Consultores en Ingeniería de los Recursos Energéticos, S.A.

INFORME DE AVANCE FINAL

Auditoría energética Nivel 1

Proyecto GEF-9283-Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética en Iluminación, Aire Acondicionado y Refrigeración.

Fuentes de recursos:

Beneficiarios en especie:

Realizada en:

Dirección Regional de Educación Santa Cruz

Versión Informe: **V1**

Noviembre 2022

Justificación del estudio

El presente Informe se realiza en el marco del Proyecto GEF 9283 Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética para la Iluminación, aires acondicionados y refrigeradores en Costa Rica.

Proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial FMAM (GEF por sus siglas en ingles), supervisado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y ejecutado por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), en beneficio del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE). Tiene como objetivo acelerar las mejoras en la eficiencia energética en el marco de los programas de contratación, bienes y servicios públicas de la Republica de Costa Rica y reducir el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono.

El presente documento es el informe de Auditoría de la <u>Dirección Regional de Educación Santa Cruz</u> elaborado por Consultores en Ingeniería de los Recursos Energéticos, CIRE S.A. en el marco de la contratación de Servicios Profesionales 035 2022 para la realización de <u>Auditorías Energéticas Nivel 1 para Pequeñas y Medianas Infraestructuras en Sistemas Eléctricos.</u>

San Pedro, San José, Costa Rica

25 de noviembre de 2022

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Resumen Ejecutivo

Proyecto: "GEF-9283 Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética para la Iluminación, aires acondicionados y refrigeradores en Costa Rica.".
Tipo de Auditoría: Nivel 1
Institución: Dirección Regional de Educación Santa Cruz
Ubicación: Santa Cruz, Guanacaste

1. Análisis Facturación

La energía es suplida por Coopeguanacaste R.L, se analizó un periodo de noviembre de 2021 a junio 2022, el costo del rubro de energía representa un 43.5% del costo total de facturación y la potencia un 42.4%. El factor de carga promedio es de 21% con un valor mínimo registrado de 18.88% y un máximo de 23.76%.

2. Mediciones Trabajo de Campo:

- Mediciones eléctricas: realizadas por un periodo de siete días, se identifica una tendencia típica y periódica, sin observaciones relevantes.
- Nivel de iluminación: gran cantidad de recintos con niveles por debajo de lo requerido.
- Termografías: No se observan puntos calientes o desbalance significativo.

3. Balance de Energía por Servicios Energéticos

Las instalaciones consumen en promedio en los últimos 8 meses 7,328.7 kWh en una única acometida. El máximo consumo es por aire acondicionado corresponde a 65.4% del total, la iluminación 17.3% y refrigeración un 2,8%.

Los Usos Significativos de Energía para esta institución corresponden a: Iluminación – Aire Acondicionado, debido a su participación y potencial de ahorro.

4. Índices de Uso de Energía:

Se obtienen los siguientes indicadores:

Intensidad de consumo de energía		Potencia instalada por uso de energía		
kWh / m^2	kWh / colab	W ACC/m^2	W Ilum/ m^2	W refri/m^2
5.39	140.65	38.51	9.055	1.011

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

5. Resumen del análisis técnico y financiero de los Proyectos de Ahorro

Institución: ***Dirección Regional Santa Cruz*** Ubicación: ***Guanacaste***

Proyecto	Sistema	Descripción	Recomend.	Inversión	Ahorro		TIR	PSR	VAN (5 años)	Reducción de emisiones
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Ajustar temperatura de set de A/C	Sí	$ -	3,485.67	$ 803.5		0.00	$ 3,170.60	98.30
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 958.7	729.63	$ 168.2	-2%	5.70	$ (257.37)	20.58
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 436.6	1,674.56	$ 386.0	84%	1.13	$ 1,086.60	47.22
			TOTAL	$ 1,395.3	5,889.86	$ 1,357.77		1.03		166.09
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		6.70%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados

Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**5,889.86**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$1,357.77**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**6.70%**
Costo de la inversión [US$]	**$1,395.32**
PSR [años]	**1.03**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**166.09**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Contenido

CONTENIDO **5**

1. INTRODUCCIÓN **8**

1.1. JUSTIFICACIÓN 8

1.2. ALCANCES 8

1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN 9

2. METODOLOGÍA **9**

2.1. RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ABORDAJE 9

2.2. TRABAJO DE CAMPO 10

2.3. TRABAJO DE OFICINA 10

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN **11**

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN. 11

4. SISTEMA ELÉCTRICO **13**

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA 13

4.2. FACTURACIÓN ENERGÉTICA 16

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica 19

5. MEDICIONES DE TRABAJO DE CAMPO **22**

5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS 22

5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN 5-26

5.3. TERMOGRAFÍAS DE PROTECCIONES PRINCIPALES 5-30

6. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA **6-32**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

6.1. METODOLOGÍA DEL BALANCE ENERGÍA 6-32

6.2. INVENTARIO DE PRINCIPALES PUNTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO 6-33

6.2.1. Iluminación 6-33

6.2.2. Acondicionamiento de Aire 6-34

6.2.1. Refrigeradores 6-37

6.2.1. Equipos de Oficina y otros 6-37

6.3. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS ENERGÉTICOS 6-38

6.4. USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA 6-40

7. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 7-42

7.1. ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEN) 7-42

7.2. LÍNEA BASE ENERGÉTICA (LBEN) 7-44

8. OPORTUNIDADES DE AHORRO Y PROYECTOS DE INVERSIÓN 8-47

8.1. GESTIÓN DE LA COMPRA DE ENERGÍA (GCE) 8-48

8.2. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN AIRE ACONDICIONADO 8-50

8.2.1. Proyectos de Conservación de la Energía 8-50

8.2.1.1. Ajustar temperatura de A/C a 24°C 8-50

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados 8-51

8.2.2.1. Sustitución por obsolescencia de aires acondicionados 8-51

8.3. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 8-55

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación 8-55

8.4. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 8-59

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración 8-59

8.5. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO 8-60

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

9. RECOMENDACIONES GENERALES 62

9.1. RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 62

9.2. MEJORAR CONDICIONES DE AISLAMIENTO 63

9.3. UBICACIÓN CONDENSADORES Y PROBLEMAS ELÉCTRICOS 64

9.4. UBICACIÓN DE UPS 65

9.5. UTILIZAR SENSORES DE PRESENCIA EN ZONA DE BAÑOS 66

9.6. RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 66

9.6.1. Iluminación 66

9.6.2. Ofimáticos 67

9.6.3. Refrigeración 67

9.6.4. Aire acondicionado 68

10. CONCLUSIONES 68

11. ANEXOS 71

11.1. CAPTURAS TERMOGRÁFICAS 71

11.2. INVENTARIO DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA 71

11.3. ANÁLISIS FINANCIERO OPORTUNIDADES DE AHORRO 71

11.4. FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS DE MEDICIÓN CIRE S.A 71

11.5. ARCHIVOS DIGITALES MEDICIONES ELÉCTRICA 71

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

1. Introducción

1.1. Justificación

El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), dentro del marco del Proyecto GEF #9283 “Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética en Iluminación, Aires Acondicionados y Refrigeradores en Costa Rica” y como agencia ejecutora designada por el MINAE, contrató los servicios de Consultores en Ingeniería de los Recursos Energéticos S.A. (CIRE S.A.), para realizar Auditorías Energéticas de Nivel 1 y sus respectivos reportes de sistemas eléctricos en diez infraestructuras del sector público.

El Proyecto tiene por objetivo acelerar las mejoras en eficiencia energética en el mercado bajo los programas de compras públicas, reduciendo así el consumo de electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero. De igual forma, este proyecto busca establecer las bases que permitan a la organización planear acciones orientadas al ahorro y la gestión de energía que permitan disminuir la contaminación ambiental, reducir gastos y establecer las bases para iniciar un proceso de Gestión Energética según INTE-ISO 50001.

1.2. Alcances

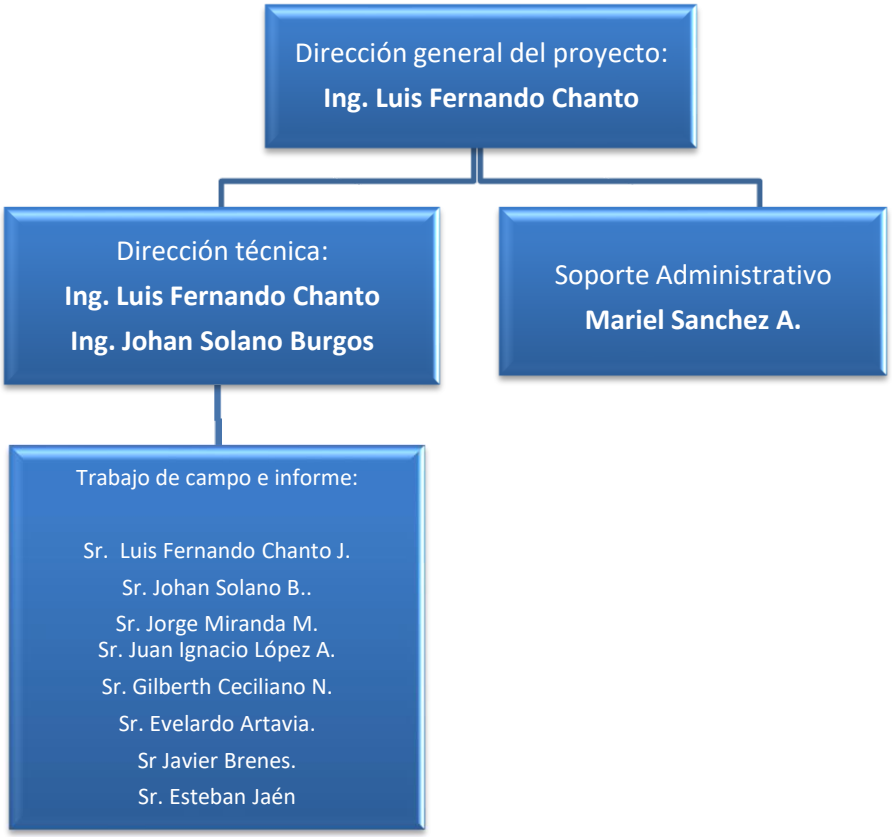
Esta auditoría energética tiene como alcances el análisis de las fuentes de energía que entran a la instalación, el desarrollo de balances de energía que permitan identificar focos de consumo, identificación y análisis de oportunidades de ahorro, establecimiento de métricas que permitan evaluar el desempeño energético.

El estudio se enfoca principalmente en el análisis en las áreas de iluminación, aire acondicionado y refrigeración para determinar el consumo energético y potenciales pérdidas de energía, como también proponer esquemas de mejora utilizando equipos de mayor eficiencia.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

1.3. Organización de la Ejecución

Por parte de CIRE participaron en los trabajos de campo y elaboración del informe los siguientes profesionales:



2. Metodología

2.1. Recepción de información para la estrategia de abordaje

Inicialmente, se solicitó información general a los personeros de la institución con el propósito de facilitar la ejecución del proyecto por parte de CIRE S.A., y servir como insumo para el análisis de la información que sería recolectada durante el trabajo de campo y concluir en los resultados finales que son incluidos en el presente informe.

Esta información fue presentada como parte del Informe de Estrategia de Abordaje.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

2.2. Trabajo de campo

Este proceso consiste en la visita física de los ingenieros de CIRE a las instalaciones del recinto a evaluar, la cual fue llevada a cabo los días 03 y 04 de agosto de 2022; para esto se contó con el acompañamiento de colaboradores o encargados del mantenimiento general de las instalaciones. Durante este trabajo se realizaron las siguientes tareas:

- Verificación y actualización del Diagrama Unifilar de la instalación.
- Instalación de Equipos analizadores de redes en los principales tableros eléctricos de la instalación y mediciones puntuales de corriente en circuitos.
- Levantamiento de equipos de aire acondicionado, iluminación, refrigeración, oficina, comedor, y demás consumidores eléctricos instalados actualmente en el edificio.
- Entrevista a los colaboradores para conocer a ciencia cierta las costumbres y tiempos de uso de cada uno de los equipos consumidores de energía ubicados dentro del edificio, incluyendo aire acondicionado, iluminación, equipos de oficina y otros.
- Medición de niveles de iluminación en los distintos puestos de trabajo y otras áreas de uso común.
- Toma de capturas termográficas de los principales tableros eléctricos.
- Entre otras actividades.

2.3. Trabajo de Oficina

Una vez finalizado el Trabajo de Campo, se utilizan estos insumos junto con la información recibida originalmente y se inicia el proceso de análisis y la generación de los primeros resultados, como lo es el Balance de Energía y el Análisis de Facturación, por ejemplo; posteriormente se utilizarán estos resultados intermedios para el cálculo de Oportunidades de Ahorro y desarrollo de las Conclusiones y Recomendaciones finales del proyecto. En los siguientes incisos se detallan, con un poco más de profundidad, algunos de los pasos seguidos para abarcar todos los alcances requeridos.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

3. Descripción de la Institución

3.1. Descripción General de la Institución.

Figura 3.1 Fachada de la dirección regional de educación Santa Cruz

Las instalaciones se encuentran ubicadas en el cantón de Santa Cruz, en la provincia de Guanacaste. En la **Figura 3.1** se muestra una vista frontal de las instalaciones y en la **Figura 3.2** una vista satelital de la ubicación de la sucursal, con respecto a diferentes puntos de referencia de relevancia en la zona que se encuentra a una altitud promedio de 39 msnm y la temperatura promedio entre los 23°C a 32°C.

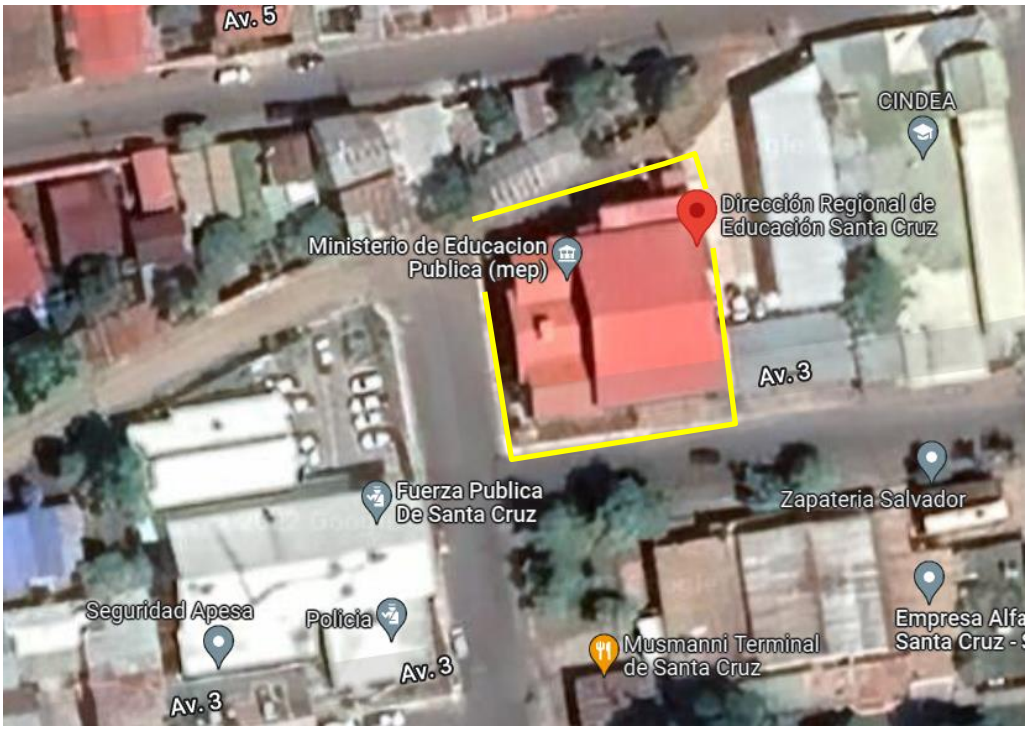


Figura 3.2 Vista satelital del edificio

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

El edificio cuenta con dos niveles. En el primer piso se encuentra la plataforma de servicios, los servicios administrativos y financieros, sala de capacitación, oficinas de psicología y trabajo social, entre otros recintos destinados a trabajos de oficina.

En el segundo piso se ubica: dirección, secretarías, asesor legal, asesorías varias, centros de formación, comedor, y áreas destinadas a oficinas.

Adicionalmente, en el primer piso se ubican dos baterías de servicios sanitarios, una para mujeres y otra para hombres, en el segundo piso se replica esta disposición.

La sucursal dispone con alrededor de 45 empleados, incluyendo aquellos que trabajan directamente con el usuario y los que desempeñan cargos administrativos y de servicios varios, más 7 supervisores que se reúnen en la sucursal al menos 2 veces por semana.

Actualmente, se han reubicado algunos de los colaboradores ya que existen problemas en la instalación eléctrica (se disparan las protecciones eléctricas), por lo que solo se mantienen 15 personas trabajando en el edificio. El detalle de los turnos de trabajo se muestra en la **Tabla 3.1.**

Tabla 3.1. Cantidad de colaboradores y turnos de trabajo.

Horario atención al público	
Lunes a Viernes	7:00 am a 3:00 pm
Sábados	Cerrado
Horario de colaboradores	
Lunes a Viernes	7:00 am a 3:00 pm
Sábados	Cerrado
Cantidad de Colaboradores	
15 en oficina – 30 en teletrabajo	

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

4. Sistema Eléctrico

4.1. Descripción de la Acometida

El suministro de energía eléctrica a la sucursal lo realiza Coopeguanacaste R.L. a través de la red de 14,4 kV, la edificación cuenta a nivel interno con un transformador monofásico con capacidad de 100 kVA. Por lo que, la energía eléctrica es servida en tensión de 120/240 V.

La medición de energía eléctrica se realiza por medio de un medidor en el lado de baja tensión. La **Tabla 4.1** presenta información relevante respecto a dicha acometida.

Figura 4.1. Medidor Centro Educativo Santa Cruz

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 4.1 Detalles relevantes del sistema principal de acometidas

Acometida	N° Cliente	Medidor No	N° Contrato
Principal	4223	2000120	7560

Debido a que las entidades utilizan sistemas basados en tecnologías de la información (TI), la alimentación eléctrica debe ser continua y fiable, por lo que además de la conexión a la red pública de suministro eléctrico, estos edificios cuentan con planta de emergencia y fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS) para el respaldar sus operaciones.

Durante el trabajo de campo se verificó y actualizó el diagrama unifilar eléctrico (a nivel de tableros eléctricos) de las instalaciones. La **Figura 4.2** muestra el diagrama unifilar eléctrico de las instalaciones, con sus diferentes puntos de transformación y de consumo.

Según se evidencia en el diagrama unifilar, la instalación no cuenta con tableros diseñados para sistemas específicos, es decir se encuentran tableros con cargas de aire acondicionado, iluminación, tomacorrientes, entre otros.

En el diagrama unifilar se observa claramente esta distribución según aire acondicionado, iluminación, tomacorrientes, entre otros.

