objetivos puntuales teniendo como referencia los indicadores de desempeño mensual que ayuden a comprometer a los usuarios de cada edificio a ser consiente en la forma de utilizar la energía.

Es conveniente advertir que lograr un ahorro energético en el edificio, puede requerir bastante tiempo de control y registro del uso de la energía. Todos los

ocupantes deben sentirse invitados a presentar y compartir ideas sobre los posibles cambios en la operación del edificio, para mejorar su rendimiento energético. El personal necesita ser consciente de cómo sus actividades se relacionan con el uso y el consumo de energía, también entender las consecuencias cuando sus actividades se desvían de los procesos definidos, controles operacionales o de mantenimiento, objetivos y metas. La toma de conciencia del personal ayuda a las organizaciones a fomentar y mantener una cultura consciente de la energía. La eficacia de los procesos que apoyan la toma de conciencia de la energía se puede mejorar continuamente por una variedad de medios. El uso de técnicas de comunicación actualizadas y nuevos materiales de sensibilización pueden ayudar a sostener el programa de toma de conciencia.

A continuación, se propone una guía de las buenas prácticas de uso:

El Administrador Energético será el encargado de:

- Controlar la facturación y las lecturas de los medidores correspondientes a los servicios de energía eléctrica y gas.
- Controlar que el uso del equipamiento sea el adecuado.
- Impulsar medidas de eficiencia energética.
- Aconsejar al área de compras o infraestructura en lo referente al rendimiento energético del equipamiento o modificaciones edilicias a realizarse.
- Gestionar los reclamos pertinentes ante las empresas proveedoras de energía.
- Revisar el termostato de los termotanques. Regularlo a 45°C para un consumo más eficiente. Evitar instalar el termotanque al aire libre.

En la cocina:

- Utilizando las tapas de las ollas, el agua se calentará más rápido (consumiendo un 20% menos de gas). Evitar que las llamas superen el diámetro del recipiente, para no desperdiciar energía; el calor debe llegar por el fondo, no por sus costados. Para esto se deben utilizar utensilios que permitan cubrir completamente la hornalla.

- Limpiar regularmente las hornallas de la cocina, si se ensucian y se tapan, consumen un 10% más de gas de lo que deberían.

- Hervir sólo el agua que se va a consumir.
- Evitar abrir la puerta del horno mientras esté encendido, al hacerlo el calor se escapará y la comida tardará más en cocinarse, se pierde un mínimo del 20% de la energía acumulada en su interior. Para ver cómo el avance de la cocción, encender la luz de control y mirar con la puerta cerrada. Revisar que la goma (burlete) que sella la puerta del horno esté en buen estado para evitar pérdidas de calor.
- Aprovechar al máximo la capacidad del horno y cocinar de una sola vez el mayor número de alimentos. Apagar el horno un poco antes de finalizar la cocción, el calor residual será suficiente para acabar el proceso.
- Retirar con anticipación del congelador los alimentos que se van a preparar. Descongelando los alimentos en la heladera se aprovechará mejor la energía.
- Verificar que la combustión en las hornallas sea con la cantidad de aire adecuada (flama azul). Una flama amarilla o anaranjada indica una combustión ineficiente por lo que se utilizará más gas para preparar un mismo alimento.
- Evitar que la heladera pierda frío. No mantener la puerta abierta por mucho tiempo. Nunca introducir alimentos calientes, permitir que se enfríen afuera antes de guardarlos y seleccionar la temperatura correcta de operación para conservar los mismos. Verificar los burletes y si es necesario reemplazarlos. Descongelar periódicamente para evitar sobreesfuerzo.
- Colocar el refrigerador en un lugar fresco y ventilado, no pegarlo a la pared y dejar el espacio indicado en los manuales de fábrica (10 centímetros aproximadamente).
- Evitar exponer el refrigerador a los rayos del sol u otras fuentes de calor como la estufa, el microondas o el calentador de agua.
- Limpiar periódicamente la parte trasera del refrigerador, por lo menos 2 veces al año. En el caso de un refrigerador con congelador de deshielo manual o semiautomático, descongelar el equipo antes de que alcance una capa de hielo de medio centímetro de espesor.

## Maquinas

- No encender todas al mismo tiempo. Hacerlo en forma escalonada, la potencia de arranque en forma directa de los motores se incrementan unas seis veces de su potencia nominal durante pocos segundos.

- Controlar periódicamente el nivel de aceite lubricante de los motores.

#### Climatización

- Setear el termostato de los sistemas de calefacción central en 22°C, o el valor más bajo posible compatible con el confort. Cada grado de diferencia supone un ahorro de un 8% de energía. Estos sistemas no calefaccionarán más rápido por el hecho de setear el termostato a un valor más alto, sino que simplemente seguirán funcionando aún superada la temperatura de confort, generando un gasto energético innecesario.

- Revisar los filtros de aire de los sistemas de calefacción con una frecuencia establecida.

- Se recomienda, la reparación de las rejillas y ductos de climatización, elaborar un plan de gestión de la calefacción, designando responsables del control del sistema para los distintos sectores con directivas claras.

- Realizar un correcto plan de mantenimiento en los sistemas de calefacción central, como así también en los calefactores permitirá no sólo una mejor combustión, con un mejor aprovechamiento de la energía, sino que es imprescindible por cuestiones de seguridad.

- En el caso de los calefactores TB, debe priorizarse ajustar el punto de operación o apagarlos directamente antes de abrir las ventanas para moderar la temperatura en el interior de las aulas.

#### Iluminación

- Reducir el tiempo de uso de las luminarias a lo estrictamente necesario.

- Apagar las luces que no se están usando, al retirarse del sector de trabajo o cuando la iluminación natural lo permita.

- Priorizar el uso de luz natural, abrir persianas y cortinas al iniciar la jornada.

- Señalización en equipos (por ejemplo, recordatorio para apagar cuando no esté en uso).



- Realizar el mantenimiento periódico del sistema de iluminación. Con el tiempo el flujo luminoso decae, ya sea por depreciación de la lámpara o por acumulación de polvo sobre la luminaria, lámpara o superficies de reflexión. Para tener una iluminación más eficiente se deben limpiar estos componentes periódicamente. Mantener limpias las lámparas y pantallas, aumentará la luminosidad sin aumentar su potencia.

#### Ofimática

- Configurar la PC en modo ahorro de energía.
- Ajustar el brillo del monitor a nivel medio.
- Cuando no se use más la PC, apagarla totalmente, al monitor no dejarlo en stand-by.
- Apagar las impresoras, escáneres y fotocopiadoras cuando no se estén utilizando. En modo de espera consumen energía.
- Desconectar los cargadores enchufados que no se usen. También consumen energía.

#### Envoltentes:

- Mantener las puertas y ventanas de los diferentes ambientes climatizados cerradas, tanto como sea posible para evitar la fuga de “frío” y la entrada de aire “caliente” y “húmedo” a los mismos en verano, y a la inversa en invierno.
- El uso de protecciones (postigos, persianas, cortinas, etc.) en ventanas permite reducir el consumo de energía de calefacción, por lo que es muy importante en los sectores que cuenten con alguna de ellas se cierren una vez finalizada la jornada.

### **2.5. Indicadores de desempeño**

Los indicadores de desempeño energético son herramientas utilizadas para evaluar y medir la eficiencia energética en relación con su consumo de energía y su rendimiento en términos de sostenibilidad. Estos indicadores pueden ayudar a identificar áreas de mejora y establecer metas para reducir el consumo de energía, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y optimizar el uso de recursos.

**Consumo de energía total:** Este indicador mide la cantidad total de energía consumida por el colegio en un período determinado, generalmente expresado en kilovatios-hora (kWh). Permite realizar comparaciones a lo largo del tiempo y entre diferentes colegios sin embargo no contempla las particularidades de cada institución, por lo que sus comparativas no aportan mucha información valiosa. La información es fácil obtenerla, ya que las prestadoras del servicio eléctrico brindan esta información en las facturas de cada periodo.

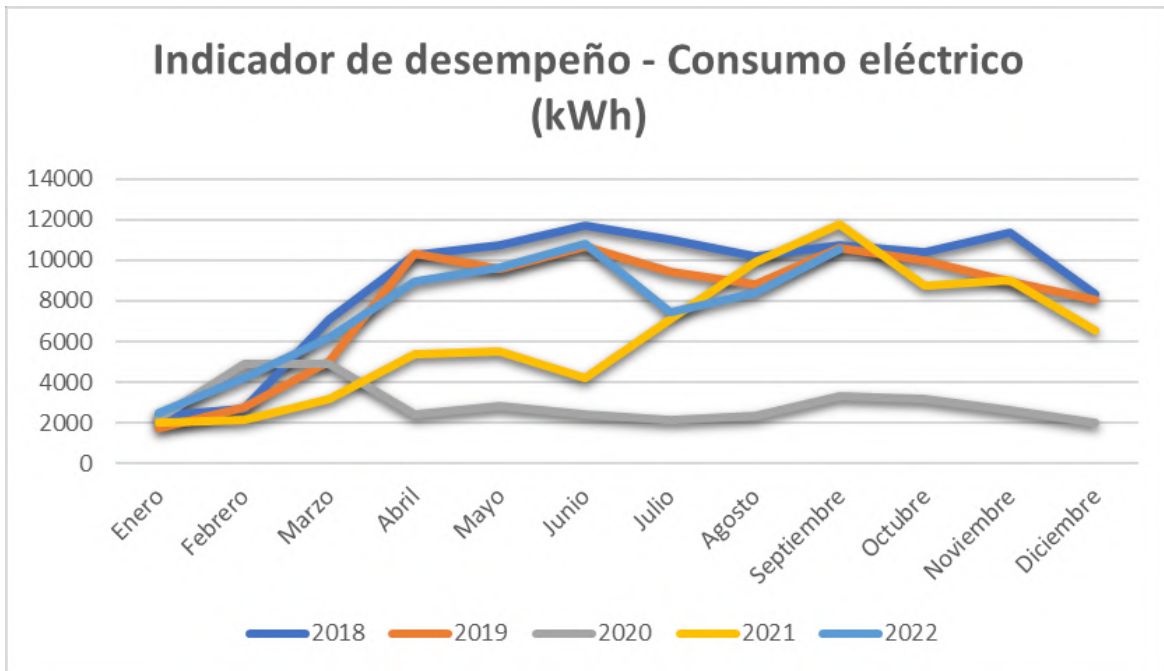


Figura 57: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico (kWh) – CET N°2

El gráfico del indicador de consumo muestra como los años que no fueron afectados por la pandemia (2018, 2019 y 2022) se comportan similar con pequeños cambios debido a la particularidad de cada ciclo lectivo. El primer semestre del 2021 se registran indicadores bajos debido a las restricciones existentes por la emergencia sanitaria mientras que el segundo semestre toma valores similares a los otros años. Como caso particular el 2020 tuvo valores bajos todo el año por el cese de actividades por la pandemia.

**Consumo de energía por área:** Este indicador relaciona el consumo de energía con el área cubierta total del colegio. Se expresa en términos de kWh por metro cuadrado (kWh/m<sup>2</sup>) o (MWh/m<sup>2</sup>) y permite tener un valor de referencia que relaciona las dimensiones de la institución con el consumo eléctrico. Esto favorece a que este indicador aporte más información a la hora de realizar comparativas entre instituciones.

Tabla 19: Indicador de desempeño kWh/m2 - CET N°2

Año	Consumo eléctrico anual (kWh)	Superficie (m2)	Indicador (kWh/m2)
2018	106930	4089	<b>26,15</b>
2019	95994	4089	<b>23,48</b>
2020	35292	4089	<b>8,63</b>
2021	75508	4089	<b>18,47</b>

Se puede ver como el indicador ha variado en el año 2020 por la emergencia sanitaria del COVID-19 mostrando un valor muy por debajo de los años anteriores, evidenciando la falta de actividad. Para el 2021, este valor aumenta considerablemente, pero sigue estando por debajo a los valores registrados antes de la pandemia. Para el 2022 no se tuvo acceso a los registros completos del año, por lo que no se ha podido calcular este valor, sin embargo, las proyecciones de los meses con información muestran que el indicador anual será similar a los años previos a la pandemia.

Para poder realizar el seguimiento mensual se dejan los indicadores por mes, sin embargo, hay que considerar que estos indicadores deben ser utilizados para ver tendencias de comportamiento, pero no para la toma de decisiones ya que puede contener mucho margen de error por considerar un tiempo relativamente corto de análisis.

Tabla 20: Indicadores de desempeño por superficie cubierta por mes - CET N°2

Periodo	2018		2019		2020		2021		2022	
	kWh	kWh/superficie	kWh	kWh/superficie	kWh	kWh/superficie	kWh	kWh/superficie	kWh	kWh/superficie
Enero	2334	<b>0,57</b>	1723	<b>0,42</b>	2175	<b>0,53</b>	2001	<b>0,49</b>	2481	<b>0,61</b>
Febrero	2706	<b>0,66</b>	2763	<b>0,68</b>	4923	<b>1,20</b>	2131	<b>0,52</b>	4180	<b>1,02</b>
Marzo	7108	<b>1,74</b>	5048	<b>1,23</b>	4923	<b>1,20</b>	3181	<b>0,78</b>	6213	<b>1,52</b>
Abril	10279	<b>2,51</b>	10328	<b>2,53</b>	2424	<b>0,59</b>	5389	<b>1,32</b>	8968	<b>2,19</b>
Mayo	10743	<b>2,63</b>	9573	<b>2,34</b>	2842	<b>0,70</b>	5507	<b>1,35</b>	9625	<b>2,35</b>
Junio	11705	<b>2,86</b>	10692	<b>2,61</b>	2394	<b>0,59</b>	4207	<b>1,03</b>	10813	<b>2,64</b>
Julio	11004	<b>2,69</b>	9416	<b>2,30</b>	2170	<b>0,53</b>	7128	<b>1,74</b>	7461	<b>1,82</b>
Agosto	10206	<b>2,50</b>	8807	<b>2,15</b>	2350	<b>0,57</b>	9927	<b>2,43</b>	8425	<b>2,06</b>
Septiembre	10722	<b>2,62</b>	10629	<b>2,60</b>	3286	<b>0,80</b>	11756	<b>2,88</b>	10575	<b>2,59</b>
Octubre	10413	<b>2,55</b>	10019	<b>2,45</b>	3188	<b>0,78</b>	8750	<b>2,14</b>		
Noviembre	11389	<b>2,79</b>	8955	<b>2,19</b>	2640	<b>0,65</b>	9011	<b>2,20</b>		
Diciembre	8321	<b>2,03</b>	8041	<b>1,97</b>	1977	<b>0,48</b>	6520	<b>1,59</b>		

Los 2018 y 2019 tienen indicadores similares, con pequeñas variaciones asociadas a las actividades y particularidades de cada año, pero en términos generales tienen las mismas tendencias. Por otro lado, se puede ver como los

meses de febrero y marzo de 2020 tienen indicadores superiores a al resto del año debido a que fue previo al aislamiento preventivo obligatorio comunicado por el gobierno nacional. Para el año 2021, los indicadores del primer semestre son inferiores a los años no afectados por la pandemia, sin embargo para el segundo semestre se observa un aumento de los valores equiparándose a los valores normales, evidenciando la vuelta de la actividad académica en el colegio.

## **2.6. Referentes energéticos**

Para poder llevar a cabo este proceso es indispensable definir un referente energético, el cual tiene la responsabilidad de gestionar y supervisar todas las actividades relacionadas con el suministro y uso eficiente de la energía. La planificación energética, la gestión de suministros energéticos, los programas de eficiencia energética, monitoreo y análisis de datos, formación y sensibilización del personal, investigación y desarrollo sobre los avances tecnológicos son algunas de las funciones que debe cumplir el referente energético. En definitiva, debe garantizar un suministro de energía confiable y eficiente, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y promover una cultura de uso responsable de la energía en el personal y los alumnos del colegio.

Con la intención de fomentar la eficiencia energética en edificios públicos, la secretaría de energía de nación cuenta con un sistema de registro de información denominado “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP) que tiene como primer objetivo la realización de un Diagnóstico Energético Preliminar en los edificios de la Administración Pública Nacional, de manera sencilla y rápida, sin necesidad de hacer un relevamiento completo del edificio y sus instalaciones.

El sistema se encuentra en una etapa preliminar que permite obtener una idea general del consumo energético del edificio, a partir de la carga de información básica del mismo por parte de los referentes energéticos designados por los ministerios y organismos alcanzados. Esta característica la convierte en una herramienta informática ideal a la hora de hacer una primera evaluación de un grupo extenso de edificios, permitiendo compararlos entre sí, identificar los mayores consumidores de energía y finalmente detectar los principales sectores con potencial de ahorro.

Además de estar pensado para ser utilizado por cualquier tipo de usuario, independientemente de su formación, el DEP se desarrolló a partir de la utilización de métodos simplificados de análisis, con la intención de agilizar y facilitar el acceso y la utilización de este.

A su vez, el programa se divide en tres pasos correlativos y con creciente nivel de profundidad, comenzando por un nivel básico, para ir aumentando el grado de especificidad paulatinamente.

Tabla 21: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación

	DATOS REQUERIDOS	INFORMACIÓN OBTENIDA
<b>PASO 1</b>	Ubicación, ocupación, tipología, superficie y datos de consumo energético y agua (facturación).	Indicadores de intensidad de uso de la energía e indicadores de uso del espacio.
<b>PASO 2</b>	Potencia adquirida y convenida. Encuadre tarifario.	Recomendación de recontractación de la potencia eléctrica.
<b>PASO 3</b>	Relevamiento rápido de principales instalaciones y equipos. Estimación de horas de uso.	Estructura del consumo de energía y agua. Estimación de ahorros potenciales.

En segunda instancia, el sistema servirá para la elaboración de una base de datos del desempeño energético de los edificios públicos, que permitirá generar información estadística para la elaboración, implementación y seguimiento de planes y programas de estímulo para el uso eficiente de la energía en el mismo. La herramienta cuenta con una interfaz gráfica para visualizar esta base de datos con el objeto de hacerla accesible y sencilla de utilizar. La página de ingreso al sistema es <https://dep.energia.gob.ar/> en donde el referente deberá darse de alta para poder ingresar y cargar la información pertinente del edificio público donde trabaja.

### 3. CENTRO DE EDUCACIÓN TÉCNICA N° 21 – CATRIEL

El Centro de Educación Técnica (CET) N°21 se encuentra ubicado en la calle Juan Benigar 1130 de la localidad de Catriel, provincia de Río Negro. El edificio cuenta con servicio de gas natural por red brindado por la distribuidora Camuzzi SA y servicio de energía eléctrica por red entregado por la empresa EDERSA SA. La escuela cuenta con una acometida de energía eléctrica sobre la entrada principal que abastece todo el colegio y tiene un sistema de generación de energía solar instalado en el techo del edificio.

La estructura del colegio está organizada con dos años de Ciclo Básico y cuatro años de Ciclo Superior divididos en dos turnos. A su vez cuenta con diversos talleres en ambos turnos, algunos de ellos son; electricidad, tecnología y electrotecnia, geoclimatología, hojalatería, ajuste, montaje de equipos, máquinas y herramientas, carpintería y soldadura.

En la siguiente figura podemos apreciar una imagen satelital de la institución, la cual abarca una manzana entera, comprendida entre las calles Río de Janeiro, Juan Benigar y Puerto Príncipe.



*Figura 58: Imagen Satelital - CET N°21*

A continuación, se presentan los planos edilicios de la institución, los mismos datan del año 2010 cuando se realizó el CeNIE (Censo Nacional de Infraestructura Escolar) por lo que pueden haber sufrido modificaciones, en la segunda etapa del diagnóstico se profundizara en el tema.

La superficie total del terreno es de 7900 m<sup>2</sup>, dentro del mismo se encuentra la edificación con un total de 2759 m<sup>2</sup>, todo en planta baja, la cual está distribuida en sectores de taller, administración, aulas, cocina, gimnasio, zonas de usos comunes y zonas de circulación.



Figura 59: Plano en planta - CET N°21



### **3.1. Análisis históricos de consumos energéticos**

#### **3.1.1 Consumo histórico eléctrico**

El CET N° 21 cuenta con un suministro eléctrico identificado con el número de medidor 134240 y un sistema de generación de energía renovable solar on-grid, inyectando a la red.

##### **3.1.1.1 Medidor 134240**

Para el análisis de los consumos históricos no se ha podido conseguir las facturas del servicio eléctrico, sin embargo, se han puesto a disposición los registros de la información más relevante que tiene las facturas.

En la siguiente tabla se muestra la información más relevante de los registros otorgados por la institución educativa, los cuales van de junio del 2017 hasta septiembre de 2022.

*Tabla 22: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg  $\Phi$  – CET N° 21*

Periodo	Energía Activa (kWh)	Energía Reactiva (kVArh)	Potencia Máxima (kW)	Potencia Declarada (kW)	Tg $\Phi$
jun-17	8280	1576	21	49	0,190
jul-17	8657	2298	21	49	0,265
ago-17	8302	1823	19	49	0,220
sep-17	5980	780	20	49	0,130
oct-17	4695	205	12	49	0,044
nov-17	4408	491	11	49	0,111
dic-17	3898	205	8	49	0,053
ene-18	3377	10	8	49	0,003
feb-18	2888	41	8	49	0,014
mar-18	3464	96	11	49	0,028
abr-18	4338	160	15	49	0,037
may-18	7303	1580	19	49	0,216
jun-18	8417	2362	20	49	0,281
jul-18	8364	1725	19	49	0,206
ago-18	7711	1623	19	49	0,210
sep-18	6368	1260	17	49	0,198
oct-18	5630	781	16	49	0,139
nov-18	4783	386	14	49	0,081
dic-18	5024	194	22	49	0,039
ene-19	3975	130	9	49	0,033
feb-19	3917	186	20	15	0,047

mar-19	4624	515	23	15	0,111
abr-19	4299	289	22	15	0,067
may-19	7414	394	18	15	0,053
jun-19	8070	871	19	20	0,108
jul-19	8037	1093	20	20	0,136
ago-19	7449	646	19	20	0,087
sep-19	6252	773	20	20	0,124
oct-19	4592	402	18	10	0,088
nov-19	5276	554	24	10	0,105
dic-19	5157	316	24	10	0,061
ene-20	2171	5	8	10	0,002
feb-20	3361	154	19	15	0,046
mar-20	4457	234	23	15	0,053
abr-20	2855	87	6	15	0,030
may-20	2874	189	5	15	0,066
jun-20	2467	469	5	20	0,190
jul-20	2577	544	5	20	0,211
ago-20	2512	203	5	20	0,081
sep-20	2103	151	4	20	0,072
oct-20	1921	296	5	10	0,154
nov-20	2289	171	7	10	0,075
dic-20	2106	26	5	10	0,012
ene-21	1370	9	5	10	0,007
feb-21	2505	13	8	15	0,005
mar-21	4300	3	10	15	0,001
abr-21	5215	65	16	15	0,012
may-21	7373	333	18	15	0,045
jun-21	7418	435	14	20	0,059
jul-21	8206	536	17	20	0,065
ago-21	7757	299	19	20	0,039
sep-21	5968	83	18	20	0,014
oct-21	4734	13	22	10	0,003
nov-21	4983	21	23	10	0,004
dic-21	4145	10	22	10	0,002
ene-22	3113	1	8	10	0,000
feb-22	3799	87	22	15	0,023
mar-22	4481	27	21	15	0,006
abr-22	4731	48	16	15	0,010
may-22	6859	260	18	15	0,038
jun-22	8916	783	20	20	0,088
jul-22	8258	587	18	20	0,071

ago-22	7298	435	19	20	0,060
sep-22	5201	153	18	20	0,029

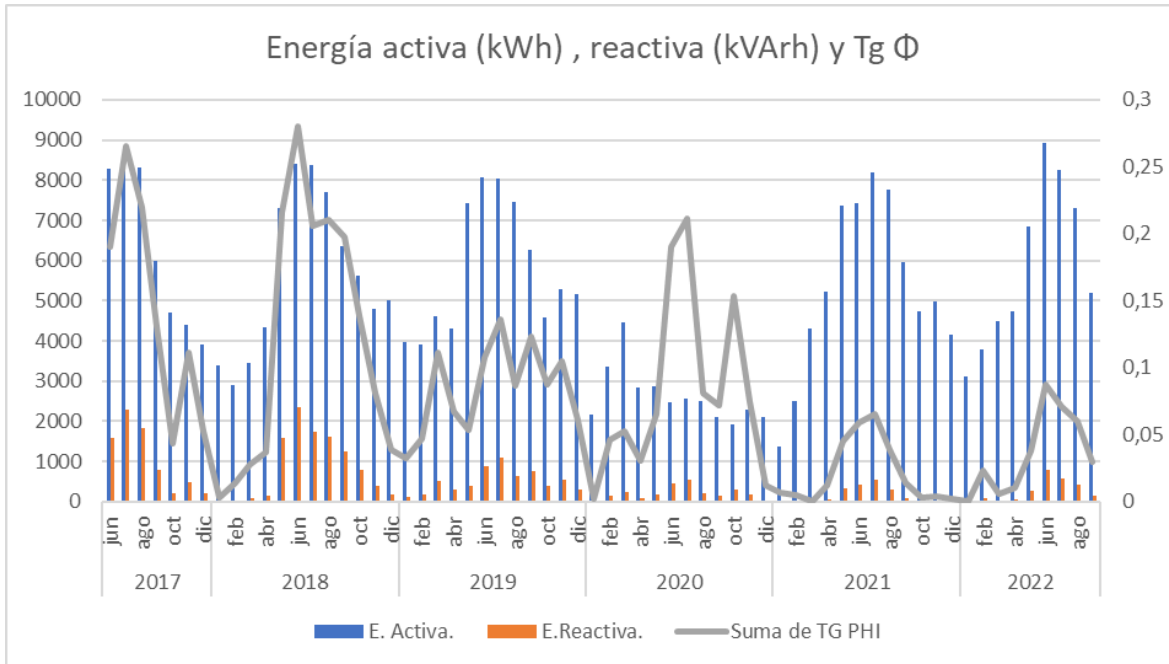


Figura 60: Energía activa (kWh), reactiva (kVArh) y Tg  $\Phi$  - CET N°21

La escuela presenta una fluctuación de consumo similar a las otras instituciones educativas con valores máximos en la época invernal y mínimos en verano con una transición gradual entre estas dos épocas del año. Los valores mínimos, sin considerar el año 2020, se encuentran en valores cercanos a 3000 kWh en los meses de verano mientras que los valores máximos se registran en los meses de junio, julio y agosto alcanzando valores promedios de 8000 kWh. Las comparaciones de los consumos anuales son relativamente similares, con leves diferencias debido a las particularidades de cada año, sin embargo, es interesante destacar que el último año se registra el pico máximo de consumo en el periodo analizado correspondiendo al mes de junio alcanzando los 8916 kWh.

Se registra un bajo consumo de energía reactiva dando valores de Tg  $\Phi$  muy por debajo de los límites mínimos de la legislación, teniendo seguramente bonificaciones por este ítem. En cuando a las comparaciones anuales, los últimos años se ha consumido muy poca de esta energía en comparación con los primeros años. Se deberá analizar las razones de valores tan bajos a través del relevamiento de equipamientos.

La potencia contratada ha tenido un cambio importante desde el 2019 pudiendo declarar una potencia más adecuada para la demanda que genera el colegio.



Figura 61: Potencia Activa máxima y potencia demandada (kW) - CET N°21

En los primeros años analizados la potencia contratada del colegio era de 49 kW teniendo una demanda mensual que no superaba los 20 kW. A comienzos de 2019, se realiza una adecuación de la potencia con un esquema variable por cuatrimestres en donde desde febrero a mayo la potencia declarada es de 15 kW, el siguiente cuatrimestre (junio-septiembre) de 20 kW y de octubre a enero la potencia es de 10 kW. Este formato de contratación es más adecuado a la realidad, sin embargo, podemos observar cómo los meses de octubre a diciembre la demanda máxima del colegio supera ampliamente la declarada pudiendo generar penalizaciones por exceso de potencia. No se puede analizar el impacto de dichas penalizaciones por no tener la información de los costos del servicio, sin embargo, es aconsejable establecer un esquema que represente las demandas reales del colegio.

Con la intención de poder analizar más en profundidad las variaciones de consumo y potencia máxima registrada se presentan los valores en función de la franja horaria resto (05:00 a 18:00 horas), valle (23:00 a 5:00 horas) y punta (18:00 a 23:00 horas).

Tabla 23: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - CET N°21

Periodo	ENERGÍA (kWh)			POTENCIA (kW)		
	PICO	VALLE	RESTO	PICO	VALLE	RESTO
jun-17	1647	1920	4713	17	15	21
jul-17	1771	2069	4817	17	18	21
ago-17	1675	1981	4646	16	15	19
sep-17	1291	1453	3236	15	13	20
oct-17	998	1206	2491	10	11	12
nov-17	864	1025	2519	9	8	11
dic-17	821	996	2081	8	7	8
ene-18	775	963	1639	6	6	8
feb-18	652	798	1438	6	6	8
mar-18	742	833	1889	8	7	11
abr-18	896	1096	2346	9	8	15
may-18	1445	1671	4187	15	13	19
jun-18	1733	1981	4703	17	16	20
jul-18	1765	2017	4582	15	16	19
ago-18	1602	1827	4282	15	13	19
sep-18	1259	1492	3617	13	15	17
oct-18	1138	1350	3142	13	12	16
nov-18	1012	1170	2601	13	10	14
dic-18	914	1134	2976	8	7	22
ene-19	789	970	2216	6	7	9
feb-19	649	803	2465	7	6	20
mar-19	808	974	2842	12	7	23
abr-19	776	886	2637	11	10	22
may-19	1485	1814	4115	14	15	18
jun-19	1617	1998	4455	14	15	19
jul-19	1641	2001	4395	14	15	20
ago-19	1460	1770	4219	14	14	19
sep-19	1282	1571	3399	14	15	20
oct-19	884	1067	2641	12	12	18
nov-19	892	950	3434	23	8	24
dic-19	865	1072	3220	15	9	24
ene-20	430	559	1182	6	7	8
feb-20	642	758	1961	7	8	19
mar-20	776	950	2731	15	6	23
abr-20	597	740	1518	6	6	6
may-20	647	790	1437	5	5	5
jun-20	543	666	1258	5	5	5
jul-20	573	703	1301	5	5	5

ago-20	588	709	1215	5	5	5
sep-20	504	614	985	4	4	4
oct-20	485	599	837	5	5	5
nov-20	556	677	1056	5	5	7
dic-20	510	629	967	5	5	5
ene-21	298	366	706	3	3	5
feb-21	561	682	1262	6	6	8
mar-21	926	1109	2265	8	8	10
abr-21	1045	1344	2826	12	14	16
may-21	1496	1826	4051	12	13	18
jun-21	1540	1882	3996	12	12	14
jul-21	1689	2060	4457	14	15	17
ago-21	1545	1888	4324	14	15	19
sep-21	1224	1478	3266	13	12	18
oct-21	917	1094	2723	18	10	22
nov-21	871	961	3151	17	7	23
dic-21	777	936	2432	9	6	22
ene-22	647	787	1679	6	5	8
feb-22	721	856	2222	11	11	22
mar-22	903	974	2604	19	6	21
abr-22	1000	1138	2593	12	11	16
may-22	1418	1679	3762	14	14	18
jun-22	1835	2198	4883	16	15	20
jul-22	1719	2117	4422	15	15	18
ago-22	1488	1841	3969	15	14	19
sep-22	1075	1286	2840	13	11	18

Los consumos y potencias por franjas horarias nos permiten ver como varían las demandas energéticas durante los distintos momentos del día y permiten identificar cuáles son los momentos más adecuados para buscar oportunidades de mejoras con impactos significativos. En la siguiente imagen se muestran los consumos eléctricos por franja horaria.

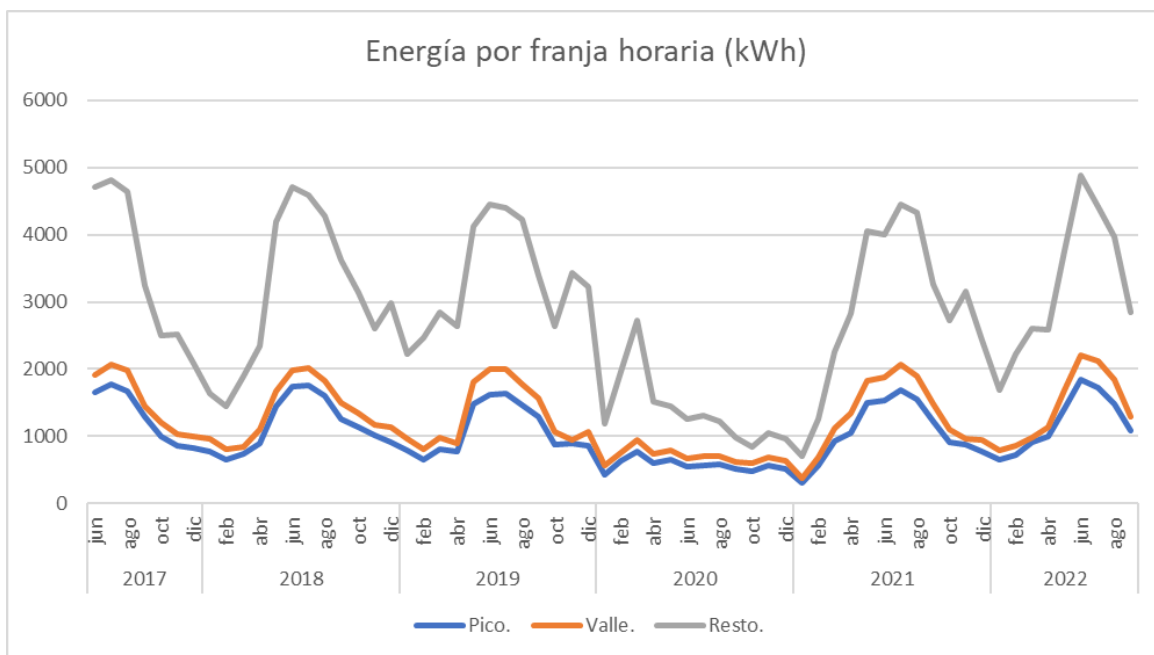


Figura 62: Energía por franja horaria (kWh) - CET N°21

La franja resto representa más del 50 % del consumo del colegio debido a que es la franja de mayor cantidad de horas y con la mayoría de las actividades del colegio. Los valores pico y valle son similares siendo los primeros levemente superiores, lo que indica que en el horario nocturno no hay muchas actividades que impacten fuertemente sobre el consumo eléctrico.

Se deberá analizar el consumo energético en los meses que no hay actividad en el colegio, ya que se presume que el colegio se encuentra cerrado y entre otras cosas, disminuye el requerimiento de luz artificial debido a que hay luz natural.

En la siguiente figura se muestran las variaciones de demanda de potencia por franja horaria.

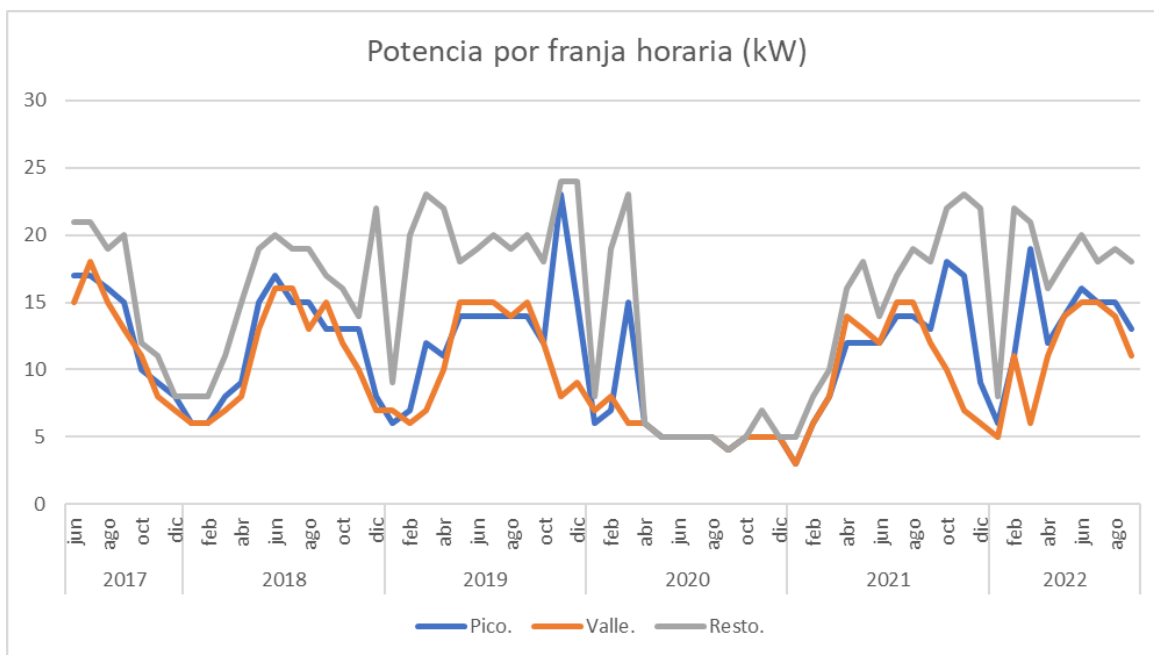


Figura 63: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°21

Las demandas de potencias son similares en las distintas franjas horarios con una leve diferencia la franja Resto a pesar de tener consumos muy diferentes. En los últimos años la franja pico y valle han variado de forma diferente por lo que se deberá evaluar si existen actividades nocturnas específicas que estén generando una mayor demanda de potencia.

Por otra parte, en enero donde la escuela se mantiene cerrada se puede ver que las demandas de potencias son levemente diferentes con valores superiores en la franja resto. Se deberá evaluar cuales son los equipos que generan esta diferencia ya que uno esperaría que en enero la potencia esté asociada a la iluminación de la institución, por lo que las demandas máximas deberían estar en los horarios nocturnos.

### 3.1.2 Consumo histórico gas natural

El colegio cuenta con un único suministro de gas natural identificado con el número de medidor 34013.

#### 3.1.2.1 Medidor 34013

En la siguiente tabla se muestran los registros de consumo de gas natural expresados en metros cúbicos normalizados (Nm<sup>3</sup>) a un poder calorífico de 9300 Kcal por lo hace la distribuidora.



Tabla 24: Consumo de gas natural (Nm3)- Medidor 34013 - CET N°21

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
Enero	24,1	1,9	1,0	8,9	0,0	26,1
Febrero	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	162,0
Marzo	92,2	81,7	16,4	1,0	48,6	230,6
Abril	1372,2	113,2	444,4	0,0	1214,9	1599,1
Mayo	5056,9	3904,9	4819,8	0,0	5292,1	4090,0
Junio	6470,2	8571,5	6079,1	0,0	8097,2	11741,2
Julio	6588,2	6794,5	8617,0	0,0	6959,4	9486,6
Agosto	5231,7	7055,8	5321,9	1777,9	3523,7	8313,4
Septiembre	2726,7	2376,2	4056,6	3001,6	3806,5	
Octubre	345,4	2278,6	1124,3	2290,9	969,5	
Noviembre	59,1	484,1	41,6	764,2	69,4	
Diciembre	11,8	9,8	21,6	0,0	33,7	

Para visualizar las variaciones estacionales de los consumos de gas natural de este suministro se presentan los valores en el siguiente gráfico.

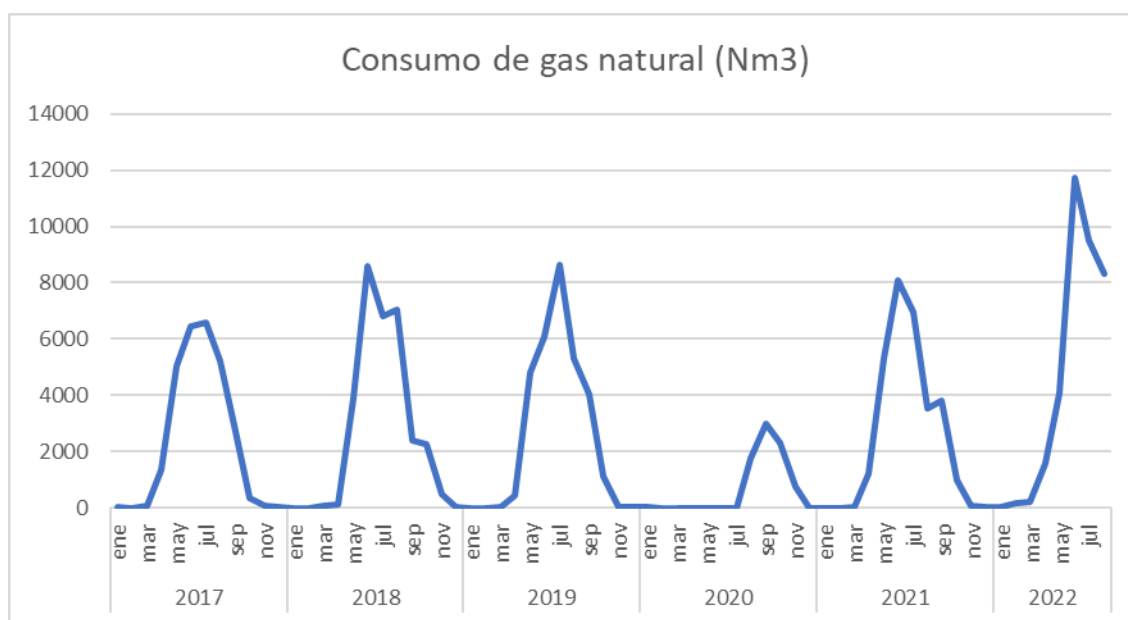


Figura 64: Consumo de gas natural (Nm3) - Medidor 34013 - CET N°21

Los consumos de gas natural en la época de verano es practicante nula, lo que deja suponer que el gas es utilizado principalmente para la calefacción del edificio. La época invernal alcanza los mayores consumos siendo los meses de junio y julio los meses de mayor demanda. El último año se ha registrado un consumo más elevado en la época invernal en comparación con los años anteriores, por lo que se deberá realizar un análisis identificando las causas de dicho aumento.

### **3.2. Análisis de consumo eléctrico**

En diversas visitas a las escuelas, con el acompañamiento de los docentes se relevaron los equipos instalados, registrando sus características básicas como así también las condiciones de uso. A su vez se registraron las condiciones edilicias, esto es, dimensiones, características constructivas, orientación, etc., como así también los días y horarios de uso habituales.

La totalidad del equipamiento relevado en el edificio de la escuela técnica se detalla en la siguiente tabla.

*Tabla 25: Equipamientos eléctricos - CET N°21*

<b>Sector</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Categoría</b>	<b>Equipo</b>	<b>Pot. [W]</b>	<b>Cant .</b>
Taller	Sala de computación	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Sala de computación	Ofimática	PC escritorio	200	8
Taller	Sala de computación	Varios	Tv tubo	50	1
Taller	Pañol	Ofimática	PC escritorio	200	1
Taller	Pañol	Ofimática	PC escritorio	200	1
Taller	Pañol	Iluminación	Tubo led	18	4
Taller	Electrónica	Equipamiento	Fuente	15	4
Taller	Electrónica	Equipamiento	Osciloscopio	50	3
Taller	Electrónica	Equipamiento	Generador frecuencia	10	2
Taller	Electrónica	Iluminación	Tubo led	18	4
Taller	Electrónica	Equipamiento	Ventilador de pie	88	1
Taller	Laboratorio físico-químico	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Laboratorio físico-químico	Equipamiento	Ventilador de pared	88	1
Taller	Laboratorio físico-químico	Equipamiento	Anafe eléctrico	2000	1

Taller	Oficina taller	Ofimática	Impresora	380	1
Taller	Oficina taller	Ofimática	Netbook	22	2
Taller	Oficina taller	Iluminación	Tubo led	18	4
Taller	Pasillo	Iluminación	Tubo led	18	30
Taller	Electricidad	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Electricidad	Iluminación	Lámparas	30	30
Taller	Electricidad	Ofimática	Netbook	22	2
Taller	Montajes y equipos	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Montajes y equipos	Equipamiento	Taladro	600	1
Taller	Montajes y equipos	Equipamiento	Soldadura inverter	7700	1
Taller	Montajes y equipos	Equipamiento	Compresor	1760	1
Taller	Montajes y equipos	Ofimática	Netbook	22	1
Taller	Electrotecnia	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Electrotecnia	Equipamiento	Soldador de estaño	60	2
Taller	Electrotecnia	Equipamiento	Generador de señal	110	1
Taller	Electrotecnia	Equipamiento	Osciloscopio	50	1
Taller	Electrotecnia	Equipamiento	Generador de potencia	600	1
Taller	Carpintería	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Carpintería	Varios	Pava eléctrica	2200	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Sierra sin fin	2237	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Torno paralelo	550	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Sierra de mesa	1700	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Lijadora	1200	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Lijadora	720	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Taladro	800	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Caladora	500	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Sierra circular	1450	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Fresadora	1200	1
Taller	Carpintería	Ofimática	Netbook	22	1
Taller	Energía solar	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Energía solar	Equipamiento	Taladro	600	1
Taller	Energía solar	Equipamiento	Pistola calor	2000	1
Taller	Energía solar	Varios	Pava eléctrica	2200	1
Taller	Hojalatería	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Hojalatería	Equipamiento	Taladro	600	1
Taller	Ajuste	Iluminación	Tubo led	18	12

Taller	Ajuste	Equipamiento	Torno paralelo	550	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Torno paralelo	760	2
Taller	Ajuste	Equipamiento	Taladro de banco	550	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Taladro de banco	250	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Amoladora banco	350	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Amoladora banco	440	1
Taller	Ajuste	Varios	Pava eléctrica	1850	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Compresor	1540	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Taladro	600	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Equipo de pintura	450	1
Taller	Energía eólica	Iluminación	Tubo led	18	16
Taller	Energía eólica	Equipamiento	Amoladora	710	1
Taller	Energía eólica	Equipamiento	Taladro	650	1
Taller	Energía eólica	Equipamiento	Motor insur	1500	1
Taller	Energía eólica	Ofimática	Netbook	22	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Amoladora de banco	370	1
Taller	Soldadura	Iluminación	Tubo led	18	12
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadura inverter	6600	1
Espacios de Uso Común	Gimnasio	Iluminación	Lampara	30	6
Espacios de Uso Común	Gimnasio	Iluminación	Reflector led	30	4
Espacios de Uso Común	Cocina	Iluminación	Tubo led	18	6
Espacios de Uso Común	Cocina	Varios	Dispensar	682	1
Espacios de Uso Común	Cocina	Varios	Heladera	200	1
Espacios de Uso Común	Cocina	Varios	Freezer	250	1
Espacios de Uso Común	Baño hombre	Iluminación	Tubo led	18	4
Espacios de Uso Común	Baño mujer	Iluminación	Tubo led	18	4
Exterior	Exterior	Iluminación	Foco led	30	32
Exterior	Exterior	Iluminación	Reflector led	30	1
Exterior	Exterior	Iluminación	Foco led	10	15
Administración	Preceptoría	Iluminación	Tubo led	18	4
Administración	Preceptoría	Varios	Ventilador de techo	60	1
Administración	Preceptoría	Varios	Pava eléctrica	2200	1
Administración	Preceptoría	Ofimática	Notebook	22	2
Administración	Secretaria	Varios	Ventilador de techo	60	1

Administración	Secretaría	Iluminación	Tubo led	18	2
Administración	Secretaría	Ofimática	PC escritorio	200	1
Administración	Secretaría	Ofimática	Impresora	285	1
Administración	Secretaría	Ofimática	Escáner	180	1
Administración	Dirección	Ofimática	Notebook	22	2
Administración	Dirección	Varios	Ventilador de techo	60	1
Administración	Dirección	Iluminación	Tubo led	18	2
Administración	Preceptoría 2	Iluminación	Tubo led	18	4
Administración	Preceptoría 2	Varios	Ventilador de techo	60	1
Administración	Preceptoría 2	Ofimática	Notebook	22	2
Administración	Sala de preceptores	Iluminación	Tubo led	18	4
Administración	Sala de preceptores	Varios	Ventilador de techo	60	1
Administración	Sala de preceptores	Ofimática	Notebook	22	2
Aulas	Aula 9	Iluminación	Tubo led	18	8
Aulas	Aula 8	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 8	Climatización	A/A	2120	1
Aulas	Aula 7	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 7	Climatización	A/A	2120	1
Aulas	Aula 6	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 6	Climatización	A/A	1600	1
Aulas	Aula 5	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 5	Climatización	A/A	2120	1
Aulas	Aula 4	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 4	Climatización	A/A	1680	1
Aulas	Aula 3	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 3	Climatización	A/A	1680	1
Aulas	Aula 2	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 2	Climatización	A/A	1680	1
Aulas	Aula 1	Iluminación	Tubo led	18	12
Aulas	Aula 1	Climatización	A/A	1680	1
Aulas	Aula 6° 1°	Iluminación	Plafón Led	18	4
Aulas	Aula 6° 2°	Iluminación	Plafón Led	18	4
Aulas	Tics	Iluminación	Tubo led	18	4
Aulas	Tics	Varios	Pava eléctrica	2000	1
Aulas	Tics	Ofimática	Impresora 3D	1500	5
Aulas	Tics	Ofimática	PC escritorio	200	1
Aulas	Tics	Ofimática	Impresora	360	1
Aulas	Tics	Climatización	A/A Portátil	915	1

Aulas	Tics	Varios	TV Led	100	1
Aulas	Tics	Varios	Parlantes	1100	2
Aulas	Tics	Ofimática	Cargador de netbook	22	1
Aulas	Tics	Ofimática	PC escritorio (servidor)	200	1
Aulas	Tics	Varios	Tv Led	60	1
Aulas	Tics	Ofimática	Netbook	22	5
Aulas	Tics	Ofimática	Impresora	40	1
Aulas	Tics	Ofimática	Impresora	1500	1
Espacios de Uso Común	Baño hombres	Iluminación	Tubo led	18	6
Espacios de Uso Común	Baño mujeres	Iluminación	Tubo led	18	6
Espacios de Uso Común	Pasillo aulas	Iluminación	Tubo led	18	50
Espacios de Uso Común	Pasillo aulas	Iluminación	Plafón led	30	4
Espacios de Uso Común	Cocina 2	Iluminación	Tubo led	18	2
Espacios de Uso Común	Cocina 2	Equipamiento	Pava eléctrica	2400	1
Espacios de Uso Común	Cocina 2	Equipamiento	Bomba	750	3
Espacios de Uso Común	Cocina 2	Equipamiento	Bomba	500	1

Para el análisis de la potencia instalada se consideraron las categorías: “Iluminación” que corresponden todos los artefactos destinados a iluminar los ambientes y espacios externos, la categoría “Equipamiento” que hace referencia al resto de los artefactos eléctricos (equipo de taller como tornos, amoladoras, soldadoras, etc.) “Ofimática” hace referencia a equipos de computación, “Climatización” la cual se refiere a todo el equipamiento que se utilice para calefaccionar o climatizar el ambiente y “Varios” donde entra todo el equipamiento que no encuadre en las categorías anteriormente mencionadas. A su vez se definieron los sectores “Taller”, “Administración”, “Espacios de uso común”, “Aulas” y “Exterior” de acuerdo con el tipo de actividad que se desarrolla con la finalidad de distinguir la distribución de los consumos.

Como se puede observar en el relevamiento, el equipamiento del edificio tiene una potencia instalada muy importante el cual equivale al 48%, mientras que el restante 52 % se divide en las siguientes proporciones; el 16% corresponde a la climatización, el 14% a la categoría “varios” de la escuela, el 13% a la ofimática y el 9% a la iluminación.

La iluminación interior de la escuela se realiza principalmente con tubos LED, relevándose 380 unidades, mientras que se relevaron 22 plafones y reflectores LED en algunos sectores específicos. Además, se han identificado otras luminarias, 48 aproximadamente en el exterior de la escuela y algunos sectores puntuales, todas de tecnología LED, la utilización de esta tecnología nos demuestra por qué la iluminación se encuentra con el menor valor de porcentaje en potencia instalada.

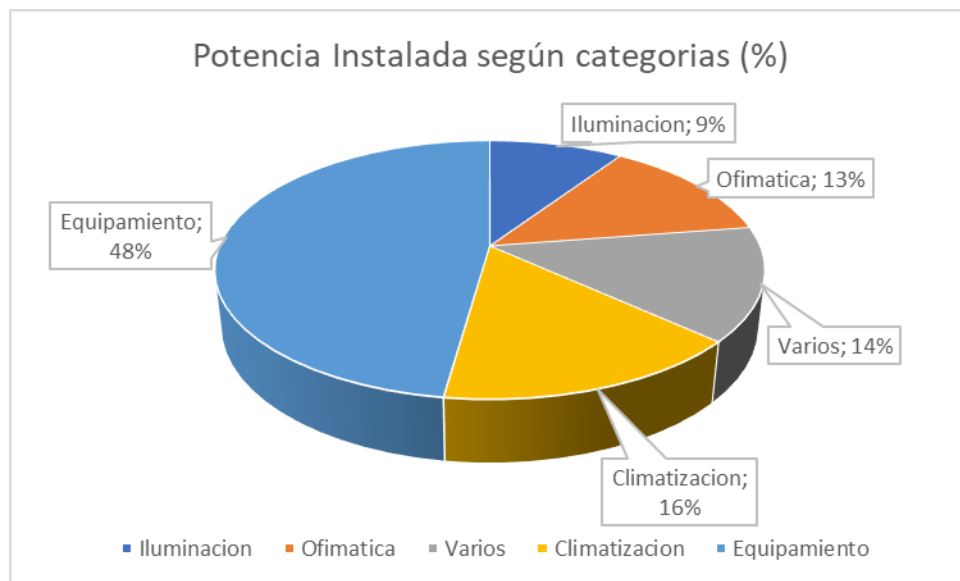


Figura 65: Potencia instalada por categoría - CET N°21

Para comprender mejor la distribución de estos equipos se pretende establecer los sectores en los que están ubicados, por lo que se presenta la distribución de potencia instalada por sector.

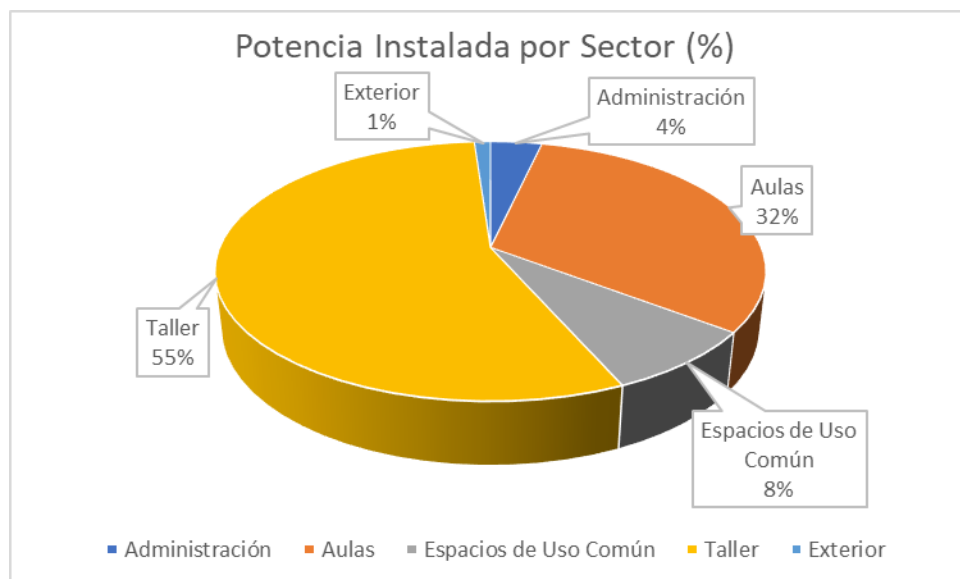


Figura 66: Potencia instalada por sector - CET N°21

Con esta distribución se evidencia que los equipamientos técnicos instalados en el taller para el dictado de las distintas orientaciones son el principal aporte de la potencia instalada, como podemos observar los equipamientos se llevan el 77% de la potencia instalada de los talleres, las restantes tres categorías que se encuentran en estos ambientes tienen porcentajes similares y marginales al lado de los equipamientos.

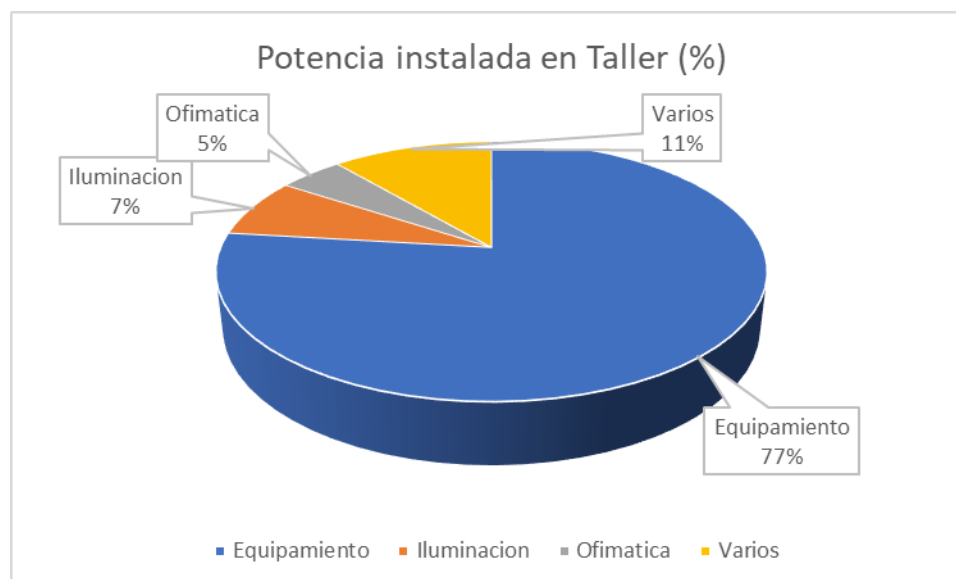


Figura 67: Potencia instalada en taller - CET N°21

En relación con las aulas la distribución difiere a los talleres, en principio no poseen equipamiento, luego cabe destacar que el mayor porcentaje, con el 52%



pertenece a la climatización, ya que cada aula posee un aire acondicionado para la refrigeración, luego el segundo porcentaje más elevado es el de ofimática con el 33%, esto se ve influenciado por el aula de computación y las impresoras 3D. Por último, con porcentajes similares se encuentra la iluminación y los equipamientos varios.

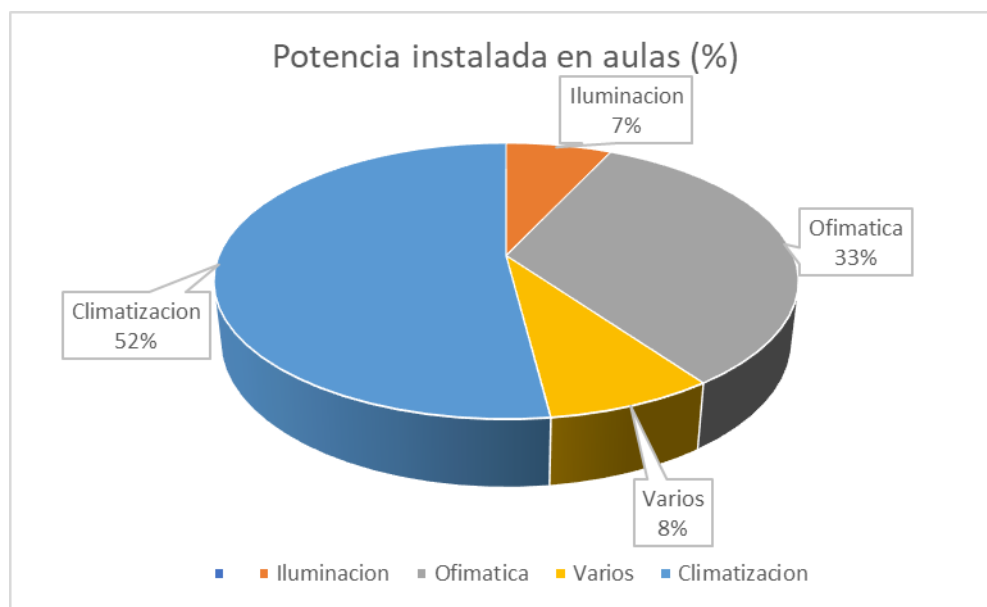


Figura 68: Potencia instalada por aula - CET N°21

En base a los resultados obtenidos del relevamiento de equipamientos se propone realizar un análisis específico para la zona del taller y otro para el resto de la institución. Para esto se realiza la identificación de los tableros seccionales para colocar dos registradores en simultaneo y conocer las variaciones específica de cada sección.

### 3.2.1 Registros eléctricos

A continuación, se analizan los consumos eléctricos del colegio CET N.º 21. Se pueden identificar en la instalación un tablero principal, del cual derivan otros dos, uno identificado para los talleres y otro para el gimnasio.

#### 3.2.1.1 Tablero general

En este establecimiento, se instaló un analizador de red modelo PM3255 de la firma Schneider. Con un microcontrolador conectado a través de su puerto de comunicaciones se registraron en una memoria SD los valores de la energía acumulada en las tres fases una vez por minuto, la hoja de características completa del equipo se puede descargar de la página web de fabricante (<https://www.se.com/es/es/product/download-pdf/METSEPM3255>). A los efectos de

este estudio, se tomaron los valores en intervalos de 15 minutos, tal como lo hace la distribuidora, de modo de poder comparar los registros con los valores facturados. En este tablero se mide el consumo total del establecimiento, en donde se han identificado dos casos bien diferenciados, por un lado, se encuentran los días con actividad escolar normal y por el otro los días sin actividad.

En el caso de los días laborales, se presentan tendencias de consumo similares, con un promedio de consumo alrededor de los 92,36 kWh a lo largo del mes de marzo, el cual presenta actividad escolar, con un máximo de consumo de 101,6 kWh y un mínimo registrado de 81,3 kWh. Para el mes de enero el consumo promedio es de 79,3 kWh, con un máximo de consumo de 83,9 kWh y un mínimo de 78,1 kWh, este primer dato es llamativo, ya que la escuela no se encontraba en calendario académico en el mes de enero, lo cual muestra un elevado consumo para la actividad asociada al mismo. En la siguiente figura podemos ver esta diferencia a lo largo de todos los días laborables de cada mes.

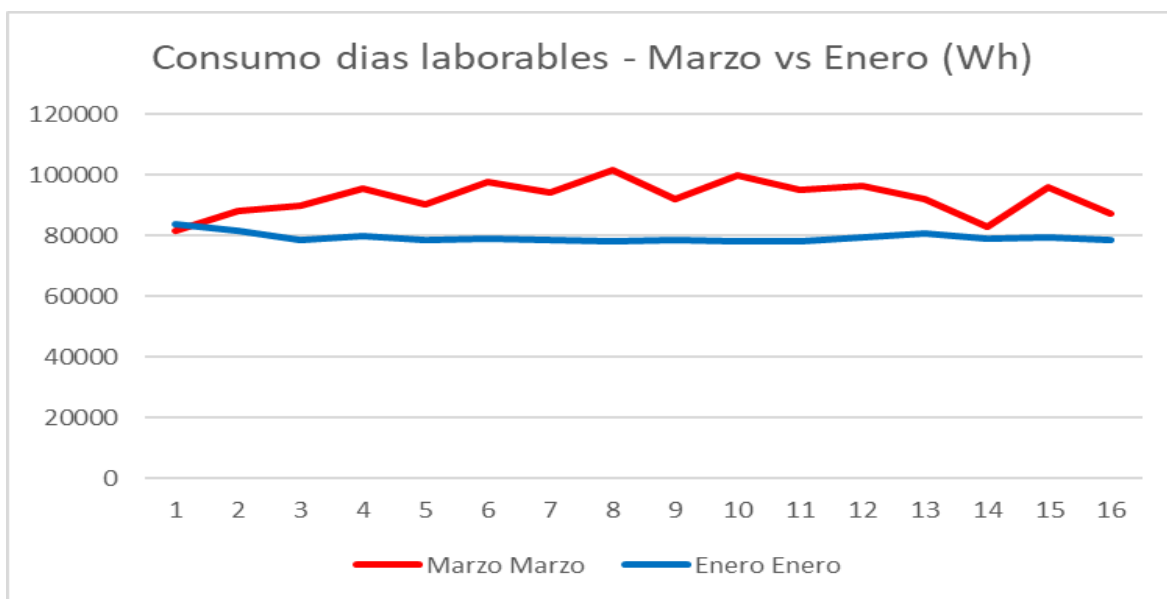


Figura 69: Consumo días laborales - CET N°21

Si se enfoca el análisis en el consumo hora a hora en un día laboral, se puede identificar el comportamiento de consumo habitual ligado con las actividades que se desarrollan en el edificio. Se aprecia que el primer incremento de consumo comienza a las 7:00 horas, coincidente con el horario de ingreso de los alumnos a la escuela, el máximo de potencia solicitada se encuentra a las 9:00 horas, a partir de ese horario va disminuyendo lentamente hasta las 14:00 horas cuando vuelve a aumentar y mantiene fluctuando de manera regular hasta las 20:00 horas que comienza el descenso.

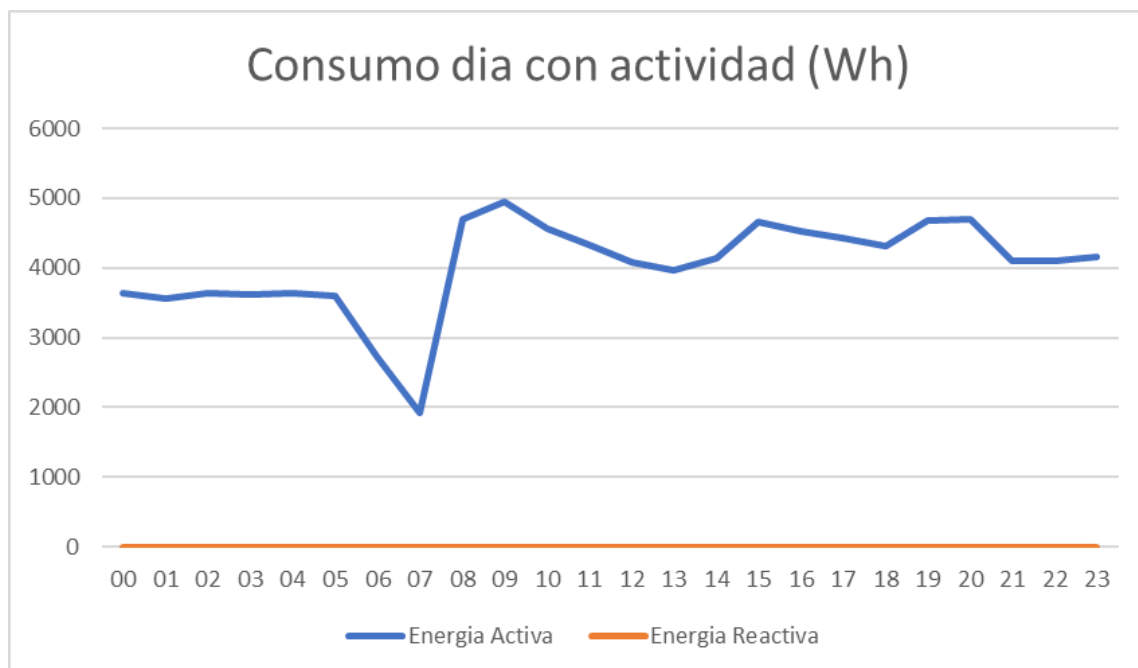


Figura 70: Consumo días con actividad - CET N°21

Tomando un día habitual de consumo en los días sin actividad, se puede analizar las variaciones de uso de la energía a lo largo del día, donde hay un consumo constante de 4 kWh por cada hora, representan un piso alto de consumo, ya que en un día promedio no laboral se consume alrededor de un 75% de lo que se consume en un día de actividad habitual del colegio.

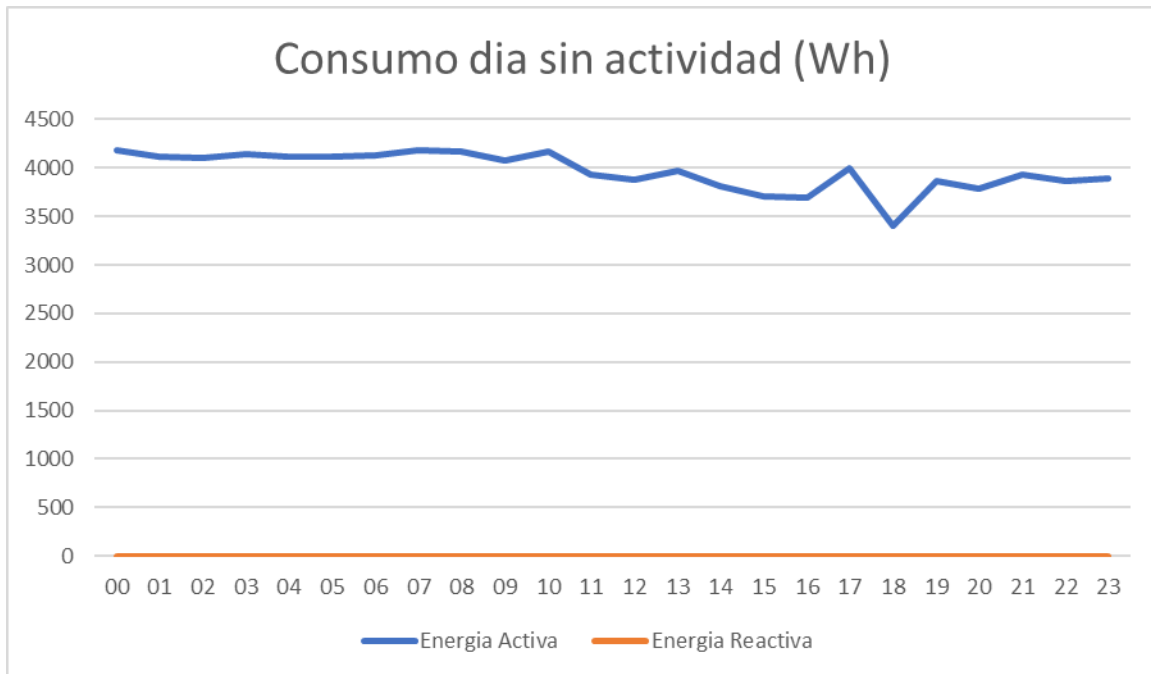


Figura 71: Consumo días sin actividad - CET N°21

En cuanto al uso de la energía reactiva, la empresa prestadora del servicio eléctrico establece un máximo de Tg fi de 0,62, siendo que si se sobrepasa este valor se aplican penalizaciones. Por otro lado, se establece de igual forma un valor mínimo de 0,426, que sirve como referencia para aplicar bonificaciones a los sistemas eléctricos que tengan baja carga de energía reactiva. A continuación, se presenta el gráfico de la Tg fi diaria con los límites de bonificación y penalización definidos por EdERSA.

### 3.2.1.2 Tablero Seccional talleres

Para conocer los consumos en los circuitos seccionales se instaló un analizador de red en el tablero de los talleres. El analizador es el modelo PM3255 de la firma Schneider y con un micro controlador conectado a través de su puerto de comunicaciones se registraron en una memoria SD los valores de la energía acumulada en las tres fases una vez por minuto, tal como en el caso anterior, la hoja de características completa del equipo se puede descargar de la página web de fabricante (<https://www.se.com/es/es/product/download-pdf/METSEPM3255>). A los efectos de este estudio, se tomaron los valores en intervalos de 15 minutos, tal como lo hace la distribuidora, de modo de poder comparar los registros con los valores facturados.

El consumo promedio para los días laborales es de 17,08 kWh en el mes de marzo, el cual presenta actividad escolar, mientras que para el mes de enero el consumo promedio es de 20,52 kWh, este primer dato es llamativo, ya que la

escuela no se encontraba en calendario académico en el mes de enero, lo cual muestra un elevado consumo para la actividad asociada al mismo. En la siguiente figura podemos ver esta diferencia a lo largo de todos los días laborables de cada mes.

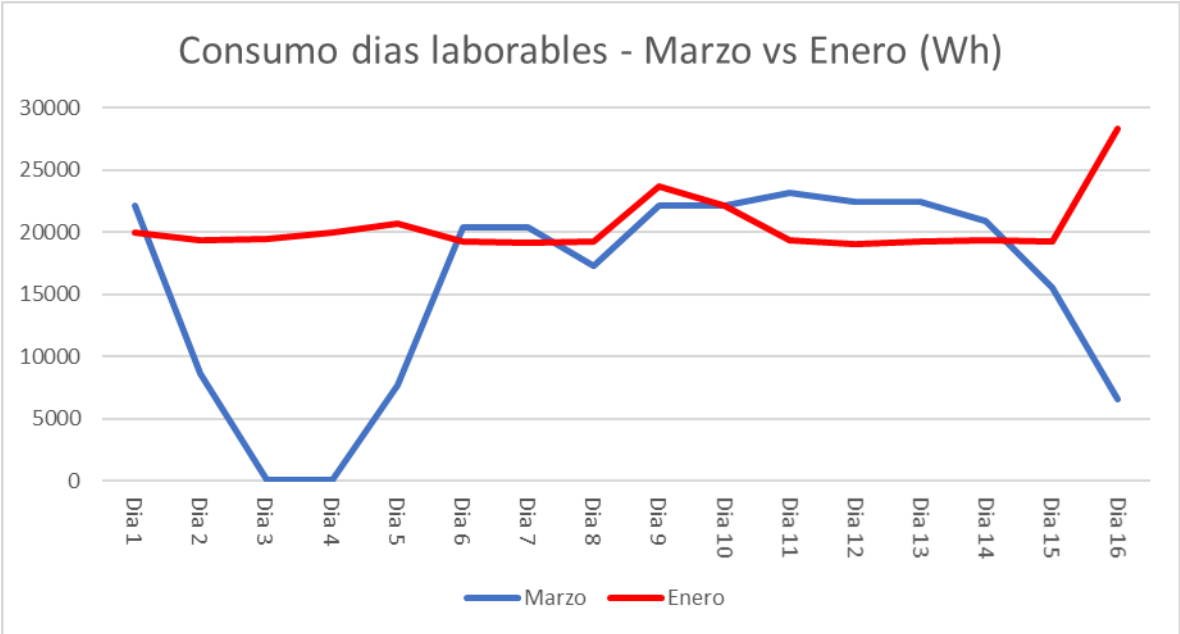


Figura 72: Consumos días laborables - CET N°21

El comportamiento en un día con actividad se ve marcado por el ascenso del consumo a partir de las 07:00 horas, esto condice con la apertura de la institución y el encendido de luces internas y equipamiento de los talleres, alcanzando valores cercanos a los 1,9 kWh para las 08:00 horas, este incremento fluctúa hasta las 16:00 horas donde comienza a incrementar nuevamente alcanzando los 2,3 kWh hasta las 21:00 horas y luego comienza el descenso de este. En promedio el consumo es de 1316 Wh.