Además, se indican las características técnicas de los elementos de protección, conductores, al igual que los medidores de la empresa distribuidora y los puntos donde se realizó la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas, por parte de CIRE S.A.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

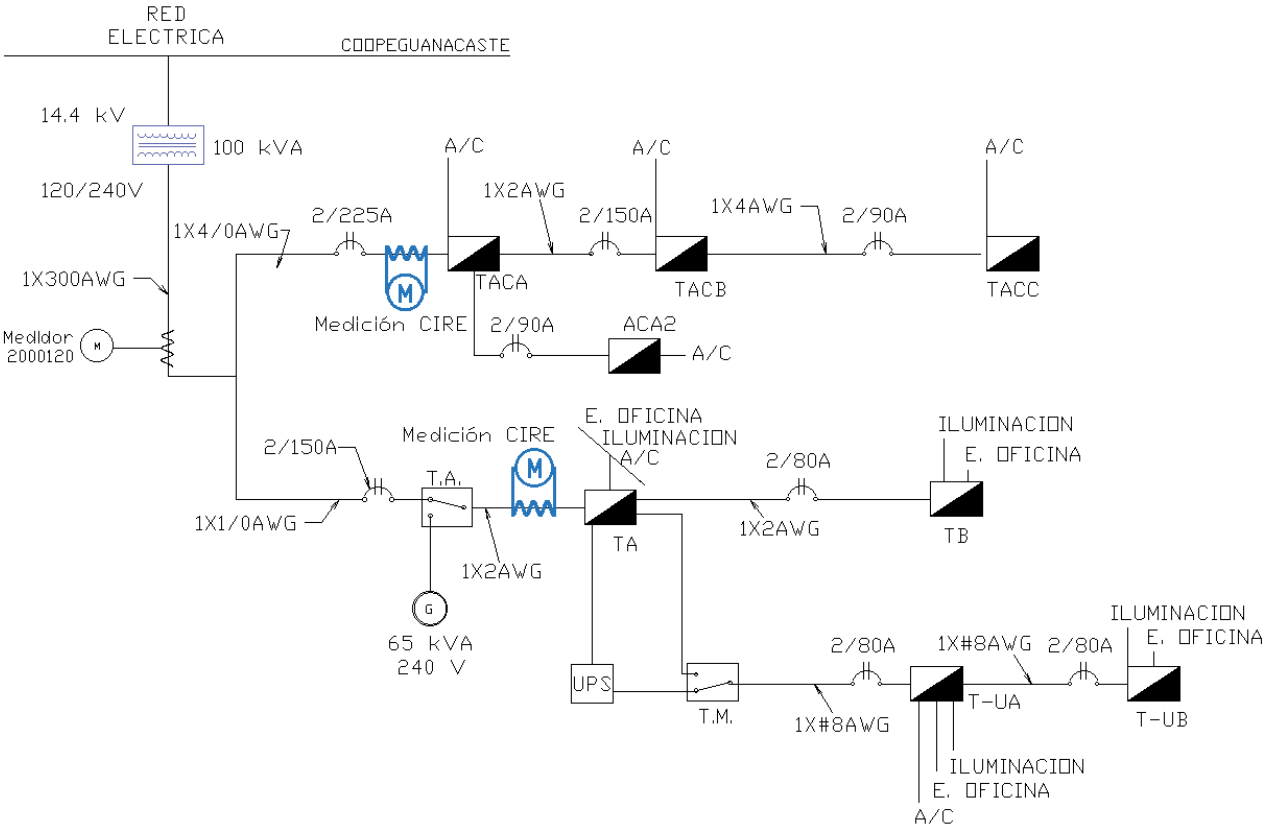


Figura 4.2 Diagrama Unifilar eléctrico de las instalaciones

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

4.2. Facturación Energética

Se presenta en la **Tabla 4.2** un resumen del consumo energético, máxima demanda y el costo promedio de la energía de los últimos 8 meses para la acometida eléctrica. Aunque se solicitó un historial de facturación mayor solo se facilitó el del periodo y descrito anteriormente.

Tabla 4.2 Resumen de los consumos y demandas de energía eléctrica para el periodo comprendido entre noviembre 2021 y junio 2022

Medidor	Acometida	Tarifa	Consumo energía promedio	Máxima demanda	Costo promedio	
		CNFL	kWh / mes	kW	colones / mes	colones / kWh
0002000120	Acometida Principal	T-CO	7,328.70	48.41	1,055,675.0	144.05

Se observa que la acometida principal consume un promedio mensual de 7,328.7 kWh, con una demanda máxima registrada de 48.41 kW.

A partir de las facturas mensuales y los consumos energéticos se determinó un costo promedio de la energía de **144.05 colones/kWh**, el cual es el cociente entre el monto económico total de la factura y el consumo energético total del mismo período.

En la **Tabla 4.3** se muestra el historial de facturación eléctrica de la Dirección Regional de Santa Cruz suplido por Coopeguanacaste R.L, así como los diferentes rubros de cobro. Estos aplicados desde noviembre de 2021 a junio de 2022.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 4.3 Historial de la facturación eléctrica para la acometida principal

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: Ministerio de Educación
Ubicación: Santa Cruz
Empresa suplidora: Coopeguanacaste R.L
Punto de Consumo: Acometida Principal

Medidor # 0002000120 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 8

Año	Mes Consumo	Cantidad días	Energía			Máxima demanda		
			Total	Importe	Costo	Demanda	Importe	Costo
			kWh	¢	¢ / kWh	Max kW	¢	¢ / kWh
2021	nov-21	30	7,222	437,340.1	60.56	42.84	383,131.8	53.05
	dic-21	30	7,099	429,927.6	60.56	49.78	445,198.5	62.71
	Promedio Anual	30	7,160	433,633.8	60.56	46.31	414,165.1	57.88
2022	ene-22	31	6,691	423,619.9	63.31	45.61	426,428.0	63.73
	feb-22	30	7,915	501,111.3	63.31	46.27	432,598.6	54.65
	mar-22	30	6,569	415,870.7	63.31	48.31	451,671.4	68.76
	abr-22	31	8,976	567,471.6	63.22	54.75	511,151.7	56.95
	may-22	30	7,752	484,887.6	62.55	53.82	497,121.9	64.13
	jun-22	30	6,406	400,670.3	62.55	45.86	423,597.4	66.13
	Promedio Anual	30.33	7,385	465,605	63	49	457,095	62
Promedio Total (8 meses)		30.33	7,328.7	457,612.4	62.4	48.4	446,362.4	61.3

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 4.3 (continuación) Historial de la facturación eléctrica para la acometida principal

Continuación

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: Ministerio de Educación
Ubicación: Santa Cruz
Empresa suplidora: Coopeguanacaste R.L
Punto de Consumo: Acometida Principal

Medidor # 0002000120 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 8

Año	Mes Consumo	ALUMBRADO PUBLICO		OTROS				IMPUESTO VENTAS		IMPORTE TOTAL	PROMEDIO	FACTOR DE CARGA
		Importe	Costo	Bomberos	Costos Variables		Costo	Importe	Costo			
		¢	¢ / kWh		CVC	CVD	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	Total
2021	nov-21	25,347.8	3.51	1,854.7	0.0	0.0	0.26	106,661.4	14.77	954,336	132.15	23.41%
	dic-21	24,918.2	3.51	1,854.7	0.0	0.0	0.26	113,766.4	16.03	1,015,665	143.07	19.81%
	Promedio	**25,133.0**	**3.5**	**1,854.7**	**0.0**	**0.0**	**0.3**	**110,213.9**	**15.4**	**985,000.5**	**137.6**	**22%**
2022	ene-22	28,437.6	4.25	1,938.9	0.0	0.0	0.29	110,506.2	16.52	990,931	148.09	19.72%
	feb-22	33,639.6	4.25	1,938.9	0.0	0.0	0.24	121,382.3	15.34	1,090,671	137.79	23.76%
	mar-22	27,917.4	4.25	1,938.9	0.0	0.0	0.30	112,780.5	17.17	1,010,179	153.78	18.88%
	abr-22	27,735.8	3.09	1,936.1	448.8	407.0	0.31	140,332.3	15.63	1,249,483	139.20	22.04%
	may-22	23,953.7	3.09	1,915.6	5,038.8	5,170.0	1.56	128,988.4	16.64	1,147,076	147.97	20.00%
	jun-22	19,793.3	3.09	1,915.6	4,163.0	4,405	1.64	108,268.6	16.90	962,813	150.31	19.40%
	Promedio	**26,912.90**	**3.67**	**1,930.66**	**1,608.43**	**1,663.66**	**0.72**	**120,376.38**	**16.37**	**1,075,192.08**	**146.19**	**20.88%**
Promedio Total (8 meses)		**26,467.93**	**3.63**	**1,911.65**	**1,206.33**	**1,247.74**	**0.61**	**117,835.75**	**16.12**	**1,052,644.18**	**144.05**	**21%**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica

En este análisis se muestra el comportamiento de los diferentes rubros de cobro en la facturación.

En la **Figura 4.3** se aprecia el porcentaje de participación de cada uno de los diferentes rubros de cobro, a saber: la energía, la máxima demanda, impuestos de venta y otros; donde se incluye: alumbrado público, tributo a bomberos, costos variables y multas por bajo factor de potencia. Esto para la acometida principal.

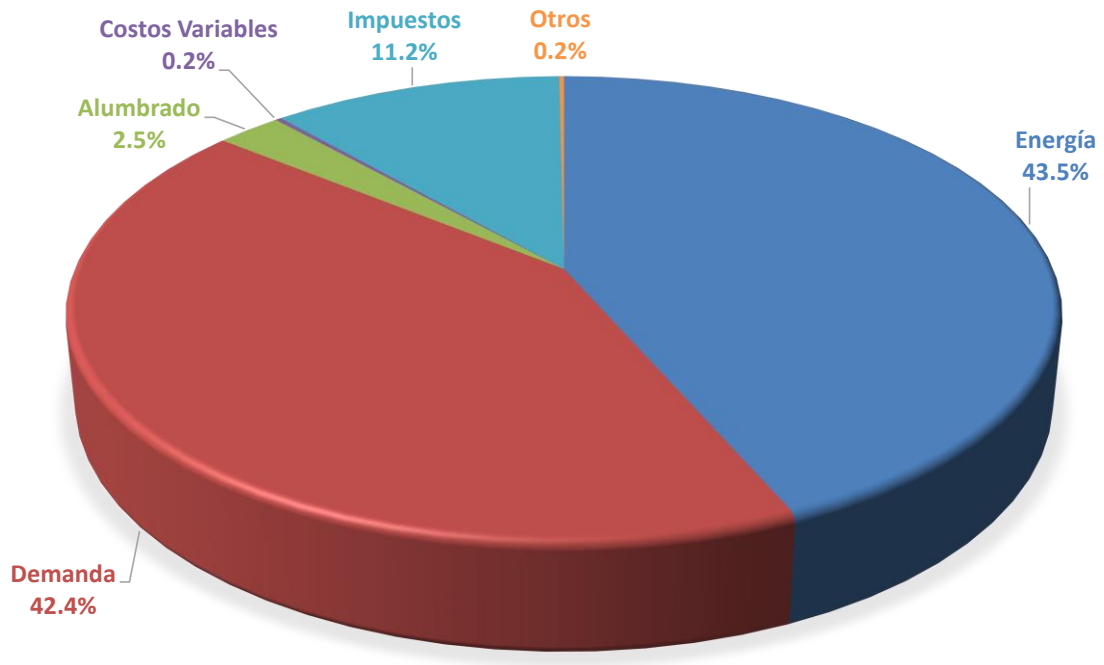


Figura 4.3 Participación promedio de los rubros de facturación en el costo mensual de facturación

En la **Figura 4.4** se presenta el gráfico del consumo energético a lo largo del periodo registrado. En ella se observa un máximo de 8,976 kWh registrado en el mes de abril de 2022 y un mínimo de 6,406 kWh para el mes de junio 2022. La variación del máximo respecto al promedio (7,328 kWh) es de 23% y del mínimo respecto al promedio es de 12,6%.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

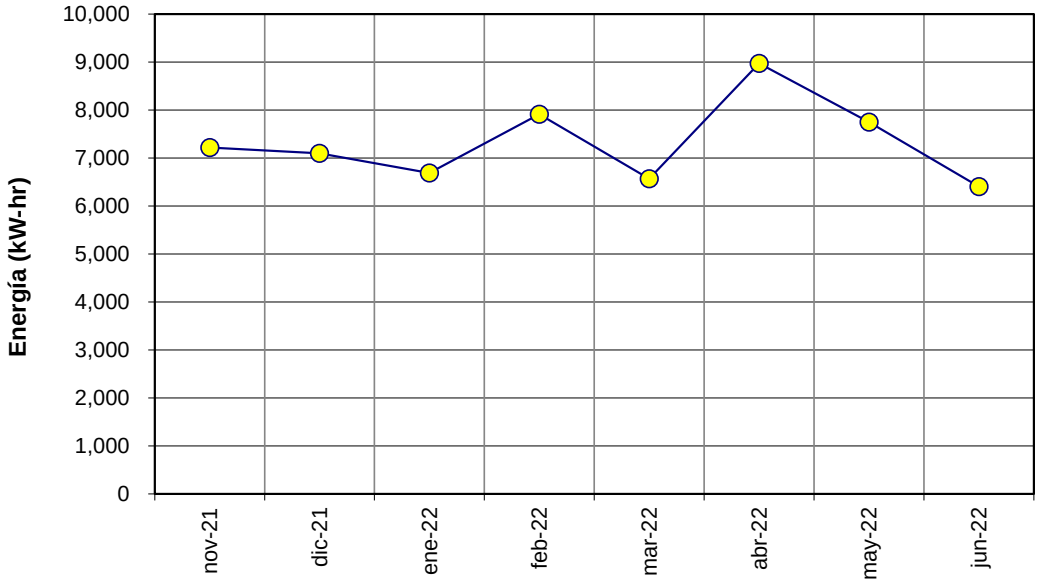


Figura 4.4 Consumo de energía eléctrica facturada para la acometida principal (kWh)

En la **Figura 4.5** se presenta la potencia de máxima demanda facturada (kW) para cada período de facturación. Se observa que la máxima demanda fue mayor durante el mes de abril 2022 con 54.75 kW. En 2021 la mayor demanda fue en diciembre según el periodo de facturación facilitado.

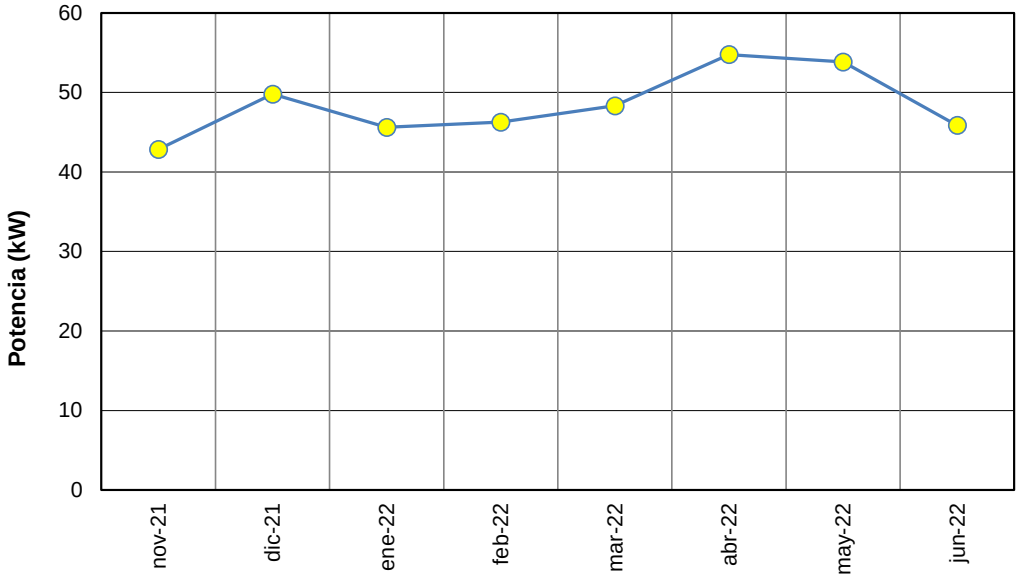


Figura 4.5 Comportamiento de la máxima demanda en la acometida principal (kW)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

En la **Figura 4.6** se observa la participación económica de los diferentes rubros de cobro con respecto al consumo de energía total de la planta. Como se observa el rubro con mayor influencia es el costo promedio de la energía.

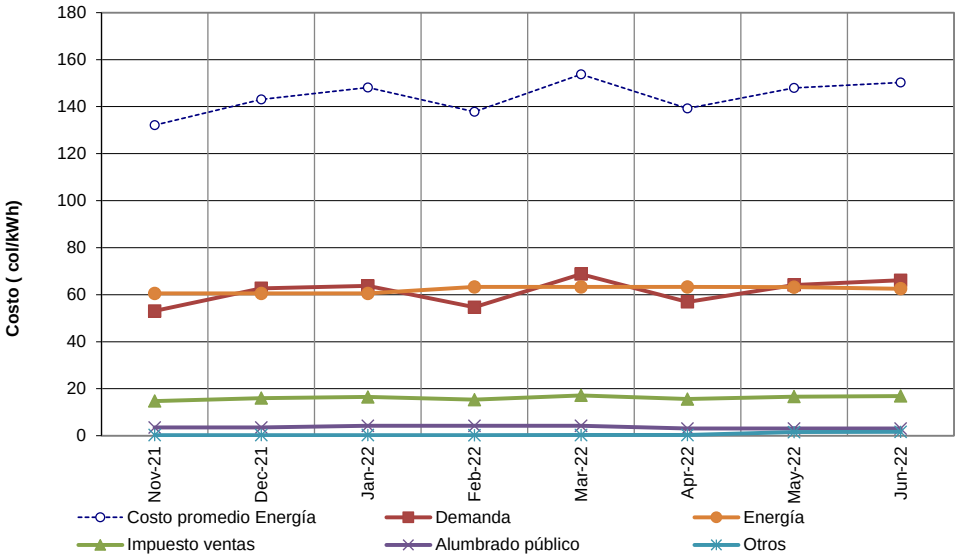


Figura 4.6 Costos de los rubros cobrados por Coopeguanacaste R.L. (col/kWh)

Según se aprecia en la **Figura 4.7**, el factor de carga se encuentra entre 15% y 25%. Este indicador permite conocer el grado de aprovechamiento de la potencia instalada respecto al consumo de energía eléctrica. Se espera que entre mayor sea su valor, menor sea el costo promedio de la energía (colones/kWh).

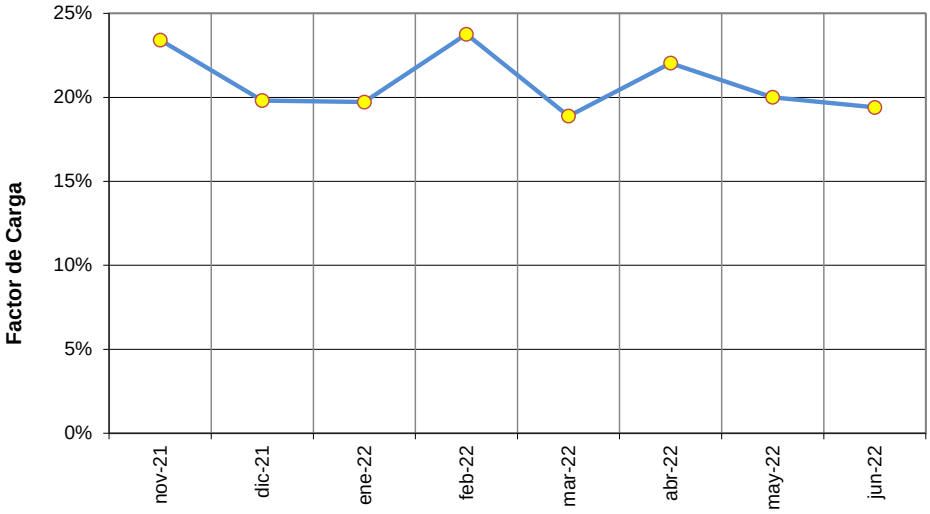


Figura 4.7 Comportamiento del factor de carga en el periodo de estudio

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

5. Mediciones de trabajo de campo

5.1. Mediciones eléctricas

Las mediciones eléctricas se utilizan como insumo para la determinación de balances de energía, así como para observar tendencias de consumo. Estas se dividen en mediciones puntuales y continuas.