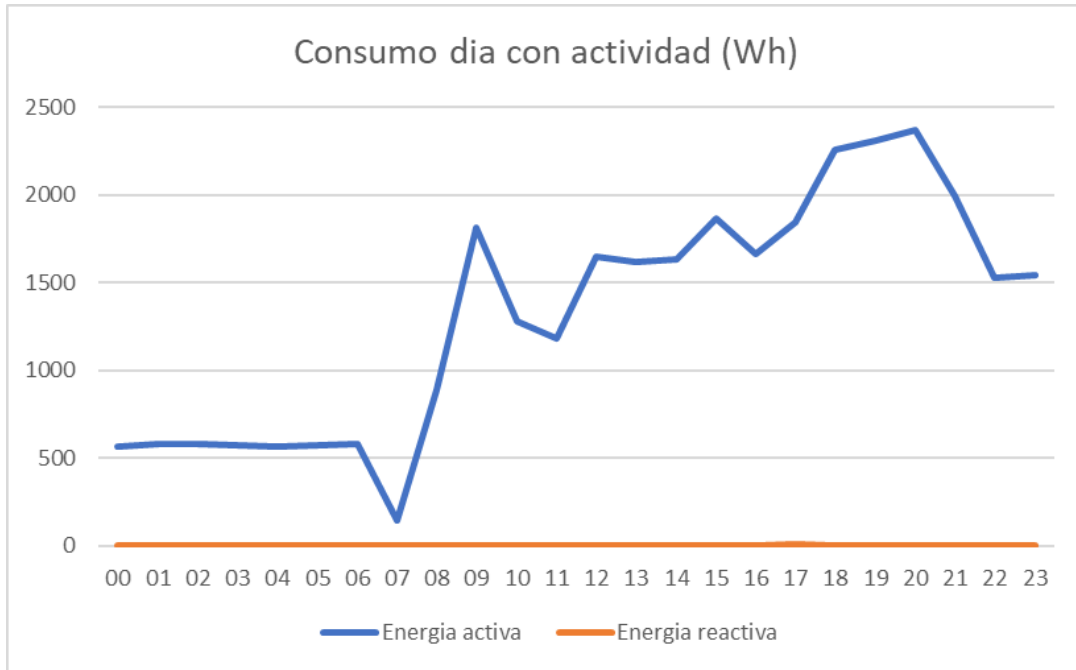


Figura 73: Consumo días sin actividad - CET N°21

Por otro lado, podemos observar cómo se comporta el consumo un día sin actividad laboral, precisamente un sábado con un promedio de 921 Wh, aproximadamente un 70% de consumo de un día laboral, este piso es muy elevado para un día sin actividad. El consumo se mantiene constante durante las 24 horas del día, el mismo comportamiento sucede al día siguiente (domingo), lo que presume que dejaron equipos encendidos.

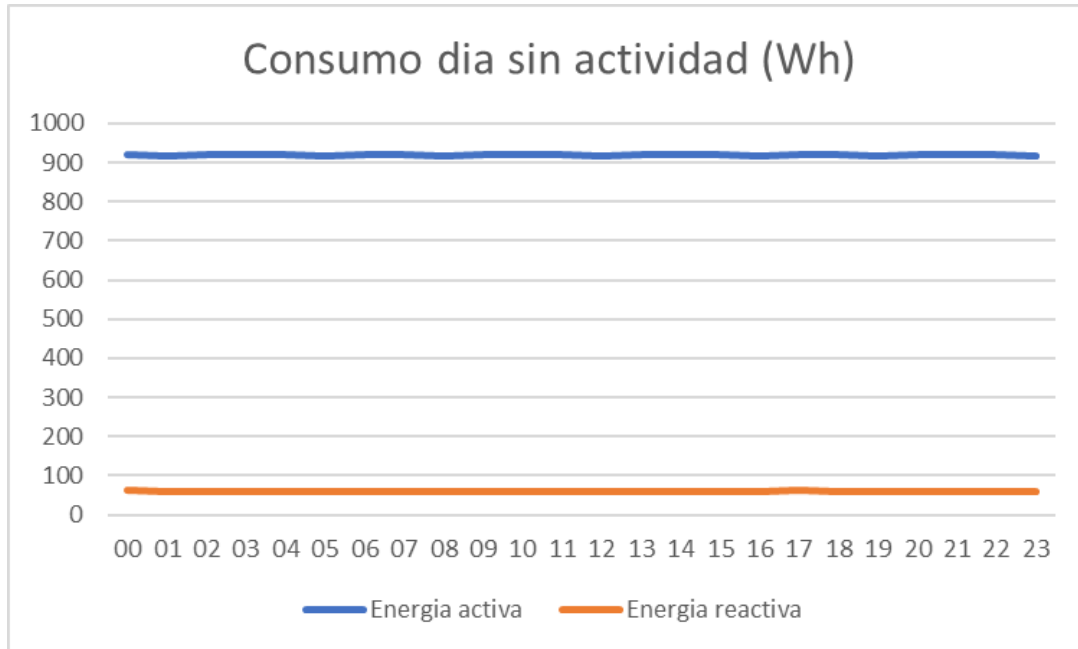


Figura 74: Consumo días sin actividad - CET N°21

En cuanto al uso de la energía reactiva, la empresa prestadora del servicio eléctrico establece un máximo de Tg fi de 0,62, siendo que si se sobrepasa este valor se aplican penalizaciones. Por otro lado, se establece de igual forma un valor mínimo de 0,426, que sirve como referencia para aplicar bonificaciones a los sistemas eléctricos que tengan baja carga de energía reactiva. A continuación, se presenta el gráfico de la Tg fi diaria con los límites de bonificación y penalización definidos por EdERSA.

De acuerdo con los valores registrados, la tangente de fi se encuentra en la zona por debajo del límite mínimo recomendado por la distribuidora, indicando una buena relación de consumo de potencias, queda en evidencia la naturaleza de consumo de los equipos en el establecimiento, con una baja demanda de la componente reactiva. Sin embargo, los días 4 y 5 de marzo presenta un aumento considerable de la tg de fi, la cual supera en 1 punto al límite máximo establecido por la distribuidora, particularmente estos dos días son fin de semana, por lo que habría que analizar que equipamiento quedo encendido para producir dicha distorsión.

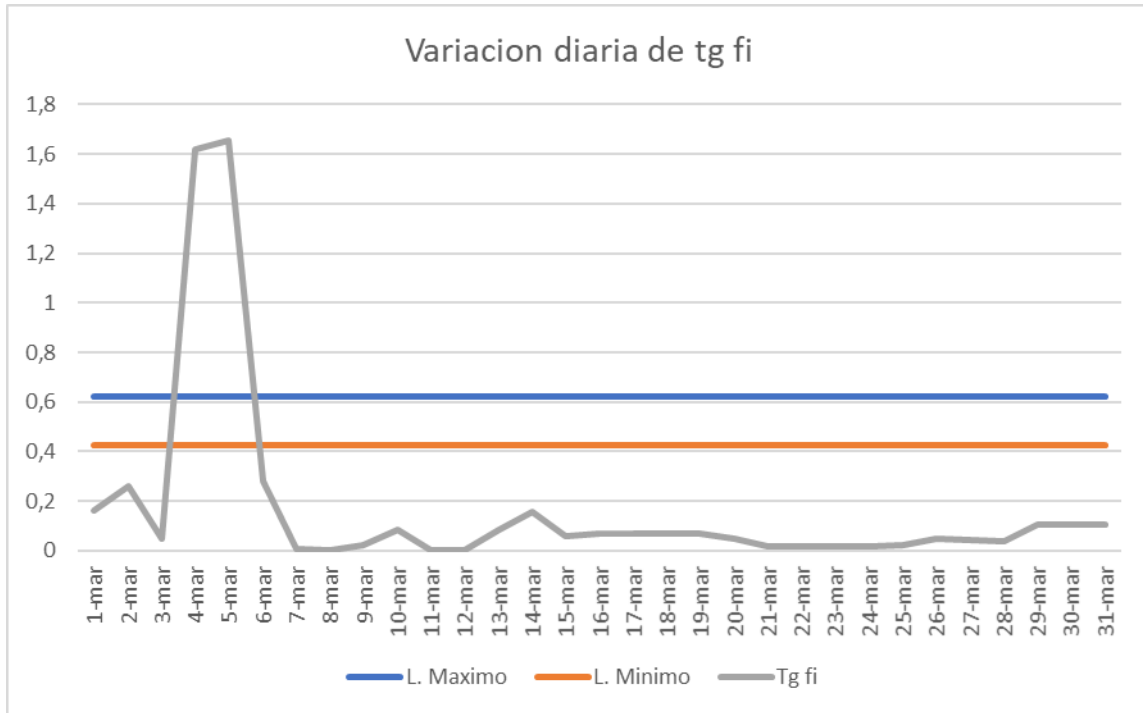


Figura 75: Variación diaria Tg Fi - CET N°21

### 3.2.1.3 Paneles solares

El colegio CET N°21 cuenta con paneles solares en el techo del edificio, los cuales fueron instalados por la secretaría de energía de nación en coordinación con la secretaría de energía de Rio Negro para cubrir parte de los consumos eléctricos de la escuela. En total se han instalado 12 paneles de 236,5 W de potencia dando un total 2838 W.



Figura 76: Paneles solares - CET N°21

Los paneles cuentan con inversores de corriente que permite transformar la corriente continua que genera el panel en corriente alterna para ser utilizada en las



instalaciones. En la actualidad, la energía generada por los paneles es consumida directamente por el colegio y complementada con la energía que abastece la red. Esta situación se está intentando modificar para poder adquirir un medidor bidireccional que permita inyectar a la red lo generado por los paneles y utilizar la energía necesaria de la red. Este proceso se está gestionando y hay esperanzas de que se pueda lograr en los próximos años.

El inversor está conectado a una computadora, ubicada en el pañol, la cual cuenta con un software que permite almacenar la información para luego realizar informes o revisiones sobre la energía asociada a los paneles solares. Al momento de solicitar dicha información para analizarla y evaluar cómo estaba funcionando el sistema de generación de energía renovable, nos comentan que la computadora se encontraba apagada por inconvenientes que habían surgido en el sistema eléctrico y que no se había vuelto a encender. Se intenta reestablecer la conexión de la computadora con los paneles solares para obtener la información y no se contaba con conectividad debido a fallas en el servidor general de la escuela que evitaba que tenga conectividad la computadora, evitando la comunicación con el sistema de generación. Se buscaron en el archivo de la computadora registros históricos que se hayan generado anteriormente, encontrando información de septiembre de 2019 como los registros más actualizados.

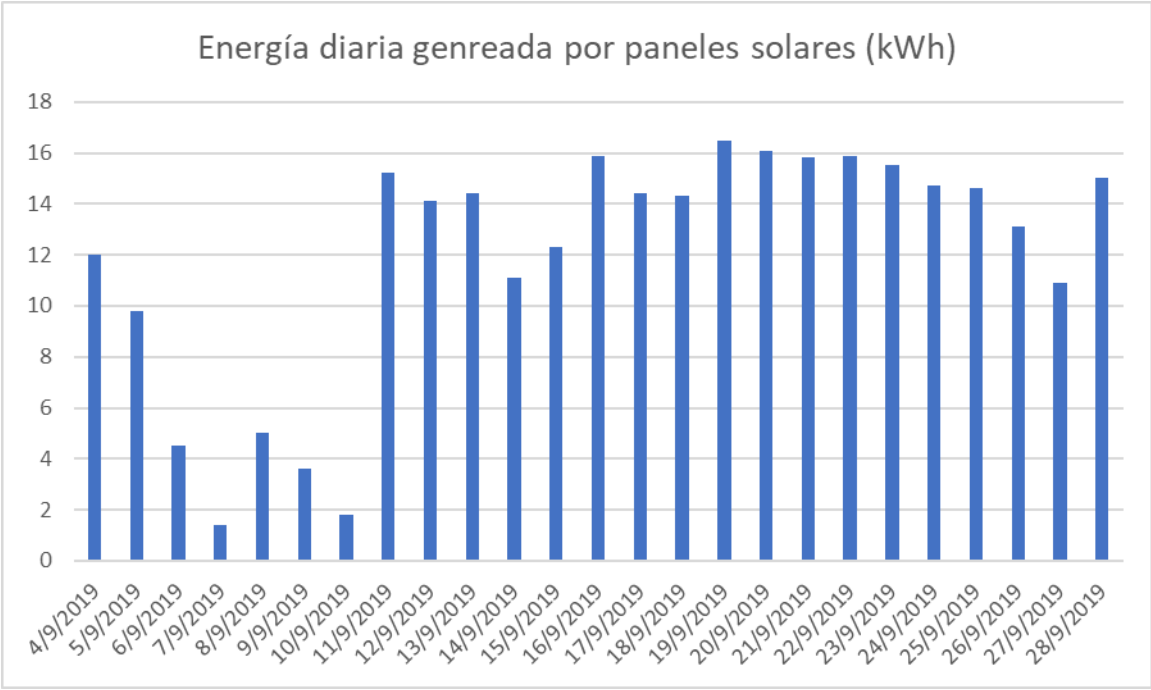


Figura 77: Energía diaria generada por paneles solares (kWh) - CET N°21

Los registros diarios del año 2019 muestran que se generan entre 12 kWh y 16 kWh por día, teniendo algunos días particulares de baja generación. Si comparamos esta energía diaria con la información generada por el registrador de consumo instalado en 2023 podemos decir que el 12% de la energía consumida por el colegio es proveniente de energía renovable. Este porcentaje varía según el mes y época del año, sin embargo, este valor es representativo de la situación del colegio. Por otra parte, podemos comparar esta generación con el consumo en el sector de los talleres, donde casi la totalidad de la demanda generada en los talleres está cubierta con la generación de energía renovable.

Es indispensable que se acondicionen las instalaciones para lograr generar los registros actuales de generación de energía fotovoltaica para poder hacer un seguimiento adecuado del consumo de la energía.

### 3.2.2 Iluminación

Dado que la iluminación interior de los colegios representa un consumo significativo de energía eléctrica y que una de las alternativas de mejora planteadas es el recambio de luminarias, se realizó una medición de los niveles de iluminación en los ambientes más representativos. Dicha medición no siguió estrictamente las directrices del protocolo 84/12 de la SRT por no tener validez legal, sin embargo, se consideraron varios aspectos que permiten utilizar estos valores como referencia para el análisis.

Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: Testo 545 - S/N: 03219641 (<https://static-int.testo.com/media/7c/c5/a75432e9a547/testo-545-Manual-de-instrucciones.pdf>). La hoja de características proporcionada por el fabricante se incluye también en el CD-ROM adjunto.

Las mediciones se realizaron en el horario diurno, se cerraron cortinas para no tener incidencia de la luz solar sobre las mismas, y a 0,80 m de altura al suelo; de acuerdo con las dimensiones del ambiente se definió un número de mediciones que permita alcanzar un valor representativo del lugar y determinar la situación actúan en base a los requerimientos de la legislación vigente. El Anexo IV del Decreto 351/79 en su Tabla 1 define la intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual basada en la Norma IRAM-AADL J 20-06. Para el caso de las escuelas, las aulas y oficinas administrativas se llevan a cabo tareas moderadamente críticas y prolongadas con detalles medianos como pueden ser la lectura y escritura mientras que, en los casos particulares como los talleres están descritas en la tabla 2 del mismo anexo en donde detalla la iluminación general de

cada ambiente y la necesaria para cada actividad específica, sin embargo, esta última no está dentro del objetivo de este análisis.

El mismo decreto por su parte requiere que se mantenga la uniformidad en el nivel de iluminación obtenido en el ambiente de trabajo, para ello se exige que el menor valor detectado ( $E_{\text{mínima}}$ ) en la medición de iluminación sea superior a la mitad del valor promedio.

Sector	Ubicación	Uniformidad (lux) $E_{\text{mín}} > E_{\text{med}}/2$		Medición (lux) $E_{\text{med}}$	Valor legal (lux)	Cumple
		$E_{\text{mín}}$	Cumple			
Taller	Electrónica	136	SÍ	183,375	750	NO
Espacios de Uso Común	Pasillo Talleres	103	NO	302,75	200	SÍ
Taller	Eólica	1384	SÍ	2108,75	750	SÍ
Taller	Soldadura/Herrería	240	SÍ	371,25	750	NO
Taller	Carpintería	130	SÍ	249,375	750	NO
Taller	Electrotecnia	1110	SÍ	1870,25	750	SÍ
Taller	Oficina técnica	198	SÍ	249	750	NO
Administración	Sala de preceptores N° 2	57	NO	137,5	500	NO
Espacios de Uso Común	Pasillo aulas	149	NO	298	200	SÍ
Aulas	Aula N° 9	74	SÍ	145,25	500	NO
Aulas	Aula N° 4	27	NO	102,25	500	NO

Figura 78: Mediciones de iluminación - CET N°21

Las referencias de iluminación establecen valores de luminosidad específicos para cada ambiente, los espacios comunes deben llegar a 200 lux como mínimo, las aulas 500 lux y los talleres 750 lux.

De acuerdo con las mediciones realizadas en los diferentes ambientes, la mayoría cumple con los niveles de uniformidad teniendo niveles relativamente estables en toda la superficie. En términos de iluminación, de los 11 ambientes muestreados, 4 han registrado valores dentro del rango establecido como referencia, mientras que 7 no alcanzaron el mínimo recomendado por la legislación actual, esto marca un punto a evaluar a la hora del recambio de luminaria.

La mayoría de los espacios comunes compuestos por pasillos, baños y hall de entrada cuentan con la iluminación adecuada, cumpliendo las condiciones establecidas por la legislación, sin embargo, la relevancia de estos sectores es baja debido a que son lugares de tránsito.

Como condición general se puede decir que los lugares donde se llevan a cabo las actividades lectivas propias del colegio como las aulas y talleres suelen tener niveles de iluminación bajos.

En el caso de los talleres se realizaron mediciones generales sin analizar los puestos de trabajos específicos, por lo que el parámetro utilizado de referencia consiste en la iluminación general para talleres de montaje, los cuales contemplan los distintos trabajos que se realizan en los lugares relevados. Los resultados obtenidos nos indican que los talleres de Electrónica, Soldadura/Herrería y Carpintería, se encuentran con una deficiente iluminación general mientras que en los otros dos talleres (Eólica y Electrotecnia) las mediciones muestran valores muy por encima de la referencia, cumpliendo con el requisito de iluminación. Por otro lado, se destaca el hecho de que en los talleres con bajos valores de iluminación todas las luminarias estaban en funcionamiento.

En el caso de los puestos de trabajo específicos de los talleres, si bien no se realizaron mediciones y cada trabajo requiere una iluminación mínima específica, prácticamente ningún puesto contaba con iluminación focalizada por lo que se encuentran bajo las condiciones generales de iluminación. Es por esto por lo que se recomienda realizar un relevamiento de los distintos puestos para evaluar la necesidad de incorporar iluminación focalizada donde corresponda.

En las oficinas administrativas y las aulas los valores no alcanzaron el mínimo establecido por ley, como así tampoco la uniformidad, estos lugares son sitios donde las personas pasan mucho tiempo haciendo actividades de lectura y escritura, lo que puede ocasionar dificultades en la visión, principalmente al final del día después de estar realizando un esfuerzo visual. Esta condición genera un malestar generalizado que puede conllevar a dolores de cabeza, dolor retro ocular y un aumento en la sensación de cansancio que impacta en el confort del lugar de trabajo.

En cuanto al aprovechamiento de la iluminación natural, se ha relevado que, generalmente, durante las actividades escolares siempre se utiliza el aporte de la iluminación artificial. De todos modos, aún en las aulas, donde poseen grandes superficies vidriadas, se comprobó la necesidad de utilizar el complemento de luz artificial durante el día. Si bien los valores promedio de iluminación medidos en las aulas con luz natural serían satisfactorios, esto se debe a que los valores cercanos a las ventanas son muy altos, elevando el promedio. El problema se presenta en los puestos de los alumnos que se encuentran más alejados de las ventanas. Se han tomado mediciones en diversas aulas y, en esos puestos, el nivel de iluminación se

encontraba en torno a 79 lux, valor claramente insuficiente en virtud de lo expuesto previamente. En los talleres esta situación es peor ya que la superficie de ventanas existentes es inferior a la de las aulas de teoría.

### 3.2.3 Termografías

Para complementar el informe se capturan imágenes con cámara termográfica TESTO 872 con la finalidad de detectar situaciones inseguras de la instalación eléctrica, que permita visualizar los lugares donde existen sobrecalentamientos y evitar así la aparición de alguna contingencia. La hoja de características se incluye en el CD-ROM adjunto o puede ser consultada en la web del fabricante con el siguiente enlace: <https://static-int.testo.com/media/39/f4/330e7135ef49/testo-872-Manual-de-instrucciones.pdf>

El mantenimiento preventivo de los tableros eléctricos a través de la cámara termográfica pretende buscar puntos calientes que puedan evidenciar alguna anomalía en los sistemas eléctricos. Entre los desvíos más frecuentes se encuentran los incrementos de resistividad por malos contactos, sobrecarga en componentes eléctricos y conductores, perturbaciones debido a componentes armónicos en el sistema eléctrico y desequilibrio de fases.

Durante el proceso de relevamiento en la escuela se detectó que hubo un principio de incendio en una línea de conductores que se encuentran en la parte exterior de la escuela, a raíz de esto se tomaron imágenes termográficas de los tableros eléctricos para evaluar esta situación.



Figura 79: Principio de incendio - CET N°21

El principio de incendio se ocasiona en una caja derivadora donde los cables se encontraban empalmados pudiendo generar un sobrecalentamiento por el tipo de empalme. Si bien la causa raíz es un mal dimensionamiento de las instalaciones, el punto de empalme es un sitio vulnerable ya que ocasiona un sobrecalentamiento en la línea y suele ser un punto habitual de accidentes. Las imágenes termográficas tomadas se realizaron sobre el tablero general y un tablero seccional para evaluar su estado al momento de la captura.

Tablero general:

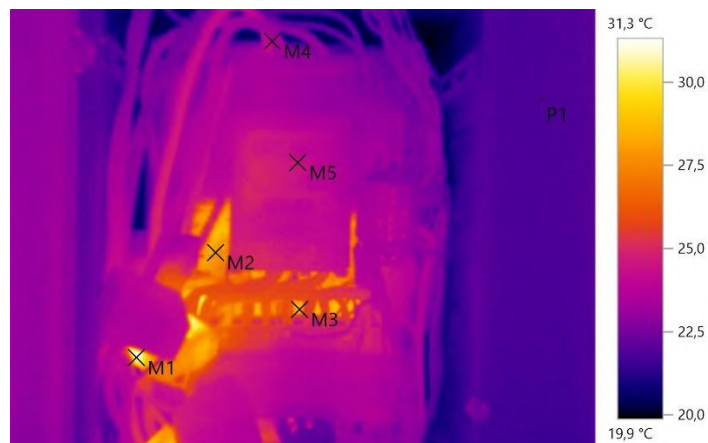


Figura 80: Termografía tablero general - CET N°21

Como se puede observar las temperaturas que arrojaron las mediciones con la cámara termográfica indican que no existen sobrecalentamientos en los conductores o equipos del tablero principal de la escuela por lo cual es presumible creer que el principio de incendio se dio por un desperfecto puntual en la caja exterior, la máxima temperatura que alcanzan los elementos del tablero es de 30.8°C.

Tablero Seccional Talleres:

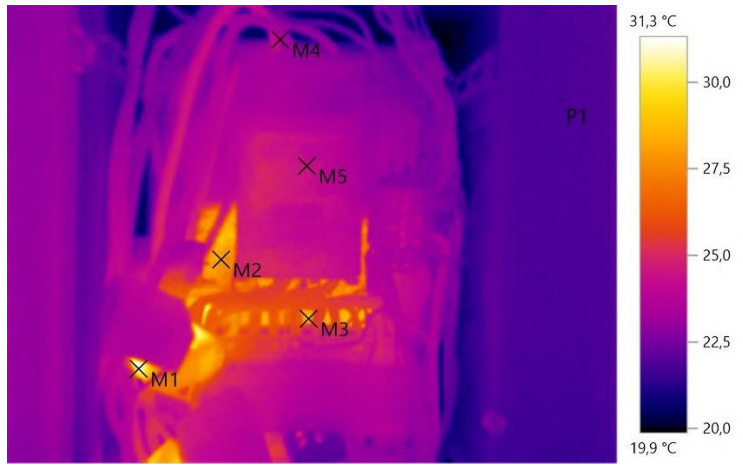


Figura 81: Termografía tablero seccional - CET N°21

Como se puede observar en el tablero seccional de los talleres, las temperaturas que arrojaron las mediciones con la cámara termográfica tampoco son elevadas, con una máxima de 27.3°C, esto indica que no existen sobrecalentamientos en los conductores o equipos del tablero.

### **3.3. Gas natural**

En cuanto al equipamiento alimentado por gas natural, se han relevado 20 calefactores de tiro balanceado destinados a la climatización de distintos sectores, una cocina industrial con horno instalada en la cocina, un anafe en la cocina secundaria, dos termotanques y una caldera que alimenta la calefacción central de la escuela, la misma cuenta con 70 rejillas distribuidas por el sector de talleres y espacios comunes.

Tabla 26: Equipamiento a gas natural - CET N°21

Sector	Ubicación	Categoría	Equipo	Pot. Kcal/h	Cant.
--------	-----------	-----------	--------	-------------	-------

Espacios de Uso Común	cocina	ACS	Termotanque	4600	1
Espacios de Uso Común	cocina	Cocción	Cocina con horno	8400	1
Administración	preceptoría	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Administración	Secretaria	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Administración	preceptoría 2	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Administración	sala de profesores	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Aulas	aula 9	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Aulas	aula 8	Calefacción	Calefactor TB	4000	2
Aulas	aula 6	Calefacción	Calefactor TB	4000	2
Aulas	aula 7	Calefacción	Calefactor TB	4000	2
Aulas	aula 5	Calefacción	Calefactor TB	4000	2
Aulas	aula 4	Calefacción	Calefactor TB	4000	2
Aulas	aula 3	Calefacción	Calefactor TB	4000	2
Aulas	aula 2	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Aulas	aula 2	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Aulas	aula 1	Calefacción	Calefactor TB	4000	1
Aulas	aula 1	Calefacción	Calefactor TB	6000	1
Aulas	6° 1	Calefacción	Calefactor TB	5000	1
Aulas	6° 1	Calefacción	Calefactor TB	3000	1
Aulas	6° 2	Calefacción	Calefactor TB	5000	1
Aulas	6° 2	Calefacción	Calefactor TB	3000	1
Espacios de Uso Común	pasillo aulas	Calefacción	Calefactor TB	5000	1
Espacios de Uso Común	cocina 2	ACS	Termotanque	6000	1
Espacios de Uso Común	cocina 2	Cocción	Hornalla	1400	2
Taller	cocina 2	Calefacción	Caldera	33276	2

Para calcular el uso diario estimado se considera un día de invierno, con uso promedio de la calefacción. En estas condiciones se obtiene que, en estos meses, alrededor del 98% del consumo de gas natural está asociado a la calefacción, siendo el porcentaje restante destinado a equipos de cocción y termotanques.

Para el análisis de la potencia instalada se consideraron las categorías: “Calefacción” que corresponden todos los artefactos destinados a calefaccionar los ambientes, la categoría “ACS” que hace referencia a los equipos de agua caliente y “Cocción” la cual se refiere a todo el equipamiento que se utilice para cocinar. A su vez se definieron los sectores “Taller”, “Administración”, “Espacios de uso común” y



“Aulas” de acuerdo con el tipo de actividad que se desarrolla con la finalidad de distinguir

Como se puede observar en el relevamiento, la calefacción del edificio tiene una potencia instalada que ocupa casi la totalidad del total, con un 89%, mientras que el restante 11 % se divide en las siguientes proporciones; el 5% corresponde a ACS y el 6% a la cocción.

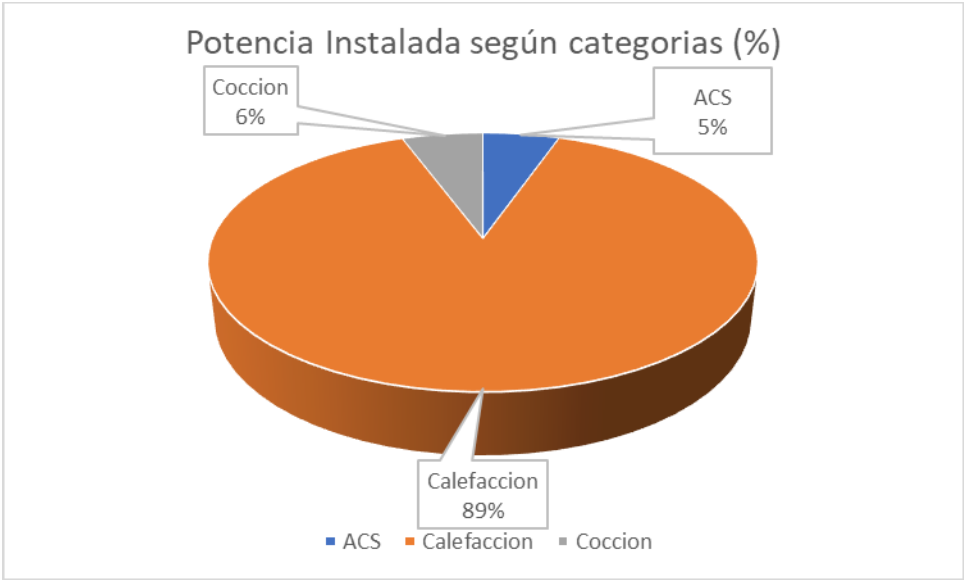


Figura 82: Potencia instalada de gas natural por categoría - CET N°21

Para comprender mejor la distribución de la climatización se pretende establecer los sectores en los que está presente, por lo que se muestra la distribución de potencia instalada por sector.

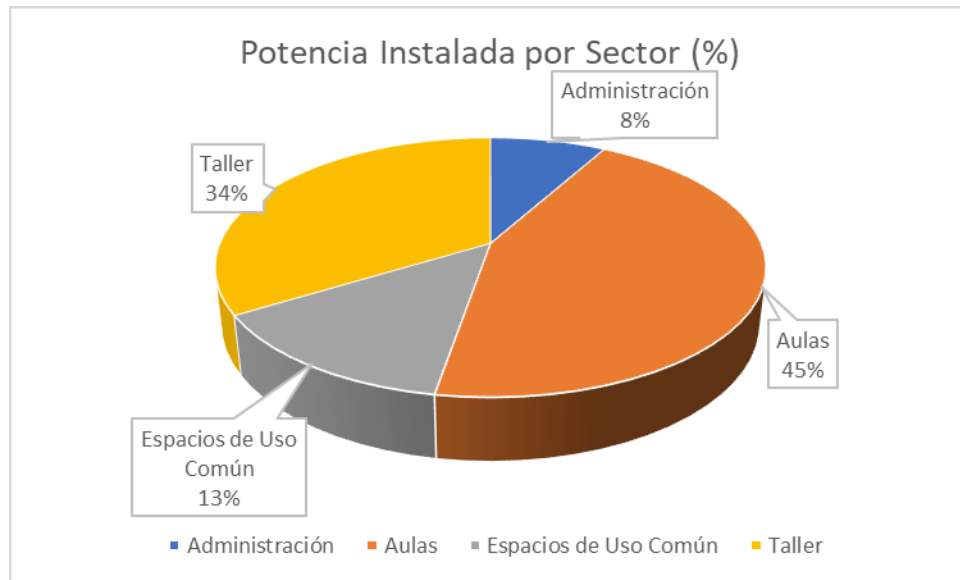


Figura 83: Potencia instalada de gas natural por sector - CET N°21

Como podemos ver las aulas se llevan el 45% de la potencia instalada, esto se debe a la suma de los 26 calefactores que se encuentran distribuidos solo en las 11 aulas teóricas y las 4 oficinas administrativas, lo que arroja casi dos equipos de climatización por ambiente, en segundo con el 34% nos encontramos con los talleres influenciados por la calefacción central que se encuentra distribuida en estos con un total de 25 rejillas de ventilación, en tercer lugar se encuentran los espacios comunes con el 13%, en este caso además de 45 rejillas de ventilación de la calefacción central, también se encuentran los termotanques, cocina, hornallas y un calefactor de tiro balanceado. Por último, están las oficinas administrativas con el 8%, en estas se encuentra un calefactor de tiro balanceado en cada uno de los ambientes (4 en total).

### 3.3.1 Registros de temperatura

Se tomaron registros de la temperatura en los en distintos ambientes a analizar en las escuelas. El equipo utilizado es un logger que registra temperatura marca TESTO modelo 174T, cuya hoja de características se incluye en el CD-ROM adjunto o puede consultarse en el enlace: <https://static-int.testo.com/media/9b/2e/035e5362c96a/testo-174-Short-manual.pdf>

Con estos registros se intenta obtener una idea acerca de cómo son las características de uso de la climatización en las mismas, fundamentalmente en lo referido a cuáles son las temperaturas de confort que se logran y cuál es el comportamiento fuera del horario laboral.

Como criterio para la disposición de los loggers, se dispusieron en oficinas o ambientes en los cuales se tuviera seguridad sobre los equipos y que personas ajenas al proyecto no tuvieran fácil acceso, dejando de esta manera locaciones reducidas para su instalación, ya que los establecimientos son de carácter público y carecen de control sobre la circulación de personal.

El periodo analizado comprende desde el 20 de abril al 1 de mayo del año 2023. A continuación, veremos los ambientes analizados;

Oficina técnica taller:

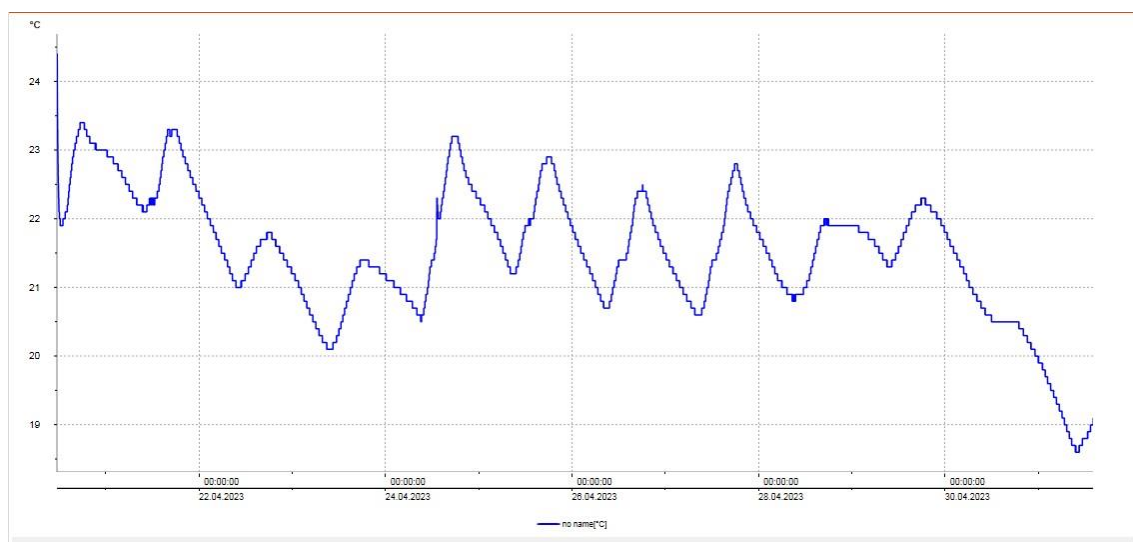


Figura 84: Registro de temperatura en oficina técnica taller - CET N°21

El rango de temperatura durante este periodo va desde los 18,6°C hasta los 25,7°C, con un promedio de 21,5°C. Se puede observar que cada inicio de jornada de actividad (alrededor de las 8:00 am) coincide con el aumento de temperatura, la cual se mantiene en constante crecimiento hasta las 18 horas, a partir de ese momento, la temperatura comienza a descender hasta el inicio de jornada del siguiente día. Estas fluctuaciones de temperatura entre los días registrados tienden a comportarse de similar manera.

Ahora bien, en principio, este comportamiento pareciera ser normal y lógico, pero estas variaciones de temperatura no son grandes, variando entre 20°C y 25°C. Esto evidencia que el cambio de temperatura se debe más a las temperaturas externas que a una correcta gestión de la calefacción ya que da la sensación de que la calefacción quedó seteada de la misma manera durante el día.

Los registros más bajos obtenidos corresponden al fin de semana del 30 de abril y el lunes 1 de mayo (feriado) con 18,6°C. Durante este lapso de días la variación entre día y noche es similar a la mencionada anteriormente, aunque con temperaturas más bajas entre 18,6°C y 22°C. Esto pone en evidencia que durante este fin de semana hubo un pequeño ajuste de la calefacción central para que no permanezca encendida a máxima potencia. El otro fin de semana registrado se comporta de manera similar, con rangos entre 20°C y 22°C.

Pañol:

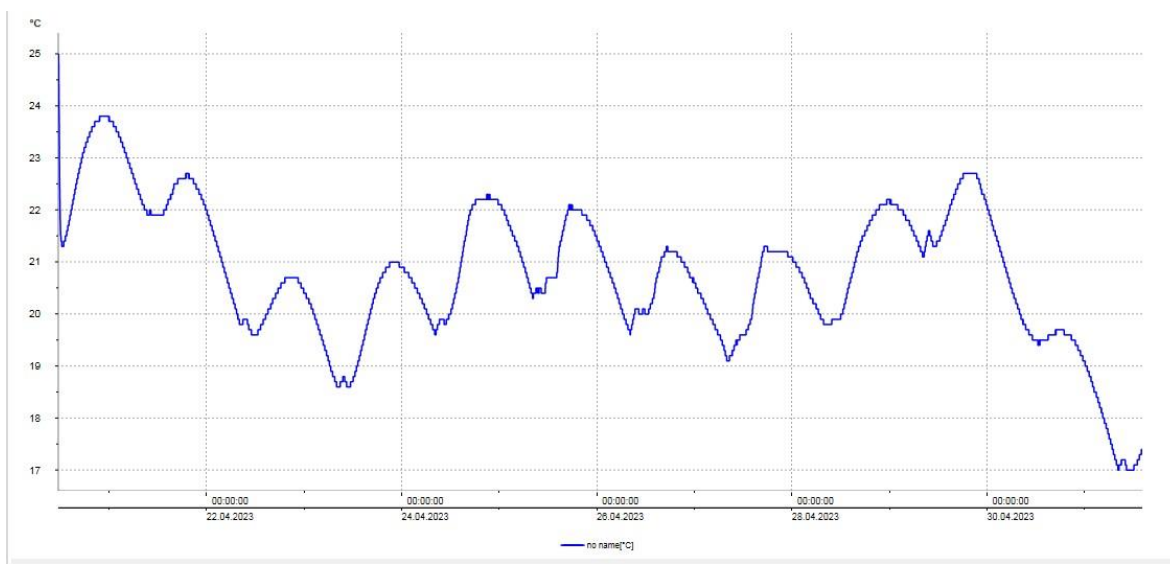


Figura 85: Registro de temperatura Pañol - CET N°21

El rango de temperatura durante este periodo va desde los 17°C hasta los 25°C, con un promedio de 20,7°C. De la misma manera que en el ambiente anterior se observa que el aumento de temperatura está asociado a la actividad del establecimiento, ya que este ambiente también es calefaccionado por el equipo de calefacción central. En los días con actividad las temperaturas van de los 19°C a los 22,5°C, excepto el día 20 y 21 de abril, los cuales alcanza los 25°C y 24°C respectivamente. Los días sin actividad la temperatura oscila entre los 18,6°C y los 21°C, mientras que el fin de semana del 30 de abril y lunes 1 de mayo (feriado) la menor temperatura fue de 17°C y la máxima de 19,7°C, esto marca un correcto seteo los días sin actividad.

Preceptoría 1:

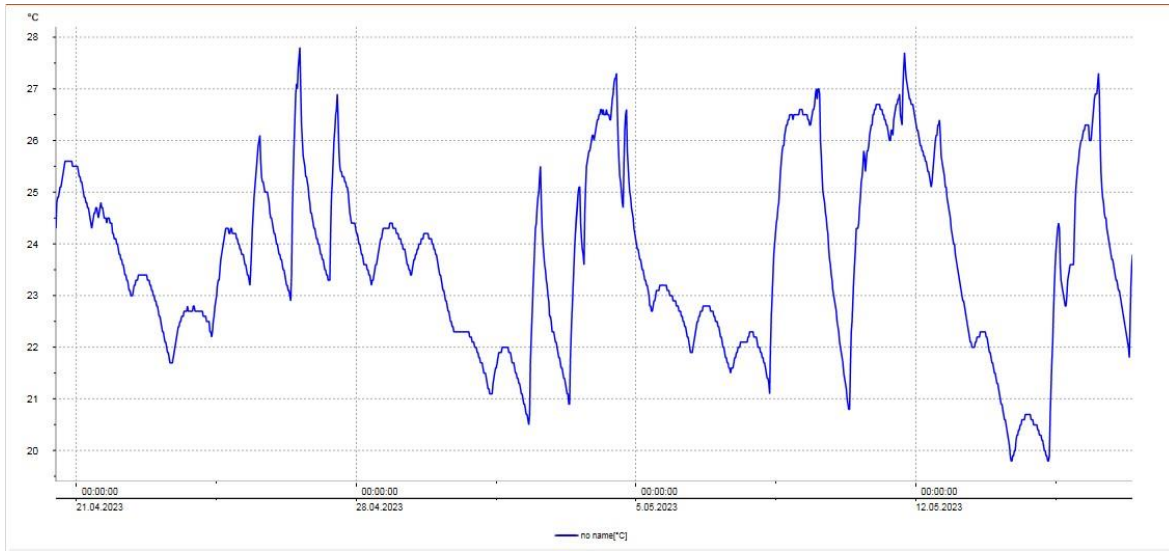


Figura 86: Registro de temperatura preceptoría 1 - CET N°21

Los registros obtenidos en este ambiente son del 20/4/23 al 17/5/23, se observa un rango de temperatura que oscila con un mínimo de 19,8°C y un máximo de 27,8°C y un promedio de 23,7°C. Las fluctuaciones son más irregulares debido a que este ambiente se climatiza con un calefactor de tiro balanceado, por lo que su seteo es manual de acuerdo con las necesidades del usuario. En esta oficina los picos de temperatura se dan en diferentes horarios por lo anteriormente mencionado, en algunas ocasiones sucede a las 12:00 horas, otras veces a las 14:00 y en algunas ocasiones a las 18:00 horas, siempre dentro de la franja de actividad escolar. Las temperaturas más bajas se observan el día 14 y 15 de mayo a las 8:00 horas con 19,8°C en ambos días, particularmente el 14 fue domingo por lo que guarda relación que ese día se encuentre la temperatura más baja, sin embargo, es una temperatura elevada para ser un día sin actividad.

La temperatura más alta se presenta el día 26 de abril con 27,8°C a las 14:05 horas, si bien es un día con actividad laboral, la Temperatura es muy elevada, lo que evidencia una deficiente administración de los calefactores.

Preceptoría 2:

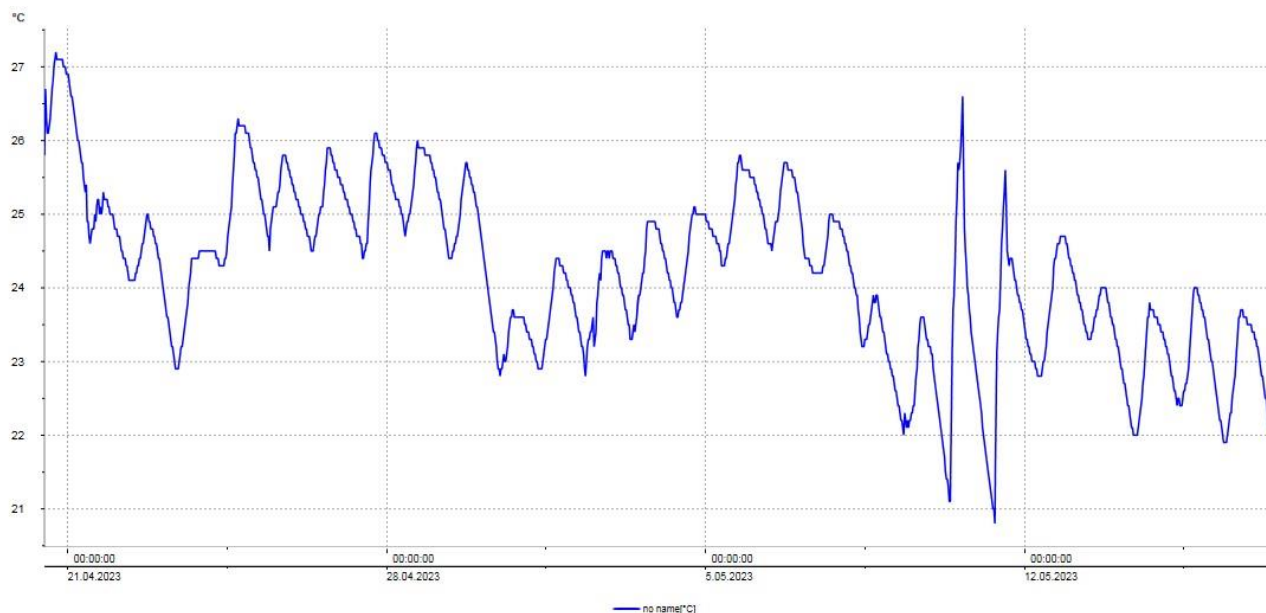


Figura 87: Registro de temperatura preceptoría 2 - CET N°21

Los registros obtenidos en este ambiente son del 20/4/23 al 17/5/23, se observa un rango de temperatura que oscila con un mínimo de 20,8°C y un máximo de 27,2°C y un promedio de 24,2°C.

Para analizar los registros podemos dividir en semanas; en la primera, que corresponde del 24/4 al 30/4 se observa que la fluctuación es uniforme aumentando a las 8:00 horas hasta las 18:00 horas y comenzando el descenso hasta el día siguiente, la máxima alcanzada es de 26,3°C y la mínima es de 24,4°C en los días de semana, mientras que el fin de semana la mínima es de 22,8°C y la máxima de 25,7°C, esto evidencia que dejaron el equipo de calefacción encendido al máximo, ya que el fin de semana se comporta igual que un día de semana.

La segunda semana del 1/5 al 7/5 la mínima es de 22,8°C el día 2/5 (martes) mientras que la máxima fue de 25,8°C el 6/5 (viernes), pero al día siguiente que no hay actividad la máxima temperatura fue de 25,7°C, evidenciando que el equipo quedo encendido durante el fin de semana.

Por último, la semana del 8/5 al 14/5 se observan los miércoles y jueves donde la temperatura llego a su máximo y mínimo en esta semana, alcanzando los 26,6°C y 20,8°C respectivamente, los demás días se comporta de manera uniforme, aumentando y disminuyendo según la franja de actividad escolar. El fin de semana las temperaturas llegan a los 24,7°C, lo que pone en evidencia que los equipos quedaron encendidos. Queda claramente identificado que en los dos ambientes

donde los equipos deben ser seteados a diario manualmente la administración de la climatización no es la adecuada.

### **3.4. Oportunidades de mejora**

Como primera medida se destacan las oportunidades relacionadas a los hábitos y costumbres de uso, los cuales tienen un importante impacto en la demanda total de energía.

Analizando el comportamiento habitual del edificio, se pudo observar una inadecuada gestión de la calefacción, ya que, la mitad de la escuela cuenta con calefactores independientes para cada ambiente, por lo que la tarea de ajuste de la climatización es particular para cada espacio. En los casos donde se pudo dejar logger de temperatura se observó que los comportamientos son irregulares, no discriminan días laborables y días sin actividad, las variaciones muestran importantes fluctuaciones alcanzando valores muy por encima de la temperatura de confort recomendada, además, se ha observado que los calefactores quedan encendidos después de haber terminado la jornada laboral. Este comportamiento se ha registrado varias veces dependiendo del día en toda la escuela. Es por esto que es importante lograr definir personas responsables de la climatización de la escuela para evitar este tipo de situaciones. Los encargados de realizar esta tarea deberán conocer el funcionamiento de los equipos y tener lineamientos específicos para cada época del año con la finalidad de lograr un funcionamiento eficiente. Si se lograra esta estabilidad, se podría bajar la temperatura mínima, que según lo registrado es elevada, lo que da la pauta de que algunos calefactores se mantienen encendidos todo el tiempo.

En cuanto a mantener un ambiente climatizado, uno de los factores a controlar es qué tan bien están aislados los cerramientos de las aberturas, ya que por estos es por dónde mayor cantidad de calor se pierde en los establecimientos. En el caso de la escuela, esta cuenta con grandes ventanales tanto en el hall principal, como en la mayoría de las aulas, talleres y pasillos, convirtiendo imperioso el correcto mantenimiento de los cerramientos y la elección de materiales pasivos que disminuyan la transmitancia de los recintos, como cortinas de materiales específicos, persianas y demás.

El impacto fundamental de una correcta gestión de la calefacción se verá en el confort en el uso de las instalaciones, logrando mantener temperaturas agradables en los distintos sectores. En cuanto al importe abonado por el consumo de gas natural, en principio no será significativo debido su bajo costo relativo. A pesar de esto, el uso inadecuado de la energía debería ser suficiente razón para accionar sobre los hábitos y costumbres.

El uso y costumbres de la utilización de las luminarias y equipamientos eléctricos es un aspecto muy importante a la hora de lograr un uso eficiente de la energía. En

los registros de consumo se han visualizado comportamientos inadecuados como pueden ser las diferencias de consumo en los días sin actividad, los cuales representan un 75% del consumo en un día con actividad, lo que evidencia la falta de un procedimiento o directivas claras sobre los equipos y artefactos que quedan encendidos durante el cierre del establecimiento.

Los días con actividad se generan los máximos consumos a media mañana, entre las 09:00 hs y las 10:30 hs debido a que es el momento de mayor actividad, por lo que se puede realizar el aprovechamiento de la luz natural en los espacios comunes y apagar las luces de los pasillos con la intención de generar una reducción de consumo en los momentos que mayor demanda se genera.

En lo que respecta al uso de iluminación, se ha podido ver considerables pisos de consumo en los días sin actividad debido a las luces que se dejan encendidas por cuestiones de seguridad u omisión. Una medida para gestionar un mejor uso de la iluminación es establecer un criterio para las luces que queden encendidas, evitando aquellas que no sean de tecnología LED, y automatización de estas en los lugares que sea conveniente, ya sea con sensores de movimiento, o con las resistencias dependientes de la luz para los ciclos día/noche.

Como complementario a estas medidas, los administradores energéticos del establecimiento deberán realizar un seguimiento de las implementaciones, comunicar las acciones llevadas a cabo y transmitir la preocupación de la institución hacia el personal para que participen en la correcta gestión de la energía.

### 3.4.1 Iluminación

Como oportunidad de mejora relacionada con las luminarias, se observa la posibilidad de colocar fotocélulas y sensores de movimiento, ya que se encontraron muchas luminarias exteriores encendidas durante el día, se presenta un cuadro para valorar el impacto que generaría cada uno de los tipos en las luminarias y los tiempos de repago que tendrían cada una de estas acciones. Cabe aclarar que este proceso de recambio se puede realizar escalonadamente, definiendo los sitios prioritarios primero para luego continuar con el resto de los artefactos.

*Tabla 27: Impacto en la incorporación de fotocélulas y sensores de movimiento en luminarias exteriores*

Tipo de luminaria	Potencia de luminaria (W)	Cantidad de luminarias	Potencia de luminaria (W)	Costo unitario Fotocélula (\$)	Inversión (\$)	Consumo diario sin mejora (kWh)	Consumo diario con mejora (kWh)	Gasto mensual (\$)	Gasto mensual con Mejora (\$)	Ahorro económico mensual (\$)	Tiempo de repago (años)
Foco LED (exterior)	30	32	960	\$ 2.500,00	\$ 80.000,00	23,04	13,44	\$ 13.132,80	\$ 7.660,80	\$ 5.472	1,21
Reflector LED (exterior)	30	1	30	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	0,42	0,1	\$ 239,40	\$ 57	\$ 182,40	1,14
Foco LED (exterior)	10	15	150	\$ 2.500,00	\$ 37.500,00	3,6	2,1	\$ 2.052	\$ 1.197	\$ 855	<b>3,65</b>

Para el kWh se toma un valor promedio de \$19 (precios agosto 2023 EdERSA).

<https://www.edersa.com.ar/usuarios/cuadro-tarifario/>



El repago de la inversión se calcula a partir del costo de inversión por los equipamientos y el ahorro económico asociado a la disminución de consumo por el nuevo artefacto.

Este análisis permite ver que la mayoría de los componentes de las luminarias representan un tiempo de repago inferior a 4 años, lo que supone una buena inversión. Además, los costos de los nuevos equipos no son elevados, por lo que se considera una propuesta factible. La mano de obra para la instalación de los nuevos artefactos o los casos que requieren alguna adecuación específica por el recambio de tecnología no se tienen en cuenta debido a que se considera que el consejo de educación cuenta con personal de mantenimiento que puede llevar adelante este trabajo.

Cabe aclarar que en las propuestas realizadas no se considera la mano de obra en instalación debido a que se supone que lo realiza personal de mantenimiento del edificio.

#### 3.4.2 Nivel de iluminación

Las mediciones de iluminación realizadas en el colegio muestran que la mayoría no cumplen con la cantidad de lux recomendada por El Anexo IV del Decreto 351/79 en su Tabla 1 define la intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual basada en la Norma IRAM-AADL J 20-06. Esta situación puede traer fatiga visual en los estudiantes y profesores, especialmente al momento de la lectura de textos o tareas visuales, pudiendo generar dolores de cabeza, cansancio o dificultad para concentrarse. Esto impacta directamente sobre el rendimiento académico, estado de ánimo y bienestar de los usuarios, sin embargo, la ponderación de dicho impacto es difícil de cuantificar, lo que genera que en la mayoría de los casos no se tengan en cuenta estos efectos adversos. En algunos casos, la iluminación era deficiente debido a que varios de sus luminarias se encontraban sin funcionar, sin embargo, en la mayoría de los lugares se debía a una deficiente iluminación artificial.

Se recomienda realizar un relevamiento de los niveles de iluminación en las aulas y oficinas ya que son los lugares donde los usuarios pasan gran parte del tiempo de trabajo y realizan actividades que requieren un nivel de iluminación adecuado. La Norma IRAM-AADL J 20-06 establece la metodología que se debe realizar la medición de iluminación, por lo que en caso de llevar a cabo el estudio se debería cumplir con estas directivas. Previa a la realización de este estudio se recomienda realizar mantenimiento a las luminarias para acondicionar las que no funcionan y limpiar los plafones para evitar las obstrucciones de la luz con la intención de tener un estudio que permita visualizar las condiciones máximas de iluminación en cada sector.

Para el caso puntual de los talleres, se realizaron mediciones generales para evaluar la iluminación de los ambientes de los puestos de trabajo y luego se realizaron mediciones específicas en los puestos de trabajo que requieren mayor precisión, por lo que necesitan un nivel de iluminación mayor. En ambos casos la iluminación es deficiente y no cumplen con los valores mínimos definidos por la legislación, aunque en términos de importancia, una correcta iluminación en los puestos de trabajo es fundamental ya que las malas condiciones de trabajo pueden generar accidentes en los alumnos y/o docentes. Es por esta razón que se recomienda acondicionar estos lugares para luego avanzar sobre la iluminación general de los talleres y el colegio. La solución a este problema puede no requerir inversión, sino reubicar las luminarias de manera que cumplan con el objetivo de tener una superficie de trabajo adecuado. En este trabajo se ha realizado el inventario de luminarias portátiles que tiene el colegio, sin embargo, no se ha analizado la utilidad específica, por lo que se deberá evaluar la factibilidad de reubicar dichas luminarias.

El aprovechamiento de la luz natural es fundamental para los espacios de trabajo ya que genera una sensación de confort y comodidad pudiendo tomar medidas para mejorar la distribución de la luz natural a través del pintado de las paredes de color blanco, lo que genera una sensación de amplitud y mejora la reflectancia en las paredes aportando un estado de confort visual a los usuarios. Cabe destacar que esta medida no intenta suplir la falta de luz artificial de las aulas, sino que es una medida complementaria para el aprovechamiento de la luz natural. Además, se debe tener en cuenta la uniformidad de la luminaria con el aporte de luz natural, ya que suele suceder que los puestos cercanos a las ventanas tienen niveles de iluminación elevados mientras que los más alejados valores que no alcanzan los mínimos establecidos por la normativa.

### 3.4.3 Calefacción

La calefacción de la escuela, como se mencionó anteriormente, se realiza en un sector (taller) a través de calefactores centrales de aire distribuido a través de conductos y en otro sector (aulas) a través de calefactores ubicados en cada ambiente. Las oportunidades de mejora alcanzaban el mejoramiento de las rejillas de distribución de calor, la aislación de los conductos de calefacción y acondicionar los cerramientos del edificio. Si bien estas mejoras no tendrán un impacto significativo en los costos por el servicio, las mejoras se pueden ver en las condiciones de trabajo y la posibilidad de regular la entrada de calor de acuerdo con las características de cada espacio de trabajo.

Como propuesta de mejora se propone la regulación de los calefactores en una temperatura adecuada (20°C – 22°C) y definir el personal autorizado para manipularlos, teniendo un único criterio, para lograr esto se pueden instalar termómetros ambientales de interior que en el mercado rondan los \$3000,00, de esta manera se podrá mantener temperaturas de confort sin grandes fluctuaciones. En total se necesitarían 16 termómetros, para los ambientes donde se encuentran los calefactores, se necesitaría una inversión de \$48.000,00 para evidenciar estos cambios y poder ponderar los ahorros energéticos se propone mantener los registros de consumo para evaluar el desempeño energético anual y lograr comparar los desempeños de diferentes años.

Por otro lado, se ha detectado una temperatura de seteo del termostato en 25°C, la cual es elevada para las condiciones invernales, ya que los equipos de climatización centrales no pueden alcanzar estas temperaturas en todo el edificio, por lo que provoca que la caldera funcione constantemente sin alcanzar la temperatura deseada. Una vez que se apliquen las mejoras para una mejor gestión de la climatización, se recomienda setear el termostato en un rango de 21°C y 23°C, siendo que una temperatura de confort para los meses de invierno se recomienda entre 20°C y 21°C. Se espera un ahorro del 7% en el consumo de la energía destinada a la calefacción central por cada grado que se reduzca en la temperatura de seteo.

El impacto fundamental de una correcta gestión de la calefacción se verá en el confort en el uso de las instalaciones, logrando mantener temperaturas agradables en los distintos sectores. En cuanto al importe abonado por el consumo de gas natural, en principio no será significativo debido su bajo costo relativo. Sin embargo, debido a los importantes aumentos de precios que sufrió este servicio en los últimos tiempos, es probable que esta situación se revierta y comience a representar un costo importante. A pesar de esto, el uso inadecuado de la energía debería ser suficiente razón para accionar sobre los hábitos y costumbres.

Como complemento de estas medidas, el administrador energético del edificio deberá realizar un seguimiento de su implementación, comunicar las acciones llevadas a cabo y transmitir la preocupación de la institución hacia los empleados para que participen en la correcta gestión de la energía.

#### 3.4.4 Paneles Solares

El colegio CET N°21 cuenta con paneles solares en el techo del edificio, los cuales fueron instalados por la secretaría de energía de Nación en coordinación con la secretaría de energía de Rio Negro para cubrir parte de los consumos eléctricos de la escuela. En total se han instalado 12 paneles de 236,5 W de potencia dando un total 2838 W.

Los paneles cuentan con inversores de corriente que permite transformar la corriente continua que genera el panel en corriente alterna para ser utilizada en las instalaciones. En la actualidad, la energía generada por los paneles es consumida directamente por el colegio y complementada con la energía que abastece la red. Se recomienda adquirir un medidor bidireccional que permita inyectar a la red lo generado por los paneles y utilizar la energía necesaria de la red. Este proceso se está gestionando y proyectado a formalizarse dentro de los próximos años.

El inversor está conectado a una computadora que almacena la información, la cual no se encuentra sincronizada con los paneles solares, por lo cual no existe comunicación con el sistema de generación, los últimos registros son del año 2019, se recomienda que se acondicionen las instalaciones para lograr generar los registros actuales de generación de energía fotovoltaica para poder hacer un seguimiento adecuado del consumo de la energía.

#### 3.4.5 Recomendaciones de buenas Practicas

Para lograr un consumo energético lo más cercano al óptimo posible, es importante comprender que los actores fundamentales para lograrlo son los habitantes de cada institución y teniendo en cuenta que se trata precisamente de un ámbito público es doblemente importante saber cómo manejar eficientemente las instalaciones y transmitir finalmente a los usuarios.

Es posible reducir sustancialmente el consumo de energía cuando las personas comprenden la función del edificio y cómo impacta el comportamiento de los ocupantes en la conservación de la energía. Los directivos, especialmente el coordinador del área y el personal administrativo, deberán apoyar las iniciativas de eficiencia energética. Los conceptos de educación energética se pueden impartir durante las presentaciones escolares, las reuniones del personal o divulgación de información asociada al desempeño energético. Incluso se pueden establecer objetivos puntuales teniendo como referencia los indicadores de desempeño mensual que ayuden a comprometer a los usuarios de cada edificio a ser consiente en la forma de utilizar la energía.

Es conveniente advertir que lograr un ahorro energético en el edificio, puede requerir bastante tiempo de control y registro del uso de la energía. Todos los ocupantes deben sentirse invitados a presentar y compartir ideas sobre los posibles cambios en la operación del edificio, para mejorar su rendimiento energético. El personal necesita ser consciente de cómo sus actividades se relacionan con el uso y el consumo de energía, también entender las consecuencias cuando sus actividades se desvían de los procesos definidos, controles operacionales o de mantenimiento, objetivos y metas. La toma de conciencia del personal ayuda a las organizaciones a fomentar y mantener una cultura consciente de la energía. La eficacia de los procesos que apoyan la toma de conciencia de la energía se puede mejorar continuamente por una variedad de medios. El uso de técnicas de comunicación actualizadas y nuevos materiales de sensibilización pueden ayudar a sostener el programa de toma de conciencia.

A continuación, se propone una guía de las buenas prácticas de uso:

**El Administrador Energético será el encargado de:**

- Controlar la facturación y las lecturas de los medidores correspondientes a los servicios de energía eléctrica y gas.
- Controlar que el uso del equipamiento sea el adecuado.
- Impulsar medidas de eficiencia energética.
- Aconsejar al área de compras o infraestructura en lo referente al rendimiento energético del equipamiento o modificaciones edilicias a realizarse.
- Gestionar los reclamos pertinentes ante las empresas proveedoras de energía.
- Revisar el termostato de los termotanques. Regularlo a 45 °C para un consumo más eficiente. Evitar instalar el termotanque al aire libre.

**En la cocina:**

- Utilizando las tapas de las ollas, el agua se calentará más rápido (consumiendo un 20% menos de gas). Evitar que las llamas superen el diámetro del recipiente, para no desperdiciar energía; el calor debe llegar por el fondo, no por sus costados. Para esto se deben utilizar utensilios que permitan cubrir completamente la hornalla.
- Limpiar regularmente las hornallas de la cocina, si se ensucian y se tapan, consumen un 10% más de gas de lo que deberían.
- Hervir sólo el agua que se va a consumir.
- Evitar abrir la puerta del horno mientras esté encendido, al hacerlo el calor se escapará y la comida tardará más en cocinarse, se pierde un mínimo del 20% de la energía acumulada en su interior. Para ver cómo el avance de la cocción, encender la luz de control y mirar con la puerta cerrada. Revisar que la goma

(burlete) que sella la puerta del horno esté en buen estado para evitar pérdidas de calor.

- Aprovechar al máximo la capacidad del horno y cocinar de una sola vez el mayor número de alimentos. Apagar el horno un poco antes de finalizar la cocción, el calor residual será suficiente para acabar el proceso.
- Retirar con anticipación del congelador los alimentos que se van a preparar. Descongelando los alimentos en la heladera se aprovechará mejor la energía.
- Verificar que la combustión en las hornallas sea con la cantidad de aire adecuada (flama azul). Una flama amarilla o anaranjada indica una combustión ineficiente por lo que se utilizará más gas para preparar un mismo alimento.
- Evitar que la heladera pierda frío. No mantener la puerta abierta por mucho tiempo. Nunca introducir alimentos calientes, permitir que se enfríen afuera antes de guardarlos y seleccionar la temperatura correcta de operación para conservar los mismos. Verificar los burletes y si es necesario reemplazarlos. Descongelar periódicamente para evitar sobreesfuerzo.
- Colocar el refrigerador en un lugar fresco y ventilado, no pegarlo a la pared y dejar el espacio indicado en los manuales de fábrica (10 centímetros aproximadamente).
- Evitar exponer el refrigerador a los rayos del sol u otras fuentes de calor como la estufa, el microondas o el calentador de agua.
- Limpiar periódicamente la parte trasera del refrigerador, por lo menos 2 veces al año. En el caso de un refrigerador con congelador de deshielo manual o semiautomático, descongelar el equipo antes de que alcance una capa de hielo de medio centímetro de espesor.

## **Maquinas**

- No encender todas al mismo tiempo. Hacerlo en forma escalonada, la potencia de arranque en forma directa de los motores se incrementan unas seis veces de su potencia nominal durante pocos segundos.
- Controlar periódicamente el nivel de aceite lubricante de los motores.

## **Climatización**

- Setear el termostato de los sistemas de calefacción central en 22°C, o el valor más bajo posible compatible con el confort. Cada grado de diferencia supone un ahorro de un 8% de energía. Estos sistemas no calefaccionarán más rápido por el hecho de setear el termostato a un valor más alto, sino que simplemente seguirán funcionando aún superada la temperatura de confort, generando un gasto energético innecesario.

- Revisar los filtros de aire de los sistemas de calefacción con una frecuencia establecida.
- Se recomienda, la reparación de las rejillas y ductos de climatización, elaborar un plan de gestión de la calefacción, designando responsables del control del sistema para los distintos sectores con directivas claras.
- Realizar un correcto plan de mantenimiento en los sistemas de calefacción central, como así también en los calefactores permitirá no sólo una mejor combustión, con un mejor aprovechamiento de la energía, sino que es imprescindible por cuestiones de seguridad.
- En el caso de los calefactores TB, debe priorizarse ajustar el punto de operación de los mismos, o apagarlos directamente, antes de abrir las ventanas para moderar la temperatura en el interior de las aulas.

### **Iluminación**

- Reducir el tiempo de uso de las luminarias a lo estrictamente necesario.
- Apagar las luces que no se están usando, al retirarse del sector de trabajo o cuando la iluminación natural lo permita.
- Priorizar el uso de luz natural, abrir persianas y cortinas al iniciar la jornada.
- Señalización en equipos (por ejemplo, recordatorio para apagar cuando no esté en uso).
- Realizar el mantenimiento periódico del sistema de iluminación. Con el tiempo el flujo luminoso decae, ya sea por depreciación de la lámpara o por acumulación de polvo sobre la luminaria, lámpara o superficies de reflexión. Para tener una iluminación más eficiente se deben limpiar estos componentes periódicamente. Mantener limpias las lámparas y pantallas, aumentará la luminosidad sin aumentar su potencia.

### **Ofimática**

- Configurar la PC en modo ahorro de energía.
- Ajustar el brillo del monitor a nivel medio.
- Cuando no se use más la PC, apagarla totalmente, al monitor no dejarlo en stand-by.
- Apagar las impresoras, escáneres y fotocopiadoras cuando no se estén utilizando. En modo de espera consumen energía.
- Desconectar los cargadores enchufados que no se usen. También consumen energía.

## **Envolventes:**

- Mantener las puertas y ventanas de los diferentes ambientes climatizados cerradas, tanto como sea posible para evitar la fuga de “frío” y la entrada de aire “caliente” y “húmedo” a los mismos en verano, y a la inversa en invierno.
- El uso de protecciones (postigos, persianas, cortinas, etc.) en ventanas permite reducir el consumo de energía de calefacción, por lo que es muy importante en los sectores que cuenten con alguna de ellas se cierren una vez finalizada la jornada.

### **3.5. Indicadores de desempeño**

Los indicadores de desempeño energético son herramientas utilizadas para evaluar y medir la eficiencia energética en relación con su consumo de energía y su rendimiento en términos de sostenibilidad. Estos indicadores pueden ayudar a identificar áreas de mejora y establecer metas para reducir el consumo de energía, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y optimizar el uso de recursos.

**Consumo de energía total:** Este indicador mide la cantidad total de energía consumida por el colegio en un período determinado, generalmente expresado en kilovatios-hora (kWh). Permite realizar comparaciones a lo largo del tiempo y entre diferentes colegios sin embargo no contempla las particularidades de cada institución, por lo que sus comparativas no aportan mucha información valiosa. La información es fácil obtenerla, ya que las prestadoras del servicio eléctrico brindan esta información en las facturas de cada periodo.



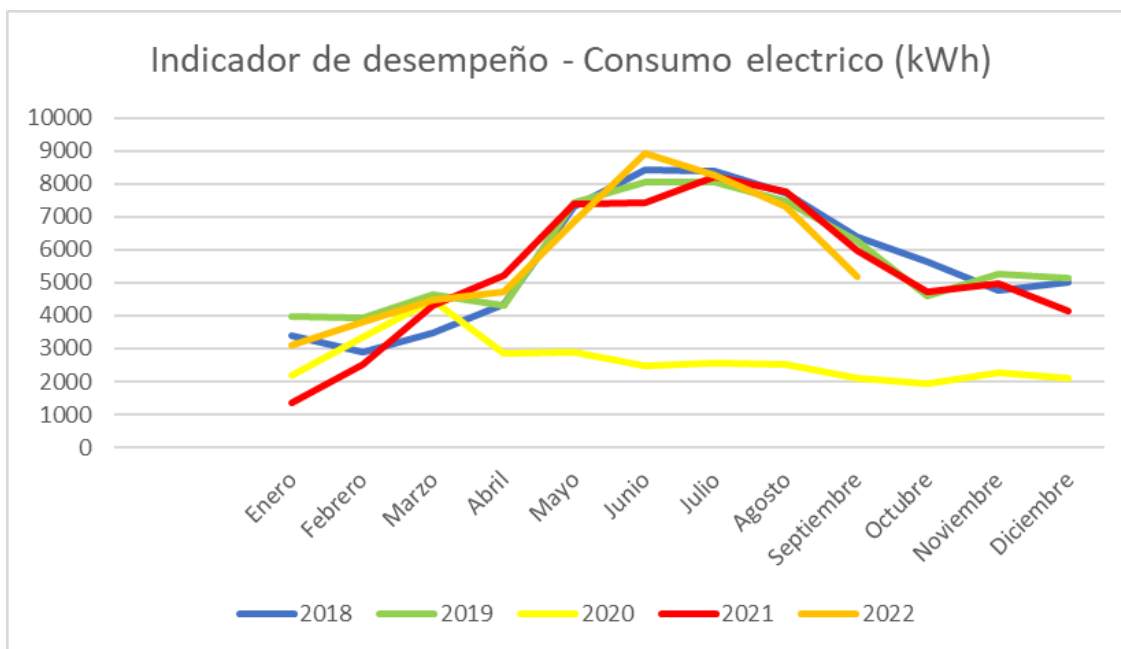


Figura 88: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico (kWh)

El gráfico del indicador de consumo muestra como los años que no fueron afectados por la pandemia (2018, 2019 y 2022) se comportan similar con pequeños cambios debido a la particularidad de cada ciclo lectivo. El primer semestre del 2021 se registran indicadores bajos debido a las restricciones existentes por la emergencia sanitaria mientras que el segundo semestre toma valores similares a los otros años. Como caso particular el 2020 tuvo valores bajos todo el año por el cese de actividades por la pandemia.

**Consumo de energía por área:** Este indicador relaciona el consumo de energía con el área cubierta total del colegio. Se expresa en términos de kWh por metro cuadrado (kWh/m<sup>2</sup>) o (MWh/m<sup>2</sup>) y permite tener un valor de referencia que relaciona las dimensiones de la institución con el consumo eléctrico. Esto favorece a que este indicador aporte más información a la hora de realizar comparativas entre instituciones.

Tabla 28: Indicador de desempeño kWh/m<sup>2</sup> - CET N°21

Año	Consumo eléctrico anual (kWh)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Indicador (kWh/m <sup>2</sup> )
2018	67667	2759	<b>24,53</b>
2019	69062	2759	<b>25,03</b>
2020	31693	2759	<b>11,49</b>
2021	63974	2759	<b>23,19</b>

Se puede ver como el indicador ha variado en el año 2020 por la emergencia sanitaria del COVID-19 mostrando un valor muy por debajo de los años anteriores, evidenciando la falta de actividad. Para el 2021, este valor aumenta considerablemente, pero sigue estando un poco por debajo a los valores registrados antes de la pandemia. Para el 2022 no se tuvo acceso a los registros completos del año, por lo que no se ha podido calcular este valor, sin embargo, las proyecciones de los meses con información muestran que el indicador anual será similar a los años previos a la pandemia.

Para poder realizar el seguimiento mensual se dejan los indicadores por mes, sin embargo, hay que considerar que estos indicadores deben ser utilizados para ver tendencias de comportamiento, pero no para la toma de decisiones ya que puede contener mucho margen de error por considerar un tiempo relativamente corto de análisis.