Previo a realizar las mediciones eléctricas, se realiza una revisión y actualización del diagrama unifilar eléctrico de la instalación, el cual se adjunta corregido como un anexo a este informe. Se encontraron ciertas inconsistencias en el diagrama unifilar facilitado, por lo que fue necesario la inversión de horas de trabajo en la búsqueda e identificación de tableros ya que no se encontraban debidamente identificados.

Se realiza la apertura de los tableros eléctricos considerados relevantes para efectos de balance de energía, con el fin de realizar las mediciones puntuales de corriente en los circuitos. Para este efecto, se utiliza la rotulación existente de los circuitos ramales en los tableros que contaban con tal información.

Las mediciones continuas consisten en la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas en el tablero principal, midiendo los alimentadores principales de tableros secundarios que permitan obtener perfiles de carga de estos y observar las características de consumo. En la **Figura 5.1**, se muestran los equipos instalados para la realización de mediciones continuas se utilizaron los equipos marca Circutor, modelo CIRe3, cuyas fichas técnicas se adjuntan como anexo a este informe. Estos se ubicaron midiendo los alimentadores de los tableros TA y TACA. La medición se realizó por un periodo de medición de siete días que se extendieron desde el día jueves 4 al jueves 11 de agosto de 2022.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

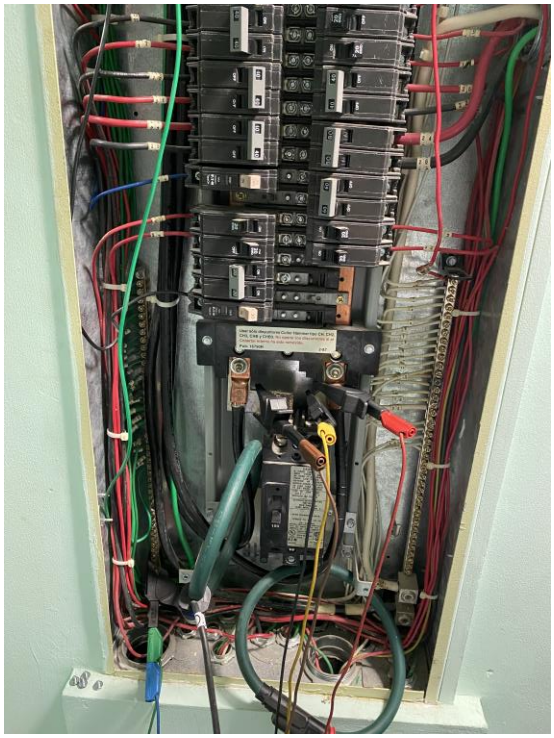


Figura 5.1 Equipos analizadores de redes CIRe3 de Circuitor en tableros

Se realizó una verificación respecto a la tensión y corriente en los alimentadores dónde se instalaron los equipos de medición. En la **Tabla 5.1**, se muestran los valores mínimos, promedio y máximos de tensión para el periodo de medición. En esta se observa que la tensión se encuentra dentro de los rangos normales establecidos en la norma **AR-NT-SUCAL** de la ARESEP, los cuales son de ±%5 de los valores teóricos de 120/240 V para este tipo de conexión.

Tabla 5.1 Rangos de tensión en tablero principal para el periodo del 4 al 11de agosto de 2022

	Tensión L-N [volts]		Tensión L-L [volts]
	L1	L2	L1-L2
Mínimo	119.62	119.30	238.81
Promedio	121.52	121.38	242.70
Máximo	123.75	123.60	247.15

En la **Tabla 5.2**, se muestran los resultados para las corrientes por fase. Para este, se utilizan valores promedios de corriente en el periodo de medición, para determinar

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

un corriente de desbalance promedio (*Δi máx*). Se calcula el porcentaje relativo de desbalance respecto a la corriente monofásica promedio. Las corrientes de desbalance en sistemas trifásicos 120/240, se traducen en corrientes por el conductor neutro que a su vez constituyen una pequeña fuente de pérdidas de energía.

Tabla 5.2 Desbalances de corriente por fase para el periodo del 4 al 11 de junio de 2022

	Corrientes promedio por fase (A)			
	Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Δi máx	Relativ
Mínimo	4.21	3.24	0.97	13%
Promedio	10.99	9.65	1.34	
Máximo	34.23	34.98	0.75	

En la **Tabla 5.3**, se muestran los valores de la demanda máxima, energía consumida y el consumo promedio obtenido en las mediciones realizadas con los equipos de medición CIRe3. Estos valores obtenidos nos permiten hacer una comparación con los valores obtenidos en facturación y con el levantamiento de equipos y realizar una validación de los resultados obtenidos.

Tabla 5.3 Mediciones de consumos por tableros para el periodo del 4 al 11 de agosto de 2022

Tablero	Máxima Demanda Medida (kW)	Energía consumida Medida (kWh)	Consumo Promedio Medido (kWh/dia)
Tablero TACA	30.22	887.13	124.85
Tablero TA	6.63	387.09	54.48

En la **Figura 5.2** se observan los perfiles de carga de los tableros del edificio, en ambos se evidencia un comportamiento de cargas que operan durante el horario fuera de trabajo, estas cargas al tener un comportamiento pulsante pero periódico se interpretan como aires acondicionados que corresponden a los recintos equipos de TI, como servidores u otros, además de equipos ofimáticos que quedan conectados y consumiendo en estado de espera durante estos periodos.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

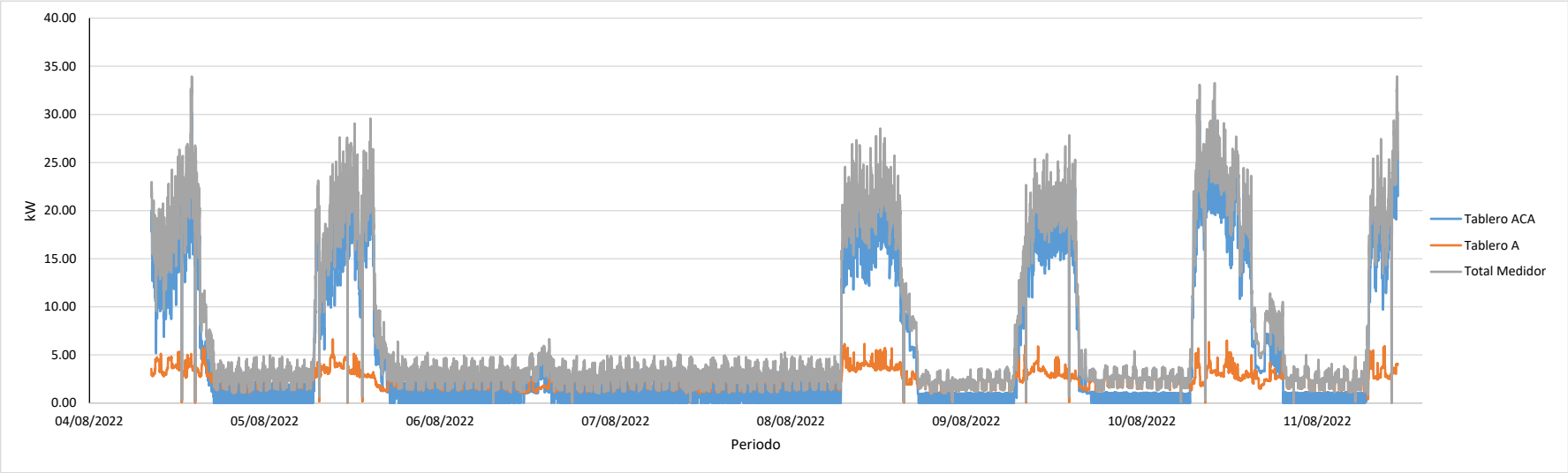


Figura 5.2 Mediciones continuas de los paneles principales Santa Cruz

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

5.2. Niveles de iluminación

Durante el trabajo de campo se realizaron mediciones del nivel de iluminación en distintos puntos del edificio con el objetivo de determinar si los niveles se encuentran de acuerdo con la normativa utilizada a nivel nacional o si por el contrario existe un exceso o deficiencia en la iluminación; para este caso, se toma como referencia la Norma INTE/ISO 8995-1:2016, publicada por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), llamada “Iluminación en los lugares de trabajo”.

Figura 5.3 Equipo de medición de los niveles de iluminación

El nivel de iluminación o iluminancia es una magnitud que expresa el flujo luminoso que incide sobre una unidad de área (es decir, la cantidad de luz que incide sobre una superficie) y está dado en **lux** (lx) según el Sistema Internacional. El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa (energía luminosa por unidad de tiempo) que es emitida o recibida por un cuerpo y su unidad según el Sistema Internacional es el **lumen** (lm). Así, un lux está definido como la cantidad de lúmenes por metro cuadrado (1lx = 1lm/m2).

Para efectuar las mediciones se utilizó un luxómetro (**Figura 5.3**) el cual es un instrumento que cuenta con una fotocelda, la cual permite determinar en tiempo real la cantidad de luxes en un ambiente. Estas mediciones se realizaron en puntos representativos del edificio, que incluyeron áreas de trabajo (oficinas y cubículos), atención al cliente y áreas comunes.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 5.4 Niveles recomendados de iluminación (lux) para algunas zonas de oficinas y atención al cliente según INTECO

Tipo de interior, tarea o actividad	Emlux
Áreas generales de edificaciones	
Vestíbulos de entrada	100
Salas de estar	200
Área de circulación y pasillo	100
Escaleras, escaleras mecánicas y bandas transportadoras de personas	150
Rampas/zonas de carga	150
Comedores	200
Áreas de descanso	100
Salas para ejercicio físicos	300
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200
Enfermerías	500
Sala de atención médica	500
Cuartos técnicos (industrias), cuartos de equipos eléctricos	200
Cuarto de correspondencia, tablero de interruptores	500
Oficinas	
Archivado, copiado, circulación, entre otros	300
Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500
Dibujo técnico	750
Estación de trabajo CAD	500
Sala de conferencias y reuniones	500
Puesto (carpeta de recepción	300
Lugar de archivos	200

En la **Tabla 5.5** se muestra un resumen de los valores máximos mínimos y promedio para fácil comparación con los niveles recomendados, en esta tabla se marcan con color verde aquellos valores que se cumplen con los requerimientos dictados por INTECO, mientras que se resaltan en color rojo aquello que están por debajo de los valores recomendados por la norma.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 5.5 Niveles de iluminación (lux) medidos en los distintos departamentos

RECINTO	ACTIVIDAD	MEDICION [LUX]			NORMATIVA [LUX]
		MIN	PROMEDIO	MAX	
Plataforma de servicio	Oficina	235	269	302	500
Nombramiento	Oficina	50	120	190	500
Expedientes	Archivado	40	40	40	300
Fotocopiado	Copiado	25	165	430	300
Baños expedientes	Servicios sanitarios	315	315	315	200
Juntas	Oficina	97	319	876	500
Recursos Humanos	Oficina	300	479	607	500
Director desarrollo administrativo	Oficina	522	629	736	500
Recepción General	Oficina	35	68	170	500
Ingreso recepción general	Oficina	570	755	940	500
Escaleras primer piso	Escaleras	100	100	100	150
Baños primer piso	Baños	265	265	265	200
Sala de capacitación grande	Sala reuniones	285	336	370	500
Pasillo	Pasillo	21	23	25	100
Trabajo social	Oficina	90	90	90	500
Psicología	Oficina	1920	1920	1920	500
Educación especial	Oficina	120	120	120	500
Docentes	Oficina	50	1010	2700	500
Pruebas nacionales	Oficina	376	376	376	500
Sala de reuniones	Oficina	300	300	300	500
Asesor educación especial	Oficina	1260	1260	1260	500
Pasillos	Pasillo	13	68	145	100
Cocina	Cocina	200	200	200	200
Oficina	Oficina	200	295	390	500
Recepción 2do piso	Recepción	169	169	169	100
Sala de espera	Sala de estar	164	164	164	200
Archivo	Archivado	457	457	457	300
Baño	Servicios sanitarios	184	184	184	200
Bodega	Almacen	191	191	191	100
Pasillo izq. 2do piso	Área de circulación	22	29	35	100
Técnico de informática	Oficina	272	272	272	500
Asesor legal	Oficina	1560	1560	1560	500
Baño director general	Baño	474	474	474	200
Director general	Oficina	945	1099	1253	500
Archivo pasivo	Archivado	47	83	150	300
Escaleras segundo piso	Área de circulación	555	1042	1995	100
Pasillo 2	Área de circulación	5	11	15	100
Pasillo 2do piso	Área de circulación	50	122	250	100
Comedor	Comedor	159	242	317	200
Asesor guanacastenidad	Oficina	668	668	668	500
Asesor ed. Agrícola	Oficina	67	84	100	500
Asesores	Oficina	154	246	446	500
Sala de reunión	Sala reuniones	42	42	42	500
Secretaria	Oficina	90	90	90	500
Asistente	Oficina	130	130	130	500
Artes Plásticas	Oficina	70	70	70	500
Director de desarrollo educativo	Oficina	63	109	155	500
Asesor matemáticas	Oficina	50	50	50	500
Asesor de estudios sociales	Oficina	64	64	64	500
Español/ciencias	Oficina	150	164	177	500

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

A partir de lo mostrado en la tabla anterior, se puede observar que en la mayoría de las mediciones realizadas en los puestos de trabajo no se logra cumplir con los mínimos establecidos por norma; otros recintos no cumplen, sin embargo, poseen puntos que, si cumplen con la norma, esto se debe a que están cercanos a una fuente de luz adecuada como luminarias en condiciones idóneas o ventanales con acceso a luz natural.

Se debe destacar que en este caso se realizaron las mediciones con la iluminación tal y como es utilizada por el personal, es decir, con el modo de iluminación que prefieren los usuarios ya sea con iluminación natural o artificial, por lo que no se puede asegurar que las luminarias actualmente instaladas no cumplan con el mínimo de iluminación recomendado. Incluso, en la visita los colaboradores indicaron que el uso de iluminación es mínimo debido a la luz natural con la que se cuenta en la sucursal.

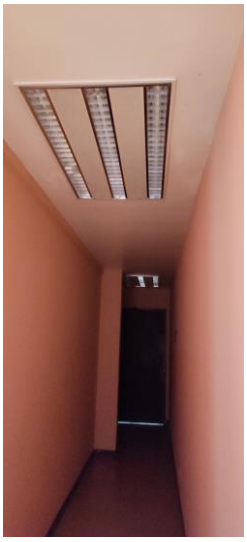


Figura 5.4 Ejemplos de lugares con baja iluminación – MEP Santa Cruz

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

5.3. Termografías de protecciones principales

Se realiza una medición de las protecciones principales de los tableros, de los valores de temperatura mediante capturas termográficas. Como referencia para los valores permisibles, se toma en consideración lo estipulado en el Código Eléctrico Nacional vigente (NEC 2014, versión en español) en Costa Rica, específicamente el artículo 110.14 (C) adjunto en la **Figura 5.5**. Donde se menciona que los límites de temperatura están acorde a las terminales y algunos de estos accesorios se encuentran limitados a 60 °C, por lo que se toma este valor de temperatura se establece como límite máximo permitido.

> **(C) Límites de temperatura.** La temperatura nominal asociada a la ampacidad de un conductor se debe elegir y coordinar de modo que no supere la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Debe permitirse el uso de conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales, para ajuste o corrección de su ampacidad, o ambas cosas.

Figura 5.5 Artículo 110.14 (C)

La metodología al realizar las capturas termográficas trata en abrir los tableros, verificar la conexión de las protecciones, evaluar las temperaturas por medio de la imagen termográfica tomada con el equipo. Finalmente cerrar nuevamente el panel asegurando una buena sujeción de la tapa.

La importancia en el monitoreo de estos valores de temperatura en los tableros principales, radica en la identificación de desbalanceo significativo de cargas eléctricas entre las fases, o falsos contactos que puedan generar puntos calientes en los equipos de distribución eléctrica, afectando la vida útil de los componentes y propiciando ambientes para la generación de arcos eléctricos que puedan desencadenar en accidentes de riesgo eléctrico y que podrían afectar tanto el recurso humano como infraestructural de la entidad.

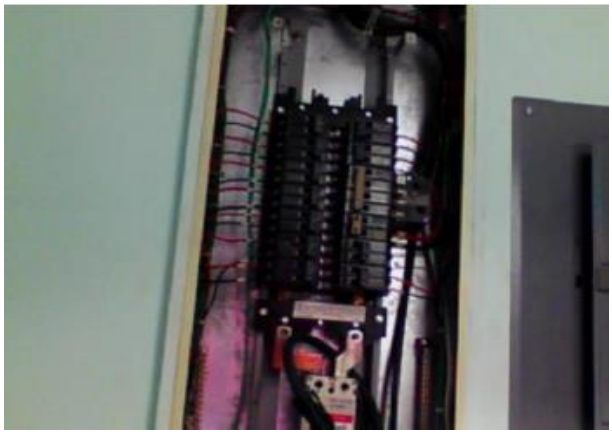
☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

En la **Tabla 5.6** se muestra el listado de tableros o protecciones analizadas en la medición, y en la **Tabla 5.7** se adjunta la captura termográfica con el valor más crítico tomado en los paneles del sistema eléctrico en la organización.

Tabla 5.6. Paneles eléctricos donde se realizan termografías

Tablero	Descripción
TA	A/C, iluminación, tomas, tableros
T ACA	A/C, tableros
T ACA2	A/C
T ACB	A/C, tablero
T ACC	A/C
T AU	A/C, iluminación, tomas, tableros
T B	Iluminación, tomas
TBU	Iluminación, tomas

Tabla 5.7 Termografías

Detalle:	**Tableros: Tablero ACA**
Termografía	Referencia
	

La termografía en cuestión muestra el valor de temperatura más alto encontrado en los diferentes tableros con un valor aproximado a los 53,4 °C, y este se encuentra en el Tablero ACA, aun así, se encuentra por debajo de los 60°C establecidos, por lo

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

cual, no existe algún punto caliente significativo en los diferentes paneles y tampoco se evidencia un desbalance significativo en las corrientes de fase. El total de capturas termográficas se muestra en el anexo 1, registro de capturas termográficas.

6. Balance Energía Eléctrica

6.1. Metodología del Balance Energía

Un balance de energía busca identificar los consumidores energéticos más importantes, indicándose para cada uno de estos los consumos mensuales promedio de energía y su porcentaje de participación.

Para alcanzar este objetivo, se inició por un reconocimiento del sistema eléctrico desde los transformadores eléctricos y paneles principales de distribución, hasta llegar a la identificación y levantamiento de los diferentes consumidores de energía.

El inventario de los equipos consumidores de energía es agrupado según el sistema energético o la facilidad a la que pertenece. Debido al tipo de actividad realizada en este tipo de instalaciones, los tipos de sistemas o facilidades comúnmente encontrados son: iluminación, aire acondicionado, refrigeración, equipos ofimáticos (equipos de oficina) y otros equipos.