*Tabla 29: Indicadores de desempeño por superficie cubierta por mes - CET N°21*

Periodo	2018		2019		2020		2021		2022	
	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie	kWh	kWh/ superficie
Enero	3377	<b>1,22</b>	3975	<b>1,44</b>	2171	<b>0,79</b>	1370	<b>0,50</b>	3113	<b>1,13</b>
Febrero	2888	<b>1,05</b>	3917	<b>1,42</b>	3361	<b>1,22</b>	2505	<b>0,91</b>	3799	<b>1,38</b>
Marzo	3464	<b>1,26</b>	4624	<b>1,68</b>	4457	<b>1,62</b>	4300	<b>1,56</b>	4481	<b>1,62</b>
Abril	4338	<b>1,57</b>	4299	<b>1,56</b>	2855	<b>1,03</b>	5215	<b>1,89</b>	4731	<b>1,71</b>
Mayo	7303	<b>2,65</b>	7414	<b>2,69</b>	2874	<b>1,04</b>	7373	<b>2,67</b>	6859	<b>2,49</b>
Junio	8417	<b>3,05</b>	8070	<b>2,92</b>	2467	<b>0,89</b>	7418	<b>2,69</b>	8916	<b>3,23</b>
Julio	8364	<b>3,03</b>	8037	<b>2,91</b>	2577	<b>0,93</b>	8206	<b>2,97</b>	8258	<b>2,99</b>
Agosto	7711	<b>2,79</b>	7449	<b>2,70</b>	2512	<b>0,91</b>	7757	<b>2,81</b>	7298	<b>2,65</b>
Septiembre	6368	<b>2,31</b>	6252	<b>2,27</b>	2103	<b>0,76</b>	5968	<b>2,16</b>	5201	<b>1,89</b>
Octubre	5630	<b>2,04</b>	4592	<b>1,66</b>	1921	<b>0,70</b>	4734	<b>1,72</b>		
Noviembre	4783	<b>1,73</b>	5276	<b>1,91</b>	2289	<b>0,83</b>	4983	<b>1,81</b>		
Diciembre	5024	<b>1,82</b>	5157	<b>1,87</b>	2106	<b>0,76</b>	4145	<b>1,50</b>		

Los años 2018 y 2019 tienen indicadores similares, con pequeñas variaciones asociadas a las actividades y particularidades de cada año, pero en términos generales tienen las mismas tendencias. Por otro lado, se puede ver como los años 2020 bajan los indicadores a comparación de los años anteriores debido al aislamiento preventivo obligatorio comunicado por el gobierno nacional. Para el año 2021, los indicadores del primer semestre son inferiores a los años no afectados por la pandemia, sin embargo para el segundo semestre se observa un aumento de los valores equiparándose a los valores normales, evidenciando la vuelta de la actividad académica en el colegio.

### **3.6. Referentes energéticos**

Para poder llevar a cabo este proceso es indispensable definir un referente energético, el cual tiene la responsabilidad de gestionar y supervisar todas las actividades relacionadas con el suministro y uso eficiente de la energía. La planificación energética, la gestión de suministros energéticos, los programas de eficiencia energética, monitoreo y análisis de datos, formación y sensibilización del personal, investigación y desarrollo sobre los avances tecnológicos son algunas de las funciones que debe cumplir el referente energético. En definitiva, debe garantizar un suministro de energía confiable y eficiente, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y promover una cultura de uso responsable de la energía en el personal y los alumnos del colegio.

Con la intención de fomentar la eficiencia energética en edificios públicos, la secretaría de energía de nación cuenta con un sistema de registro de información denominado “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP) que tiene como primer objetivo la realización de un Diagnóstico Energético Preliminar en los edificios de la Administración Pública Nacional, de manera sencilla y rápida, sin necesidad de hacer un relevamiento completo del edificio y sus instalaciones.

El sistema se encuentra en una etapa preliminar que permite obtener una idea general del consumo energético del edificio, a partir de la carga de información básica del mismo por parte de los referentes energéticos designados por los ministerios y organismos alcanzados. Esta característica la convierte en una herramienta informática ideal a la hora de hacer una primera evaluación de un grupo extenso de edificios, permitiendo compararlos entre sí, identificar los mayores consumidores de energía y finalmente detectar los principales sectores con potencial de ahorro.

Además de estar pensado para ser utilizado por cualquier tipo de usuario, independientemente de su formación, el DEP se desarrolló a partir de la utilización de métodos simplificados de análisis, con la intención de agilizar y facilitar el acceso y la utilización de este.

A su vez, el programa se divide en tres pasos correlativos y con creciente nivel de profundidad, comenzando por un nivel básico, para ir aumentando el grado de especificidad paulatinamente.

Tabla 30: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación

	DATOS REQUERIDOS	INFORMACIÓN OBTENIDA
<b>PASO 1</b>	Ubicación, ocupación, tipología, superficie y datos de consumo energético y agua (facturación).	Indicadores de intensidad de uso de la energía e indicadores de uso del espacio.
<b>PASO 2</b>	Potencia adquirida y convenida. Encuadre tarifario.	Recomendación de recontractación de la potencia eléctrica.
<b>PASO 3</b>	Relevamiento rápido de principales instalaciones y equipos. Estimación de horas de uso.	Estructura del consumo de energía y agua. Estimación de ahorros potenciales.

En segunda instancia, el sistema servirá para la elaboración de una base de datos del desempeño energético de los edificios públicos, que permitirá generar información estadística para la elaboración, implementación y seguimiento de planes y programas de estímulo para el uso eficiente de la energía en el mismo. La herramienta cuenta con una interfaz gráfica para visualizar esta base de datos con el objeto de hacerla accesible y sencilla de utilizar. La página de ingreso al sistema es <https://dep.energia.gob.ar/> en donde el referente deberá darse de alta para poder ingresar y cargar la información pertinente del edificio público donde trabaja.

#### **4. CENTRO DE EDUCACIÓN TÉCNICA N° 6 – VIEDMA**

El Centro de Educación Técnica (CET) N°6 se encuentra ubicado en la calle Av. Caseros 1450 de la localidad de Viedma, provincia de Río Negro. El edificio cuenta con servicio de gas natural por red brindado por la distribuidora Camuzzi SA y servicio de energía eléctrica por red entregado por la empresa EDERSA SA.

La estructura del colegio está organizada con dos años de Ciclo Básico y cuatro años de Ciclo Superior divididos en dos turnos y cada uno de estos cuenta con 15 divisiones. A su vez cuenta con diversos talleres en ambos turnos, algunos de ellos son; Hojalatería, electricidad, carpintería, ajuste, soldadura, máquinas y herramientas, diseño asistido, herrería, informática, tecnología de la fabricación, electrónica, construcciones metalmeccánicas, etc.

En la siguiente figura podemos apreciar una imagen satelital de la institución, la cual abarca una manzana entera, comprendida entre las calles Av. Caseros, Belgrano, Bernal e Italia.



Figura 89: Imagen Satelital - CET N°6

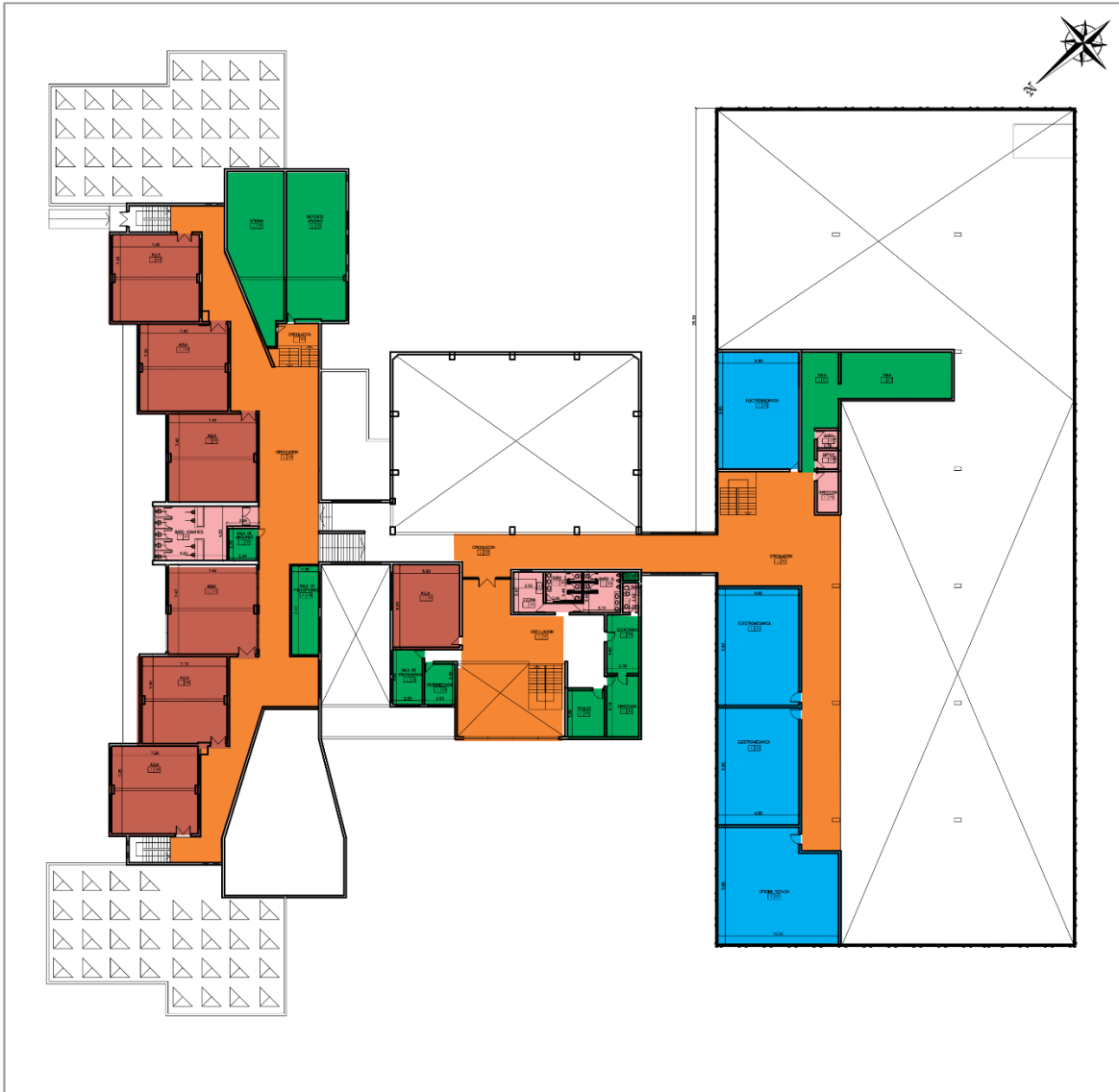
A continuación, se presentan los planos edilicios de la institución, los mismos datan del año 2010 cuando se realizó el CeNIE (Censo Nacional de Infraestructura Escolar) por lo que pueden haber sufrido modificaciones, en la segunda etapa del diagnóstico se profundizara en el tema.

La superficie total del terreno es de 8760 m<sup>2</sup>, dentro del mismo se encuentra la edificación con un total de 4373 m<sup>2</sup>. La planta baja del edificio representada cuenta con una superficie construida de 2244 m<sup>2</sup>, la cual está distribuida en sectores de taller, administración, aulas, zonas de usos comunes y zonas de circulación. La planta alta cuenta con una superficie de 2129 m<sup>2</sup> donde se visualizan aulas, talleres, oficinas, zonas de uso común y circulación.



	Aulas
	Talleres
	Circulación
	Espacios comunes
	Administrativos

Figura 90: Plano en planta - Planta baja - CET N°6



	Aulas
	Talleres
	Circulación
	Espacios comunes
	Administrativos

Figura 91: Plano en planta - Primer piso - CET N°6



## **4.1. Análisis históricos de consumos energéticos**

### **4.1.1 Consumo histórico eléctrico**

El colegio cuenta con un suministro de energía eléctrica provista por la distribuidora EDERSA identificado con el número de medidor 55086491.

#### **4.1.1.1 Medidor 55086491**

Para el análisis de los consumos históricos no se ha podido conseguir las facturas del servicio eléctrico, sin embargo, se han puesto a disposición los registros de la información más relevante que tiene las facturas.

En la siguiente tabla se muestra la información más relevante de los registros otorgados por la institución educativa, los cuales van de junio del 2017 hasta septiembre de 2022.

*Tabla 31: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg  $\Phi$  – CET N° 6*

Periodo	Energía Activa (kWh)	Energía Reactiva (kVARh)	Máxima (kW)	Declarada (kW)	TG $\Phi$
jun-17	11194,9	7242,3	43	46	0,647
jul-17	7311,0	3332,2	43	46	0,456
ago-17	8887,8	5175,6	43	46	0,582
sep-17	6773,0	3983,8	42	46	0,588
oct-17	6556,8	2988,7	36	46	0,456
nov-17	6733,1	3052,0	37	46	0,453
dic-17	3354,5	1313,4	30	46	0,392
ene-18	837,4	150,4	3	46	0,180
feb-18	1958,0	770,2	28	46	0,393
mar-18	5581,6	2146,1	37	46	0,384
abr-18	7006,1	3385,7	37	46	0,483
may-18	9549,9	4541,4	41	46	0,476
jun-18	10149,2	5919,6	43	46	0,583
jul-18	6582,0	4029,0	46	46	0,612
ago-18	9442,6	4831,0	43	46	0,512
sep-18	7705,5	3405,1	39	46	0,442
oct-18	6735,1	2749,9	38	46	0,408
nov-18	7339,2	3034,4	35	46	0,413
dic-18	3594,6	1019,5	29	46	0,284
ene-19	1034,1	66,8	3	46	0,065
feb-19	2790,6	838,7	28	46	0,301
mar-19	5997,9	2491,8	32	46	0,415
abr-19	6805,0	2961,9	36	46	0,435
may-19	9935,7	5550,7	38	46	0,559
jun-19	7640,2	4943,8	39	46	0,647
jul-19	6676,0	3893,6	42	46	0,583
ago-19	10201,2	5634,8	42	46	0,552
sep-19	8312,0	5198,6	37	37	0,625

oct-19	8234,8	4004,5	37	37	0,486
nov-19	6329,3	2795,2	33	37	0,442
dic-19	3953,9	1351,8	27	37	0,342
ene-20	1044,8	111,4	3	36	0,107
feb-20	2563,1	629,1	24	36	0,245
mar-20	2755,1	770,0	33	36	0,279
abr-20	1664,1	1022,0	10	36	0,614
may-20	1607,1	9,3	6	42	0,006
jun-20	3416,3	476,5	20	42	0,139
jul-20	5210,9	1645,0	14	42	0,316
ago-20	5750,4	2944,7	20	42	0,512
sep-20	5058,0	2482,2	12	37	0,491
oct-20	2020,8	272,4	6	37	0,135
nov-20	1342,6	183,0	10	37	0,136
dic-20	1300,9	143,4	16	37	0,110
ene-21	1082,3	101,0	3	36	0,093
feb-21	1627,8	214,7	17	36	0,132
mar-21	5395,6	1355,7	29	36	0,251
abr-21	6364,4	1802,0	30	36	0,283
may-21	8622,0	3764,7	37	42	0,437
jun-21	7172,7	3697,9	38	42	0,516
jul-21	7133,4	3310,4	40	42	0,464
ago-21	12031,9	5571,5	40	42	0,463
sep-21	8605,2	2487,2	37	37	0,289
oct-21	7589,6	1773,7	37	37	0,234
nov-21	7019,7	1660,4	31	37	0,237
dic-21	3751,4	477,4	24	37	0,127
ene-22	1492,4	31,1	3	36	0,021
feb-22	4263,6	692,2	26	36	0,162
mar-22	6204,7	1519,3	38	36	0,245
abr-22	7406,3	3218,4	35	36	0,435
may-22	9958,8	4583,0	40	42	0,460
jun-22	12390,7	6395,5	41	42	0,516
jul-22	8548,9	4269,7	38	42	0,499
ago-22	9974,6	4084,1	37	42	0,409
sep-22	9204,6	3197,4	36	37	0,347

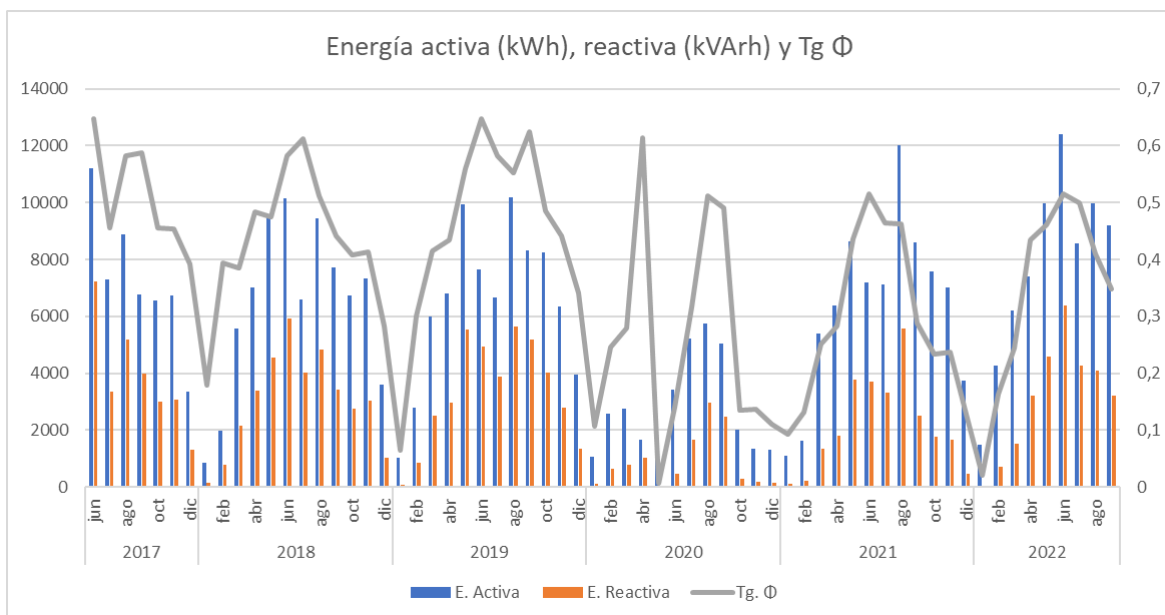


Figura 92: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, tg  $\Phi$  – CET N°6

Los consumos de energía activa tienen valores mínimos en enero, donde el colegio se encuentra cerrado con valores cercanos a 1000 kWh y va aumentando mientras avanza el año hasta los valores máximos en los meses de invierno. En el último año se ha registrado la máxima demanda en el mes de junio con valores superiores a 12.000 kWh y con una importante diferencia entre los meses del mismo año. Se deberá identificar las causas de esos picos de consumo y detectar posibles acciones que garanticen un uso eficiente de la energía.

Si bien todos los años mantienen una fluctuación general similar, al comparar los mismos periodos en diferentes años vemos que no hay un comportamiento estable pudiendo estar influenciado por las actividades específicas de cada año o por una falta de gestión de la energía que genera disparidad entre los mismos periodos.

La energía reactiva presenta una fluctuación similar a la activa generando valores de Tg  $\Phi$  superiores en la época invernal mientras que en los periodos de bajo consumo los valores son mínimos. Los registros muestran que la relación entre las energías se mantiene por debajo del máximo estipulado por la legislación y generando bonificaciones en los meses de menor consumo. Esto deja ver que, durante los momentos de baja actividad escolar, los equipos que demandan energía consumen muy poca reactiva.

La potencia declarada de la institución se ha mantenido constante hasta mediados de 2019, donde se realiza un nuevo contrato con potencias variables según la época del año.

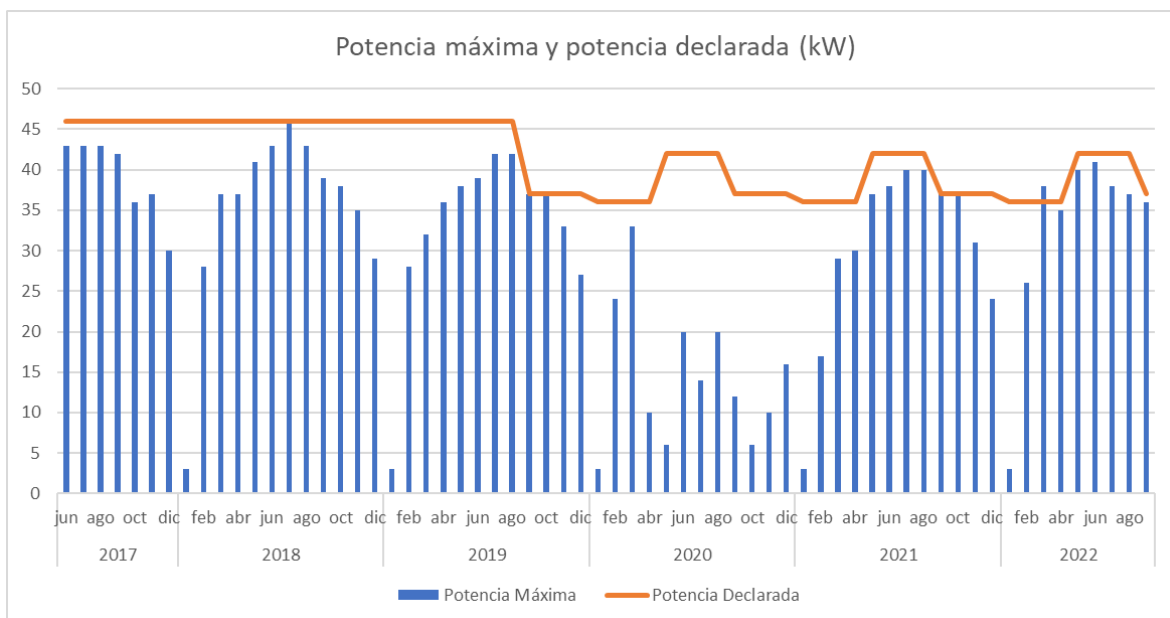


Figura 93: Potencia Activa máxima y potencia demandada (kW) - CET N°6

Los primeros años analizados se ha detectado que la potencia contratada era de 46 kW, valor adecuado con el máximo registrado, sin embargo, dicha demanda se generaba en un único periodo, por lo que el resto del año se estaba declarando una potencia muy superior a la necesario. En septiembre de 2019, se han generado modificaciones en los sistemas de contratación poniendo una potencia variable en función de la época del año distribuidas por trimestres. De septiembre a diciembre se ha definido una potencia de 37 kW, de enero a abril se reduce a 36 kW y por último de mayo a agosto aumenta a 42 kW. En este último cuatrimestre se observa que la potencia declarada y la demandada son similares, sin embargo en el resto de los cuatrimestres existes diferencias importantes, especialmente en los meses de verano. En definitiva, a partir de 2019 se ha mejorado el sistema de contratación sin embargo se puede seguir mejorando para evitar gastos innecesarios en la factura del servicio y permitir una mejor planificación a la distribuidora eléctrica.

Con la intención de poder analizar más en profundidad las variaciones de consumo y potencia máxima registrada se presentan los valores en función de la franja horaria resto (05:00 a 18:00 horas), valle (23:00 a 5:00 horas) y punta (18:00 a 23:00 horas).

Tabla 32: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - CET N°6

Periodo	ENERGÍA (kWh)			POTENCIA (kW)		
	PICO	VALLE	RESTO	PICO	VALLE	RESTO
jun-17	2702,3	1626,7	6865,9	35	18	43
jul-17	1507,9	816,1	4987,0	34	22	43
ago-17	2077,2	1071,7	5738,9	40	21	43
sep-17	1694,0	680,5	4398,5	35	11	42
oct-17	1770,9	559,5	4226,4	28	15	36
nov-17	1806,7	604,7	4321,7	28	18	37
dic-17	915,6	502,4	1936,5	26	8	30
ene-18	283,3	344,1	210,0	3	3	2
feb-18	395,8	353,2	1209,0	23	5	28
mar-18	1429,9	719,2	3432,5	30	15	37
abr-18	1996,4	760,7	4249,0	34	17	37
may-18	2457,7	1313,1	5779,1	38	18	41
jun-18	2610,5	1362,1	6176,6	36	22	43
jul-18	1667,9	947,8	3966,3	40	21	46
ago-18	2502,4	1257,1	5683,1	34	20	43
sep-18	2037,2	1063,4	4604,9	34	15	39
oct-18	1866,3	886,5	3982,3	34	14	38
nov-18	1998,0	774,1	4567,1	35	19	34
dic-18	892,6	544,8	2157,2	26	11	29
ene-19	282,3	340,2	411,6	2	3	3
feb-19	737,6	478,5	1574,5	26	5	28
mar-19	1723,5	734,8	3539,6	30	15	32
abr-19	1937,4	845,7	4021,9	36	16	35
may-19	2662,3	1370,7	5902,7	33	16	38
jun-19	2030,3	1052,7	4557,2	38	20	39
jul-19	1722,6	1124,1	3829,3	38	14	42
ago-19	2716,3	1438,0	6046,9	37	21	42
sep-19	2213,1	1143,9	4955,0	36	20	37
oct-19	2167,1	957,2	5110,5	35	19	37
nov-19	1833,0	668,7	3827,6	31	15	33
dic-19	1086,4	520,6	2346,9	25	13	27
ene-20	295,8	407,3	341,7	3	3	3
feb-20	593,1	430,7	1539,3	21	4	24
mar-20	687,0	483,7	1584,4	33	4	30
abr-20	367,0	500,0	797,1	3	3	10
may-20	353,3	476,5	777,3	4	4	6
jun-20	739,9	925,1	1751,3	20	20	20
jul-20	1169,5	1388,3	2653,1	14	13	14

ago-20	1307,9	1580,1	2862,4	13	12	20
sep-20	1122,0	1467,2	2468,8	12	12	12
oct-20	469,6	643,8	907,4	6	5	5
nov-20	309,2	461,0	572,4	3	3	10
dic-20	283,0	474,4	543,5	9	3	16
ene-21	252,8	483,6	345,9	3	3	3
feb-21	385,5	510,3	732,0	15	4	17
mar-21	1543,4	579,7	3272,5	29	7	27
abr-21	1770,9	646,4	3947,1	29	5	30
may-21	2131,0	1426,3	5064,7	34	13	37
jun-21	1468,4	1442,6	4261,7	37	14	38
jul-21	1659,7	1379,5	4094,2	36	12	40
ago-21	2991,8	1603,8	7436,3	38	15	40
sep-21	2178,1	958,6	5468,5	35	12	37
oct-21	1981,1	834,0	4774,5	31	13	37
nov-21	2080,2	626,2	4313,3	31	14	31
dic-21	1054,2	571,6	2125,6	24	8	24
ene-22	351,2	484,4	656,8	3	3	3
feb-22	1085,9	549,0	2628,7	23	5	26
mar-22	1673,1	650,5	3881,1	29	9	38
abr-22	1864,1	1048,7	4493,5	33	13	35
may-22	2551,1	1333,0	6074,7	37	18	40
jun-22	3042,7	1882,6	7465,4	38	17	41
jul-22	2066,6	1656,4	4825,9	36	14	38
ago-22	2552,6	1443,3	5978,7	34	20	37
sep-22	2458,6	1153,6	5592,4	35	14	36

Los consumos y potencias por franjas horarias nos permiten ver como varían las demandas energéticas durante los distintos momentos del día y poder identificar cuáles son los momentos más adecuados para buscar oportunidades de mejoras con impactos significativos. En la siguiente imagen se muestran los consumos eléctricos por franja horaria.

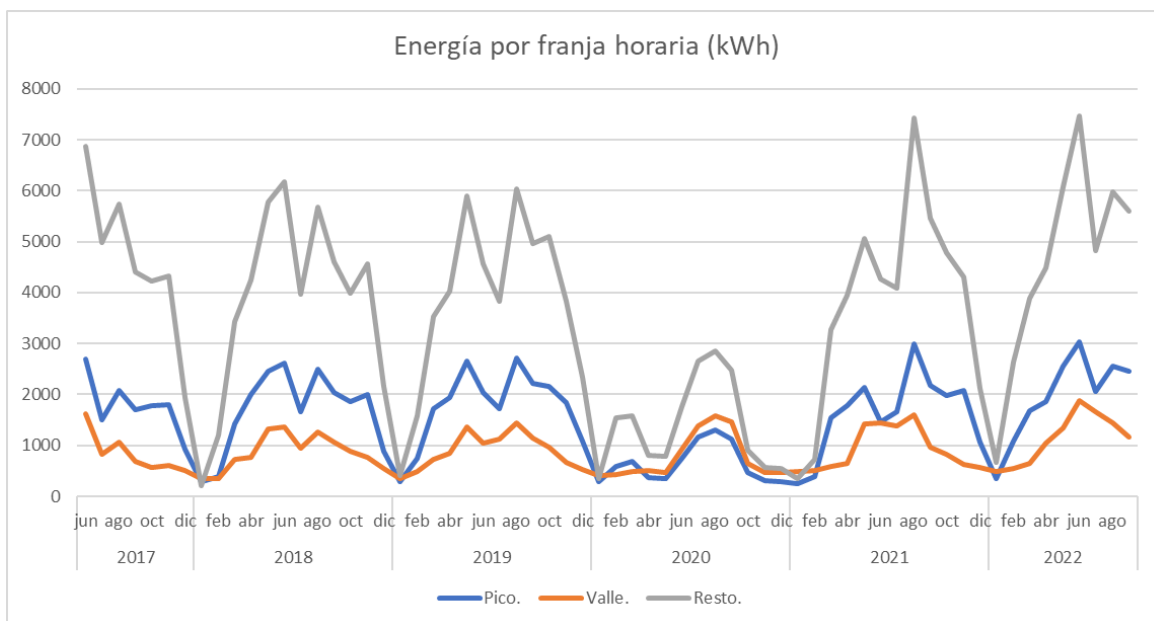


Figura 94: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°6

La franja horaria resto presenta los valores más altos de consumo debido a que en este horario está la mayor actividad de la institución, representando el 60% del consumo total. Los aumentos de consumo que se observaron en los últimos años se deben a esta franja horaria, por lo que se puede suponer que esta mayor demanda está asociada a algunas actividades del ciclo lectivo.

Las actividades nocturnas llevadas a cabo en el colegio impactan sobre la franja pico, siguiendo el mismo patrón de variación que la franja resto, pero con valores menores. Esta franja es importante tenerla en consideración debido a que el costo de energía es más caro en este horario, por lo que su impacto es mayor. Por último, la franja valle tiene los consumos más bajos y están asociadas a las cargas que quedan durante el cierre de la escuela, siendo importante analizarlas ya que son consumos que no tienen una función asociada a la actividad, sino generalmente están vinculadas a temas de seguridad.

En la siguiente imagen se puede observar las demandas de potencia por franja horaria.

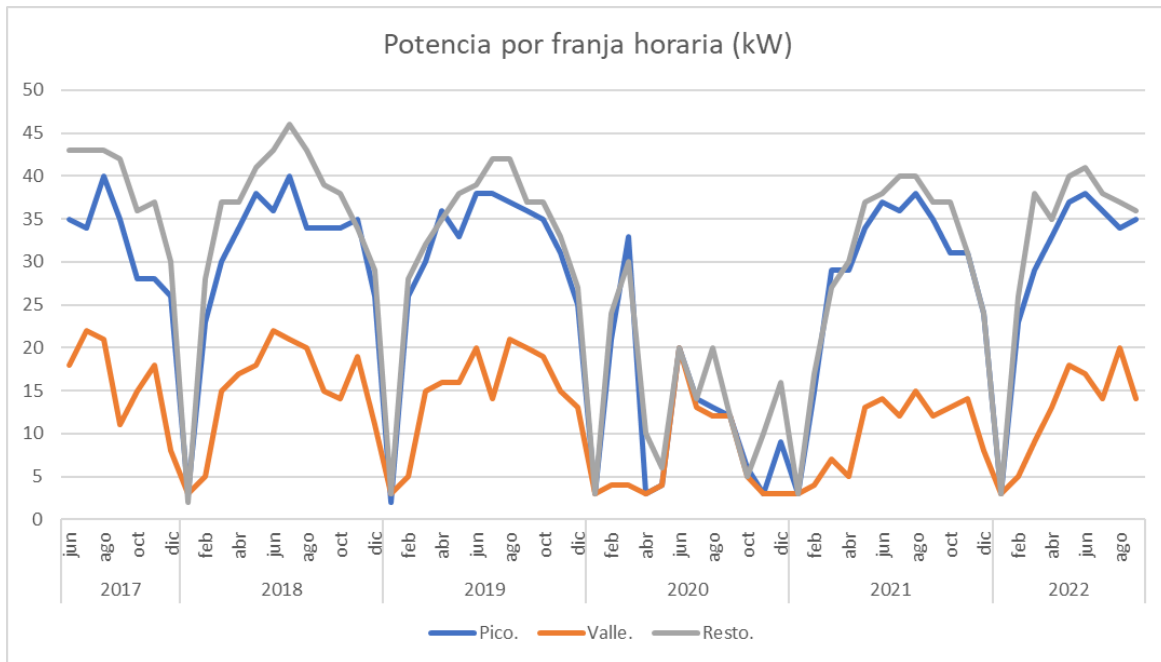


Figura 95: Potencia por franja horaria (kW) – CET N°6

Las franjas pico y resto presentan valores muy similares, siendo coherente ya que en los consumos se había observado como ambas franjas tenían un patrón de cambio similar, marcando la diferencia las horas existentes en cada categoría, por lo que para reducir la demanda de potencia se deberá trabajar sobre estos horarios. La franja valle toma valores máximos cercanos a 20 kW, debido a analizar si estas cargas son necesarias en los momentos en que no hay actividad en el colegio, pudiendo generar una disminución de consumo importante con impacto significativo en el importe total.

#### 4.1.2 Consumo histórico gas natural

El colegio cuenta con dos suministros de gas natural identificado con el número de medidor 3202364 y 3152330.

##### 4.1.2.1 Medidor 3202364

En la siguiente tabla se muestran los registros de consumo de gas natural expresados en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), sin embargo, no se puede corroborar que sean metros cúbicos normalizados (Nm<sup>3</sup>).



Tabla 33: Consumo de gas natural (m3)- Medidor 3202364 - CET N°6

Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Año												
2018	0,0	1,0	1008,7	1808,7	9235,4	15108,4	9413,0	13436,5	7894,3	3185,1	1322,4	145,4
2019	0,0	8,3	507,1	992,4	8569,3	11503,4	11817,0	14020,6	11382,9	5991,0	565,2	0,0
2020	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	2972,0	10646,5	17028,7	16566,9	1875,4	423,5	0,0
2021	1,1	0,0	32,3	609,3	13057,5	16118,0	13485,4	18448,3	6567,4	3541,4	80,7	0,0
2022	0,0	0,0	95,7	6850,9	15139,6	19114,3	17279,7	14297,8	8574,4			

Para visualizar las variaciones estacionales de los consumos de gas natural de este suministro se presentan los valores en el siguiente gráfico.

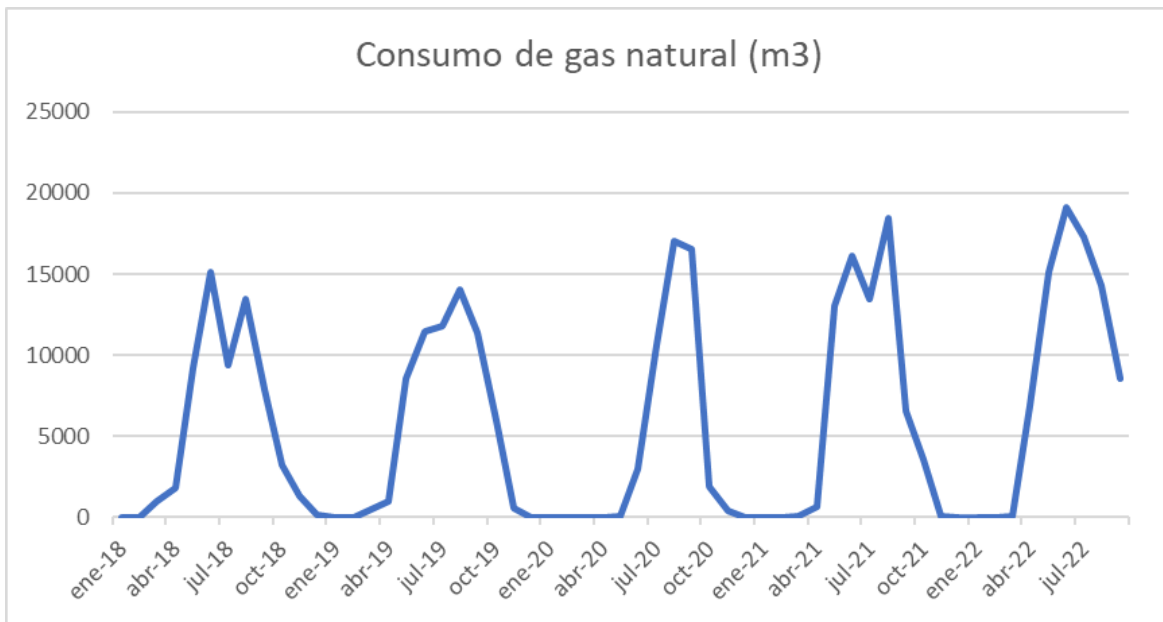


Figura 96: Consumo de gas natural (m3)- Medidor 3202364 - CET N°6

Los meses de verano la escuela no registra consumos o valores muy bajos evidenciando que no tiene una función importante en esta época del año. Por el contrario, en las épocas invernales la demanda crece fuertemente debido al uso del gas natural para la calefacción del edificio. Las comparativas anuales muestran que hay una tendencia a aumentar los consumos por lo que se deberá evaluar las razones por las cuales cada año se demanda más gas natural.

Es importante observar que de julio a septiembre de 2020 se siguieron manteniendo valores de consumo de gas similares a los otros años, a pesar del paro de actividades escolares debido a la emergencia sanitaria. Deberá analizarse si el edificio tuvo actividades extraescolares referidas a la emergencia sanitaria, o este consumo es asociado a una incorrecta gestión de la energía o alguna otra causa.

#### 4.1.2.2 Medidor 3152330

En la siguiente tabla se muestran los registros de consumo de gas natural expresados en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), sin embargo, no se puede corroborar que sean metros cúbicos normalizados (Nm<sup>3</sup>).