Para cada equipo se determina la potencia eléctrica promedio y se estima su tiempo de uso diario con el fin de determinar su consumo de energía promedio mensual. La sumatoria de los consumos energéticos debe ser igual o muy cercano a los valores promedio mensuales facturados por la empresa distribuidora y mostrados en la **sección 4.2.1** y a los obtenidos por medio de mediciones continuas de las cargas. La desviación o error de estas dos fuentes de información, es decir, la estimación del consumo de energía y el consumo reportado en el recibo de energía eléctrica, se conoce como el error en el cierre del balance de energía. Esta desviación dependerá de la calidad de las mediciones y estimaciones realizadas, y de la exactitud de los tiempos de operación suministrados.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

A continuación, se presenta una descripción de los diferentes sistemas energéticos que incluye un resumen de la potencia instalada y cantidad de equipos para cada uno de ellos, según la variedad de consumidores instalados, seguido del balance de energía realizado para esta institución.

6.2. Inventario de Principales Puntos de Consumo Eléctrico

6.2.1. Iluminación

Para realizar el análisis de los dispositivos de iluminación instalados en la regional, estos fueron divididos según el tipo de tecnología utilizada. Por medio de inspección visual durante el trabajo de campo, se determina la existencia de 419 unidades de iluminación, entre fluorescentes y LED; y corresponde a un total de 12.34 kW de potencia instalada, tal y como se muestra en la **Tabla 6.1**.

Tabla 6.1 Inventario de dispositivos de iluminación

Tecnología	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Incandescente	0	0.00	0%
Fluorescente	138	3.76	29%
LED	309	9.17	71%
HID	0	0.00	0%
Totales	**447**	**12.93**	**100%**

En la **Figura 6.1** se muestra un diagrama de pastel que contiene la distribución porcentual de las luminarias según su tecnología, esto, en función del total de la potencia instalada en el edificio que es utilizada en iluminación. Puede observarse que la tecnología principal es tipo LED, comprendiendo el 74% de la iluminación total de la sucursal, esto confirma el cambio de lámparas realizado en la remodelación del edificio.

El detalle completo de las unidades de iluminación distribuidas en los diferentes espacios del Anexo 2.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

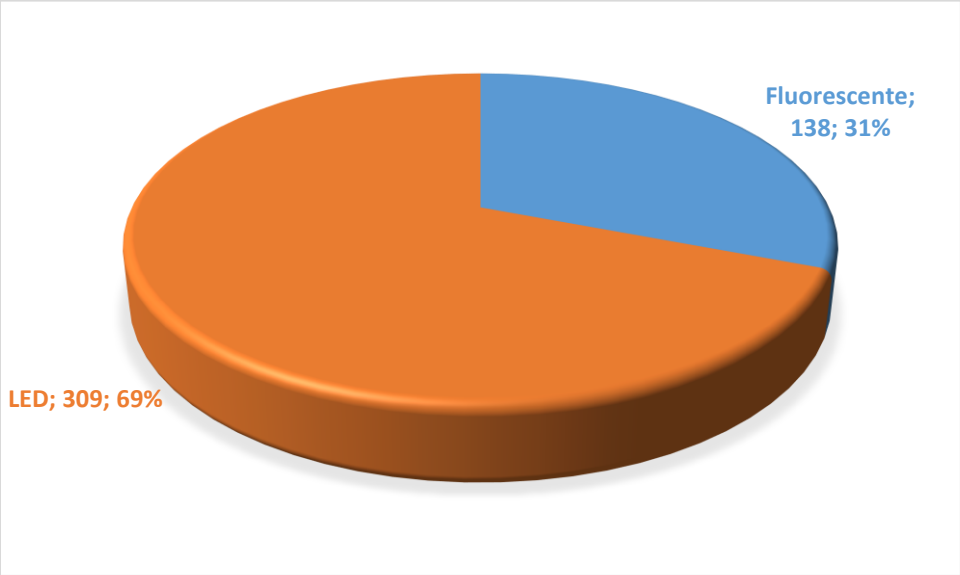


Figura 6.1 Distribución porcentual de potencia instalada según tecnología de iluminación

6.2.2. Acondicionamiento de Aire

En la **Tabla 6.2** se muestra la distribución porcentual de los equipos de acondicionamiento de aire según su sistema y potencia instalada en los edificios y la cual está destinada para este propósito. En este caso, el 100% de la potencia instalada corresponde a equipos de tipo Split.

Tabla 6.2 Resumen del inventario de equipos de acondicionamiento de aire

Sistema	Total		
	Cantidad	Potencia [kW]	Porcentaje
Split	27	52.24	100%
Paquete	0	0.00	0%
Manejadora	0	0.00	0%
Chiller	0	0.00	0%
Ventana y portátil	0	0.00	0%
Otros	0	0.00	0%
Total	**27**	**52**	**100%**

La norma ECA-MC-MA-P08 menciona que los equipos deben cumplir las características establecidas en la norma INTE E14-1 en su versión vigente.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

La **Figura 6.2** muestra la tabla 1 de la norma INTECO mencionada donde define el SEER mínimo para equipos con tecnología “Inverter” y la **Figura 6.3**, presenta la tabla 2 del documento en el cual se muestran los valores de EER para equipos con sistema “on/off”, estos criterios son los utilizados para definir el cambio de equipos por unidades más eficientes.

Tabla 1. Nivel mínimo de Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE) para acondicionadores de aire con flujo de refrigerante variable, tecnología “inverter”

Clasificación del equipo	Capacidad de enfriamiento Watts (BTU/h)	REEE [1] Wt/We (BTU/hW)
Tipo paquete	Hasta 19050 (65000)	4,39 (15)
Tipo dividido, central con ductos		
Tipo dividido, descarga directa, sin ductos	Hasta 10600 (36168)	4,68 (16)
	Mayor que 10600 (36168) hasta 19050 (65000)	4,39 (15)

1) En idioma inglés como: **Seasonal energy efficiency ratio, SEER.**

Figura 6.2 Tabla 1, norma INTE E14 – 1

Tabla 2. Nivel mínimo de Relación de Eficiencia Energética (REE) para los acondicionadores de aire, tecnología “on/off”

Clasificación del equipo	Capacidad de enfriamiento Watts (BTU/h)[1]	REE [2] Wt/We (BTU/hW)[3]
Tipo ventana	Hasta 5859 (24000)	3,22 (11)
Tipo paquete	Hasta 19050 (65000)	3,22 (11)
Tipo dividido, central con ductos		
Tipo dividido, descarga directa sin ductos		

1) Valores nominales de BTU/h.
2) En idioma ingles como: **Energy efficiency ratio, EER.**
3) El valor de REE se determina en el conjunto condensador y evaporador.

Figura 6.3 Tabla 2, norma INTE E14 – 1

Para separar los equipos instalados dentro de la institución según su obsolescencia, se subdividen en categorías. En la **Tabla 6.3** se observa la cantidad y potencia para equipos con tecnología “On / off” y en la **Tabla 6.4** el listado de equipos “inverter”.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 6.3 Inventario de equipos de A/C con tecnología "On / Off" según su eficiencia

Tecnología	On / off			
Capacidad (Btu/hr)	EER < 11		EER ≥ 11	
	Cantidad	kW	Cantidad	kW
12000	6	6.6	1	1.0
18000	3	5.3	0	0.0
24000	1	2.2	5	10.1
30000	0	0.0	8	19.0
36000	1	3.8	1	2.7
Totales	**11**	**17.9**	**15**	**32.9**

Tabla 6.4 Inventario de equipos de A/C con tecnología "Inverter" según su eficiencia

Tecnología	Inverter			
Capacidad (Btu/hr)	SEER < 16		SEER ≥ 16	
	Cantidad	kW	Cantidad	kW
18000	0	0.0	1	1.4

La gráfica de la **Figura 6.4** evidencia la cantidad de equipos que se encuentran dentro de los límites establecidos por norma y aquellos que se consideran como obsoletos, en este caso el 59% de los equipos cumplen la normativa, **un 41% están por debajo de sus respectivos límites**.

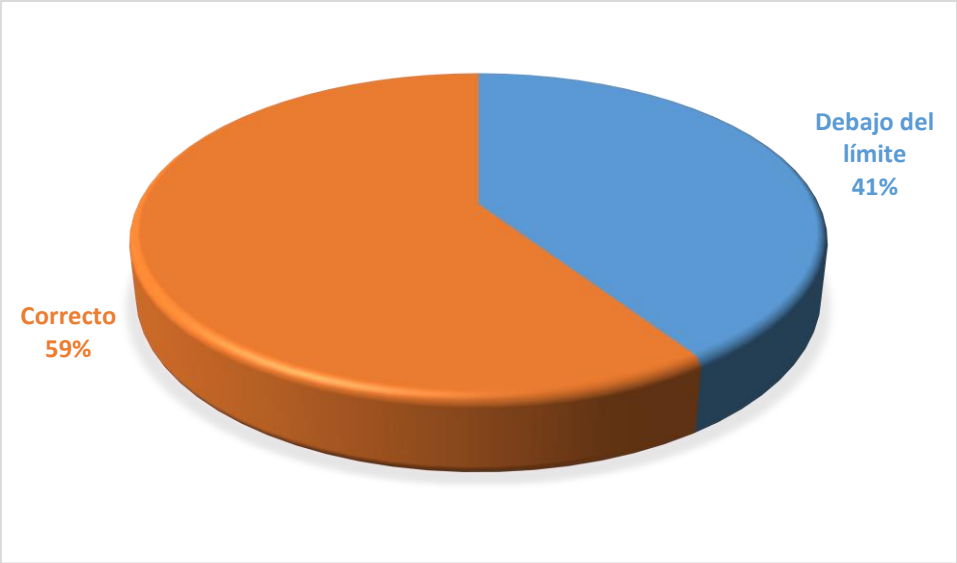


Figura 6.4 Cantidad de unidades de A/C que cumplen la INTE E14 – 1.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

6.2.1. Refrigeradores

Aquí se incluyen los equipos de refrigeración instalados dentro de la sucursal y que sirven conservación de alimentos u otra actividad especializada; indistintamente de que estos se encuentren dentro de un espacio físico especificado para uso de comedor, o que se ubiquen dispersos por el resto de las instalaciones de la sucursal.

El levantamiento de equipos de refrigeración se muestra en la **Tabla 6.5**.

Tabla 6.5 Inventario de refrigeradores

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Refrigerador	6	1.37	100%

En este caso, se encuentran 3 refrigeradores que no son utilizados debido a problemas en los tomacorrientes, estos se ubican en el primer piso del edificio.

6.2.1. Equipos de Oficina y otros

En la **Tabla 6.6**. de este apartado se incluyen todos los equipos de oficina utilizados para atención al cliente, en oficinas administrativas, así como servidores, y otros equipos utilizados para respaldo de información.

Con “Otros Equipos” y “especializado”, se hace referencia a equipos que no caben dentro de la descripción de las categorías anteriores; algunos de estos son ascensores, sistemas de bombeo u otros.

Tabla 6.6 Inventario de otros equipos

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Ofimáticos	51	7.46	51%
Especializado	0	0.00	0%
Otros	5	7.29	49%
Total	**56**	**14.75**	**100%**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

6.3. Balance Energía Eléctrica por Sistemas Energéticos

Con base en la metodología descrita anteriormente, se logró obtener un balance general de energía eléctrica de las instalaciones de la Dirección Regional de Educación ubicado en Santa Cruz. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.5**

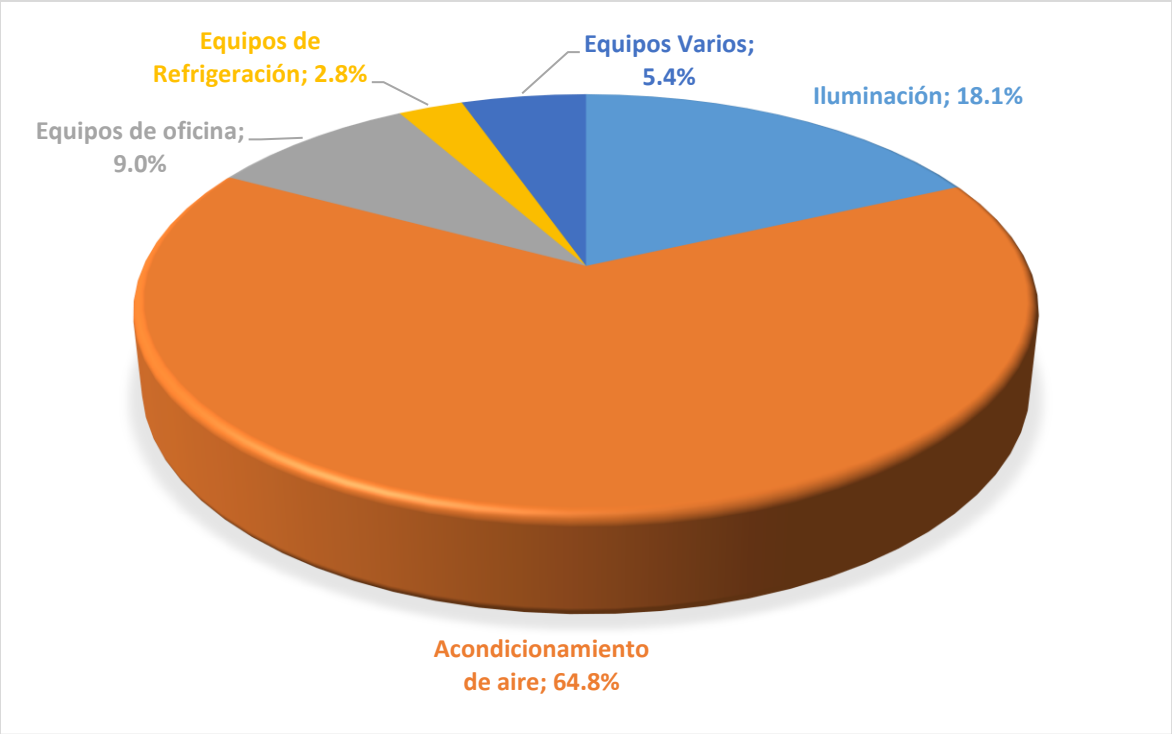


Figura 6.5 Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos (%)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 6.7 Balance general de energía eléctrica por sistemas energéticos.

CIRE +30 Años

Balance General de Energía por Sistemas Energéticos				Costo promedio kW-hr ₡144.05
Sistemas energéticos	**Potencia** [kW]	**Consumo** [kWh/mes]	**Porcent.** [%]	**Costo Promedio** [₡/mes]
Iluminación	**12.9**	**993.8**	**18.1%**	**₡143,152.06**
Incandescente	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Fluorescente	*3.8*	*305.4*	*30.7%*	*₡43,988.16*
LED	*9.2*	*688.4*	*69.3%*	*₡99,163.90*
HID	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Acondicionamiento de aire	**52.2**	**3553.3**	**64.8%**	**₡511,840.03**
Split	*52.2*	*3553.3*	*100.0%*	*₡511,840.03*
Paquete	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Manejadora	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Chiller	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Ventana y portátil	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Otros	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Equipos de Refrigeración	**1.4**	**152.9**	**2.8%**	**₡22,021.86**
Refrigerador	1.4	152.9	1.0	*₡22,021.86*
Congelador	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Cámara	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Otros	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Equipos de oficina	**7.5**	**492.7**	**9.0%**	**₡70,969.43**
Ofimáticos	*7.5*	*492.7*	*100.0%*	*₡70,969.43*
Equipos Varios	**7.3**	**293.6**	**5.4%**	**₡42,288.46**
Especializado	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Otros	*7.3*	*293.6*	*100.0%*	*₡42,288.46*
SubTotal	81.3	5,486.2	100.0%	₡790,271.85
Pérdidas de transformación		0.00	0.0%	₡0.00
Total		**5,486.22**	**100%**	**₡790,271.85**
PROYECCIÓN MED. CONTINUAS		**5,439.58**		**₡783,553.31**
Error		**0.86%**		

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Se debe aclarar que en este caso particular el cierre del balance de energía se realizó al comparar los datos obtenidos por el levantamiento de equipos realizado en la visita, con la proyección del consumo energético estimado con las mediciones continuas realizadas en la semana del 4 al 11 de agosto de 2022.

Esto debido a que el promedio obtenido de facturación no refleja el estado actual del consumo energético, ya que como se indicó en el Informe de Estrategia de Abordaje, la sucursal presenta un problema nivel de protecciones eléctricas por lo que en los meses de julio y agosto (fecha de la visita) la cantidad de personal dentro de la sucursal es menor a la usual, ya que a varios de los colaboradores se les dio la orden de realizar teletrabajo, para evitar sobrecargar el sistema.

Como se observa Tabla 6.7, el acondicionamiento de aire representa un 64.8% de la energía total, equivalente a 3,553.3 kWh al mes, siendo el mayor consumidor, seguido por los equipos de iluminación, con un 18.1% (937.4 kWh al mes) y los equipos de oficina, con un 9.0 % (492.7 kWh al mes).

De la proyección, se obtiene un valor de consumo de energía, el cual se establece en 5,439.58 kilowatt-hora al mes, para un costo mensual aproximado de ₡783,553.31. Y a nivel de levantamiento se obtiene un consumo de 5,486.22 kWh/mes que representa ₡ 790.271.85.

Con respecto al consumo de energía estimado por levantamiento de equipos y la proyección realizada, se obtiene un porcentaje de **error de cierre de 0.86%** entre ambos datos, lo cual garantiza la confiabilidad en los cálculos y estimaciones efectuadas durante la realización del balance energético.

6.4. Usos significativos de Energía

De acuerdo con la norma ISO 50 001, “los Usos Significativos de la Energía (USEs)” corresponden a aquellos usos de energía que presentan un consumo sustancial y/o que ofrecen un potencial considerable para la mejora del desempeño energético. El

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

criterio utilizado para determinar los *USE* debe ser definido por cada organización de acuerdo con sus necesidades y posibilidades particulares.

Para efectos de este proyecto, se determinarán dos Usos Significativos de Energía (USE) según el siguiente criterio:

> ***Serán USEs los 2 usos de energía con mayor porcentaje de participación en el balance de energía, para los cuales se hayan determinado que existe un potencial de ahorro.***

A partir del análisis cualitativo de los sistemas energéticos presentado en la sección 6.2 y los resultados del balance de energía de la sección 6.3, se obtiene la Tabla 6.8, la cual, permite identificar que los USEs de esta institución son:

- **Acondicionamiento de Aire**
- **Iluminación**

al ser los dos usos de energía con mayor participación del balance, que tienen algún potencial de ahorro.

Tabla 6.8 Determinación de los USEs

Uso de Energía	Participación en Consumo de Energía (%)	¿Tiene Potencial de Ahorro?
Acondicionamiento de Aire	64.8%	Sí
Equipo de Oficina	9.0%	No
Iluminación	18.1%	Sí
Equipos de Refrigeración	2.8%	No
Otros	5.4%	No
TOTAL	100%	-

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

7. Métricas de desempeño energético

7.1. Índices de Desempeño Energético (IDEn)

Con la finalidad de permitir la comparación del desempeño energético entre las diferentes instituciones incluidas en el *Proyecto GEF-9283* del BCIE, se determinan dos tipos de indicadores de desempeño:

A. ***Intensidad de consumo de energía***

Corresponden a la relación entre consumo de energía total de la institución y variables físicas como Área Total Construida (m^2), Cantidad de Colaboradores, Personas atendidas, Producción (si aplica), entre otras variables que puedan resultar relevantes según la naturaleza de la institución. En el caso de instituciones con varios medidores de energía eléctrica, el consumo de energía utilizado para el cálculo del indicador corresponde a la suma de total estos.