Tabla 34: Consumo de gas natural (m3)- Medidor 3152330 - CET N°6

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo					
Enero	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
Febrero	1,0	8,3	0,0	0,0	0,0
Marzo	1008,7	507,1	0,0	32,3	95,7
Abril	1808,7	992,4	0,0	609,3	6850,9
Mayo	9235,4	8569,3	28,9	13057,5	15139,6
Junio	15108,4	11503,4	2972,0	16118,0	19114,3
Julio	9413,0	11817,0	10646,5	13485,4	17279,7
Agosto	13436,5	14020,6	17028,7	18448,3	14297,8
Septiembre	7894,3	11382,9	16566,9	6567,4	8574,4
Octubre	3185,1	5991,0	1875,4	3541,4	
Noviembre	1322,4	565,2	423,5	80,7	
Diciembre	145,4	0,0	0,0	0,0	

Para visualizar las variaciones estacionales de los consumos de gas natural de este suministro se presentan los valores en el siguiente gráfico.

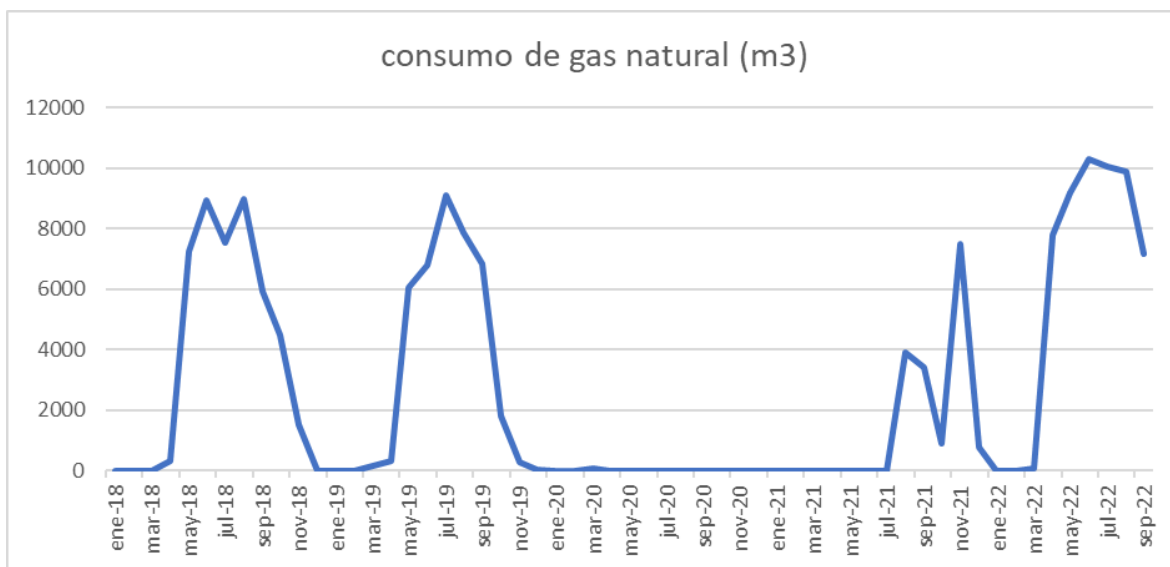


Figura 97: Consumo de gas natural (m3)- Medidor 3152330 - CET N°6

Los registros de este suministro muestran que en el año 2020 y hasta mediados de 2021 no se ha utilizado el gas natural, sin embargo, los consumos eléctricos de este mismo periodo muestran actividad en el colegio, por lo que se deberá corroborar que estos registros sean correctos y, en caso de que lo sean, indagar sobre las razones y a qué equipos está asociado este suministro.

Con respecto a los consumos del último año, se han registrado demandas más elevadas que los años anteriores por lo que se deberá indagar sobre este aumento de consumo.

#### **4.2. Análisis de consumo eléctrico**

El análisis de consumo eléctrico llevado a cabo en el Centro de Educación Técnica N.º 6 comprende el relevamiento de los equipamientos eléctricos instalados y la estimación de su modo de uso a través de la información brindada por los responsables de cada sector. Para corroborar esta información se realizó la medición de consumos a través de equipos registradores y se compararon los resultados con las estimaciones realizadas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se detallan todos los equipamientos identificados en el colegio mientras que en la Figura 98 se muestran los equipamientos por categoría

Tabla 35: Inventario de equipos consumidores de Energía Eléctrica - CET N°6

Sector	Ubicación	Categoría	Equipo	Pot.[W]	Cant.
Exterior	Exterior Ala Izquierda	Iluminación	Reflector HG	400	11
Aulas	5to 2da PA	Iluminación	Tubo LED	18	12

Aulas	2do 2da PA	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	1ro 1ra PA	Iluminación	Tubo LED	18	12
Administración	Preceptoría PA	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	3
Espacios de Uso Común	Baño Mujeres PA	Iluminación	Tubo LED	18	8
Administración	Oficina Pasillo PA	Iluminación	Tubo LED	18	2
Aulas	1ro 3ra	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	1ro 2da	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	3ro 1ra	Iluminación	Tubo LED	18	12
Circulación	Pasillo Ala Izquierda PA	Iluminación	Tubo LED	18	34
Circulación	Pasillo Centro PA	Iluminación	Tubo LED	18	10
Circulación	Hall Escalera ala izquierda PA	Iluminación	Tubo LED	18	4
Circulación	Pasillo Ingreso PA	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	4to 1ra	Iluminación	Tubo LED	18	16
Espacios de Uso Común	Baño Docentes PA Hombres	Iluminación	Tubo LED	18	2
Espacios de Uso Común	Cocina PA	Iluminación	Tubo LED	18	2
Espacios de Uso Común	Baño de Docentes PA Mujeres	Iluminación	Tubo LED	18	2
Circulación	Hall de Ingreso	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	3
Circulación	Hall de Ingreso	Iluminación	Lámpara LED	50	1
Espacios de Uso Común	SUM	Iluminación	Lámpara LED	50	5
Espacios de Uso Común	SUM	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	3
Administración	Dirección	Iluminación	Tubo LED	18	4
Administración	Dirección	Climatización	AC Frío+Calor	1059,2	1
Administración	Dirección	Ofimática	Fotocopiadora	600	1
Administración	Preceptoría PA	Varios	Equipo de música	80	1
Administración	Preceptoría PA	Ofimática	Notebook	22	3
Administración	Preceptoría PA	Climatización	Ventilador	70	1
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Iluminación	Lámpara LED	30	12
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Climatización	Ventilador	70	5
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Ofimática	PC+Monitor	400	1
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Varios	Equipo de música	5	1
Espacios de Uso Común	Biblioteca	Iluminación	Reflector LED	10	1
Espacios de Uso Común	Auditorio	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	9
Espacios de Uso Común	Auditorio	Varios	Equipo de música	5	1
Espacios de Uso Común	Auditorio	Varios	Otros	1080	1

Espacios de Uso Común	Auditorio	Varios	Otros	115	1
Taller	Soldadura	Iluminación	Reflector LED	200	1
Taller	Soldadura	Iluminación	Panel LED	50	1
Taller	Soldadura	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Otros	370	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Taladro de banco	370	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Amoladora de piedra	1200	1
Taller	Soldadura	Equipamiento	Soldadora	5280	2
Taller	Soldadura	Equipamiento	Otros	150	2
Taller	Soldadura	Iluminación	Lámpara LED	12	1
Taller	Pasillo de Soldadura	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	1
Taller	Soldadura 3ro	Iluminación	Reflector HG	400	5
Taller	Soldadura 3ro	Iluminación	Reflector LED	200	3
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Soldadora	4400	2
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Soldadora	8240	1
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Otros	5587,5	1
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Soldadora	4400	1
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Otros	150	3
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Soldadora	23036	1
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Soldadora	7800	4
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Amoladora de piedra	1117,5	1
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Otros	2000	1
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Taladro de banco	372,5	1
Taller	Soldadura 3ro	Equipamiento	Soldadora	5280	1
Taller	Soldadura 3ro	Climatización	Caloventor	2200	1
Taller	Hojalatería	Iluminación	Reflector LED	200	2
Taller	Hojalatería	Iluminación	Reflector HG	400	1
Taller	Hojalatería	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	70	1
Taller	Hojalatería	Iluminación	Tubo Fluorescente	38	2
Taller	Hojalatería	Equipamiento	Amoladora de piedra	400	1
Taller	Hojalatería	Equipamiento	Taladro de banco	250	1
Taller	Hojalatería	Equipamiento	Taladro de mano	2000	1
Taller	Moldeo	Iluminación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	2
Taller	Moldeo	Equipamiento	Otros	150	1
Taller	Moldeo	Equipamiento	Otros	2739	1
Taller	Carpintería	Iluminación	Reflector HG	400	2

Taller	Carpintería	Iluminación	Reflector LED	200	3
Taller	Carpintería	Equipamiento		2237,1	2
Taller	Carpintería	Equipamiento	Sierra sin fin	4101,35	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Garlopa	5965,6	1
Taller	Moldeo	Equipamiento	Otros	120	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Otros	1500	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Otros	560	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Amoladora de piedra	350	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Otros	4097,5	1
Taller	Carpintería	Equipamiento	Taladro de banco	350	1
Taller	Ajuste	Iluminación	Reflector HG	400	4
Taller	Ajuste	Iluminación	Reflector LED	200	2
Taller	Ajuste	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	24
Taller	Ajuste	Equipamiento	Taladro de banco	250	1
Taller	Ajuste	Equipamiento	Amoladora de banco	1200	1
Taller	Tendido de Líneas 4to	Iluminación	Tubo LED	18	6
Taller	Tendido de Líneas 4to	Climatización	AC Frío+Calor	3300	1
Taller	Tendido de Líneas 4to	Varios	Pava Eléctrica	2200	1
Taller	Oficina de Profesores Taller	Iluminación	Tubo LED	18	4
Taller	Oficina de Profesores Taller	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	1
Taller	Oficina de Profesores Taller	Ofimática	Fotocopiadora	250	1
Taller	Oficina de Profesores Taller	Climatización	Ventilador	70	1
Taller	Oficina de Profesores Taller	Ofimática	PC+Monitor	400	1
Taller	Oficina de Profesores Taller	Varios	Pava Eléctrica	2200	1
Administración	Sala de profesores	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	10
Administración	Sala de profesores	Iluminación	Tubo LED	18	2
Administración	Sala de profesores	Varios	Heladera	200	1
Espacios de Uso Común	Quiosco	Iluminación	Tubo LED	18	2
Espacios de Uso Común	Quiosco	Ofimática	Fotocopiadora	1200	1
Espacios de Uso Común	Quiosco	Ofimática	Fotocopiadora	630	1
Espacios de Uso Común	Quiosco	Varios	Equipo de música	5	1
Espacios de Uso Común	Quiosco	Varios	Pava Eléctrica	2200	1
Espacios de Uso Común	Quiosco	Varios	Heladera	430	1
Espacios de Uso Común	Quiosco	Varios	Freezer	240	1
Aulas	4to 3ra PB Entrada	Iluminación	Tubo LED	18	12
Circulación	Hall Entrada B	Iluminación	Tubo LED	18	6

Administración	Secretaría Entrada	Iluminación	Tubo LED	18	12
Administración	Secretaría Entrada	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	4
Administración	Secretaría Entrada	Iluminación	Tubo Fluorescente	18	2
Administración	Secretaría Entrada	Ofimática	PC+Monitor	400	2
Administración	Secretaría Entrada	Ofimática	Impresora	10	1
Administración	Secretaría Entrada	Ofimática	Impresora Multifunción	250	1
Administración	Secretaría Entrada	Climatización	Ventilador	130	1
Administración	Secretaría Entrada	Climatización	AC Frío	3400	1
Administración	Secretaría CCT 4	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	1
Administración	Secretaría CCT 4	Ofimática	PC+Monitor	400	1
Administración	Vicedirección	Iluminación	Tubo LED	18	4
Administración	Vicedirección	Ofimática	PC+Monitor	400	1
Administración	Vicedirección	Climatización	Ventilador	70	1
Administración	Vicedirección	Varios	Pava Eléctrica	2200	1
Taller	Oficina de Pañol	Iluminación	Tubo LED	18	3
Taller	Oficina de Pañol	Ofimática	PC+Monitor	400	1
Taller	Baño Taller Hombres	Iluminación	Tubo LED	18	1
Taller	Baño Taller Hombres	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	2
Taller	Baño taller Mujeres	Iluminación	Tubo LED	18	2
Taller	Hall PA Taleer	Iluminación	Tubo LED	18	5
Taller	Electricidad PA	Iluminación	Tubo LED	18	16
Taller	Kitechenette PA Taller	Iluminación	Tubo Fluorescente	18	1
Taller	Baño profesores Taller	Iluminación	Lámpara LED	12	1
Taller	Pasillo PA Taller	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	4
Taller	Electrónica PA	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	16
Taller	Electrónica PA	Iluminación	Lámpara LED	12	6
Taller	Electrónica PA	Equipamiento	Impresora 3D	450	2
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 5to	Iluminación	Tubo LED	18	19
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 5to	Climatización	Ventilador	70	1
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 5to	Ofimática	Notebook	22	1
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 6to	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	24
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 6to	Varios	Otros	150	1
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 6to	Ofimática	Otros	2200	1
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 6to	Equipamiento	Otros	1491,4	1
Taller	Sistemas de comando y Maniobra 6to	Ofimática	Notebook	22	1
Aulas	PB TM 6 1  TT 2 3	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	PB TM 1 3  TT1 1	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	PB TT 1 5	Iluminación	Tubo LED	18	12

Aulas	PB TT 1 4	Iluminación	Tubo LED	18	12
Espacios de Uso Común	BAÑO VARONES	Iluminación	Tubo LED	1	12
Aulas	PB TM 5 1  TT 6 1	Iluminación	Tubo LED	18	12
Espacios de Uso Común	SUBSUELO COCINA	Iluminación	Tubo LED	18	2
Espacios de Uso Común	SUBSUELO COCINA	Iluminación	Lámpara LED	8	5
Espacios de Uso Común	SUBSUELO COCINA	Varios	Otros	2000	1
Aulas	PB TM 3 3  TT 4 2	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	PB TM 1 1  TT 3 2	Iluminación	Tubo LED	18	12
Aulas	PB TM 2 1 TT 2 1	Iluminación	Tubo LED	18	36
Espacios de Uso Común	Calefacción PB - sector aulas	Climatización	Otros	1400	1
Espacios de Uso Común	Calefacción PB - sector aulas	Climatización	Otros	1742,4	1
Espacios de Uso Común	Calefacción PB - sector aulas	Climatización	Otros	1742,4	1
Espacios de Uso Común	Calefacción PB - hall grande/galería	Climatización	Otros	1742,4	1
Administración	Calefacción Dirección	Climatización	Otros	1540	1
Administración	Calefacción Tesorería	Climatización	Otros	1540	1
Taller	Calefacción Talleres	Climatización	Otros	1742,4	1
Taller	Calefacción Talleres	Climatización	Otros	2980	1
Aulas	Oficina de Mediciones Eléctricas	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	4
Aulas	Oficina de Mediciones Eléctricas	Varios	Pava Eléctrica	2200	1
Aulas	Oficina de Mediciones Eléctricas	Ofimática	Notebook	22	1
Espacios de Uso Común	Depósito Auxiliares de Servicio	Iluminación	Tubo Fluorescente	36	2
Espacios de Uso Común	Centro de estudiantes	Iluminación	Tubo Fluorescente	105	1
Administración	Dirección	Iluminación	Tubo LED	18	6
Administración	Dirección	Ofimática	Fotocopiadora	500	1
Administración	Dirección	Varios	Heladera	150	1
Administración	Dirección	Climatización	AC Frío	1059,2	1
Administración	Dirección	Ofimática	Notebook	22	1
Administración	Jefatura de Preceptores	Varios	Freezer	30	1
Administración	Jefatura de Preceptores	Iluminación	Tubo LED	18	4
Administración	Jefatura de Preceptores	Ofimática	PC+Monitor	400	1
Administración	Jefatura de Preceptores	Ofimática	Impresora	150	1
Administración	Secretaría CCT 4	Ofimática	Impresora	150	1
Administración	Secretaría CCT 4	Ofimática	PC+Monitor	400	1
Administración	Secretaría CCT 4	Iluminación	Tubo LED	18	2
Exterior	Frente	Iluminación	Otros	400	1



Exterior	Frente Talleres	Iluminación	Reflector LED	100	3
Exterior	Perímetro Talleres	Iluminación	Lámpara LED	50	12
Exterior	Patio	Iluminación	Reflector LED	100	3

Los equipos relevados se categorizaron por su funcionalidad, identificando 5 categorías, iluminación, climatización, equipamiento, ofimática y varios.

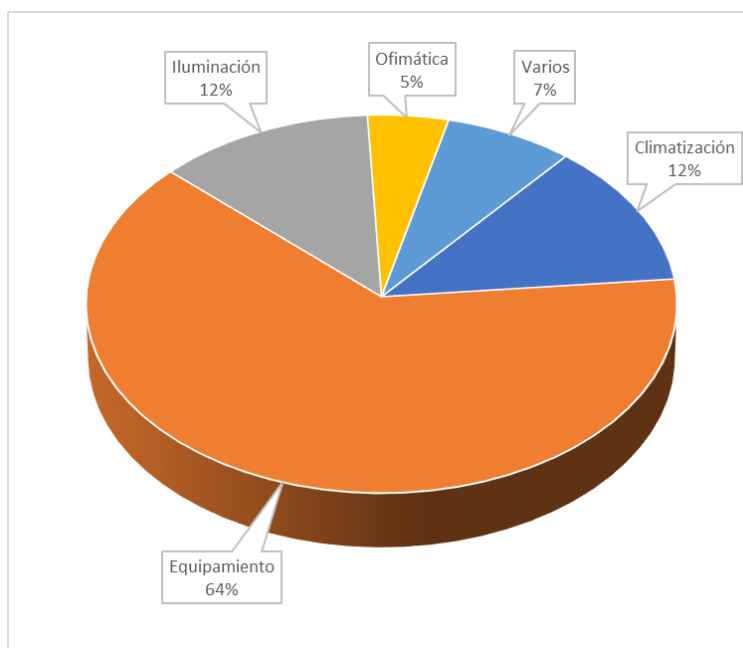


Figura 98: Potencia instalada de los equipamientos - CET N°6

Con relación a la potencia instalada relevada, Equipamiento es la categoría con mayor proporción, luego, Iluminación y Climatización son dos de las categorías que mayormente representan la potencia instalada de la escuela. Por último, ofimática y Varios son las categorías que menor potencia instalada aportan al total, siendo estos últimos, equipos que no son esenciales para el desarrollo de las actividades de la institución.

Para comprender mejor la distribución de estos equipos se pretende establecer los sectores en los que están ubicados, por lo que se presenta la distribución de potencia instalada por sector.

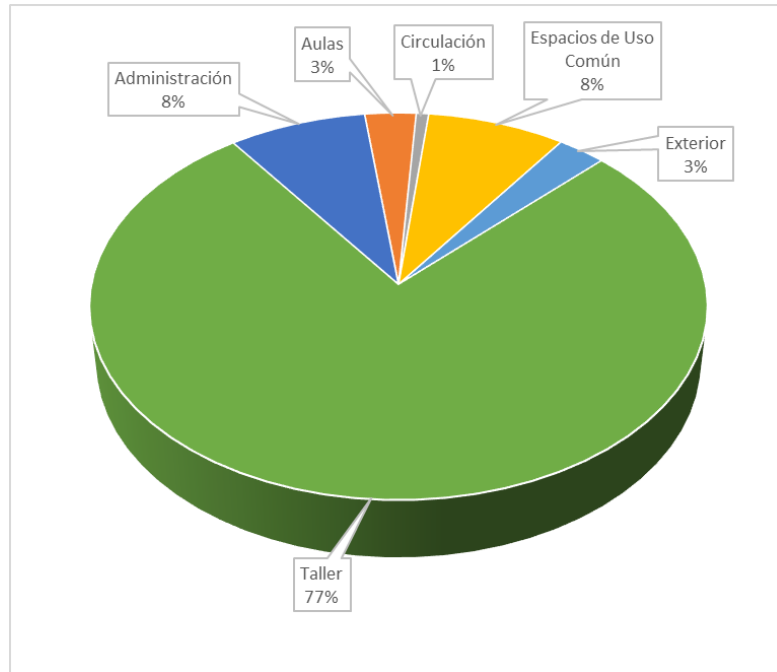


Figura 99: Distribución de potencia por sector - CET N°6

Con esta distribución se evidencia que los equipamientos técnicos instalados en el taller para el dictado de las distintas orientaciones son el principal aporte de la potencia instalada.

#### 4.2.1 Registros eléctricos

En base a los resultados obtenidos del relevamiento de equipamientos se propone realizar un análisis específico para la zona del taller y otro para el resto de la institución. Para esto se realiza la identificación de los tableros seccionales para colocar dos registradores en simultaneo y conocer las variaciones específica de cada sección.

El primer registrador consiste en un analizador de red modelo ME435 de la marca Meatrol perteneciente al INTI y se instaló en el tablero que sectoriza el ala suroeste de la escuela, mientras que el segundo equipo es un registrador modelo DiMet3 de la firma Discar pertenecientes a la Secretaría de Energía de Río Negro. Mientras que el equipo de Discar genera un registro cada 15 minutos, el equipo de Meatrol toma datos cada minuto, lo que permite una mejor resolución del consumo en la zona de taller. En la siguiente figura se esquematiza los sectores que se diferenciaron a la hora del registro.

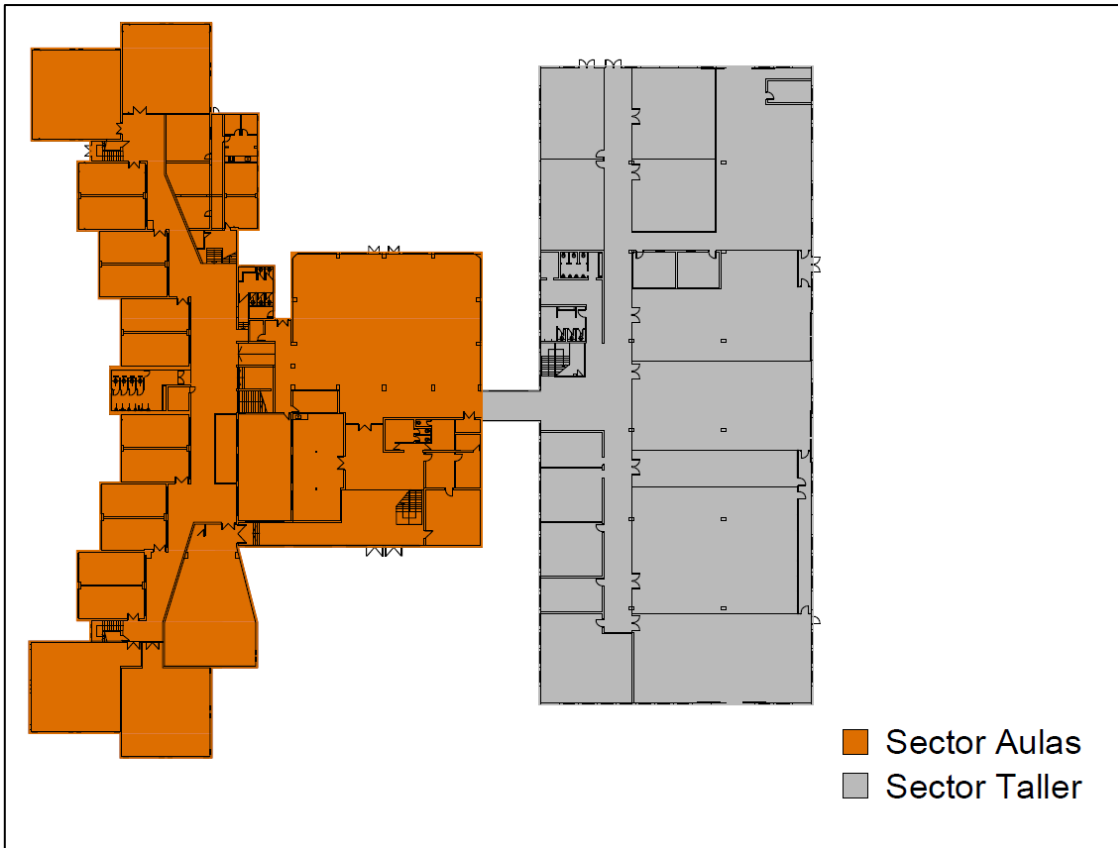


Figura 100: Zonas de los circuitos seccionales - CET N°6

Esta división de los registros permite analizar las dos actividades características del colegio, por un lado, el dictado de clases de taller, donde los alumnos se dividen en distintos turnos y se utiliza maquinaria específica, y por otro el dictado de clases “teórico” en aulas junto con la actividad administrativa del colegio.

#### 4.2.1.1 Tablero Taller

Para comprender los consumos asociados a este sector se presenta la energía activa y reactiva del circuito.

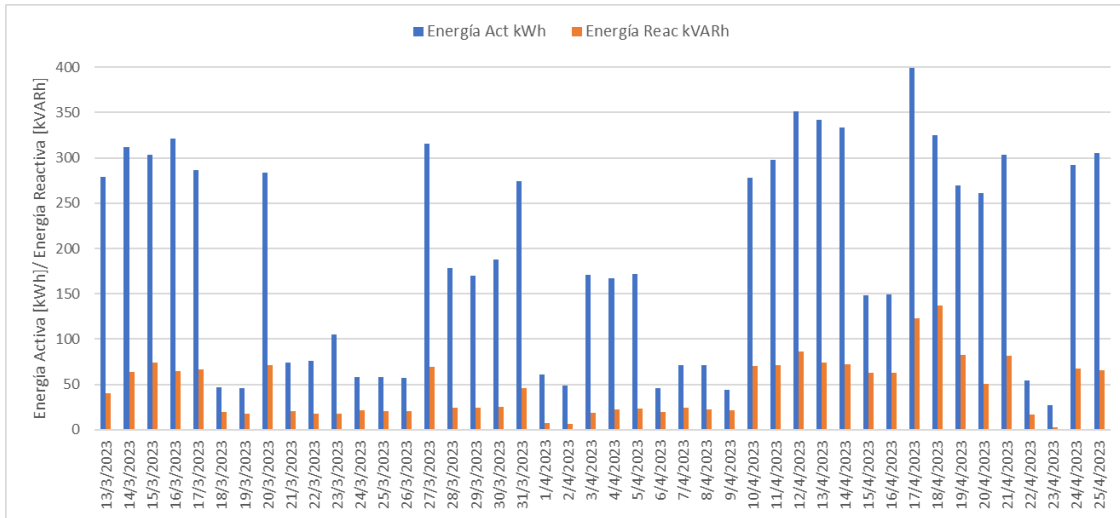


Figura 101: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVARh) – Sector Taller - CET N°6

Gracias a este gráfico, se puede evidenciar la fuerte vinculación de la actividad escolar, al consumo de energía eléctrica. Se tiene que en los días donde hubo dictado de clases de forma regular, el consumo promedió los 300 kWh, mientras que los días donde no hay actividad escolar, siendo estos los fines de semana, días feriados y días con paro total docente, el consumo promedió los 50 kWh. Se diferencian también los días con “Paro parcial”, siendo los registrados en este periodo los días 28, 29, 30 de marzo y 3, 4 y 5 de abril, donde se dictaron clases en algunos turnos, el consumo es en promedio del 50% de un día de clases regular en estos, demostrando el fuerte vínculo entre la actividad escolar, y el consumo eléctrico.

En cuanto a la energía reactiva consumida, en el periodo analizado no se encontraron consumos que resulten en un factor de potencia deficiente que traiga efectos negativos a la instalación eléctrica. Para representar esta tendencia de consumo, en el siguiente gráfico se muestra los valores obtenidos de *tg fi* para los días analizados, adicionalmente se muestran los límites definidos por la distribuidora de energía para establecer las penalidades o bonificaciones por el *tg fi*, siendo estos 0,620 y 0,426 respectivamente.

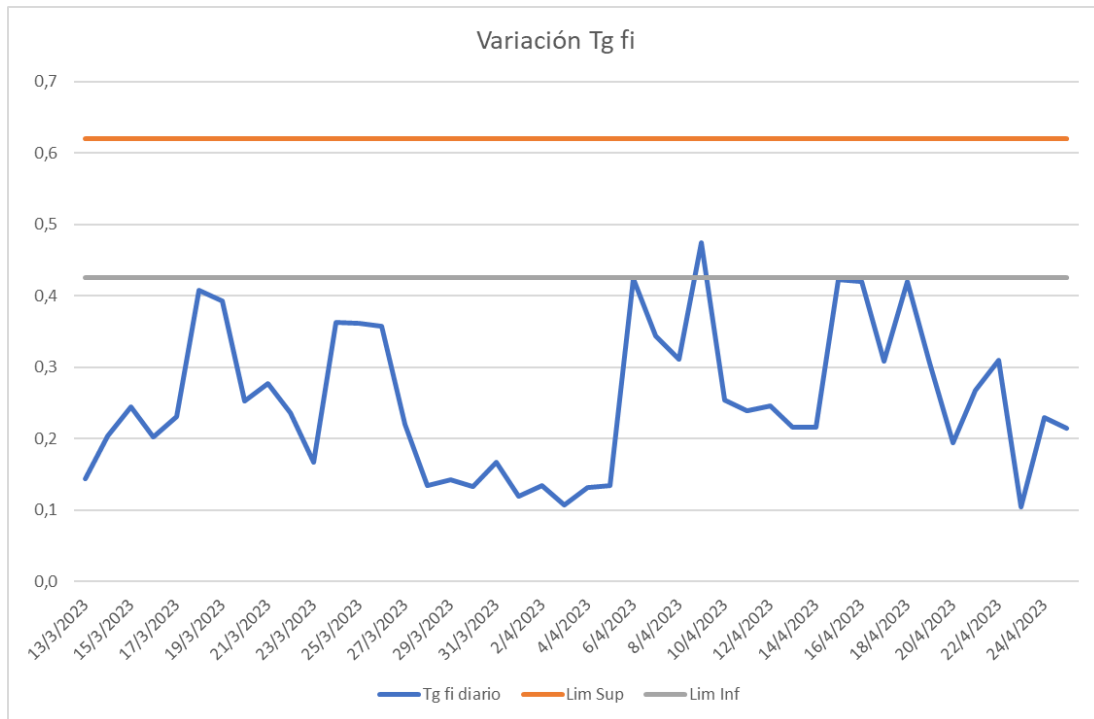


Figura 102: Variación diaria de Tg Fi - Seccional N°1 - CET N°6

De acuerdo con los valores mencionados, la tangente de phi no supera el valor máximo admitido en ninguno de los días que se encuentran dentro del registro, por lo que no se esperarían penalizaciones por parte de la empresa distribuidora en este aspecto. Es más, casi la totalidad de los días vistos, donde como se mencionó hay jornadas de actividad normal, días no laborables y días con actividad parcial, el valor de *tg fi* se encuentra en el rango de bonificación, lo que deja como señal una buena relación de consumo de energías activas y reactivas.

Con respecto a las tres fases del circuito eléctrico, se representan las variaciones de cada una para evaluar cómo está distribuida la carga y detectar si el sistema eléctrico se encuentra desbalanceado en cuanto a la potencia instalada y energía consumida en cada fase.

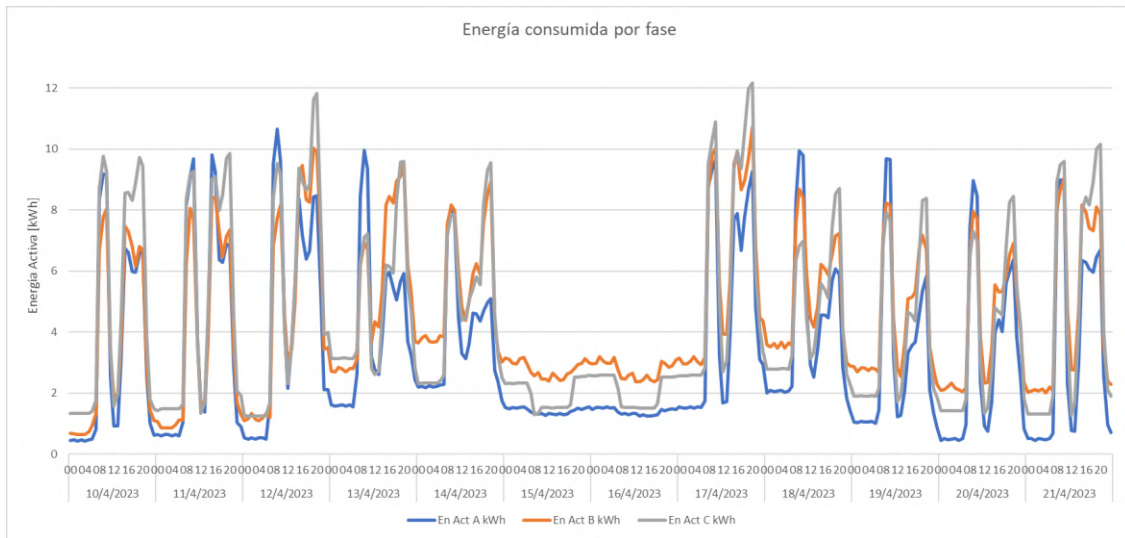


Figura 103: Distribución de consumo por fase (kWh) – Sector Taller - CET N°6

En la figura se analiza el consumo de energía activa del sector taller por un periodo de dos semanas con actividad académica regular, junto con dos días no laborables. En este periodo, los totales de energía activa consumida por hora y por día, promedian a ser mayores en la fase “B”, y los valores más bajos de consumo en la fase “A”, sin embargo, el patrón de consumo resulta “equilibrado” entre las tres fases distintas, coincidiendo los picos de consumo en los ciclos académicos. Si bien, aunque no exista un desbalance crítico que sea perjudicial para la instalación y el servicio eléctrico que sobrecargue una línea específica, hay un rango de mejora presente, siendo que la fase “A” es consistentemente la de menor consumo, por lo que se podría delegar circuitos o cargas a esta fase, para obtener un sistema mejor equilibrado.

Con respecto a los consumos y usos de la energía eléctrica se presenta kWh diarios consumidos diferenciando los días de semana con fines de semana por color, ya que el uso del servicio es totalmente diferente en los días con actividad y sin actividad académica.

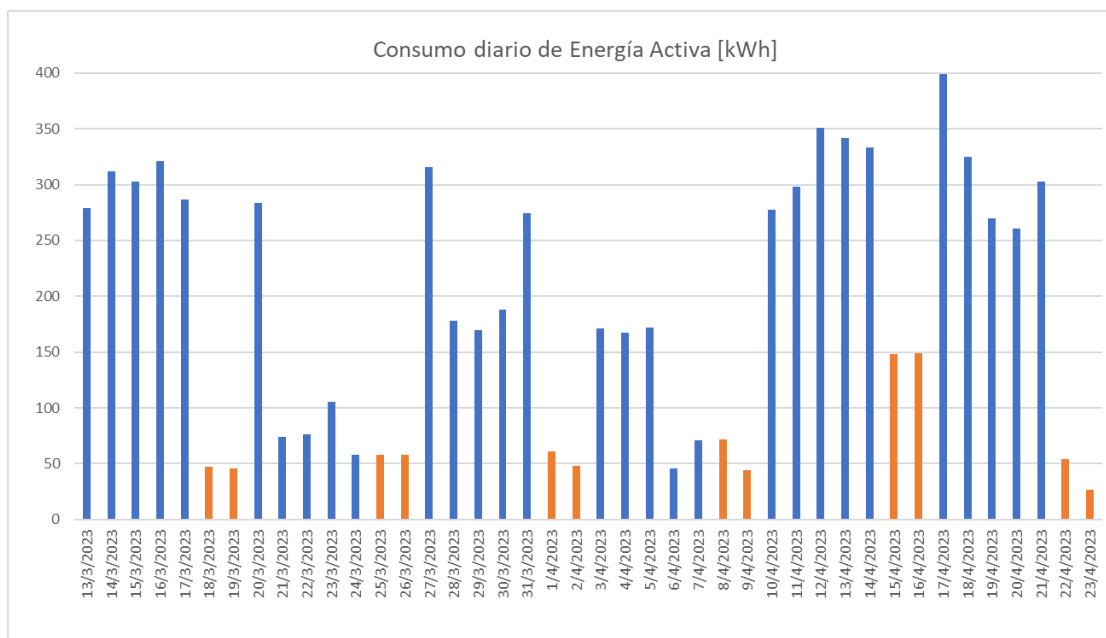


Figura 104: Consumo diario de Energía activa (kWh) – Sector Taller - CET N°6

Los fines de semana se consideran días no laborables ya que la institución no se encuentra abierta para actividades académicas, por lo que se diferencian del resto de los días con la intención de evaluar el comportamiento entre los días activos e inactivos. Los primeros cuatro fines de semana analizados presentan un consumo promedio de 54 kWh, frente a 300 kWh de consumo promedio de una semana de actividad representativa, es decir, que el piso de consumo de este sector de la escuela es de un 17% del consumo tipo de un día con actividad. Dentro de este rango de análisis se encuentran los días 15 y 16 de abril, que se desviaron del patrón de consumo de un día no laboral, ya que hubo un consumo de aproximadamente 150 kWh cada día, casi tres veces más que el promedio general, esto es por las actividades relacionadas a las elecciones provinciales llevadas a cabo ese fin de semana de abril, esto nos permite caracterizar el consumo cuando se utiliza el espacio para actividades ajenas a las académicas.