B. ***Potencia instalada por uso de energía***

Corresponden a la relación entre la potencia instalada (kW) para los usos de energía identificados como relevantes dentro del marco del proyecto GEF (iluminación, aire acondicionado y refrigeración) entre el área total construida (m^2). Estos indicadores, a través de la comparación entre instituciones, hasta cierto punto permiten observar sobredimensionamientos o condiciones de alto grado de obsolescencia en los equipos actualmente instalados.

En la **Tabla 7.1** se muestra el cálculo de los resultados de los IDEn de intensidad de consumo de energía para esta institución, tomando en consideración el comportamiento de las variables potencialmente relevantes en los últimos 12 meses de información facilitada para este estudio.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 7.1. Cálculo de IDEn de intensidad de consumo de energía

Dirección Regional de Educación Santa Cruz							
Últimos 12 Meses facturados	**Facturación de energía Eléctrica**	**Variables**			**Indicadores Desempeño Energético (IDEn)**		
	Consumo Energía (kWh/mes)	Área (m2)	Cantidad empleados	Personas atendidas	Área **kWh/m2**	Colaboradores **kWh/colab**	Atención **kWh/pers at**
noviembre-21	7,222	1,357	52	-	5.3	138.9	-
diciembre-21	7,099	1,357	52	-	5.2	136.5	-
enero-22	6,691	1,357	52	70	4.9	128.7	95.6
febrero-22	7,915	1,357	52	210	5.8	152.2	37.7
marzo-22	6,569	1,357	52	130	4.8	126.3	50.5
abril-22	8,976	1,357	52	90	6.6	172.6	99.7
mayo-22	7,752	1,357	52	140	5.7	149.1	55.4
junio-22	6,406	1,357	52	126	4.7	123.2	50.8
PROMEDIOS	**7,328.75**	**1,356.62**	**52.00**	**127.67**	**5.40**	**140.94**	**64.96**

Para la Dirección regional de educación Santa Cruz, se posee un registro de atención al público mediante la plataforma de servicios, datos que se componen desde los meses de Enero a Junio del presente año. Por ende, al tener un registro confiable de las personas atendidas en el primer semestre del 2022, se hace uso de esta variable para realizar el cálculo del indicador y línea base correspondiente.

La **Tabla 7.2**, muestra los valores promedio de los IDEn de intensidad de consumo de energía y los valores de los indicadores de potencia instalada, que servirán a la institución como referencia para la evaluación de su desempeño energético y que funcionan como criterio de comparación entre las instituciones que forman parte del proyecto GEF-9283.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 7.2 Valores promedio IDEn de intensidad y valores actuales de los IDEn de potencia instalada para la Dirección Regional de Educación Santa Cruz.

			Índices de comparación	
Dirección Regional de Educación Santa Cruz	**Consumo Promedio (kWh)**	7,328.75		
	Área (m2)	1,356.62	5.40	*kWh / m2*
	Cantidad Colaboradores	52.00	140.94	*kWh / colaboradores*
	Cantidad de personas atendidas	127.67	57.41	*kWh / pers at*
	Potencia Aire Acondicionado (W)	52,243	38.510	*W ACC / m2*
	Potencia iluminación (W)	12,340	9.096	*W iluminación / m2*
	Potencia refrigeración (W)	1,372	1.011	*W refrigeración / m2*

7.2. Línea Base Energética (LBEn)

Dado que la información de las variables potencialmente relevantes no presenta variabilidad en el tiempo, o bien, que no se cuenta con la suficiente información, no es posible determinar una LBEn a través de un análisis de regresión lineal, cuyo resultado consista en un modelo matemático que describa fielmente el comportamiento del consumo de energía de la institución. Por esta razón, se procede a determinar LBEn conformadas por los valores de los indicadores para los últimos 12 meses de facturación.

Para la institución, se define como **Periodo Base** el periodo comprendido entre **Noviembre 2021 y Junio 2022**. Las **Figura 7.1** a **Figura 7.3,** muestran el comportamiento de los IDEn *kWh/m2*, *kWh/colaborador* y *kWh/persona atendida* respectivamente, para el periodo base descrito.

Para cada IDEn se definen los límites de control que permitirán a la institución conocer cuando se presenta una ***desviación significativa*** en su consumo de energía. Para este efecto, se considera como límite de control superior e inferior, los valores máximos y mínimos respectivamente, de cada uno de los IDEn para el periodo base.

Durante el seguimiento y análisis que realice la institución de sus IDEn, debe evaluar el valor mensual de cada uno de ellos y determinar si se presentan desviaciones significativas que requieran de un proceso de investigación o análisis de causa raíz,

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

que permitan conocer las causas de estas desviaciones, así como las acciones para mitigarlas o mantenerlas en caso de que la desviación sea positiva. Cuando el IDEn sobrepase el límite de control superior (rojo), se entiende como una *Desviación Significativa Negativa*, caso contrario, cuando el IDEn esté por debajo del límite de control inferior (azul), se interpretará como una *Desviación Significativa Positiva*. En ambos casos, será necesario para la institución investigar las causas de tales desviaciones.

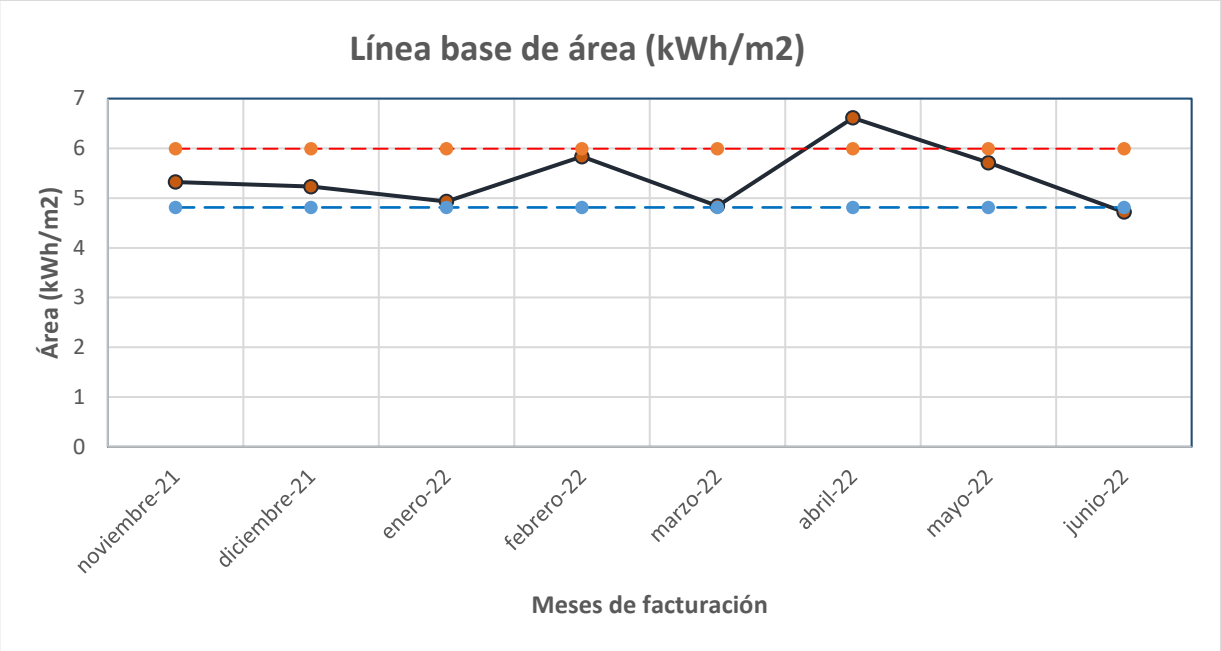


Figura 7.1 Comportamiento del IDEn kWh/m^2 en un período dado.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

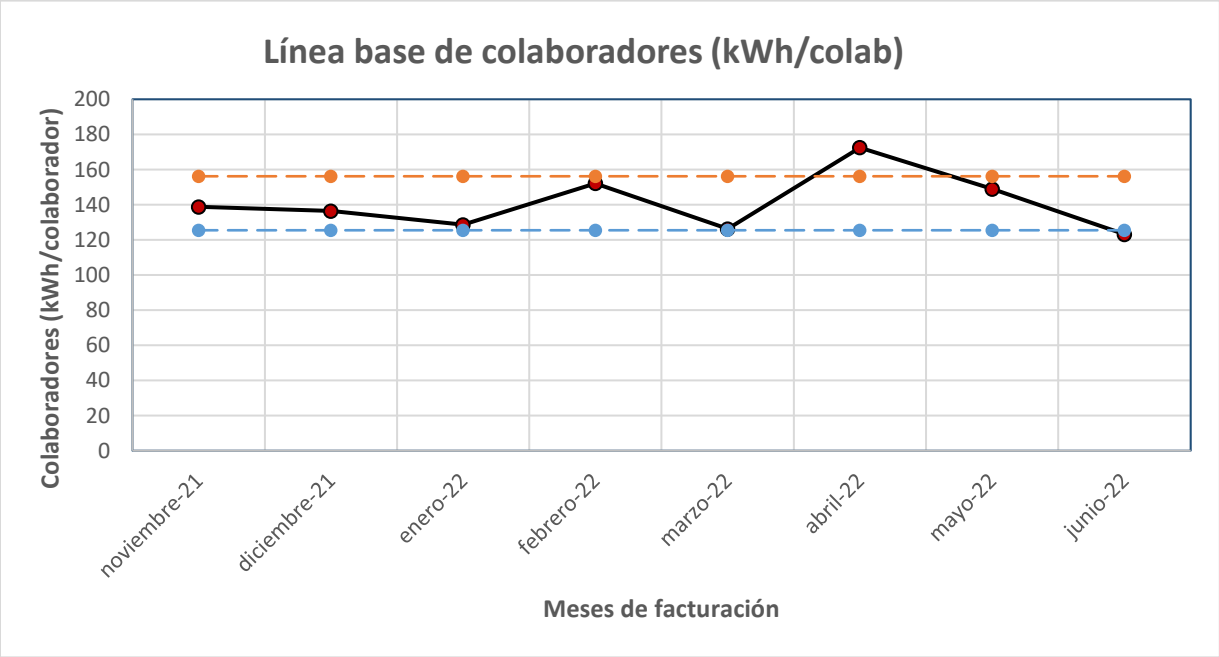


Figura 7.2 Comportamiento del IDEn kWh/colaborador en un período dado.

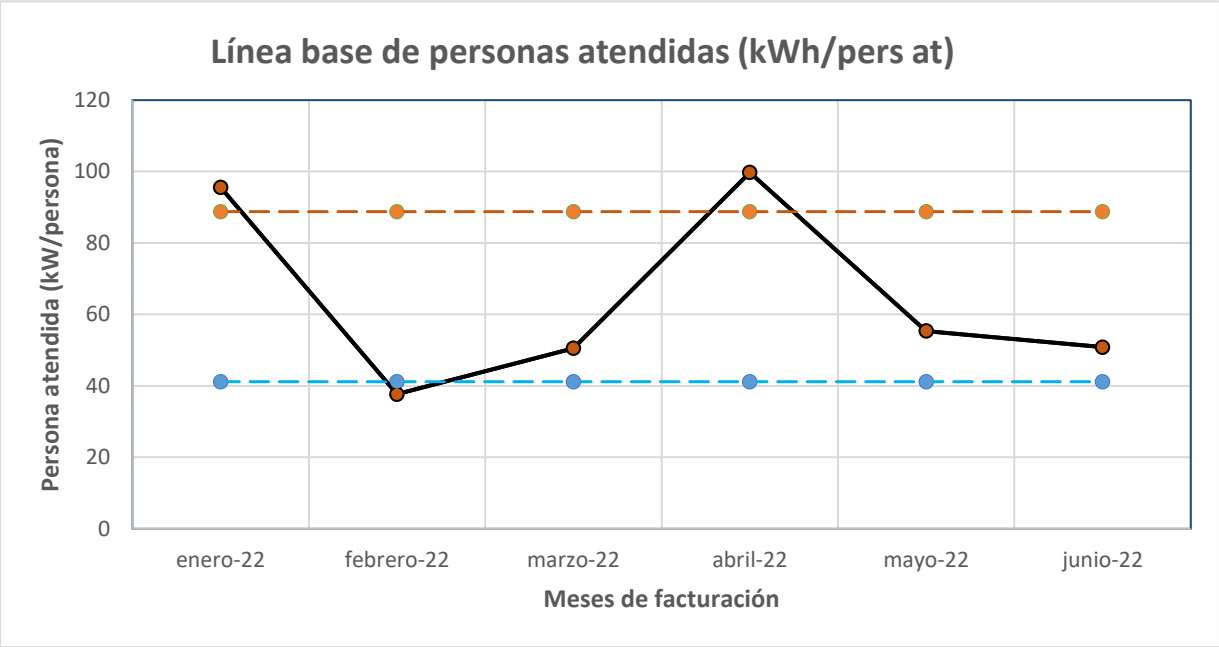


Figura 7.3 Comportamiento del IDEn kWh/personas atendidas en un período dado.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

8. Oportunidades de Ahorro y Proyectos de Inversión

En esta sección se presenta aquellas oportunidades de ahorro económico y energético que fueron identificadas como resultado de los trabajos de campo, las cuales son producto de mejoras en el control operacional, mantenimiento, cambio de tecnología de los equipos consumidores de energía de la sucursal por equipos más eficientes y modificaciones a la gestión de compra de energía Por lo tanto, los proyectos analizados son ordenados según las siguientes categorías para cada uno de los diferentes sistemas:

- **Gestión de compra de energía (GCE)**

En este punto se evalúa la posibilidad de cambiar la modalidad tarifaria por otra que presente mejores condiciones, además se muestra el ahorro económico estimado al cambiar este sistema y el nuevo costo en colones por kWh de energía.

- **Proyectos de conservación de la energía (OCEs)**

En este apartado se analizan aquellos proyectos en los que se propone un aprovechamiento más eficiente de los equipos consumidores que se encuentran instalados actualmente en la sucursal; por ejemplo, a partir de la implementación de sistemas de control automáticos o mejoras en la gestión operacional por parte de los personeros encargados, de modo que se logre reducir en alguna medida la factura de consumo energético y, por ende, el pago monetario asociado.

- **Proyectos de eficiencia y/o obsolescencia energética (PEE's)**

Caso contrario a los proyectos de conservación de la energía, en este apartado se encuentran aquellas oportunidades de ahorro que se relacionan directamente con la sustitución de los equipos que se encuentran instalados actualmente. Con este recambio se propone la implementación de tecnologías de punta, que resulten más eficientes y que tengan un ahorro significativo en los niveles de consumo energético a mediano plazo.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Mediante comparación de escenarios (actual y propuesto) se muestran los posibles resultados que se tendría al ejecutar las mejoras, garantizando la reducción de consumo de energía en aquellos proyectos recomendados a implementar.

En la **sección 8.3**, se presenta un resumen de los proyectos de ahorro propuestos. El análisis de estos proyectos se realiza considerando la tarifa de facturación resultante de la Gestión de Compra de Energía (GCE), es decir, la tarifa que sea más favorable para la institución. Para el análisis financiero se utiliza **el costo de oportunidad del dinero para aquellas líneas de crédito similares o de menor tasa como las de Banca para Desarrollo, por lo tanto, se utilizará la tasa básica pasiva de 6.05% más 2.11% para un total de un 8.16% (BCCR, 20 de octubre de 2022).**

Se suma a este análisis, el detalle de la reducción en las emisiones de CO_2 equivalente que estarían ligadas a la implementación de las recomendaciones descritas en este estudio; esto, según los valores de equivalencia fijados por la Dirección de Cambio Climático del MINAE; el factor de conversión de kWh a kg_{equiv} de CO_2 no es un valor fijo, pues depende de la matriz energética de generación eléctrica, por lo que el valor considerado para los cálculos es de **0.04 kg_{equiv} de CO_2 por cada kWh,** según *Factores de emisión de gases de efecto invernadero, Duodécima Edición, 2022.*

A continuación, se describen las diferentes oportunidades de ahorro, con el propósito de dar a entender el alcance técnico de cada proyecto y los beneficios económicos que ofrece con su implementación. En el **anexo 3** se muestra el análisis financiero realizado para cada una de las oportunidades de ahorro presentadas a continuación.

8.1. Gestión de la Compra de Energía (GCE)

En función del comportamiento del perfil de carga de la oficina y el esquema de facturación bajo el cual se compra la energía eléctrica, pueden surgir alternativas de ahorros energéticos y económicos que beneficien a la institución.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

La migración de una tarifa a otra dentro de las empresas distribuidoras es una de las alternativas que se analizan en busca de reducir el costo de operación de las oficinas. Actualmente en el edificio se maneja la **Tarifa Comercial (T-CO)**, por lo que la posible tarifa que presente mejores condiciones es la **Tarifa Media Tensión (T-MT)**, la cual para Coopeguanacaste R.L presenta los siguientes requisitos:

a) La instalación debe tener una tensión nominal de suministro en media tensión, es decir, mayor a 1kV y menor a 100 kV.
b) La instalación debe ser clasificada como un servicio en media tensión de acuerdo con la norma AR-NT-SUCOM en su artículo 26 (*"Clasificación de Servicios")*. Esto quiere decir que la potencia declarada debe ser superior a 50 y 75 kVA para servicios monofásicos y trifásicos respectivamente. Para el caso de instalaciones existentes, se comprueba por medio del histórico de facturación que la máxima demanda promedio del último año sea mayor a 50 y 75 kW para servicios monofásicos y trifásicos respectivamente.
c) El consumo de energía anual debe ser mayor o igual a 180,000 kWh, de lo contrario, la energía faltante será cobrada en el último mes calendario al costo de la tarifa en periodo "pico" de facturación.

Para el caso de estudio se cumple con la condición a) al tener una tensión nominal de alimentación de 14,4 kV, sin embargo, la condición b) y c) no se cumplen; en el caso del punto b) el promedio de demanda máxima anual del periodo de facturación recibido es de 48.8 kW, a pesar de estar cercano a lo requerido por Coopeguanacaste, no cumple con el requisito; en el caso del punto c) la energía anual promedio facturada es de 87,944.8 kWh, estando este valor por muy debajo de lo requerido. Con esto se concluye que **NO es posible** hacer el cambio de tarifa T-CO a T-MT.

Para efectos de los cálculos realizados en los siguientes apartados, se utiliza el costo promedio de la energía de **¢144.05 por kWh.**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

8.2. Oportunidades de ahorro en Aire Acondicionado

8.2.1. Proyectos de Conservación de la Energía

8.2.1.1. Ajustar temperatura de A/C a 24°C

Durante el trabajo de campo se notó que varios de los equipos de aire acondicionado instalados en la sucursal estaban configurados a temperaturas de funcionamiento bastante bajas, entre 18°C y los 22°C. Esta oportunidad de conservación energética consiste en mostrar el ahorro energético que implica establecer como temperatura de ajuste 24°C para todos estos equipos, este valor se escoge como el valor medio recomendado según la Guía para la Gestión de la Energía del MINAE.

Además, el factor de reducción en el consumo de energía del sistema de A/C es de un 3% por cada °C de temperatura que se aumenta a este punto de ajuste del equipo.

En la **Tabla 8.1** se muestra el listado de los equipos de A/C que fueron encontrados operando a temperaturas de ajuste bajas durante el trabajo de campo, se muestra también la energía que consumen actualmente y la que consumirían al implementar la propuesta de ajuste.

Tabla 8.1 Listado de equipo con temperatura de ajuste bajo

Piso	Ubicación	Capacidad (Btu/h)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Ahorro kWh / año
			Horas / día	Temperatura (°C)	kWh / año	Horas / día	Temperatura (°C)	kWh / año	
1	Recursos humanos	36000	8.0	22	3,095.66	8.0	24.0	2,912.71	**182.95**
1	Sala capacitaciones	24000	4.0	18	2,315.46	4.0	24.0	1,928.71	**386.75**
1	Sala capacitaciones	30000	4.0	20	1,359.07	4.0	24.0	1,203.18	**155.90**
1	Sala capacitaciones	36000	4.0	20	2,197.05	4.0	24.0	1,945.03	**252.02**
2	Asesorías (música, otros)	30000	8.0	22	2,718.14	8.0	24.0	2,557.50	**160.64**
2	Comedor	30000	2.0	22	679.54	2.0	24.0	639.38	**40.16**
2	Dirección regional	30000	4.0	22	1,359.07	4.0	24.0	1,278.75	**80.32**
2	(Sala espera) Secretaría	12000	8.0	22	1,166.88	8.0	24.0	1,097.92	**68.96**
	TOTAL				**14,890.9**			**13,563.2**	**1,327.70**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.2.**

Tabla 8.2 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro		
Consumo actual de energía [kWh/año]		14,890.9
Ahorro de energía por modificar temperatura [kWh/año]		1,327.7
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡	144.05
Ahorro económico por año [$/año]	**$**	**306**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]		**53.1**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 1,327.7 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 306** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **53.1 kg por año**. El proyecto no requiere inversión como tal, ya que consiste en configurar el equipo indicado de manera manual, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ 1,207.69.**

La intención de este proyecto es la de generar consciencia sobre el considerable impacto que puede tener una acción que puede parecer tan insignificante a simple vista; además, este efecto negativo se podría ver multiplicado varias veces si el evento se repite en otros equipos en situaciones particulares, de ahí la importancia de fomentar el uso solamente de los dispositivos que realmente sean necesarios, bajo las condiciones en las que estos sean forzados al mínimo posible, esto, sin comprometer el confort de los usuarios.

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados

8.2.2.1. Sustitución por obsolescencia de aires acondicionados

Para la realización de la propuesta de los equipos a cambiar, se determinan tres diferentes criterios para establecer un equipo como obsoleto, los cuales se mencionan a continuación:

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

1. **Incumplimiento de las normas vigentes para eficiencia energética**

Como se evidenció en la **sección 6.2.2** existen varios equipos que se encuentran por debajo de los límites de eficiencia establecidos en la INTE E-14, por lo que estos equipos, acorde a lo estipulado por la normativa, se consideran como obsoletos.

2. **Antigüedad de los equipos (mayor a 10 años)**

El segundo criterio se refiere a la longevidad de los equipos, ya que, en La Ley del Impuesto sobre la Renta de Costa Rica, se establecen los años de depreciación y vida útil estimada de los activos. Para el caso de los aires acondicionados se definen **10 años de vida útil** aproximadamente, por lo tanto, los equipos con una longevidad igual o mayor a este dato también se consideran como obsoletos.

La estimación de años de funcionamiento se puede realizar con el dato escrito en la placa del equipo o en un registro de activos de la institución donde se mencione la fecha de instalación de estos. Aunque, se puede dar casos donde no se tenga esta información, por lo que se realiza una evaluación del estado general del equipo, y si se evidencia un deterioro claro en su estructura se considera como obsoleto.

3. **Uso de Refrigerante en estado de transición**

El tercer criterio considerado para la sustitución de los equipos es el refrigerante utilizado en el sistema. En el Portafolio De Acciones De Mitigación De Emisiones De Gases De Efecto Invernadero, Tema: Gestión Y Uso Seguro De Refrigerantes del Programa de Carbono Neutralidad, basado en la Ley N°9522 de Costa Rica, se menciona que, según lo establecido en el Protocolo de Montreal, en el año 2010 se eliminó el uso de gases clasificados como **CFC (clorofluorocarbonos),** además también se prohibió la importación de estos compuestos a partir de esa fecha.

Por otro lado, se menciona que a partir de 2020 se prohíbe la importación de sistemas que utilicen gases **HCFC (hidroclorofluorocarbonos)** y se proyecta una eliminación paulatina de estos con un plazo de cumplimiento hasta el año 2030.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Por estas razones, se recomiendan sustituir todos los aires acondicionados que utilicen refrigerantes CFC y HCFC, los cuales se muestran en la **Tabla 8.3.** Aunque los refrigerantes HCFC aún son permitidos, se propone sustituirlos ya que, a la fecha, solo restan de 8 a 7 años para su prohibición total, además se considera que los equipos que utilizan estos refrigerantes son los más antiguos y sus costos de mantenimiento aumentarían año tras año.

Tabla 8.3 Refrigerantes prohibidos y en transición para su utilización.

Clasificación	CFC	HCFC	HFC
Uso	Prohibido	Transición	Controlado
Prohibición importación	2010	2020	Paulatino
Fecha eliminación	2010	2030	2047
Numero ASHRAE	R11	R22	R125
	R113	R123	R134a
	R114	R124	R143a
	R115	R141	R23
	R12	R141b	R32
	R13	R142	R404A
	R400	R142b	R407A
	R500	R401A	R410A
	R502	R402A	R419A
	R503	R403A	R508A

Tomado de: Portafolio de Acciones de Mitigación y Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración.

En la **Tabla 8.3** también se muestran algunos de los refrigerantes tipo HFC más utilizados a nivel de refrigeración y aire acondicionado, cuyo uso es controlado según el acuerdo de Kigali de 2016 (enmienda protocolo de Montreal).

Equipos de aire acondicionado a sustituir y costo de inversión

En la **Tabla 8.4**, se muestra el escenario actual de los equipos que no cumplen ya sea por uno o varios de los tres criterios definidos anteriormente, acorde a estos se propone el cambio por equipos avalados por el MINAE y que utilizan refrigerantes controlados, es decir equipos que utilizan sustancias clasificadas HFC (hidrofluorocarbonos) los cuales se ejemplifican como sustitos de los refrigerantes de

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

la **Tabla 8.3**, aunque también se debe considerar que para estos se estima una eliminación de su uso para el año 2047 aproximadamente.

Tabla 8.4 Equipos de aire acondicionado considerados como obsoletos en la Regional de Santa Cruz.

Edificio	Ubicación	Tecnología	Marca	Modelo	Refrigerante	Cantidad de Equipos	CONDICIÓN ACTUAL					
							Btu/hr	kW elect	SEER	EER	kWh / mes	kWh / año
1	Educación especial	On / off	Starlight	MSE-18CR410	R410a	1	18,000.0	1.66	-	10.87	157.87	1,894.46
1	Oficina coordinación pruebas	On / off	Starlight	MSE-12CR410	R410a	1	12,000.0	1.10	-	10.87	105.25	1,262.98
1	Sala capacitaciones	On / off	Lennox	13ACXN036-230-22	R410a	1	36,000.0	3.84	-	9.37	183.09	2,197.05
1	Sala lactancia (Sala reuniones)	On / off	Starlight	MSE-12CR410	R410a	1	12,000.0	1.10	12.54	10.87	0.00	0.00
2	Asesor legal	On / off	Starlight	MSE-12CR410	R410a	1	12,000.0	1.10	12.54	10.87	105.25	1,262.98
2	Asesor religión	On / off	Starlight	OEA24C2D83	R410a	1	24,000.0	2.20	-	10.80	0.00	0.00
2	Informatica	On / off	Starlight	MSE-12CR410	R410a	1	12,000.0	1.10	-	10.87	442.04	5,304.50
2	PIAD	On / off	Starlight	MSE-12CR410	R410a	1	12,000.0	1.10	-	10.87	0.00	0.00
2	Sala reuniones	On / off	Starlight	MSE-12CR410	R410a	1	12,000.0	1.10	-	10.87	26.31	315.74
2	Secretaría (asesores)	On / off	Starlight	MSE-18CR410	R410a	1	18,000.0	1.66	-	10.87	157.87	1,894.46
2	Centro formación permanente (capa 2)	On / off	Cooltek	SF18CRN1-RM	R410a	1	18,000.0	1.97	-	9.13	47.00	563.99
TOTAL						**11**						**14696**

*Nota: los equipos sin consumo se encuentran dañados o los funcionarios indican nulo uso

En la **Tabla 8.5** se muestra la cantidad de equipos a sustituir según su capacidad, además del costo total de la compra de estos equipos y el ahorro estimado por año, se debe aclarar que el costo total considera remover el equipo viejo e instalar el nuevo manteniéndose las mismas tuberías. Para la referencia de costo de los equipos, se consideró la lista de equipos avalados por el MINAE, la cual se puede consultar en la siguiente dirección: AVALES DIRECTRIZ 11-MINAE, EMITIDOS POR EL ECA.

Tabla 8.5 Costo de sustituir los aires acondicionados considerados como obsoletos

Capacidad Btu/hr	Características equipos nuevos						Cantidad	Precio Total	Consumo kWh / año
	Descripción	Potencia (kW)	SEER	EER	Precio	Instalación			
12000	Evaporador - condensador	0.96	23	13.50	$ 770.00	$ 231.00	6	$ 6,006.00	4326.79
18000	Evaporador - condensador	1.44	23	12.80	$ 1,020.00	$ 306.00	3	$ 3,978.00	2035.82
24000	Evaporador - condensador	2.04	19	11.75	$ 1,368.00	$ 410.40	1	$ 1,778.40	-
36000	Condensador	3.12	18	12.20	$ 1,721.00	$ 516.30	1	$ 2,237.30	1012.77
						Total	11	$13,999.70	7375.39

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.6.**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.6 Estimación de ahorros energéticos y económicos por sustitución de AC.

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	14,444
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	7,375
Ahorro de energía por año [kWh/año]	7,069
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 144.05
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 1,630**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**282.8**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 7,069 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 1,630** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **282.8 kg por año**. El proyecto requiere inversión **$ 13,999.7**, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ -7,204.94** y un **PSR de 8.59 años**.

8.3. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Iluminación

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación

8.3.1.1. Sustitución de Luminarias de Tipo Fluorescente por Luminarias LED

Para la realización de la propuesta cambio de luminarias, se determinan tres diferentes criterios para establecer un sistema como ineficiente, los cuales se mencionan a continuación:

1. **Sustitución por incumplimiento de niveles de iluminación**

En este punto se toma en cuenta las mediciones de iluminación realizadas en la **sección 5.2,** donde se propone el cambio de aquellas luminarias que no dotan el mínimo de iluminación recomendada en la norma INTE 8995-1:2016.

Para los cambios se plantea diferentes maneras, que son: renovar la tecnología de las lámparas manteniendo la cantidad y la disposición, incluir sistemas de iluminación diferentes o aumentar la cantidad de luminarias.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

2. **Sustitución por bajos niveles de eficacia lumínica**

Este aspecto considera el cumplimiento del decreto ECA-MC-MA-P08 donde se menciona que, "*las lámparas o tubos fluorescentes deben tener una eficacia lumínica igual o mayor a 80 lm/W*". Por lo que se evalúa la eficacia de las lámparas encontradas y si no se cumple con lo estipulado se sustituyen por sistemas con mayor eficacia.

3. **Sustitución por mejoras de eficiencia energética**

En el caso que los sistemas cumplan con los niveles de iluminación necesarios y mantengan una eficacia por arriba del nivel establecido en el decreto, se evalúa su sustitución por sistemas que posean menor consumo energético pero que igualmente mantengan los requisitos de iluminación y eficacia mencionados.

Equipos de iluminación a sustituir y costo de inversión

Se observa que un 26% de las luminarias son sistemas fluorescentes, por lo que se propone la sustitución de estas luminarias por tecnología LED ya que poseen mayor eficiencia energética y un flujo luminoso superior al actual.

En la **Tabla 8.7** se muestra el listado de tipo de luminarias encontradas en esta institución y las propuestas de cambio, en estas se muestra también la eficacia en cumplimiento con el decreto ECA-MC-MA-P08 que establece un mínimo de 80 lm/W.

Tabla 8.7 Características luminarias encontradas y propuestas de sustitución.

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)
Fluorescente	3T T5 48"	103	4950	48.06
	CFL	18	1210	67.22
LED	Panel 2x4	50	5000	100
	Panel 8"	30	2400	80

Se debe tener en cuenta que, para la iluminación de un recinto, el flujo luminoso de una lámpara LED puede ser hasta un 40% menor a su homólogo fluorescente, ya que

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

la tecnología en las lámparas LED se configura para que irradie la luz en un ángulo determinado, mientras que el fluorescente lo hace en una proyección alrededor de 360°, por lo que al cambiar a iluminación LED se iguala o mejora la iluminación actual.

Seguidamente, se muestran las **Tabla 8.8** y **Tabla 8.9** con el inventario de luminarias a sustituir junto a las características de potencia y energía, así como el ahorro estimado por la sustitución.

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, se muestran en la **Tabla 8.10.**

Tabla 8.8 Inventario de luminarias 3T T5 48" a sustituir por panel LED de 2x4 ft.

Ubicación	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia Luminaria [W]		Potencia Total [kW]		Energía [kWh/año]		Ahorro [kWh/año]
				Fluoresc.	LED	Fluoresc.	LED	Fluoresc.	LED	
Plataforma	1	3	3	103	50	0.103	0.05	80.3	39	41.3
Oficina Juntas de educación	3	3	9	103	50	0.309	0.15	642.7	312	330.7
Servicios administrativos y financieros	3	3	9	103	50	0.309	0.15	642.7	312	330.7
Pasillo lactancia	1	3	3	103	50	0.103	0.05	80.3	39	41.3
Psicología y trabajo social	2	3	6	103	50	0.206	0.1	428.5	208	220.5
Pasillo hacia bodega	6	3	18	103	50	0.618	0.3	160.7	78	82.7
Bodega	3	3	9	103	50	0.309	0.15	80.3	39	41.3
Pasillos	1	3	3	103	50	0.103	0.05	26.8	13	13.8
Secretaría dirección desarrollo	1	3	3	103	50	0.103	0.05	214.2	104	110.2
Asesorías	1	3	3	103	50	0.103	0.05	26.8	13	13.8
Orientación	4	3	12	103	50	0.412	0.2	214.2	104	110.2
Centro formación permanente	1	3	3	103	50	0.028	0.05	7.3	13	-5.7
Total	**27**							**Total ahorro [kWh/año]**		**1,564**

*Valores de ahorro negativos representan lámparas quemadas en la condición actual

Tabla 8.9 Inventario de luminarias compactas a sustituir por panel LED de 12".

Ubicación	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia Luminaria [W]		Potencia Total [kW]		Energía [kWh/año]		Ahorro [kWh/año]
				Fluoresc.	LED	Fluoresc.	LED	Fluoresc.	LED	
Plataforma (Baño)	3	2	6	36	30	0.108	0.09	112.32	93.60	18.7
Servicios administrativos y financieros	1	2	2	36	30	0.036	0.03	74.88	62.40	12.5
Recepción baños	8	2	16	36	30	0.288	0.24	599.04	499.20	99.8
Psicología y trabajo social	2	2	4	36	30	0.072	0.06	74.88	62.40	12.5
Servidores	1	2	2	36	30	0.036	0.03	37.44	31.20	6.2
Cuartos tableros	2	2	4	36	30	0.072	0.06	18.72	15.60	3.1
Secretaría	1	2	2	36	30	0.036	0.03	74.88	62.40	12.5
Baño dirección	1	2	2	36	30	0.036	0.03	2.81	2.34	0.5
Baños	6	2	12	36	30	0.216	0.18	56.16	46.80	9.4
Baños zona artes plasticas	3	2	6	36	30	0.108	0.09	8.42	7.02	1.4
Total	**28**							**Total ahorro [kWh/año]**		**177**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.10 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	3,664.5
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	2,157.0
Ahorro de energía por año [kWh/año]	1,507.5
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 144.05
Ahorro económico por año [$/año]	**$347.5**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**60.3**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se espera un ahorro energético de **1,507.5 kWh/año** que equivalen a **US$ 347.5 al año** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **60.3 kg por año.**

Se estima que, se requiere una **inversión cercana a US $ $6,202.84** En este proyecto, financieramente se obtiene una **TIR de -31.47%**, un **VAN a 5 años de US$ -4,831.57 y un PSR de 17.85 años.**

Se debe destacar que en este caso principalmente se busca mejorar las condiciones de iluminación de la institución ya que en la mayoría de recintos se encontraron con niveles deficientes de cantidad de luz y del mismo modo, las luminarias encontradas poseen niveles de eficacia por debajo de lo establecido por los reglamentos nacionales, por lo que las oportunidades de mejora se enfocan en cumplir estos criterios además de representar un ahorro energético para la institución.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

8.4. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Refrigeración

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración

8.4.1.1. Sustitución de equipos por obsolescencia

A nivel de equipos de refrigeración también se propone sustituir refrigeradores que tenga un estimado de más de **10 años** según el periodo de depreciación establecido por La Ley del Impuesto sobre la Renta de Costa Rica para este tipo de equipos. Igualmente, se consideran como obsoletos aquellos equipos que utilicen los refrigerantes no permitidos descritos en la **Tabla 8.3**.

En esta institución se identifica el uso de refrigeradores electrodomésticos en diferentes departamentos de la institución. Se destaca que estos se observan relativamente nuevos y en buenas condiciones, como se observa en **Figura 8.1**, por lo que no se propone el cambio de ninguno de estos sistemas.

Figura 8.1 Refrigerador ubicado en el comedor de Regional Santa Cruz.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

8.5. Resumen de Oportunidades de Ahorro

En la **Tabla 8.11** se muestra el resumen de las diferentes oportunidades de ahorro analizadas. Dentro de este resumen se contemplan todas las oportunidades de ahorro consideradas, para este caso en específico, todos los proyectos analizados son considerados como viables y, por ende, recomendables.

Se incluye información sobre la inversión en US$ a realizar para cada proyecto, el ahorro energético y su equivalencia en US$ y kgCO_2, la Tasa Interna de Retorno (TIR), Período Simple de Recuperación (PSR) y el Valor Presente Neto (VAN).

La tabla muestra en su parte inferior la comparación porcentual de los ahorros de los proyectos propuestos con respecto a la facturación energética anual de las instalaciones de la institución. La totalidad de proyectos recomendados generan un **ahorro energético anual de 9,903.99 kWh** que corresponden a un **11.26% del consumo de energía actual.**

La implementación de estos proyectos genera un **ahorro económico anual de US$ 2.283.13** y requieren de una **inversión total de unos US$ 20,202.54.** Sumado a esto, la **reducción de emisiones de CO_2 se estima de 396.16 kg.**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.11 Resumen de oportunidades de ahorro energético y económico analizadas.