Con respecto a los días de semana con actividad académica vemos que los consumos diarios registran un máximo de 399 kWh, y un promedio de 307 kWh, sin tomar en cuenta esos días ya mencionados de paro docente, tanto total como parcial. Con la intención de evaluar el comportamiento del consumo, se compararon los días con actividad académica y se observó que todos conservan un comportamiento similar, por lo que a continuación se presenta la variación de consumo horaria del día 11 de abril, el cual es un día representativo.

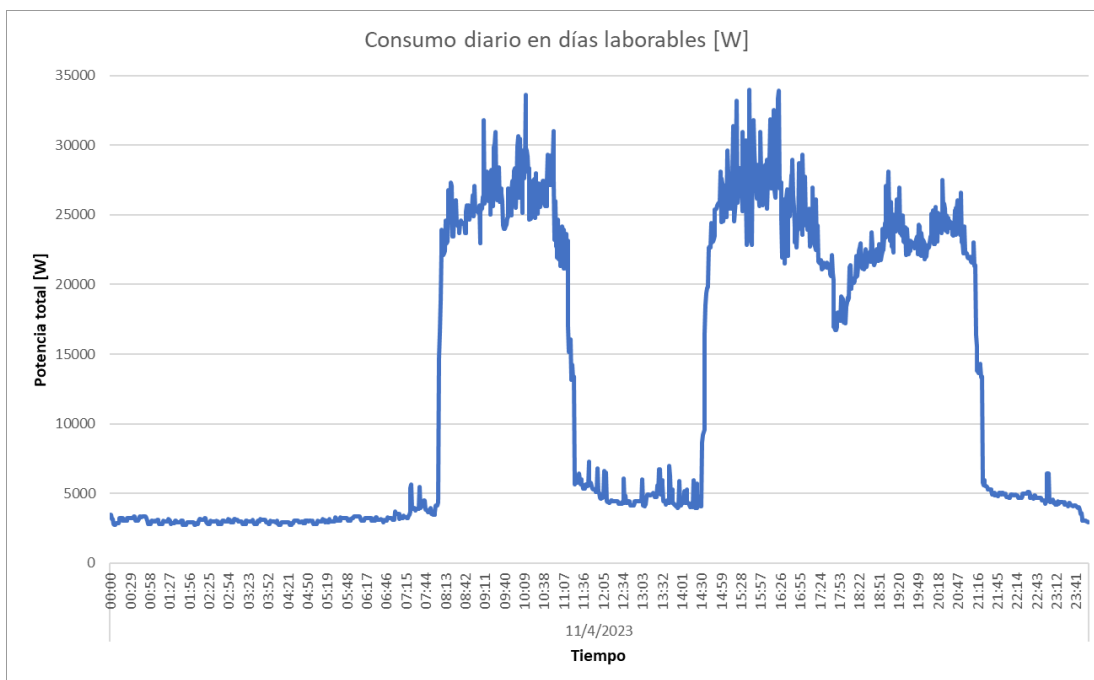


Figura 105: Consumo diario en días laborables (kWh) – Sector Taller - CET N°6

Se puede observar una demanda de potencia sostenida de 3 kW promedio durante las horas de la madrugada, con un leve aumento de consumo entre las 7:00 am y las 8:00 am, donde se abre la escuela, previo al ingreso del cuerpo estudiantil. Puntualmente a las 8:00 am se eleva el consumo a 25 kW asociado al comienzo de las actividades de turno mañana en el sector taller, este valor es de igual manera es el promedio de demanda en todo el periodo del turno mañana, que finaliza pasadas las 11:00 am. El consumo en el periodo de transición entre turno mañana promedia los 4,8 kW entre las 11:00 am y las 2:30 pm. La demanda de potencia en el turno tarde promedia el mismo valor que turno mañana, mientras que la del turno vespertino, luego de la transición a las 18:00 hs, es de 23 kW, un valor menor que el de los otros turnos, siendo que en este rango horario hay menos zonas de taller que se utilicen para dictar clases. Se puede entonces, caracterizar el consumo de un turno promedio de dictado de clases en sector taller, siendo este valor 80 kWh, tanto para turno mañana, como para turno tarde.

De forma similar se puede establecer un valor representativo de la energía consumida fuera de los rangos horarios mencionados, es decir, en los valles de consumo ajenos puramente a la actividad específica de la escuela. Tomando los días laborales con actividad educativa regular, la energía consumida fuera de los turnos académicos establecidos promedia los 70,75 kWh, representando un 23% del total de energía consumida en un día lectivo tipo.



Respecto a la potencia contratada y la demanda máxima en los circuitos analizados, se tiene que del historial de facturación la escuela esta posee un contrato variable a lo largo del año, con el objetivo de evitar penalizaciones en los meses de mayor demanda, y evitar altos cargos en los meses de receso. Para el periodo analizado donde se tienen datos de días de marzo y abril, la potencia contratada correspondiente para estos meses es de 36 kW.

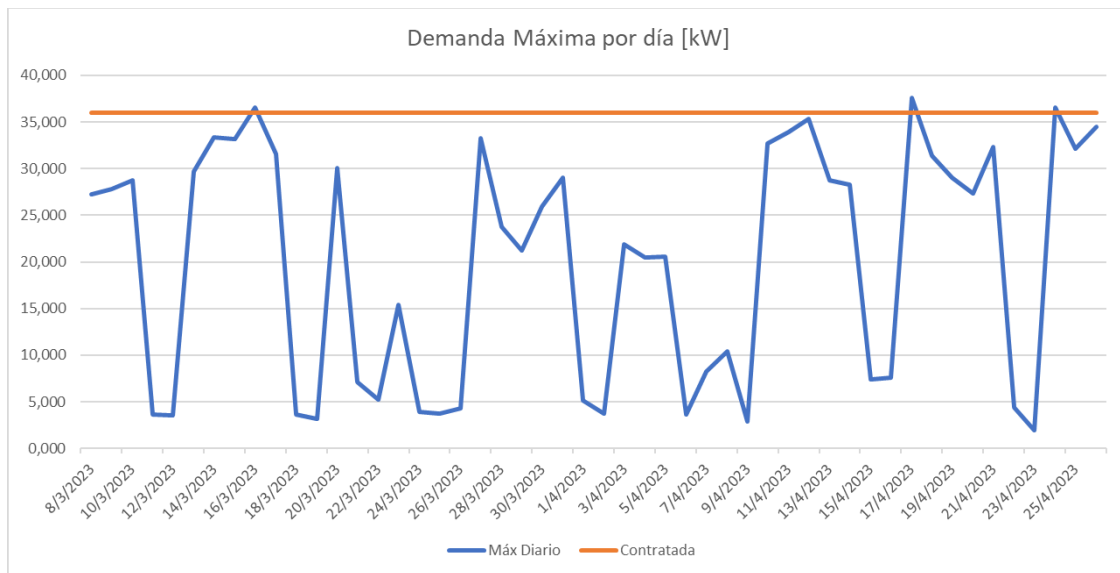


Figura 106: Demanda máxima de potencia (kW) - Sector Taller - CET N°6

Como se puede observar, los picos de consumo que se da en los días de clases analizados solo superan el contratado en tres ocasiones, pero por un margen muy pequeño, lo que no ocasionará grandes penalizaciones, sin embargo, se puede trabajar en la simultaneidad de la demanda, para evitar estos máximos.

#### 4.2.1.2 Tablero Aulas

En la siguiente figura se representan los consumos por día registrados en el tablero seccional que contiene los circuitos pertenecientes a las aulas para el dictado de clases teóricas, oficinas administrativas y espacios de uso común.

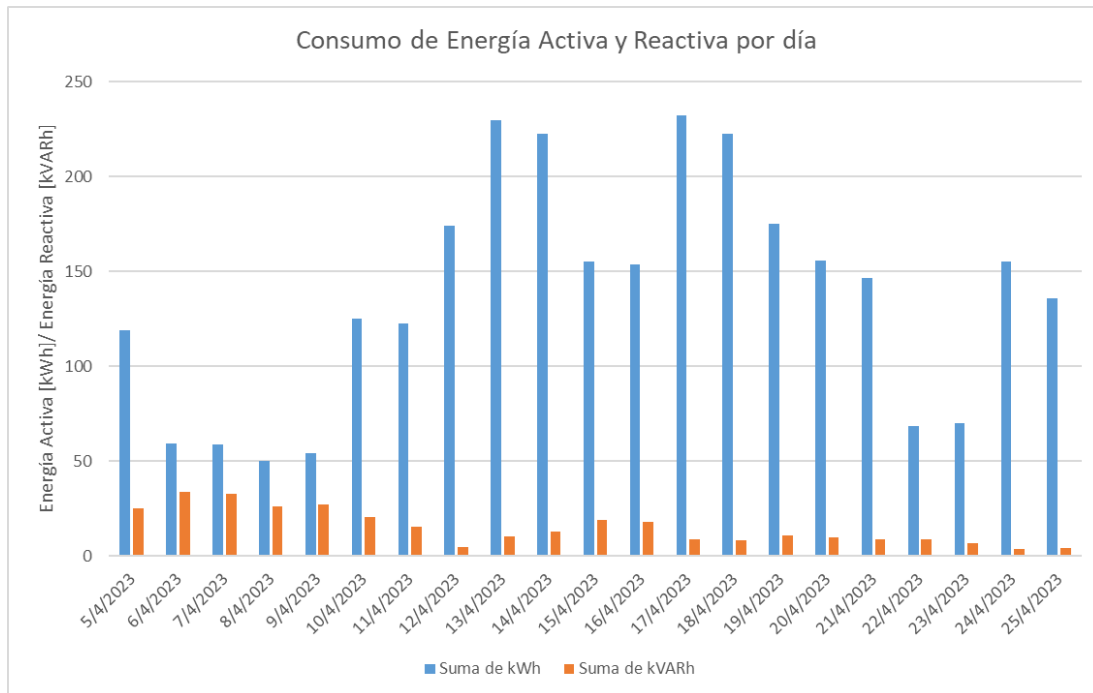


Figura 107: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVARh) – Sector Aulas - CET N°6

Dentro del rango analizado se tiene distintos patrones de consumo a lo largo de los días de la semana, con un consumo de 232 kWh en un día a plena actividad, y consumos de 50 kWh en días no laborales. En cuanto a los días laborales, los registros académicos señalan que tanto la semana del 10 de abril al 14, y del 17 al 21 de abril, el cuerpo docente desarrolló actividades de manera regular, sin embargo, existen variaciones de hasta un 190% entre dos días de actividad regular, se analizará más adelante el perfil de consumo a lo largo de estos días para obtener más detalle. Con respecto a la energía reactiva, se puede ver que los días mayor consumo de energía activa no coinciden con los de mayor consumo de energía reactiva, por lo que los equipos que consumen este tipo de energía no estarían asociados a aquellos imprescindibles para el desarrollo de las actividades académicas. A continuación, se analiza esta relación de consumo entre energías.



Figura 108: Variación de Tg Fi – Sector Aulas - CET N°6

En la figura se representan los límites de tangente de fi, el inferior (para bonificación por parte de la distribuidora), el superior (para penalizaciones) y los distintos valores que toma la tangente de fi en los días analizados. Si bien es esperable obtener valores altos de tangente de fi en los días donde hay poco consumo, ya que en esas situaciones la relación entre las energías se acorta, y valores bajos en los días de mayor consumo, ya que la mayoría de los equipos son predominantemente activos, en esta situación se tiene días de bajo consumo, con distintos valores de tangente de fi. Por un lado, los días 6, 7, 8 y 9 de abril fueron días feriados y fin de semana respectivamente, en donde se obtuvieron valores de tg de fi que superiores a 0,62 y la escuela estuvo cerrada o sin actividad, y por otro, el 22 y 23 de abril también fueron días de fin de semana donde la escuela se mantuvo cerrada, siendo que en este caso la relación de consumo resultó en un bajo valor de tg fi, manteniéndose incluso por debajo del límite inferior, es decir, la zona de bonificación. A pesar de que, para establecer el valor de tangente de fi mensual, la distribuidora hace la relación entre la energía total consumida reactiva y activa, que como se ve a lo largo del mes resulta en un valor en el rango de bonificación, es importante detectar estas situaciones en los que equipos con un bajo factor de potencia consumen energía fuera de horarios productivos.

En relación con las tres fases del circuito eléctrico, se representan las variaciones de cada una para evaluar cómo está distribuida la carga y detectar si el sistema eléctrico se encuentra desbalanceado.

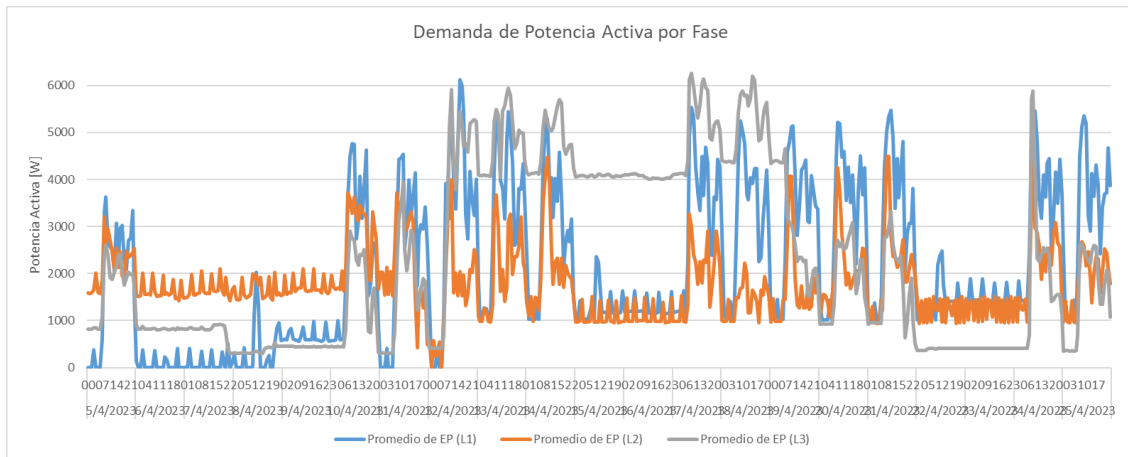


Figura 109: Variación diaria de la demanda de potencia por fase (W) – Sector Aulas - CET N°6

En los días que se analizan resulta imperioso mencionar las tendencias de consumo de los circuitos que se encuentren en la fase 3. Esta fase registra demandas de potencias de las más bajas en los días sin actividad, la más alta en los días de actividad plena, con un consumo particular de demanda constante durante más de 48 el fin de semana donde el establecimiento fue utilizado para las actividades relacionadas a las elecciones provinciales. Por otro lado, la fase 1 contiene cargas de características tal, que hay días que conserva una demanda nula, y en otros es la fase con más demanda en el transcurso de un día lectivo. Esta disparidad de consumo entre fases se analiza en el siguiente gráfico, donde se muestra el desbalance de corriente entre fases en porcentaje, tomando en cada caso la mayor diferencia entre un par de fases.

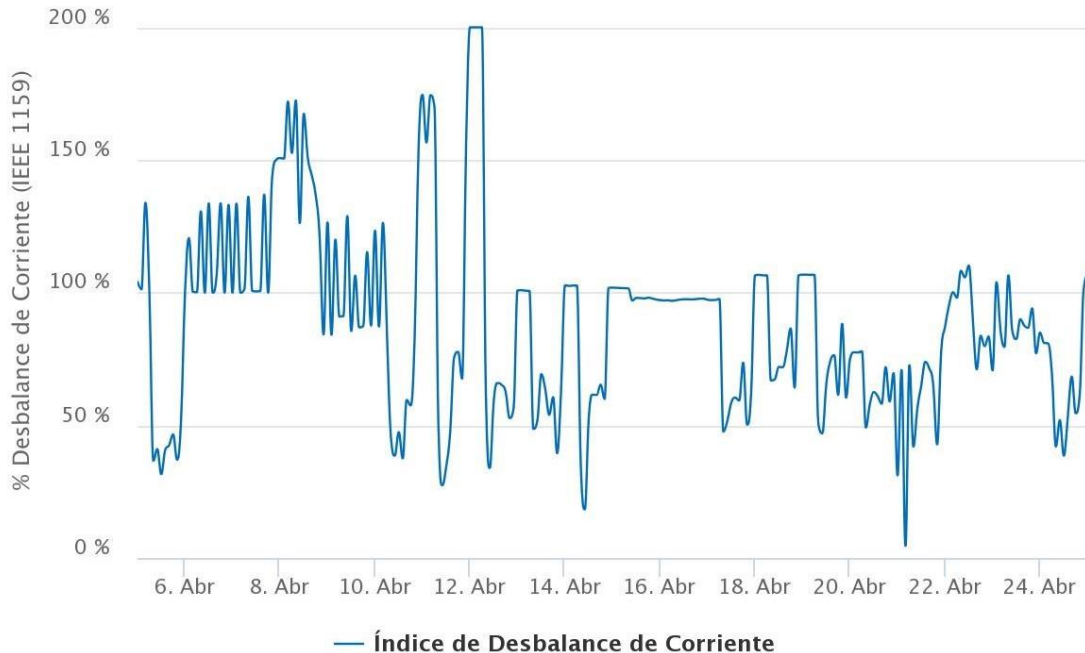


Figura 110: Índice de Desbalance de Corriente (%) - Sector Aulas - CET N°6

En el periodo analizado se tuvo un valor máximo de 200% de desbalance, y un promedio de 71,22%. Para este parámetro, la norma IEEE 1159 establece un límite superior de 30%, pasado este umbral el desbalance de corriente entre las distintas fases puede provocar efectos adversos en la instalación, entre ellos el desbalance y desfasaje de las tensiones, lo cual puede provocar que los equipos trifásicos conectados a esta red experimenten un rendimiento bajo o fallos prematuros debido a mayores esfuerzos mecánicos, corrientes más altas de lo normal y sobrecalentamiento. Para disminuir estos efectos, las cargas deben dividirse de manera equivalente entre las fases.

Con respecto a los consumos y usos de la energía eléctrica se presenta kWh diarios consumidos diferenciando los días de semana con fines de semana por color, ya que el uso del servicio es totalmente diferente en los días con actividad y sin actividad académica.

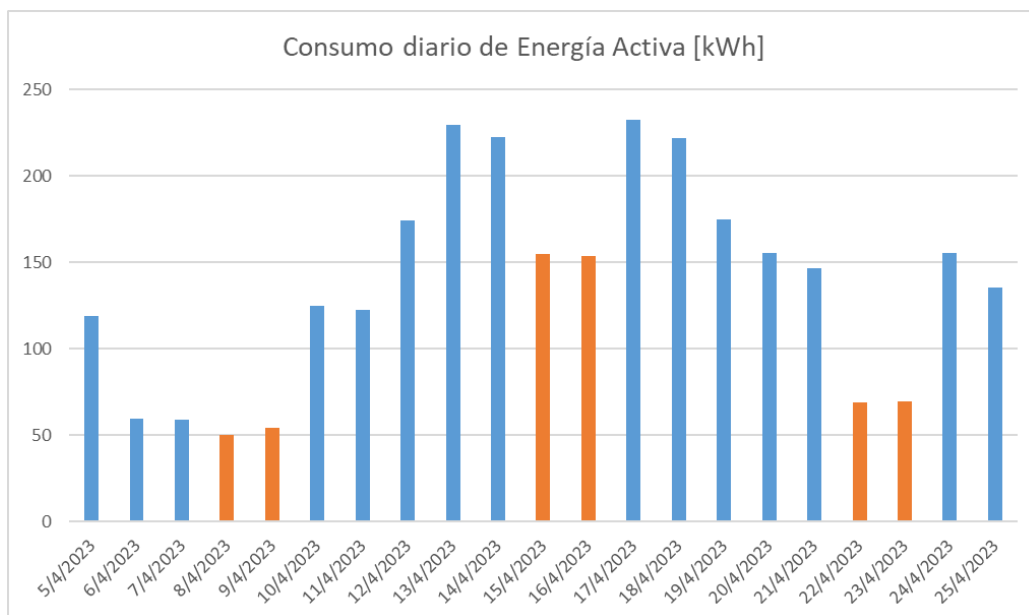


Figura 111: Energía activa consumida diaria (kWh) - Seccional N°2 - CET N°6

En la figura se distinguen con otro color los días de fin de semana, sin embargo, el día 6 y 7 de abril también fueron días no laborables, por lo que presentan consumos similares a estos. El resto de los días, son aquellos en los que se desarrollaron clases con normalidad. Dentro de estos últimos, se tiene un rango amplio de consumo, desde 119 kWh hasta 232 kWh entre distintos días con actividad. Por otro lado, los días sin actividad presentan una variación de un 13% de la media (60 kWh), descartando los días 15 y 16 en los que el establecimiento fue destinado a actividades extraescolares. En promedio un día sin actividad representa un 35% de un consumo típico de una jornada académica, lo cual resulta un piso alto que tiene margen de mejora.

A continuación, se analiza el consumo hora a hora de distintos días con actividad académica, para poder observar las diferencias de consumo que se dan en estos.

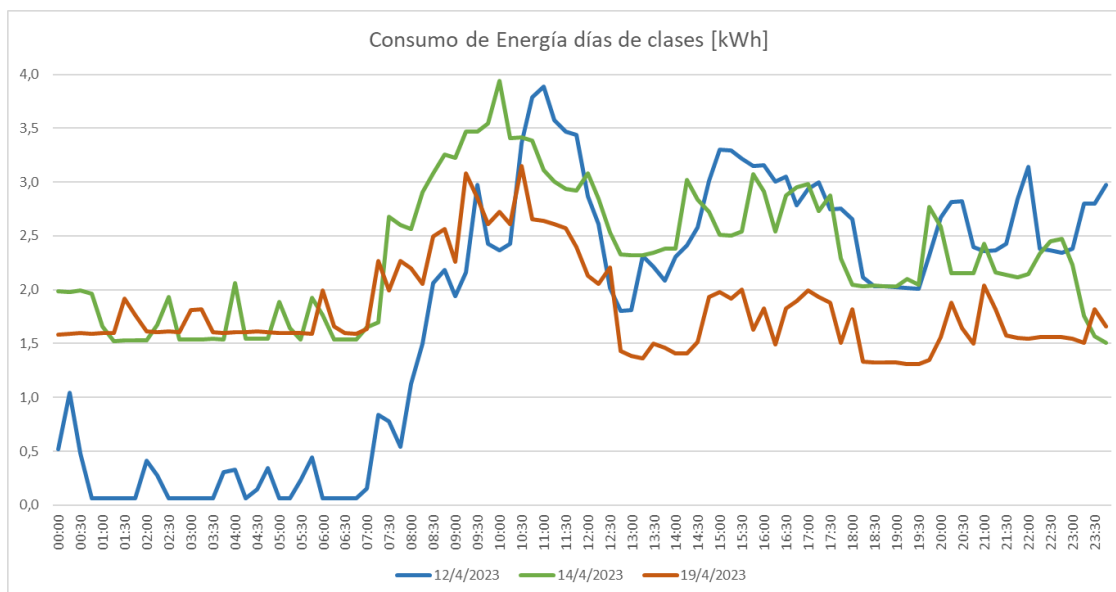


Figura 112: Consumo de Energía Activa días de clases - Sector Aulas - CET N°6

Los tres días presentan un crecimiento de consumo a partir de las 7:00 hs cuando la escuela abre y se prepara para recibir al alumnado. Esta cresta suele alcanzar su máximo alrededor de las 10:00 hs y luego comienza a decrecer, hasta la hora de finalización del turno mañana. El patrón de consumo en los distintos días es similar tanto en el turno tarde, como en el vespertino, esto es, un leve aumento de consumo con respecto al de las horas de transición de los turnos, de 12:45 a 14:00 hs, y de 18:00 a 19:30 hs. Dependiendo el día, este valle de consumo en las horas de transición es menos o más marcado, lo que puede relacionarse a que distintos días se utilizan más o menos espacios para el dictado de clases, sin embargo, sigue siendo una base de consumo considerable siendo que el edificio no se encuentra en pleno funcionamiento de actividades. La diferencia principal que se halló en los días analizados fue el consumo en las horas de la madrugada, teniendo un piso muy bajo el día 12 de abril, esto es esperable ya que la escuela permanece cerrada y sin actividad, sin embargo, en los demás días esta base de consumo nocturno es considerablemente mayor, lo cual no se puede obviar. Volviendo a hacer mención del análisis por fases, el bajo consumo en el día 12 se da gracias a que en ninguno de los circuitos de las tres fases hubo un consumo significativo, sin embargo, en los días con un piso nocturno alto, la demanda principal (aunque no única) se da en la fase 3.

#### 4.2.2 Iluminación

Dado que la iluminación interior de los colegios representa un consumo significativo de energía eléctrica y que una de las alternativas de mejora planteadas es el recambio de luminarias, se realizó una medición de los niveles de iluminación en los ambientes más representativos. Dicha medición no siguió estrictamente las directrices del protocolo 84/12 de la SRT por no tener validez legal, sin embargo, se consideraron varios aspectos que permiten utilizar estos valores como referencia para el análisis.

Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: Testo 545 - S/N: 03219641 (<https://static-int.testo.com/media/7c/c5/a75432e9a547/testo-545-Manual-de-instrucciones.pdf>).

Las mediciones se realizaron fuera de horario diurno para no tener incidencia de la luz solar sobre las mismas, y a 0,80 m de altura al suelo; de acuerdo con las dimensiones del ambiente se definió un número de mediciones que permita alcanzar un valor representativo del lugar y determinar la situación actual en base a los requerimientos de la legislación vigente. El Anexo IV del Decreto 351/79 en su Tabla 1 define la intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual basada en la Norma IRAM-AADL J 20-06. Para el caso de las escuelas, las aulas y oficinas administrativas se llevan a cabo tareas moderadamente críticas y prolongadas con detalles medianos como pueden ser la lectura y escritura mientras.

El mismo decreto por su parte requiere que se mantenga la uniformidad en el nivel de iluminación obtenido en el ambiente de trabajo, para ello se exige que el menor valor detectado (E mínima) en la medición de iluminación sea superior a la mitad del valor promedio.

A continuación, se detallan las mediciones de iluminación realizadas en los distintos sectores del colegio y se comparan con los valores establecidos por la legislación.



Tabla 36: Mediciones de iluminación - CET N°6

Sector	Ubicación	Uniformidad (lux)		Medición (lux) $E_{med}$	Valor legal (lux)	Cumple	N° de luminarias	Tipo
		$E_{min} > E_{med} / 2$	Cumple					
Aulas	4to 3ra PB	60	NO	187,2	500	NO	6	LED
Aulas	3ro 2da	110	SÍ	154,8	500	NO	6	LED
Aulas	4to 2da	33	NO	112,4	500	NO	6	LED
Aulas	6to 1era	9	NO	51,4	500	NO	6	LED
Espacios de Uso Común	Baño Hombres PA	67	SÍ	80,7	200	NO	3	LED
Espacios de Uso Común	Baño Damas PB	205	SÍ	220,3	200	SÍ	4	LED
Aulas	1ero 4ta	72	SÍ	108,8	500	NO	6	LED
Aulas	5to 1era	120	SÍ	204,0	500	NO	6	LED
Aulas	2do 3era	161	SÍ	201,0	500	NO	12	LED
Aulas	5to 2da	30	SÍ	59,8	500	NO	6	LED
Aulas	1ero 1era	2	NO	12,0	500	NO	6	LED
Administración	Preceptores PA	148	SÍ	202,7	500	NO	3	LED
Espacios de Uso Común	Baño Hombres PA	10	SÍ	19,0	200	NO	3	LED
Aulas	1ero 3era	19	NO	44,4	500	NO	6	LED
Circulación	Pasillo Aulas PA	6	NO	110,8	200	NO	17	LED
Circulación	Pasillo aulas PB	34	NO	77,1	200	NO	17	LED
Espacios de Uso Común	SUM	27	SÍ	40,2	200	NO	6	LED + FLC

Los ambientes relevados para medir iluminación muestran que la mayoría cumple con los parámetros de uniformidad establecidos en la norma, sin embargo, muy pocos cumplen los valores de iluminancia media recomendados para el tipo de ambiente. Éste último aspecto es importante ya que los niveles bajos de iluminación generan un malestar y cansancio a las personas que están haciendo uso de los ambientes, dificultando las tareas diarias.

Las aulas presentan valores bajos de iluminación lo que ocasiona efectos adversos a los alumnos y docentes, si bien en la mayor parte de las aulas el porcentaje de lámparas en buen estado era alto por lo que no se requería el recambio, se debe evaluar si el tipo de luminarias y la cantidad son las indicadas para poder lograr una distribución adecuada del flujo luminoso que se está generando, para esto se debe hacer un proyecto luminotécnico que tome en cuenta las características edilicias presentes en las aulas, muros, techos, ventanas, etc., como las condiciones de uso y periodos de recambio y regularidad en el mantenimiento. En lo referido a la luz natural, la mayoría de las aulas sus ventanas están orientadas al noreste, por lo que es la zona del edificio sobre la que mayor incidencia tiene el sol a lo largo de la jornada, por esto, en estos ambientes se han dispuesto parasoles en la parte superior de las aberturas, polarizados en los vidrios y cortinas semi opacas, siendo que estos dos últimos elementos no se encuentran en óptimas condiciones. A continuación se observan los parasoles de las aulas.



*Figura 113: Parasoles de las aulas - CET N°6*



*Figura 114: Parasoles de las aulas - CET N°6*

Si bien los elementos mencionados están destinados a evitar los deslumbramientos en los alumnos y los docentes, gran parte de este recurso se podría aprovechar si en vez de bloquearlo, se implementaran pantallas solares o

persianas móviles que ayudaran a distribuir la iluminación de forma uniforme, generando mayores niveles de confort en el alumnado.

En cuando a los espacios de uso común y circulación, los requerimientos de iluminación no son muy altos y el impacto en el confort de los usuarios en el día a día no es muy alto. Si bien la mayoría de las luminarias se encontraban en buenas condiciones, no se conseguían los valores establecidos y la iluminación natural en estos espacios era escasa ya que las aberturas o estaban orientadas al sur, o eran pasillos internos sin incidencia directa.



*Figura 115: Vista de iluminación de espacios comunes (Pasillos y Escaleras) - CET N°6*



Figura 116: Iluminación en espacios comunes (SUM) - CET N°6

### **4.3. Oportunidades de mejora**

#### **4.3.1 Tableros principales**

El edificio del colegio CET N°6 cuenta con dos suministros de energía eléctrica que abastecen a los dos sectores principales de esta. Los tableros principales de estos suministros fueron instalados en dos distintas etapas, correspondiente una a la primera etapa de construcción de la escuela, y la otra a la construcción del ala de talleres.

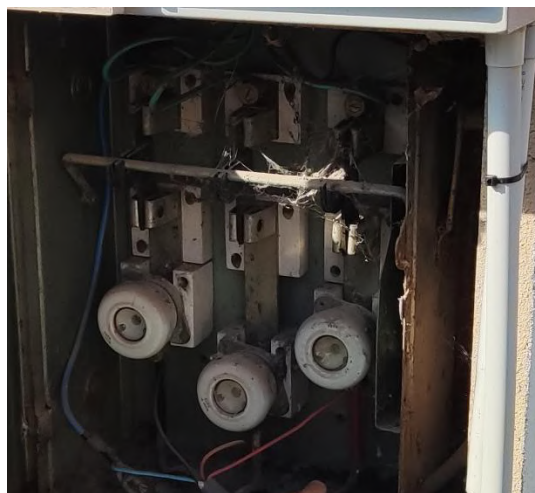


Figura 117 - Tablero Pilar calle Bernal – CET N°6



Figura 118 - Tablero Pilar calle Italia – CET N°6

En cuanto al tablero de la calle Bernal, se debería llevar a cabo una inspección para verificar que este cumple con los parámetros definidos para un tablero principal según las normativas actuales definidas por la distribuidora local y por la AEA en la sección 771.20 “Tableros Eléctricos”. Por otro lado, el tablero de la calle Italia se encuentra en un estado deteriorado, lo cual genera que sea insegura su operación, tanto para la persona como para la instalación eléctrica del edificio, por lo que se recomienda su reacondicionamiento.

#### 4.3.2 *Calidad de la energía*

Respecto al análisis de la calidad de la energía eléctrica, el estudio de este se constituye como el primer y más importante paso para identificar y solucionar problemas de los sistemas de potencia, problemas eléctricos que pueden dañar los equipos, reducir su confiabilidad, disminuir el rendimiento, e incluso puede poner en riesgo la seguridad del personal, si los problemas asociados permanecen sin corregirse. El monitoreo de las características eléctricas, comenzando con las fases monofásicas y polifásicas en sistemas de CA, es una de las principales prácticas recomendadas.

La norma IEEE 1159, la cual hace referencia a los fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente eléctrica, define los distintos disturbios que afectan a estos. Entre ellos se encuentra el desequilibrio de tensiones, como una de las perturbaciones electromagnéticas a monitorear. En la siguiente figura se presenta este parámetro en el periodo registrado.

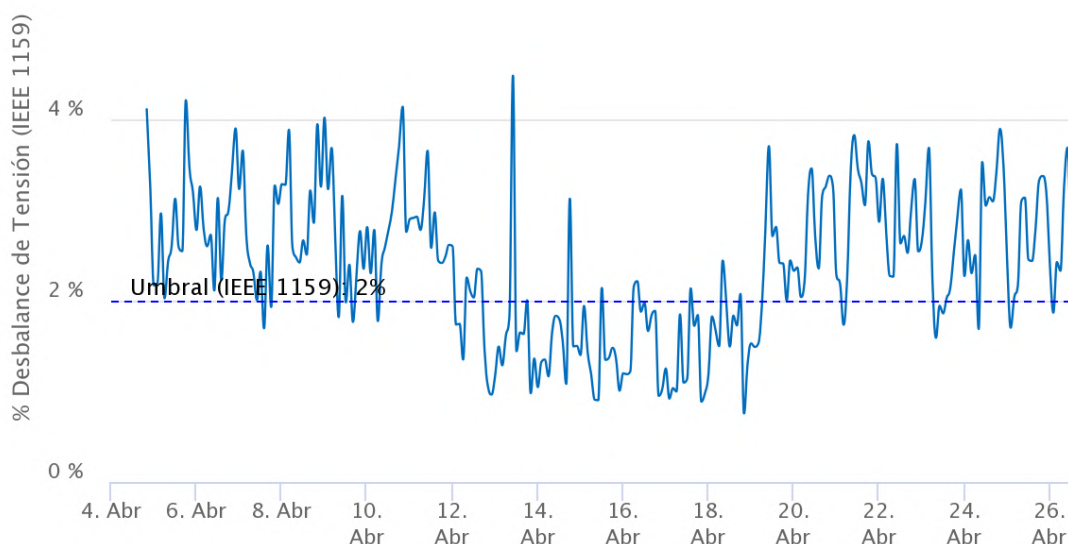


Figura 119 - Índice de desbalance de Tensión – CET N°6

El límite que se define es de un 2% (IEEE), ya que, superando este valor, se vuelve perjudicial para el equipamiento eléctrico. Si bien el promedio de este parámetro resulta del 1,77%, se tiene un máximo de 4,49% de desbalance, y en la mayoría de los días se sobrepasa el límite establecido.

Cuando el voltaje está desequilibrado, a menudo se debe a la distribución de carga del sistema. Los sistemas de energía desequilibrados pueden ocurrir por muchas razones, como grandes cargas monofásicas, desequilibrio de corriente que fluye en conductores neutros, suministro de servicio desequilibrado, cargas monofásicas distribuidas de manera desigual en el mismo sistema de alimentación, fallas monofásicas a tierra no identificadas, etc.

El desbalance puede ser perjudicial si se cuenta con motores trifásicos en la instalación. Una diferencia en los voltajes de fase causa un desbalance de corriente de seis a quince veces mayor que el desbalance de voltaje. Para evitar el desbalance de tensión, las cargas deben distribuirse equitativamente en las fases de un tablero. Cuando una fase se carga más que las otras, la tensión en esa fase será más bajo, lo que resultará en desbalance. La distribución uniforme de sus cargas ayuda a evitar que una fase se sobrecargue. Se presenta a continuación el índice de desbalance de corrientes registrado en el periodo analizado.

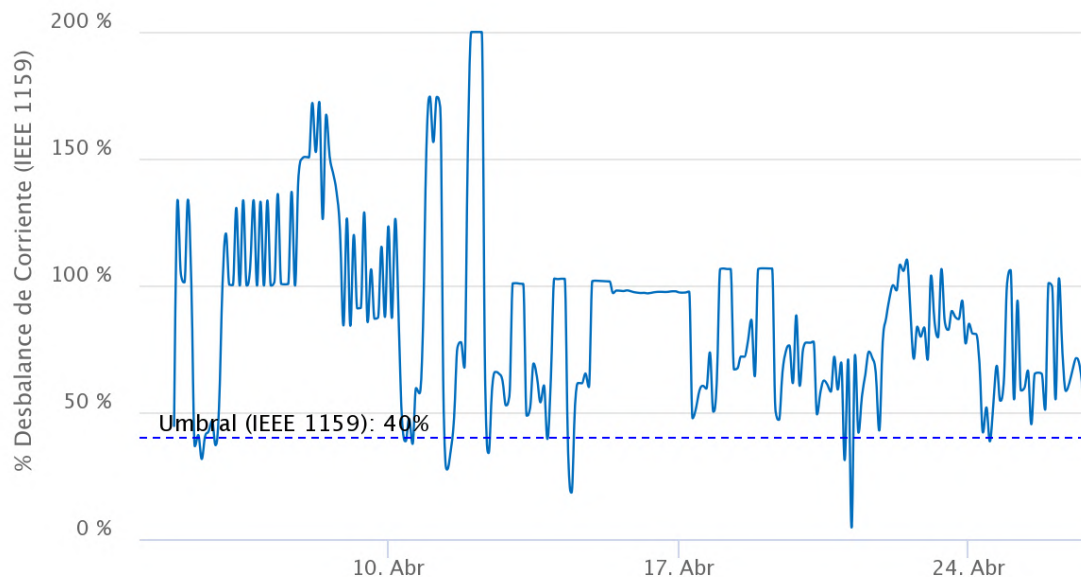


Figura 120 - Índice de desbalance de corriente – CET N°6

Con un promedio de 69,45% en el periodo analizado, sobre un límite recomendado del 40%, el alto desbalance de corriente es una característica de consumo habitual de este sector del colegio. Se recomienda entonces, realizar un relevamiento del estado de la instalación eléctrica con el fin de poder confeccionar un esquema unifilar de la instalación, que represente el estado actual de esta, para así poder definir una nueva distribución de las cargas, enfocado en la sectorización, costumbres de uso y simultaneidad.

#### 4.3.3 Iluminación

En cuanto a los equipos de iluminación, estos representan un gran porcentaje de la energía consumida en la institución, ya que, aunque no conforman un gran porcentaje de la potencia instalada, sí poseen largas horas de uso, lo que equipara su consumo energético con los demás sistemas consumidores de energía del edificio. El enfoque principal para disminuir los consumos en esta categoría es realizar un cambio tecnológico en los equipos de iluminación, ya que los equipos con tecnologías más antiguas presentan un rendimiento luminoso entre 40 lm/W y 60 lm/W, mientras que la tecnología LED actual consigue rendimientos luminosos de más de 100 lm/W, alcanzando niveles de iluminación igual o mayores, consumiendo menos energía. En cuanto a esta transición tecnológica, la escuela presenta un gran avance, ya que el 76% de los equipos de iluminación relevados son de tecnología LED, sin embargo, la potencia instalada de los equipos sin tecnología LED representa el 56% de la potencia total instalada para iluminación,

estos es porque varios de los equipos no LED restantes son de gran potencia, ya que están instalados en exterior y espacios comunes. Se recomienda entonces continuar el recambio tecnológico de luminarias, priorizando aquellas de mayor potencia.

*Tabla 37 - Equipos de iluminación no LED de mayor potencia – CET N°6*

Sector	Equipo	Pot. [W]	Cant.
Exterior	Reflector HG	400	11
Circulación	Lámpara Fluorescente Compacta	100	3
Espacios de Uso Común	Lámpara Fluorescente Compacta	100	3
Taller	Lámpara Fluorescente Compacta	100	1
Taller	Lámpara Fluorescente Compacta	100	1
Taller	Reflector HG	400	5
Taller	Reflector HG	400	1
Taller	Lámpara Fluorescente Compacta	70	1
Taller	Lámpara Fluorescente Compacta	100	2
Taller	Reflector HG	400	2
Taller	Reflector HG	400	4
Exterior	Otros	400	1

Realizando el recambio mencionado de tecnología de iluminación, y considerando las horas de uso en los equipos de interior como las horas de actividad del colegio registradas, y las horas de uso de los equipos exteriores como las horas de oscuridad, se tiene que se puede obtener un ahorro mensual de energía en esta categoría de consumo de alrededor de 1.517 kWh por mes, lo que representa a valores actuales de tarifa, un costo cercano a \$29.485,00. Estos valores resultan en periodos de repago de la inversión entre 3,6 y 8,3 meses, dependiendo del producto y marca específica escogida, siendo estos periodos más que aceptables. Adicionalmente si a estas mejoras en tecnología se les suman los ahorros asociados a cambios en los usos y costumbres, enfocados en consumo racional de la energía, las inversiones en este ámbito resultan primordiales.

Para lograr una correcta gestión de la energía destinada a la iluminación, la capacidad de maniobra y selectividad de la instalación es crucial. Se deben diseñar los circuitos de forma que se puedan realizar encendidos parciales, ya sea para aprovechar luz natural en algunos ambientes, o para ajustar los puntos de luz en función de las necesidades del momento. En este sentido, se pudo identificar que en la mayoría de las aulas dedicadas al dictado de clase se disponía de la posibilidad de realizar el encendido y apagado de la iluminación, dejando la opción



al personal de utilizar la luz artificial, y de apagarla cuando no se están utilizando. También en cuanto a la selectividad de la instalación, se puede mencionar la importancia de que las luminarias estén conectadas en más de un circuito, separando las que se encuentran próximas a las ventanas, de tal manera que se permita controlar el encendido de estas de forma independiente, permitiendo ahorros de hasta un 50% en el uso cotidiano de la iluminación en las aulas.

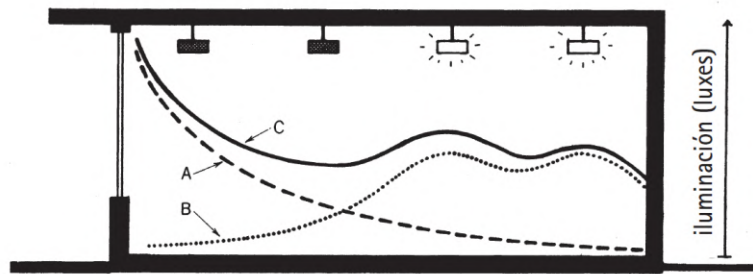
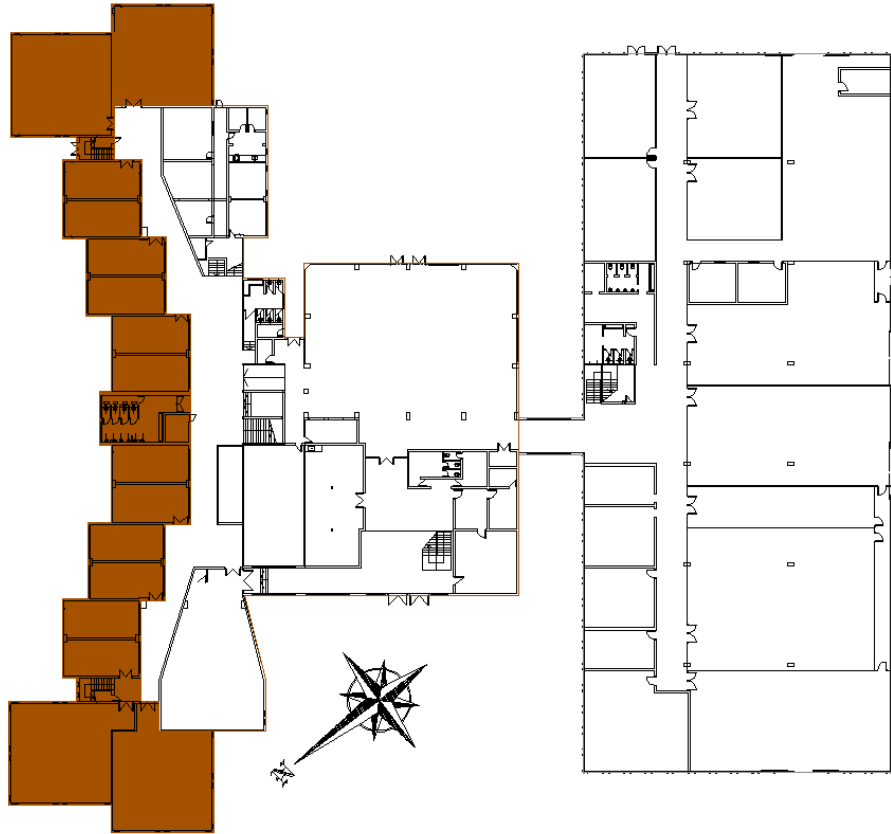


Figura 121 - Curvas de nivel de iluminación en un sistema que combina luz natural y luz artificial – CET N°6

Los sistemas automáticos para el control de iluminación también aportan al ahorro de energía, permitiendo realizar encendidos selectivos y regulación del uso de luminarias durante diferentes periodos de actividad, o según el tipo de actividad cambiante a desarrollar. Dentro de los distintos sistemas automáticos, el control de iluminación artificial mediante detectores de presencia es una herramienta valiosa, estos responden a la ausencia de personas en el ambiente con el apagado de la iluminación. Existen distintas tecnologías, como infrarrojos, acústicos por ultrasonidos, acústicos por microondas e híbridos. Se pueden aprovechar estos sistemas en ambientes donde la ocupación es muy intermitente, como los baños del establecimiento, las escaleras, o los pasillos interiores, teniendo una capacidad de ahorro superiores al 60% en estas zonas.

Adicionalmente a los sistemas automáticos, el aprovechamiento correcto de la luz natural aporta a confort visual y al ahorro energético. En este aspecto existe un nivel de aprovechamiento interesante, ya que, en la mayoría de las aulas de la institución, sus ventanas están orientadas al Noreste, por lo que tienen buena incidencia solar.



*Figura 122 - Orientación de las aulas de la escuela – CET N°6*

En la actualidad estas ventanas poseen parasoles fijos instalados del tipo alero, además de polarizados en mal estado y cortinas semi traslúcidas.



*Figura 123 - Parasoles exteriores sector aulas – CET N°6*



*Figura 124 - Cortinas del sector aulas – CET N°6*

Esta combinación de elementos en la actualidad resulta en una gran dependencia de la luz artificial, y una mala ambientación para el dictado de clases. Se propone entonces la instalación de “repisas solares”, las cuales se instalan de forma fija en las ventanas y permiten poder aprovechar la luz natural para distribuirla de forma uniforme dentro del local.

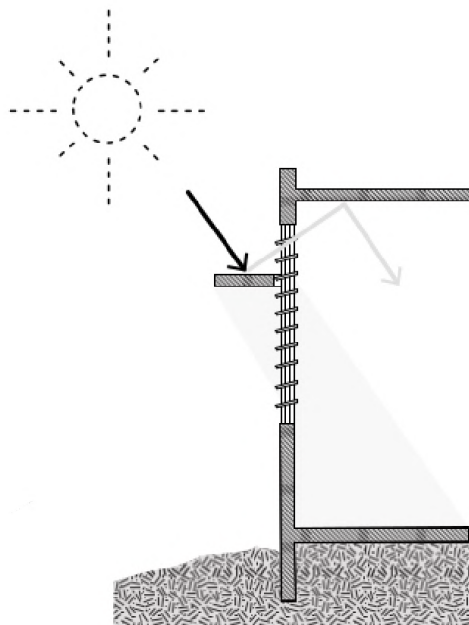


Figura 125 - Concepto de repisas solares – CET N°6

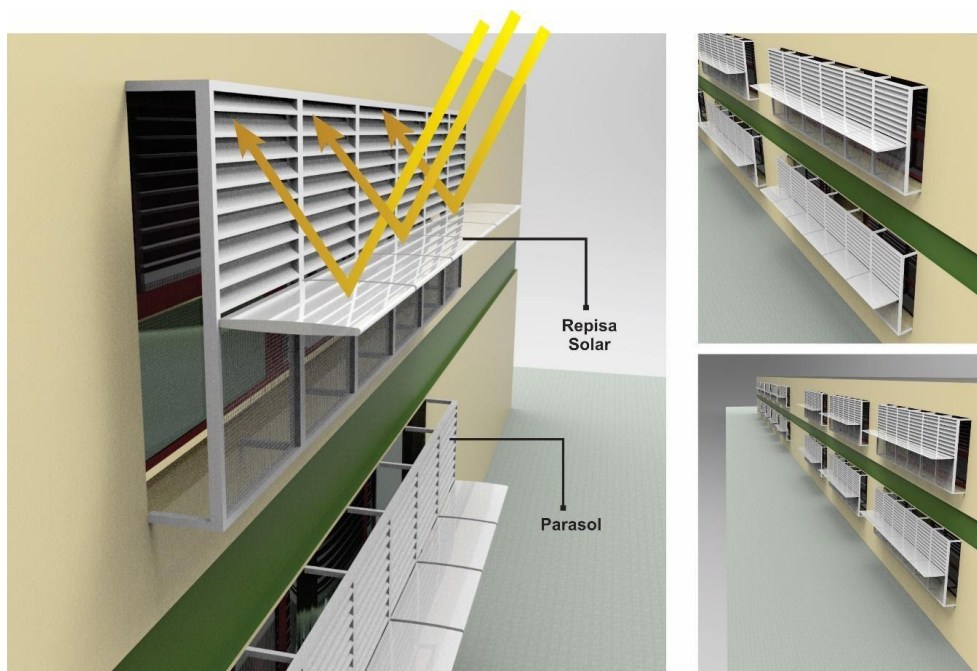


Figura 126 - Ejemplo de repisas solares – CET N°6

Este implemento se puede utilizar en conjunto con los mismos parasoles existentes, aumentando el confort visual en el aula. Asimismo, la fabricación de estas repisas solares puede ser un proyecto para desarrollar con los alumnos de la institución en las materias afines en los talleres, involucrando de esta

forma al cuerpo estudiantil, concientizándolos en el proceso sobre el aprovechamiento de los recursos naturales y la correcta gestión de la energía.

Bajo esta misma línea de mejoras, se tiene el sector de talleres como un solo gran ambiente, el cual requiere de gran medida de iluminación artificial de gran potencia, en la mayor parte de los turnos de cursado.



*Figura 127 - Sector taller de la escuela – CET N°6*

Se propone para disminuir la dependencia de la luz artificial, un sistema de lucernarios que ayuden a iluminar de forma natural el ambiente del taller, principalmente en aquellas zonas más alejadas de las ventanas, dejando a la iluminación artificial, en los turnos diurnos, solo para el desarrollo de las tareas específicas sobre las superficies de trabajo.

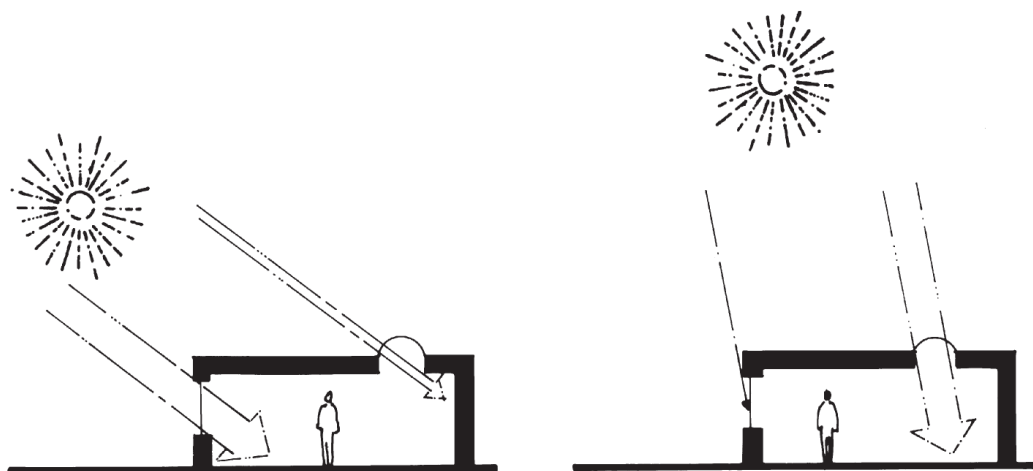


Figura 128 - Concepto de tomas de luz de techo para el aprovechamiento de luz natural – CET N°6

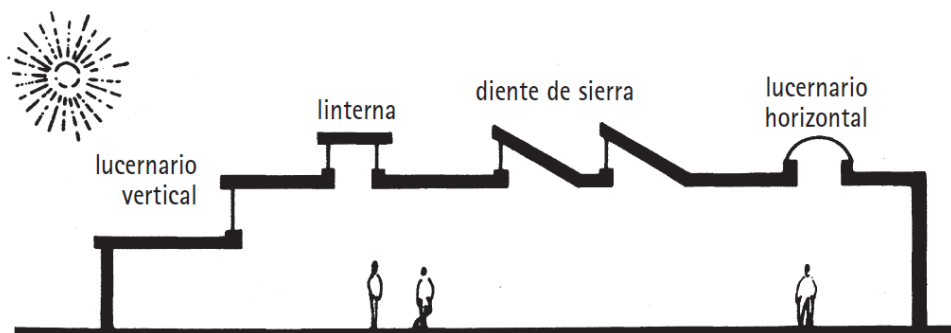


Figura 129 - Distintos tipos de huecos para iluminación cenital – CET N°6

Se ha de mencionar que el edificio ya cuenta con este tipo de implementaciones en otros sectores de la escuela, destinados originalmente como aulas para uso especial, haciendo foco en un buen nivel de iluminación y representación de colores para las actividades específicas.



*Figura 130 - Lucernarios del tipo dientes de sierra existentes en la escuela – CET N°6*

#### 4.3.4 Calefacción

Respecto a la calefacción del edificio, esta representa uno de los principales focos de consumo energético de la institución, ya que cuenta con grandes volúmenes para calefaccionar, utilizando para esto equipos calefactores a gas natural de gran potencia, distribuidos por los distintos sectores de la escuela. En los sistemas de calefacción central con distribución mediante conductos es crucial el buen nivel de mantenimiento de las tomas de aire y las rejillas, ya que la se debe priorizar el confort del usuario. Un mal estado de la distribución del aire para calefacción hace que los ambientes no puedan alcanzar la temperatura de confort programada, provocando que se consuma energía en exceso. La temperatura de seteo no debe ser elevada, ya que temperaturas de 25°C son difíciles de lograr en invierno, por lo que los sistemas de calefacción funcionarán constantemente. Cada grado centígrado menos de seteo, genera alrededor de un 7% de ahorro, el valor recomendado es entre 20°C y 21°C para los meses invernales.

En este apartado de gestión energética, es crucial que la gestión de los sistemas de calefacción esté controlada por un personal autorizado, que defina y mantenga las temperaturas antes mencionadas, un registro del historial de mantenimiento del sistema, y concientice a cuerpo docente y estudiantil sobre el uso responsable de las aberturas y cerramientos. El impacto fundamental de una correcta gestión de la calefacción se verá en el confort en el uso de las instalaciones. En cuanto al importe abonado por el consumo de gas natural, en principio no será significativo debido su bajo costo relativo. Sin embargo, debido a los importantes aumentos de precios que sufrió este servicio en los últimos tiempos, es probable

que esta situación se revierta y comience a representar un costo importante. A pesar de esto, el uso inadecuado de la energía debería ser suficiente razón para accionar sobre los hábitos y costumbres.

#### 4.3.5 Recomendaciones de buenas prácticas

Para lograr un consumo energético lo más cercano al óptimo posible, es importante comprender que los actores fundamentales para lograrlo son los habitantes de cada institución y teniendo en cuenta que se trata precisamente de un ámbito público es doblemente importante saber cómo manejar eficientemente las instalaciones y transmitir finalmente a los usuarios.

Es posible reducir sustancialmente el consumo de energía cuando las personas comprenden la función del edificio y cómo impacta el comportamiento de los ocupantes en la conservación de la energía. Los directivos, especialmente el coordinador del área y el personal administrativo, deberán apoyar las iniciativas de eficiencia energética. Los conceptos de educación energética se pueden impartir durante las presentaciones escolares, las reuniones del personal o divulgación de información asociada al desempeño energético. Incluso se pueden establecer objetivos puntuales teniendo como referencia los indicadores de desempeño mensual que ayuden a comprometer a los usuarios de cada edificio a ser consiente en la forma de utilizar la energía.

Es conveniente advertir que lograr un ahorro energético en el edificio, puede requerir bastante tiempo de control y registro del uso de la energía. Todos los ocupantes deben sentirse invitados a presentar y compartir ideas sobre los posibles cambios en la operación del edificio, para mejorar su rendimiento energético. El personal necesita ser consciente de cómo sus actividades se relacionan con el uso y el consumo de energía, también entender las consecuencias cuando sus actividades se desvían de los procesos definidos, controles operacionales o de mantenimiento, objetivos y metas. La toma de conciencia del personal ayuda a las organizaciones a fomentar y mantener una cultura consciente de la energía. La eficacia de los procesos que apoyan la toma de conciencia de la energía se puede mejorar continuamente por una variedad de medios. El uso de técnicas de comunicación actualizadas y nuevos materiales de sensibilización pueden ayudar a sostener el programa de toma de conciencia.

A continuación, se propone una guía de las buenas prácticas de uso:

**El Administrador Energético será el encargado de:**



- Controlar la facturación y las lecturas de los medidores correspondientes a los servicios de energía eléctrica y gas.
- Controlar que el uso del equipamiento sea el adecuado.
- Impulsar medidas de eficiencia energética.
- aconsejar al área de compras o infraestructura en lo referente al rendimiento energético del equipamiento o modificaciones edilicias a realizarse.
- Gestionar los reclamos pertinentes ante las empresas proveedoras de energía.
- Revisar el termostato de los termotanques. Regularlo a 45 °C para un consumo más eficiente. Evitar instalar el termotanque al aire libre.

### **Máquinas**

- No encender todas al mismo tiempo. Hacerlo en forma escalonada, la potencia de arranque en forma directa de los motores se incrementan unas seis veces de su potencia nominal durante pocos segundos.
- Controlar periódicamente el nivel de aceite lubricante de los motores.

### **Climatización**

- Setear el termostato de los sistemas de calefacción central en 22°C, o el valor más bajo posible compatible con el confort. Cada grado de diferencia supone un ahorro de un 8% de energía. Estos sistemas no calefaccionarán más rápido por el hecho de setear el termostato a un valor más alto, sino que simplemente seguirán funcionando aún superada la temperatura de confort, generando un gasto energético innecesario.
- Revisar los filtros de aire de los sistemas de calefacción con una frecuencia establecida.
- Se recomienda, la reparación de las rejillas y ductos de climatización, elaborar un plan de gestión de la calefacción, designando responsables del control del sistema para los distintos sectores con directivas claras.
- Realizar un correcto plan de mantenimiento en los sistemas de calefacción central, como así también en los calefactores permitirá no sólo una mejor combustión, con un mejor aprovechamiento de la energía, sino que es imprescindible por cuestiones de seguridad.
- En el caso de los calefactores TB, debe priorizarse ajustar el punto de operación de los mismos, o apagarlos directamente, antes de abrir las ventanas para moderar la temperatura en el interior de las aulas.

### **Iluminación**

- Reducir el tiempo de uso de las luminarias a lo estrictamente necesario.
- Apagar las luces que no se están usando, al retirarse del sector de trabajo o cuando la iluminación natural lo permita.
- Priorizar el uso de luz natural, abrir persianas y cortinas al iniciar la jornada.
- Señalización en equipos (por ejemplo, recordatorio para apagar cuando no esté en uso).
- Realizar el mantenimiento periódico del sistema de iluminación. Con el tiempo el flujo luminoso decae, ya sea por depreciación de la lámpara o por acumulación de polvo sobre la luminaria, lámpara o superficies de reflexión. Para tener una iluminación más eficiente se deben limpiar estos componentes periódicamente. Mantener limpias las lámparas y pantallas, aumentará la luminosidad sin aumentar su potencia.

### **Ofimática**

- Configurar la PC en modo ahorro de energía.
- Ajustar el brillo del monitor a nivel medio.
- Cuando no se use más la PC, apagarla totalmente, al monitor no dejarlo en stand-by.
- Apagar las impresoras, escáneres y fotocopiadoras cuando no se estén utilizando. En modo de espera consumen energía.
- Desconectar los cargadores enchufados que no se usen. También consumen energía.

### **Envolventes:**

- Mantener las puertas y ventanas de los diferentes ambientes climatizados cerradas, tanto como sea posible para evitar la fuga de “frío” y la entrada de aire “caliente” y “húmedo” a los mismos en verano, y a la inversa en invierno.
- El uso de protecciones (postigos, persianas, cortinas, etc.) en ventanas permite reducir el consumo de energía de calefacción, por lo que es muy importante en los sectores que cuenten con alguna de ellas se cierren una vez finalizada la jornada.

### **4.4. Indicadores de desempeño**

Los indicadores de desempeño energético son herramientas utilizadas para evaluar y medir la eficiencia energética en relación con su consumo de energía y su rendimiento en términos de sostenibilidad. Estos indicadores pueden ayudar a

identificar áreas de mejora y establecer metas para reducir el consumo de energía, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y optimizar el uso de recursos.

### Electricidad consumida por superficie cubierta (kWh/m<sup>2</sup>)

La escuela cuenta con un edificio que tiene dos plantas, por lo que la superficie cubierta total se considera a partir de la suma de las superficies de cada planta, dando un total de 2714,18 m<sup>2</sup>, siendo esta superficie del sector con el cual se cuenta el registro de consumo. Con este valor se representa el indicador de desempeño que relaciona el consumo eléctrico con la superficie construida. En la tabla se representan los años con los que se cuentan registros históricos de las facturas de servicio eléctrico.

Tabla 38 - Indicador de desempeño por superficie cubierta - CET N°6

Año	Consumo [kWh/Año]	Indicador [kWh/m <sup>2</sup> ]
2016	84.421,30	31,10
2017	73.976,80	27,26
2018	76.481,20	28,18
2019	77.910,70	28,71
2020	33.734,10	12,43
2021	76.396,00	28,15
2022	86.660,10	31,93

Para poder realizar el seguimiento mensual se dejan los indicadores por mes, sin embargo, hay que considerar que estos indicadores deben ser utilizados para identificar tendencias, pero no para toma de decisiones.

Tabla 39 - Indicadores de desempeño por superficie en cada mes - CET N°6

Periodo	kWh/ superficie						
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	0,27	0,31	0,31	0,38	0,38	0,40	0,55
Febrero	1,18	1,17	0,72	1,03	0,94	0,60	1,57
Marzo	2,85	1,24	2,06	2,21	1,02	1,99	2,29
Abril	3,50	2,30	2,58	2,51	0,61	2,34	2,73
Mayo	3,96	3,52	3,52	3,66	0,59	3,18	3,67
Junio	3,69	4,12	3,74	2,81	1,26	2,64	4,57
Julio	3,03	2,69	2,43	2,46	1,92	2,63	3,15
Agosto	3,36	3,27	3,48	3,76	2,12	4,43	3,67

Septiembre	2,97	2,50	2,84	3,06	1,86	3,17	3,39
Octubre	2,52	2,42	2,48	3,03	0,74	2,80	2,56
Noviembre	2,51	2,48	2,70	2,33	0,49	2,59	2,50
Diciembre	1,26	1,24	1,32	1,46	0,48	1,38	1,28

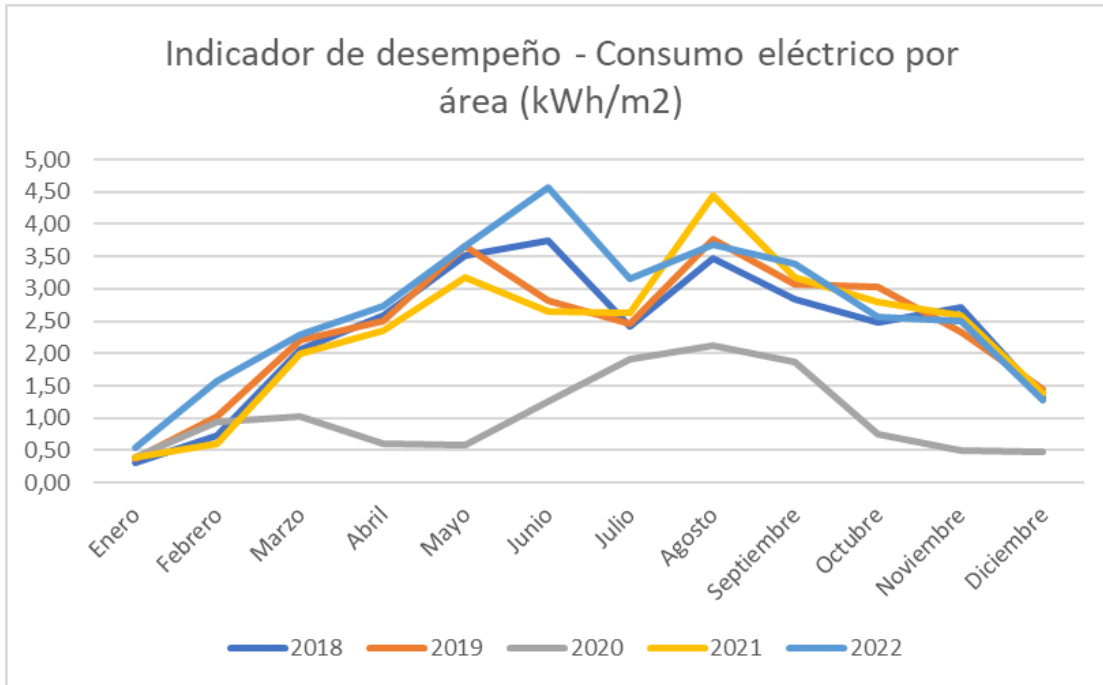


Figura 131: Indicador de desempeño - Consumo eléctrico por área – CET N°6

El gráfico del indicador permite realizar la comparación entre los distintos años, tanto previos como posteriores al año particular de la cuarentena 2020. Queda evidenciado que el indicador del mes de junio es el que más varía entre cada año, resultando el último año 2022 el que registra el mayor consumo en comparación a años anteriores (4,57 kWh/m<sup>2</sup>), comparado con el año 2019 que resultó en un indicador de 2,81 kWh/m<sup>2</sup>. Estas son las alarmas que el gestor energético encargado de llevar el análisis año a año debe detectar para poder en un futuro buscar la raíz de las causas e implementar un plan de contingencia.

### Gas natural consumido por superficie cubierta (Nm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

El indicador de desempeño seleccionado para el gas natural es la cantidad de m<sup>3</sup> de gas natural consumido en relación con la superficie cubierta a calefaccionar (4373 m<sup>2</sup>). Tomando como referencia el histórico de consumo de gas de la institución (ambos medidores), y la superficie calculada de los planos edilicios.

Tabla 40 - Indicador de desempeño de gas natural – CET N°6

Año	Consumo [Nm3/Año]	Indicador [Nm3/m2]
2018	107.457,30	24,57
2019	104.506,54	23,90
2020	49.610,17	11,34
2021	88.432,42	20,22
2022	135.785,11	31,05

A continuación, se realiza un análisis mes a mes de este indicador, de forma de poder analizar las tendencias anuales del consumo asociado a este indicador.

Tabla 41 - Indicadores de desempeño de gas natural en cada mes - CET N°6

Periodo	Nm3/ superficie				
	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marzo	0,23	0,15	0,02	0,01	0,04
Abril	0,49	0,30	0,00	0,14	3,35
Mayo	3,77	3,34	0,01	2,99	5,56
Junio	5,50	4,18	0,68	3,69	6,73
Julio	3,87	4,78	2,43	3,08	6,25
Agosto	5,13	5,00	3,89	5,12	5,53
Septiembre	3,16	4,17	3,79	2,28	3,60
Octubre	1,75	1,79	0,43	1,02	-
Noviembre	0,65	0,19	0,10	1,73	-
Diciembre	0,03	0,00	0,00	0,17	-

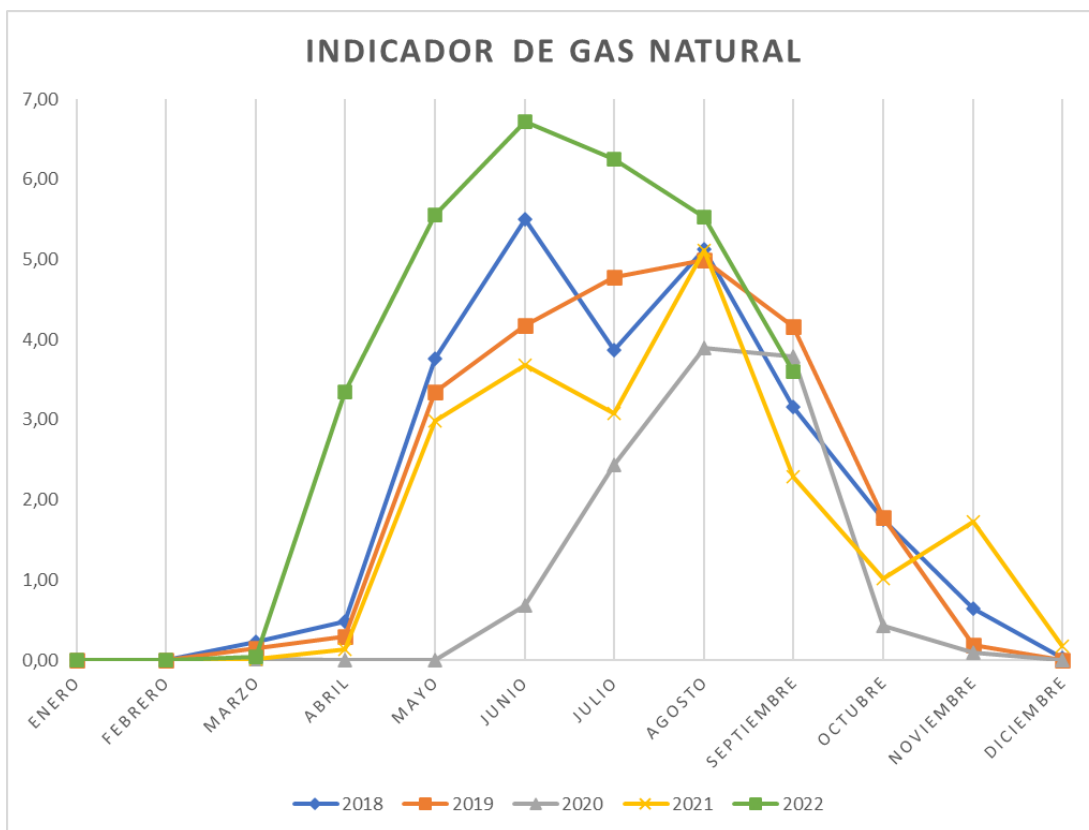


Figura 132 - Indicador de gas natural mensual - CET N°6

De manera similar como se observó en el indicador de consumo eléctrico, el año 2022 es el que muestra un mayor consumo en comparación con el indicador en mismos meses en años anteriores, invirtiendo la tendencia de disminución de consumo. Este comportamiento invita a analizar el origen del consumo dispar, haciendo foco en los sistemas de calefacción, siendo estos los principales consumidores de este vector energético en la institución.

#### **4.5. Referentes energéticos**

Para poder llevar a cabo este proceso es indispensable definir un referente energético, el cual tiene la responsabilidad de gestionar y supervisar todas las actividades relacionadas con el suministro y uso eficiente de la energía. La planificación energética, la gestión de suministros energéticos, los programas de eficiencia energética, monitoreo y análisis de datos, formación y sensibilización del personal, investigación y desarrollo sobre los avances tecnológico son algunas de las funciones que debe cumplir el referente energético. En definitiva, debe garantizar un suministro de energía confiable y eficiente, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y promover una cultura de uso responsable de la energía en el personal y los alumnos del colegio.

Con la intención de fomentar la eficiencia energética en edificios públicos, la secretaría de energía de nación cuenta con un sistema de registro de información denominado “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP) que tiene como primer objetivo la realización de un Diagnóstico Energético Preliminar en los edificios de la Administración Pública Nacional, de manera sencilla y rápida, sin necesidad de hacer un relevamiento completo del edificio y sus instalaciones.

El sistema se encuentra en una etapa preliminar que permite obtener una idea general del consumo energético del edificio, a partir de la carga de información básica del mismo por parte de los referentes energéticos designados por los ministerios y organismos alcanzados. Esta característica la convierte en una herramienta informática ideal a la hora de hacer una primera evaluación de un grupo extenso de edificios, permitiendo compararlos entre sí, identificar los mayores consumidores de energía y finalmente detectar los principales sectores con potencial de ahorro.

Además de estar pensado para ser utilizado por cualquier tipo de usuario, independientemente de su formación, el DEP se desarrolló a partir de la utilización de métodos simplificados de análisis, con la intención de agilizar y facilitar el acceso y la utilización de este.

A su vez, el programa se divide en tres pasos correlativos y con creciente nivel de profundidad, comenzando por un nivel básico, para ir aumentando el grado de especificidad paulatinamente.

*Tabla 42: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación*

	<b>DATOS REQUERIDOS</b>	<b>INFORMACIÓN OBTENIDA</b>
<b>PASO 1</b>	Ubicación, ocupación, tipología, superficie y datos de consumo energético y agua (facturación).	Indicadores de intensidad de uso de la energía e indicadores de uso del espacio.
<b>PASO 2</b>	Potencia adquirida y convenida. Encuadre tarifario.	Recomendación de recontractación de la potencia eléctrica.
<b>PASO 3</b>	Relevamiento rápido de principales instalaciones y equipos. Estimación de horas de uso.	Estructura del consumo de energía y agua. Estimación de ahorros potenciales.

En segunda instancia, el sistema servirá para la elaboración de una base de datos del desempeño energético de los edificios públicos, que permitirá generar información estadística para la elaboración, implementación y seguimiento de

planes y programas de estímulo para el uso eficiente de la energía en el mismo. La herramienta cuenta con una interfaz gráfica para visualizar esta base de datos con el objeto de hacerla accesible y sencilla de utilizar. La página de ingreso al sistema es <https://dep.energia.gob.ar/> en donde el referente deberá darse de alta para poder ingresar y cargar la información pertinente del edificio público donde trabaja.