Institución: ***Dirección Regional Santa Cruz***				Ubicación: ***Guanacaste***						
Proyecto	**Sistema**	**Descripción**	**Recomend.**	**Inversión**	**Ahorro**		**TIR**	**PSR**	**VAN (5 años)**	**Reducción de emisiones**
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Ajustar temperatura de set de A/C	Sí	$ -	1,327.70	$ 306.1		0.00	$ 1,207.69	53.11
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 13,999.7	7,068.76	$ 1,629.5	-14%	8.59	$ (7,204.94)	282.75
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 6,202.8	1,507.53	$ 347.5	-31%	17.85	$ (4,831.57)	60.30
			TOTAL	$ 20,202.5	9,903.99	$ 2,283.13		8.85		396.16
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		11.26%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**9,903.99**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$2,283.13**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**11.26%**
Costo de la inversión [US$]	**$20,202.54**
PSR [años]	**8.85**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**396.16**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

9. Recomendaciones Generales

9.1. Renovación de Equipos de Refrigeración

Es común encontrar en instituciones gubernamentales, que equipos de refrigeración son propiedad del personal del departamento y no de la institución; por esta razón, es recomendable que la institución defina como requisito de cumplimiento **obligatorio,** que los equipos adquiridos directamente por el personal cumplan con lo establecido en la norma INTE E-11 o INTE E-10 (según corresponda) en su versión vigente y con el etiquetado establecido como se observa en la **Figura 9.1** o en su defecto**, que establezcan la prohibición de inclusión de equipos por parte del personal.** Esto mismo aplica para los equipos de la institución que sufran algún desperfecto y requieran de sustitución.

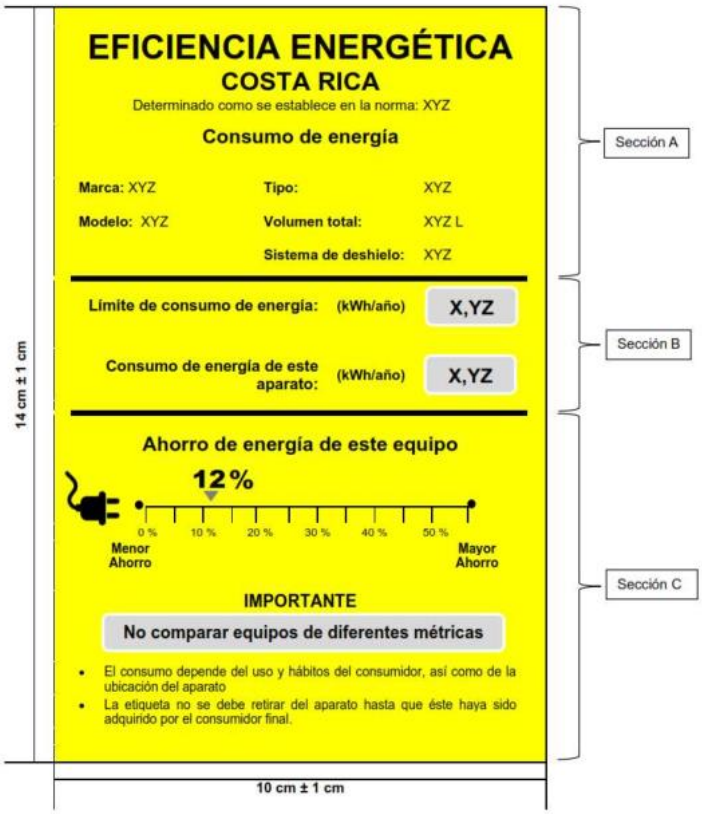


Figura 9.1. Ejemplo etiqueta adecuada en Refrigeradores

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

9.2. Mejorar condiciones de Aislamiento

Durante la visita a campo se detectan deterioros en las tuberías de aislamiento de las unidades condensadoras del primer piso ubicadas en el exterior del edificio como se puede observar en la **Figura 9.2.**

Se recomienda reemplazar o mejorar la calidad de la instalación, ya que un mal aislamiento reduce la eficiencia de los equipos de acondicionamiento, además se deben realizar mantenimientos periódicos al equipo en general, como limpieza y sustitución de filtros.

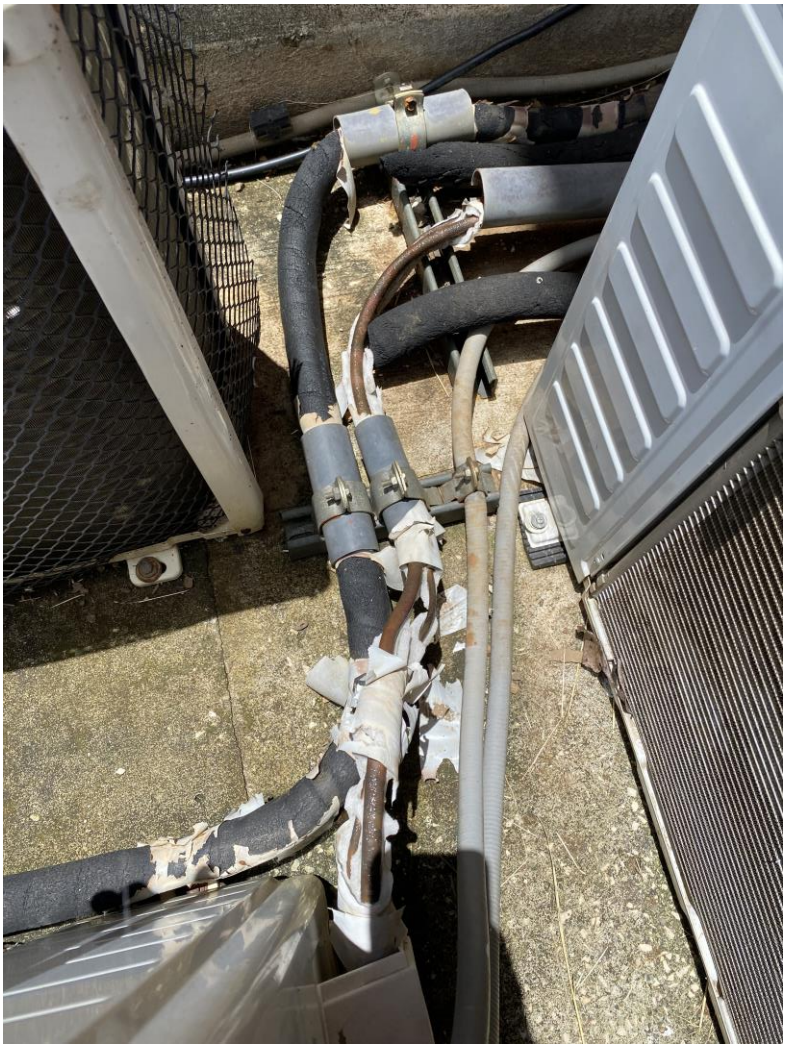


Figura 9.2 Deterioro en tuberías de aislamiento.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

9.3. Ubicación condensadores y problemas eléctricos

La mayoría de condensadores del aire acondicionado se encuentran en un cielo raso sobre el segundo piso (**Figura 9.3**). Los equipos al estar acumulados generan un ambiente caluroso, además de ser Santa Cruz una zona costera la temperatura aumenta aún más lo que produce pérdidas significativas en la capacidad de disipar el calor del sistema.

Además, se indica por parte del personal de mantenimiento, que cuando todo el personal se encuentra trabajando en la institución algunas de las protecciones se disparan. Por lo que se recomienda realizar un análisis de carga de los circuitos y una evaluación eléctrica general ya que está situación evidencia un problema de diseño o una situación de corto circuito presente en la instalación.

Figura 9.3 Condensadores en el cielo raso de regional MEP Santa Cruz

Se recomienda, si se va a sustituir o comprar un nuevo equipo evitar instalarlos en esta ubicación. Entre algunas de las opciones para mejorar la condición del recinto es aislar el techo para disminuir el ingreso de calor y también considerar un sistema de

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

ventilación forzada que mejore las condiciones de funcionamiento de los equipos, así como la reubicación de algunos de los condensadores.

9.4. Ubicación de UPS

Se recomienda reubicar la unidad UPS encontrada en el cuarto de tableros, debido a que este lugar no posee la ventilación adecuada para su correcto funcionamiento, además se recomienda mejorar la ventilación en el cuarto en general ya que el recinto mantiene una temperatura alta como se evidencia en las termografías**.** En la **Figura 9.4** se muestra la ubicación de la UPS en el cuarto eléctrico.

Figura 9.4 UPS en cuarto de tableros.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

9.5. Utilizar sensores de presencia en zona de baños

Durante la visita se observó que algunos de los recintos de baños mantienen encendidas las luminarias durante la jornada laboral según indican los funcionarios de limpieza.

Se recomienda la implementación de sensores de presencia para el encendido de las luminarias, y así asegurar el funcionamiento de estas solo cuando sea realmente necesario.

9.6. Recomendaciones para la Eficiencia Energética

Estas recomendaciones se establecen con base a la Guía Práctica para la Eficiencia Energética en el Sector Público Costarricense distribuida por DIGECA donde se detallan acciones que se pueden establecer en los lugares de trabajo para disminuir el consumo energético en las instituciones, a continuación, se resumen algunas de las acciones descritas.

9.6.1. Iluminación

Se recomienda maximizar el uso de luz natural, evitar el uso de cortinas y persianas si no es estrictamente necesario. Orientar los puestos trabajo hacia donde se aproveche mejor la iluminación natural.

Esta tabla le indica cuánta luz refleja una pared según su color.

Blanco	80%	Dorado	53%
Marfil	77%	Gris Mediano	44%
Amarillo	74%	Naranja	34%
Rosa	70%	Café	27%
Beige	68%	Rojo	20%
Gris Claro	64%	Marrón	14%
Amarillo Limón	62%	Azul Oscuro	8%

Fuente: http://www.grupoice.com/esp/cencon/gral/energ/consejos/ahorricelec4.htm#2.

Figura 9.5 Porcentaje de reflexión de la luz en paredes según su color (DIGECA)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

También, se recomienda utilizar colores claros en las paredes y cielo raso de los recintos debido a que estos colores reflejan de mayor manera la luz, como se observa en la **Figura 9.5** los colores más oscuros no son recomendados para los espacios de trabajo.

Entre otras recomendaciones está utilizar sensores de presencia en lugares donde la ocupación no es continua como por ejemplo en pasillos, bodegas, zonas de espera, baños, entre otros, ya que de ese modo se optimiza el uso de la iluminación.

9.6.2. Ofimáticos

La Guía recomienda que se utilicen regletas con interruptor para la conexión de diferentes equipos de oficina, esto porque cuando no se está en jornada laboral los equipos quedan en función de “stand – by”, por lo que al utilizar este dispositivo se pueden desconectar todos los equipos al apagar el interruptor de la regleta y así evitar consumos “fantasmas”.

También, se recomienda apagar la computadora y monitores cuando no se utilicen en periodos largo de tiempo, igualmente se propone utilizar el modo de espera después de 10 minutos de inactividad ya que de ese modo se reduce el consumo principalmente por el monitor. Según la Guía un salvapantallas “negro” reduce en 7.5 W el consumo en comparación con el estado normal de uso.

A nivel de impresoras y fotocopiadoras, se recomienda la sustitución de equipos que se encuentren en un solo recinto por sistemas comunes en lugares accesibles, además de configurarla en el perfil de ahorro si es posible, y apagarlas cuando se acabe la jornada de trabajo.

9.6.3. Refrigeración

Se recomienda que los refrigeradores se encuentren en lugares frescos y alejados de fuentes de calor, y que la pared de atrás no se encuentre a menos de 10 cm de la pared. Se debe revisar periódicamente los empaques de la puerta y evitar la

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

acumulación de polvo en la parte posterior. En cuestión de utilización se debe evitar abrirla por más de 10 segundos, no introducir alimentos calientes y utilizar niveles bajos de enfriamiento.

9.6.4. Aire acondicionado

Aparte de la recomendación sobre que los aires acondicionados se utilicen a una temperatura de 24°C, otras recomendaciones es optimizar el uso de la ventilación natural en los recintos.

También, disminuir en lo posible el uso del equipo y si este se va a utilizar se deben evitar las infiltraciones por puertas o ventanas abiertas, igualmente se deben apagar los sistemas cuando no hay presencia de usuarios en los recintos (a excepción que sea necesaria la climatización).

También si las condiciones lo permiten se puede utilizar un aislante térmico polarizado como por ejemplo la serie Prestige de 3M el cual reduce en un 78% el calor solar y bloquea en un 97% los rayos ultravioleta que ingresan a los recintos.

10. Conclusiones

- Al realizar el análisis de facturación se evidencia la tendencia correspondiente al periodo de Noviembre 2021 a Junio 2022, en este demuestra que los importes por energía consumida y potencia demandada es casi igual y representan un 86% de la facturación (43.5% y 42.4%, respectivamente), además se muestra un factor de carga entre un 15% y 25%, con lo que se demuestra que el costo es menor cuando este factor es más alto como se evidencia en los datos de febrero de 2022, donde se muestran los importes generales más bajos del periodo de análisis.
- Las mediciones continúas realizadas en el Tablero Principal de la institución demuestran que los valores de tensión están dentro de los límites establecidos

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

por ARESEP, además se observa un comportamiento típico y periódico en los siete días de medición a nivel de energía consumida.

- Los niveles de iluminación en la mayoría de los recintos se encuentran por debajo de los límites establecidos por la norma INTE 8995-1:2016, donde se establece que, para labores con pantallas de visualización de datos (PVD) se requiere un mínimo de 500 lux, aunque en algunos puntos cercanos a ventanas las mediciones superan el valor gracias a la iluminación natural.
- Las mediciones termográficas muestran un comportamiento normal en los tableros de los recintos, el valor de temperatura más alto que se obtuvo fue de 53.4 °C en el Tablero ACA, el cual está por debajo del límite de temperatura de 60° C que soportan típicamente las terminales en las conexiones, aun así, se debe monitorear este tablero ya que se podría aumentar esta temperatura o generar una situación de riesgo eléctrico por fatiga térmica de los componentes.
- El levantamiento de equipos consumidores de energía eléctrica muestra que el 64.8% del consumo se debe a equipos de aire acondicionado, la iluminación un 18.1 % del total, 9.0% para equipos de oficina y un 2.8% en refrigeración.
- En este caso, los Usos Significativos de la Energía, son el aire acondicionado y las luminarias, ya que son los mayores participantes en el balance de energía que tienen mayor potencial de ahorro y mejora.
- El total de equipos de aire acondicionados son sistemas Split, donde el 41% se encuentra por debajo del EER o SEER (según su tecnología) establecido en la INTE E14 – 1. Por otra parte, la mayor parte de luminarias son tipo LED y un 31% del total son fluorescentes, este porcentaje es el que tiene potencial de ahorro al cambiar por tecnología LED.
- Para dar seguimiento al comportamiento de la institución se calculan dos tipos de indicadores, intensidad de consumo de energía y potencia instalada por uso de energía, en este caso se obtiene un valor 5.40 kWh/m^2 y 38.510 W ACC/m^2 como ejemplo para ambos. Además, se estima los límites de Desviación

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Significativa según los valores obtenidos en el periodo base, con lo cual se pueden visualizar fácilmente las variaciones y encontrar los problemas que estén aumentando el consumo energético.

- En las oportunidades de ahorro se encuentra que no es posible cambiar a una tarifa eléctrica T-CO a T-MT, ya que por el consumo promedio estimado y la potencia demandada la tarifa actual es la que mejor se ajusta a la institución.
- Se encuentra una oportunidad de conservación de energía que es ajustar las temperaturas de uso del aire a 24°C, al realizar este cambio se ahorran 1,327.7 kWh al año que representa $306 (aproximado) por año.
- En Proyectos de Eficiencia Energética, se propone el cambio de equipos según lo estipulado en la directriz 11 del MINAE por lo cual se sustituyen los aires por otros más eficientes, en este caso se propone cambiar 11 equipos de aire acondicionado, al cambiar estos equipos se obtiene un ahorro de 7,069 kWh anuales que representan alrededor de $1,630 al año, con PSR de 8.59 años.
- Se propone cambiar las luminarias fluorescentes por semejantes de tecnología LED, con este cambio se estima un ahorro de 1,507.5 kWh/año que representa un ahorro económico de $347.5 anuales, y se requiere una inversión cercana a los $6,202.84, aunque el objetivo principal de este proyecto es mejorar los niveles de iluminación y la eficacia de las luminarias de la institución.
- Finalmente, a nivel de refrigeración se observó que los equipos dentro de la institución son relativamente nuevos y se encuentran en buenas condiciones.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

11. Anexos

11.1. Capturas termográficas

11.2. Inventario de Consumidores de Energía

11.3. Análisis Financiero Oportunidades de Ahorro

11.4. Fichas Técnicas equipos de medición CIRE S.A

11.5. Archivos digitales Mediciones Eléctrica

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 1: Capturas termográficas

(Archivo Adjunto titulado A-11.1_Termografías_Santa Cruz)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 2: Inventario de Consumidores de Energía

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 11.1 Inventario de equipos de iluminación y potencia estimada

Ubicación		Características					Cantidad			Potencia		
Piso	Lugar	Tecnología	Modelo	Control	Superficie Reflectora	Difusora	Luminarias	Lámparas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
1	Plataforma	LED	3T T8 48"	Manual		x	6	3	18	32	89	0.534
1	Plataforma	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		1	3	3	28	103	0.103
1	Plataforma (Baño)	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			3	2	6	18	36	0.108
1	Expedientes	LED	3T T8 48"	Manual		x	2	3	6	32	89	0.178
1	Oficina Juntas de educación	LED	3T T8 48"	Manual		x	2	3	6	32	89	0.178
1	Oficina Juntas de educación	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		3	3	9	28	103	0.309
1	Servicios administrativos y financieros	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		3	3	9	28	103	0.309
1	Servicios administrativos y financieros	LED	3T T8 48"	Manual		x	8	3	24	32	89	0.712
1	Servicios administrativos y financieros	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			1	2	2	18	36	0.036
1	Recepción	LED	3T T8 48"	Manual		x	9	3	27	32	89	0.801
1	Recepción baños	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			8	2	16	18	36	0.288
1	Sala capacitación grande	LED	3T T8 48"	Manual		x	8	3	24	32	89	0.712
1	Sala lactancia	LED	3T T8 48"	Manual		x	1	3	3	32	89	0.089
1	Coordinación de Pruebas	LED	3T T8 48"	Manual		x	1	3	3	32	89	0.089
1	Pasillo lactancia	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		1	3	3	28	103	0.103
1	Educación especial	LED	3T T8 48"	Manual		x	1	3	3	32	89	0.089
1	Psicología y trabajo social	LED	3T T8 48"	Manual		x	4	3	12	32	89	0.356
1	Psicología y trabajo social	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		2	3	6	28	103	0.206
1	Psicología y trabajo social	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			2	2	4	18	36	0.072
1	Servidores	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			1	2	2	18	36	0.036
1	Cuartos tableros	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			2	2	4	18	36	0.072
1	Cuarto Refrigerador y pasillos	LED	3T T8 48"	Manual		x	3	3	9	32	89	0.267
1	Área Restringida (ver plano)	LED	3T T8 48"	Manual		x	9	3	27	32	89	0.801
2	Secretaría	LED	3T T8 48"	Manual		x	5	3	15	32	89	0.445
2	Secretaría	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			1	2	2	18	36	0.036
2	Informática	LED	3T T8 48"	Manual		x	1	3	3	32	89	0.089
2	Unidad Legal	LED	3T T8 48"	Manual		x	1	3	3	32	89	0.089
2	Cuarto frente unidad legal (cerrado)	LED	3T T8 48"	Manual		x	2	3	6	32	89	0.178
2	Pasillo hacia bodega	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		6	3	18	28	103	0.618
2	Dirección	LED	3T T8 48"	Manual		x	4	3	12	32	89	0.356
2	Baño dirección	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			1	2	2	18	36	0.036
2	Bodega	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		3	3	9	28	103	0.309
2	Pasillos	LED	3T T8 48"	Manual		x	9	3	27	32	89	0.801
2	Pasillos	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		1	3	3	28	103	0.103
2	Pasillos	Fluorescente	3T T5 24"	Manual	x		1	3	3	14	47	0.047
2	Comedor	LED	3T T8 48"	Manual		x	4	3	12	32	89	0.356
2	Baños	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			6	2	12	18	36	0.216
2	Secretaría dirección desarrollo	LED	3T T8 48"	Manual		x	3	3	9	32	89	0.267
2	Secretaría dirección desarrollo	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		1	3	3	28	103	0.103
2	Dirección desarrollo	LED	3T T8 48"	Manual		x	2	3	6	32	89	0.178
2	Asesorías	LED	3T T8 48"	Manual		x	4	3	12	32	89	0.356
2	Asesorías	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		1	3	3	28	103	0.103
2	Orientación	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		4	3	12	28	103	0.412
2	Orientación	LED	3T T8 48"	Manual		x	4	3	12	32	89	0.356
2	Oficinas segundo piso	LED	3T T8 48"	Manual		x	3	3	9	32	89	0.267
2	Oficinas zona preescolar	LED	3T T8 48"	Manual		x	3	3	9	32	89	0.267
2	Baños zona artes plasticas	Fluorescente	Compacto 4 pines	Manual			3	2	6	18	36	0.108
2	Centro formación permanente	LED	3T T8 48"	Manual		x	4	3	12	32	89	0.356
2	Centro formación permanente	Fluorescente	3T T5 48"	Manual	x		1	3	3	28	84	0.084
									449.00			12.98

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 11.2 Inventario de equipos de aire acondicionado y potencia estimada

Ubicación		Características										Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo AC	Tipo de evaporador	Tecnología	Marca	Modelo	Capacidad [BTU/hr]	SEER	EER	Temp. de Uso (°C)	Refrigerante	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]
1	Dirección financiera (Dirección desarrollo administrativo)	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-24CR410	24000		11.86	24	R410a	1	2024	2.0
1	Educación especial	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-18CR410	18000		10.87		R410a	1	1656	1.7
1	Oficina coordinación pruebas	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-12CR410	12000		10.87		R410a	1	1104	1.1
1	Oficina juntas educación	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000		12.63		R410a	1	2376	2.4
1	Plataforma de servicios	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000		12.63	26	R410a	1	2376	2.4
1	Psicología y trabajo social	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000		12.63		R410a	1	2376	2.4
1	Recursos humanos	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-036-1	36000		13.30	22	R410a	1	2706	2.7
1	Sala capacitaciones	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-24CR410	24000	14.3	11.86	18	R410a	2	2024	4.0
1	Sala capacitaciones	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000	15.6	12.60	20	R410a	1	2376	2.4
1	Sala capacitaciones	Split	Piso cielo	On / off	Lennox	13ACXN036-230-22	36000	13	9.37	20	R410a	1	3841	3.8
1	Sala lactancia (Sala reuniones)	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-12CR410	12000	12.54	10.87		R410a	1	1104	1.1
2	Asesor legal	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-12CR410	12000	12.54	10.87	24	R410a	1	1104	1.1
2	Asesor religión	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	OEA24C2D83	24000	12.9	10.80		R410a	1	2200	2.2
2	Asesorías (matemáticas)	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	MSE-24CR410	24000	14.25	11.86		R410a	1	2024	2.0
2	Asesorías (música, otros)	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000	15.6	12.60	22	R410a	1	2376	2.4
2	Comedor	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000	15.6	12.60	22	R410a	1	2376	2.4
2	Dirección regional	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000	15.6	12.60	22	R410a	1	2376	2.4
2	Informatica	Split	Pared alta	Inverter	TGM	MWFT18S2	18000	20	12.50		R410a	1	1440	1.4
2	Informatica	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-12CR410	12000	12.54	10.87		R410a	1	1104	1.1
2	PIAD	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	MSE-12CR410	12000	12.54	10.87		R410a	1	1104	1.1
2	Sala espera (secretaría)	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	CV410-030-1	30000	15.6	12.60	22	R410a	1	2376	2.4
2	Sala espera (secretaría)	Split	Pared alta	On / off	Sankey		12000		11.76	22	R410a	1	1020	1.0
2	Sala reuniones	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-12CR410	12000		10.87		R410a	1	1104	1.1
2	Secretaría (asesores)	Split	Piso cielo	On / off	Starlight	MSE-18CR410	18000		10.87		R410a	1	1656	1.7
2	Centro formación permanente (capacitación 2)	Split	Pared alta	On / off	Starlight	MSE-24CR410	24000		11.86		R410a	1	2024	2.0
2	Centro formación permanente (capacitación 2)	Split	Pared alta	On / off	Cooltek	SF18CRN1-RM	18000	10	9.13		R410a	1	1972	2.0
												27		52.243

Tabla 11.3 Inventario de equipos de refrigeración y potencia estimada

Ubicación		Características			Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Plataformas	Refrigerador	Atlas	RAF35LVBBS0	1	300	0.30
1	Cocina (Detrás de servidores)	Refrigerador	Mabe	RMV21WIM	1	200	0.20
1	Sala de lactancia	Refrigerador	Mabe	RM04B0	1	72	0.07
1	Psicología y trabajo social	Refrigerador	Atlas		1	300	0.30
2	Dirección	Refrigerador	Atlas	RAF35LVBBS0	1	300	0.30
2	Comedor	Refrigerador	Mabe		1	200	0.20
					5		1.372

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 11.4 Inventario de equipos de oficina y potencia estimada

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Zona espedientes	Ofimáticos	Fotocopiadora	HP	Laser Jet Managed M605m	1	840	0.84
1	Plataformas	Ofimáticos	CPU	HP	Elitedesk	2	100	0.2
1	Plataformas	Ofimáticos	Monitor	HP	Hp	2	30	0.06
1	Plataformas	Ofimáticos	Teléfono	Panasonic	KX-DT333	2	4.3	0.0086
1	Oficina juntas de educación	Ofimáticos	CPU	HP	Elitedesk	2	100	0.2
1	Oficina juntas de educación	Ofimáticos	Monitor	HP	HP	3	30	0.09
1	Oficina juntas de educación	Ofimáticos	Teléfono	Panasonic	KX-DT333	1	4.3	0.0043
1	Servicios administrativos	Ofimáticos	CPU	HP	Elitedesk	2	100	0.2
1	Servicios administrativos	Ofimáticos	Monitor	HP		2	30	0.06
1	Servicios administrativos	Ofimáticos	Fotocopiadora	HP	Laser Jet Managed mfp M577m	1	592	0.592
1	Servicios administrativos	Ofimáticos	Escaner	Kodak	i2600	1	32	0.032
1	Servicios administrativos y financieros	Ofimáticos	Caja de fribra optica			1	130	0.13
1	Servicios administrativos y financieros	Ofimáticos	Pantalla	Samsung	50"	1	150	0.15
1	Servicios administrativos y financieros	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	65	0.065
1	Salón de eventos	Ofimáticos	VideoBeam	Optoma		1	211	0.211
1	Sala de capacitación grande	Ofimáticos	Router			1	6	0.006
1	Salón de eventos	Ofimáticos	Amplificador	Samson		1	1000	1
1	Sala capacitación grande	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	65	0.065
1	Sala de lactancia	Ofimáticos	Ventilador de columna	Vegga		1	35	0.035
1	Psicología y trabajo social	Ofimáticos	Impresora	HP		1	840	0.84
1	Psicología y trabajo social	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	65	0.065
1	Educación especial	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	65	0.065
1	Coordinación de pruebas	Ofimáticos	CPU	HP	Elitedesk	1	100	0.1
1	Coordinación de pruebas	Ofimáticos	Monitor	HP		1	30	0.03
1	Coordinación de pruebas	Ofimáticos	Teléfono	Panasonic	KX-DT333	1	4.3	0.0043
2	Secretaría directora	Ofimáticos	CPU	HP	Elitedesk	2	100	0.2
2	Secretaría directora	Ofimáticos	Monitor	HP		2	30	0.06
2	Secretaría directora	Ofimáticos	Teléfono	Panasonic	KX-DT333	1	4.3	0.0043
2	Secretaría directora	Ofimáticos	Monitor	FPC		1	30	0.03
2	Secretaría directora	Ofimáticos	Impresora	HP	Color Laser Jet MaNAGED mfp M577m	1	840	0.84
2	Servidores	Ofimáticos	CPU	HP	Elitedesk	1	100	0.1
2	Servidores	Ofimáticos	Monitor	HP		1	30	0.03
2	Servidores	Ofimáticos	Monitor	AOC		1	30	0.03
2	Oficina segundo piso	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	65	0.065
2	Oficina segundo piso	Ofimáticos	Teléfono	Panasonic	KX-DT333	1	4.3	0.0043
2	Dirección	Ofimáticos	Ventilador de columna	Vegga		1	35	0.035
2	Dirección	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	65	0.065
2	Dirección	Ofimáticos	Teléfono	Panasonic	KX-DT333	1	4.3	0.0043
2	Comedor	Otros	Microondas	Panasonic		1	1200	1.2
2	Sala comedor	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	65	0.065
2	Sala comedor	Ofimáticos	Monitor	HP		1	30	0.03
2	Sala comedor	Ofimáticos	Impresora	HP	Color Laser Jet MaNAGED mfp M577m	1	840	0.84
1	Area Bombas	Otros	Bombas			2	1000	2
1	Recepción	Otros	Ascensor			1	3250	3.25
1	Planta Emergencia	Otros	Calentador	NI	NI	1	840	0.84
						56		14.7461

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 3: Análisis Financiero Oportunidades de Ahorro

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — OCE # 1

Empresa: **Dirección Regional Santa Cruz** — **Aire Acondicionado**

OCE # 1 Ajustar temperatura de set de A/C

Ajustar temperaturas de 12 equipos a 24°C

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	144.05
	kWh/año		1,327.70
	$/año		306.07
Bunker	US $ /gal		-
	MBTU /año		0.0
	galones/año		-
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras		-
	MBTU /año		0.0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento			
( ) Aumentarán (US $/año):	0	**Otros**	
( ) Disminuirán (US $/año):	0		
Vida útil estimada (años):	5	**Ahorro total** MBTU/año:	0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:	1,327.70
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86	**Ahorro total** US$/año	**$ 306.07**
Costo capital BP	8.16%	**Costo total** US$	**$ -**
Valor Presente Neto	**$ 1,207.69**	**Periodo simple de de recuperación (años)**	**0.0**
Tasa Interna de Retorno (%)			

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	0	Imprevistos ($)	10%	0
Compra Materiales y Equipos ($):	0	Ingeniería ($):	0%	0
Alquileres ($):		Inspección ($):	0%	0
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	0	**COSTO TOTAL ($):**		**0.00**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 1

Empresa: **Dirección Regional Santa Cruz** — **Aire Acondicionado**

PEE # 1 Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	144.05
	kWh/año		7,068.76
	$/año		1,629.54
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0.0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0.0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento			
( ) Aumentarán (US $/año):	0	**Otros**	
( ) Disminuirán (US $/año):	0		
Vida útil estimada (años):	5	**Ahorro total** MBTU/año:	0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:	7,068.76
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86	**Ahorro total** US$/año	**$ 1,629.54**
Costo capital BP (%):	**8.16%**	**Costo total** US$	**$ 13,999.70**
Valor Presente Neto	**$ -7,204.94**	**Periodo simple de de recuperación (años)**	**8.59**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-13.93%**		

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**1,317**	Imprevistos ($)	10%	**1,213**
Compra Materiales y Equipos ($):	**10,769**	Ingeniería ($):	3%	**350**
Alquileres ($):		Inspección ($):	3%	**350**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**12,086**	**COSTO TOTAL ($):**		**13,999.70**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Estimacion costo Materiales y Equipos

Materiales y equipos	Cantidad	Costo unitario ($)		Costo total ($)
AC 12000 Btu/h	6.0	770.0		4,620.0
AC 18000 Btu/h	3.0	1,020.0		3,060.0
AC 24000 Btu/h	1.0	1,368.0		1,368.0
AC 36000 Btu/h	1.0	1,721.0		1,721.0
AC 48000 Btu/h	0.0	2,891.0		0.0
AC 60000 Btu/h	0.0	3,225.0		0.0
			Subtotal sin Impuestos	10,769.0
Impuesto de ventas		0%		*0.0*
Total Materiales y Equipos				**10,769.0**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	2.0	8.0	41.2	658.6
Eléctrico	2.0	8.0	41.2	658.6
Obra gris				
Peon			31.5	0.0
Albañil			36.9	0.0
Maestro de obras			42.4	0.0
Total mano obra				**1,317.2**
Estimacion costo diario	Técnico	Peón	Albañil	Maestro Obras
	Colones	Colones	Colones	Colones
Salario mensual técnico:	445,819	341,309	399577.29	459769.37
más costo sociales	668,729	511,964	599,366	689,654
Mano obra costo diario:	**25,720**	**19,691**	**23,053**	**26,525**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

TABLA A.1 FLUJO NETO FINANCIERO (US$) PEE # 1

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0.0**	**1,629.5**	**1,678.4**	**1,728.8**	**1,780.6**	**1,834.1**	**8,651.4**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1.03		1,629.5	1,678.4	1,728.8	1,780.6	1,834.1	**8,651.4**
Financiamiento inversiones		0.0						**0.0**
Egresos		**13,999.7**	**2,153.8**	**2,153.8**	**2,153.8**	**2,153.8**	**2,153.8**	**24,768.7**
Estudios de Preinversión								**0.0**
Mano de obra ($):	1.00	1,317.2						**1,317.2**
Compra Materiales y Equipos ($):	1.00	10,769.0						**10,769.0**
Alquileres ($):	1.00	0.0						**0.0**
Otros ($)	1.00	0.0						**0.0**
SUBTOTAL ($):		**12,086.2**						**12,086.2**
Imprevistos ($)		1,212.5						**1,212.5**
Ingeniería ($):		350.5						**350.5**
Inspección ($):		350.5						**350.5**
Depreciaciones ($)			2,153.8	2,153.8	2,153.8	2,153.8	2,153.8	**10,769.0**
Intereses sobre el total del financiamiento		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Comisiones Bancarias		0.0						
Utilidad bruta		**-13,999.7**	**-524.3**	**-475.4**	**-425.0**	**-373.2**	**-319.7**	**-16,117.3**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Utilidad neta		**-13,999.7**	**-524.3**	**-475.4**	**-425.0**	**-373.2**	**-319.7**	**-16,117.3**
Depreciación			2,153.8	2,153.8	2,153.8	2,153.8	2,153.8	**10,769.0**
Amortización del principal			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Valor de rescate								**0.0**
Terreno								**0.0**
Flujo neto		**-13,999.7**	**1,629.5**	**1,678.4**	**1,728.8**	**1,780.6**	**1,834.1**	**-5,348.3**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$13,999.7**	**-$12,497.1**	**-$11,070.1**	**-$9,714.7**	**-$8,427.5**	**-$7,204.9**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-88.36%**	**-59.07%**	**-37.53%**	**-23.39%**	**-13.93%**
		Años	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 2

Empresa: **Dirección Regional Santa Cruz** — **Iluminación**

PEE # 2 Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	144.05
	kWh/año		1,507.53
	$/año		347.53
Bunker	US $ /gal		-
	MBTU /año		0.0
	galones/año		-
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras		-
	MBTU /año		0.0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento	
( ) Aumentarán (US $/año):	0
( ) Disminuirán (US $/año):	0
Vida útil estimada (años):	5
Valor de rescate (US $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86
Costo capital BP (%):	8.16%
Valor Presente Neto	$ -4,831.57
Tasa Interna de Retorno (%)	-31.47%

Ahorro total	MBTU/año:	0
Ahorro total	kWh/año:	1,508
Ahorro total	US$/año	$ 347.53
Costo total	US$	$ 6,202.84
Periodo simple de de recuperación (años)		**17.85**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**329**	Imprevistos ($)	10%	**517**
Compra Materiales y Equipos ($):	**4,840**	Ingeniería ($):	5%	**258**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**258**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**5,169**	**COSTO TOTAL ($):**		**6,202.84**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Estimacion costo Materiales y Equipos

Materiales y equipos	Cantidad	Costo unitario ($)		Costo total ($)
Panel LED 2' x 4'	27.0	101.3		2,735.3
Panel redondo LED 12"	28.0	55.3		1,547.7
			Subtotal sin Impuestos	4,283.0
Impuesto de ventas		13%		*556.8*
Total Materiales y Equipos				**4,839.7**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico			41.2	0.0
Eléctrico	2.0	4.0	41.2	329.3
Obra gris				
Peon			31.5	0.0
Albañil			36.9	0.0
Maestro de obras			42.4	0.0
Total mano obra				**329.3**
Estimacion costo diario	Técnico	Peón	Albañil	Maestro Obras
	Colones	Colones	Colones	Colones
Salario mensual técnico:	445,819	341,309	399577.29	459769.37
más costo sociales	668,729	511,964	599,366	689,654
Mano obra costo diario:	**25,720**	**19,691**	**23,053**	**26,525**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

TABLA A.2 FLUJO NETO FINANCIERO (US$) PEE # 2

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0.0**	**347.5**	**347.5**	**347.5**	**347.5**	**347.5**	**1,737.6**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1.00		347.5	347.5	347.5	347.5	347.5	**1,737.6**
Financiamiento inversiones		0.0						**0.0**
Egresos		**6,202.8**	**967.9**	**967.9**	**967.9**	**967.9**	**967.9**	**11,042.6**
Estudios de Preinversión								**0.0**
Mano de obra ($):	1.00	329.3						**329.3**
Compra Materiales y Equipos ($):	1.00	4,839.7						**4,839.7**
Alquileres ($):	1.00	0.0						**0.0**
Otros ($)	1.00	0.0						**0.0**
SUBTOTAL ($):		**5,169.0**						**5,169.0**
Imprevistos ($)		516.9						**516.9**
Ingeniería ($):		258.5						**258.5**
Inspección ($):		258.5						**258.5**
Depreciaciones ($)			967.9	967.9	967.9	967.9	967.9	**4,839.7**
Intereses sobre el total del financiamiento		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Comisiones Bancarias		0.0						
Utilidad bruta		**-6,202.8**	**-620.4**	**-620.4**	**-620.4**	**-620.4**	**-620.4**	**-9,304.9**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Utilidad neta		**-6,202.8**	**-620.4**	**-620.4**	**-620.4**	**-620.4**	**-620.4**	**-9,304.9**
Depreciación			967.9	967.9	967.9	967.9	967.9	**4,839.7**
Amortización del principal			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Valor de rescate								**0.0**
Terreno								**0.0**
Flujo neto		**-6,202.8**	**347.5**	**347.5**	**347.5**	**347.5**	**347.5**	**-4,465.2**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$6,202.8**	**-$5,882.4**	**-$5,586.9**	**-$5,314.5**	**-$5,063.2**	**-$4,831.6**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-94.40%**	**-73.36%**	**-54.71%**	**-41.17%**	**-31.47%**
		Años	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 4: Fichas Técnicas equipos de medición CIRE S.A

(Archivo Adjunto titulado A-11.4_Fichas técnicas medidores CIRE)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 5: Archivos digitales Mediciones Eléctricas

(Archivo Adjunto titulado A-11.5_MC_Santa Cruz)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com