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

INFORME DE AVANCE FINAL

Auditoría energética Nivel 2

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

Fuentes de recursos:

Beneficiarios en especie:

Realizada en:

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

UCR Sede del Sur (Golfito).

Versión Informe: **V1**

Enero 2023

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 UCR Sede del Sur (Golfito), elaborado por Consultores en Ingeniería de los Recursos Energéticos, CIRE S.A. en el marco de la contratación de Servicios Profesionales 040 2022 para la realización de Auditorías Energéticas Nivel 2.

San Pedro, San José, Costa Rica

Enero de 2023

☎ 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 lluminación, aires acondicionados y refrigeradores en Costa Rica".
Tipo de Auditoría: Nivel 2
Institución: Universidad de Costa Rica (UCR) – Sede del Sur.
Ubicación: Golfito, Golfito, Puntarenas.

1. Análisis Facturación

La energía es suplida por ICE, se analizó un periodo de noviembre del 2021 a octubre del 2022, en el medidor de mayor consumo se representa un costo de energía de un 95.3% del costo total de facturación.

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 en los tableros. No se encontraron desbalance significativo.

3. Balance de Energía por Servicios Energéticos

Las instalaciones consumen en promedio en los últimos 12 meses 12,419.17 kWh en el conjunto de edificios. El consumo por aire acondicionado en los edificios seleccionados corresponde a un 36.0% del total, la iluminación 16.0% y refrigeración un 3.0%, mientras que el restante 45.0% corresponde equipos de oficina, otras cargas y a los demás edificios.

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
1,72	50.69	5.39	2.07	0.22

☎ 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: *UCR Sede del Sur* Ubicación: *Golfito*

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	Modificar condiciones de uso de AC	Sí	$ -	2,000.50	$ 369.9	-	0.00	$ 1,459.39	80.02
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 13,027.6	6,433.64	$ 1,184.5	-20%	11.00	$ (8,050.15)	257.35
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 6,256.0	6,375.24	$ 1,071.0	-5%	5.84	$ (2,029.94)	255.01
			TOTAL	$ 19,283.6	14,809.38	$ 2,625.36		7.35		592.38
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		9.94%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**14809.38**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$2,625.36**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**9.94%**
Costo de la inversión [US$]	**$19,283.58**
PSR [años]	**7.35**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**592.38**

☎ 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 4-19

5. MEDICIONES DE TRABAJO DE CAMPO **5-21**

5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS 5-21

5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN 5-24

5.3. TERMOGRAFÍAS DE PROTECCIONES PRINCIPALES 5-29

6. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA **6-31**

6.1. METODOLOGÍA DEL BALANCE ENERGÍA 6-31

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

6.2. INVENTARIO DE PRINCIPALES PUNTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO 6-32

6.2.1. Iluminación 6-32

6.2.2. Acondicionamiento de Aire 6-33

6.2.1. Refrigeradores 6-37

6.2.1. Equipos de Oficina y otros 6-37

6.3. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ESPACIOS FÍSICOS 6-39

6.4. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS ENERGÉTICOS 6-41

6.5. USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA 6-43

7. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 7-45

7.1. ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEN) 7-45

7.2. LÍNEA BASE ENERGÉTICA (LBEN) 7-47

8. OPORTUNIDADES DE AHORRO Y PROYECTOS DE INVERSIÓN 8-49

8.1. GESTIÓN DE LA COMPRA DE ENERGÍA (GCE) 8-50

8.2. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN AIRE ACONDICIONADO 8-51

8.2.1. Proyectos de Conservación de la Energía 8-51

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados 8-52

8.3. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 8-56

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación 8-56

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

9. RECOMENDACIONES GENERALES 62

9.1. RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 62

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

9.2. ESTADO DE CONEXIÓN DE TOMACORRIENTES 63

9.3. MEJORAR LAS CONDICIONES DE LOS TABLEROS Y MEDIDORES 64

9.4. RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 65

9.4.1. Iluminación 66

9.4.2. Ofimáticos 66

9.4.3. Refrigeración 67

9.4.4. Aire acondicionado 67

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 MEDICIÓN CIRE S.A 71

11.5. ARCHIVOS DIGITALES MEDICIONES ELÉCTRICAS 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 2 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

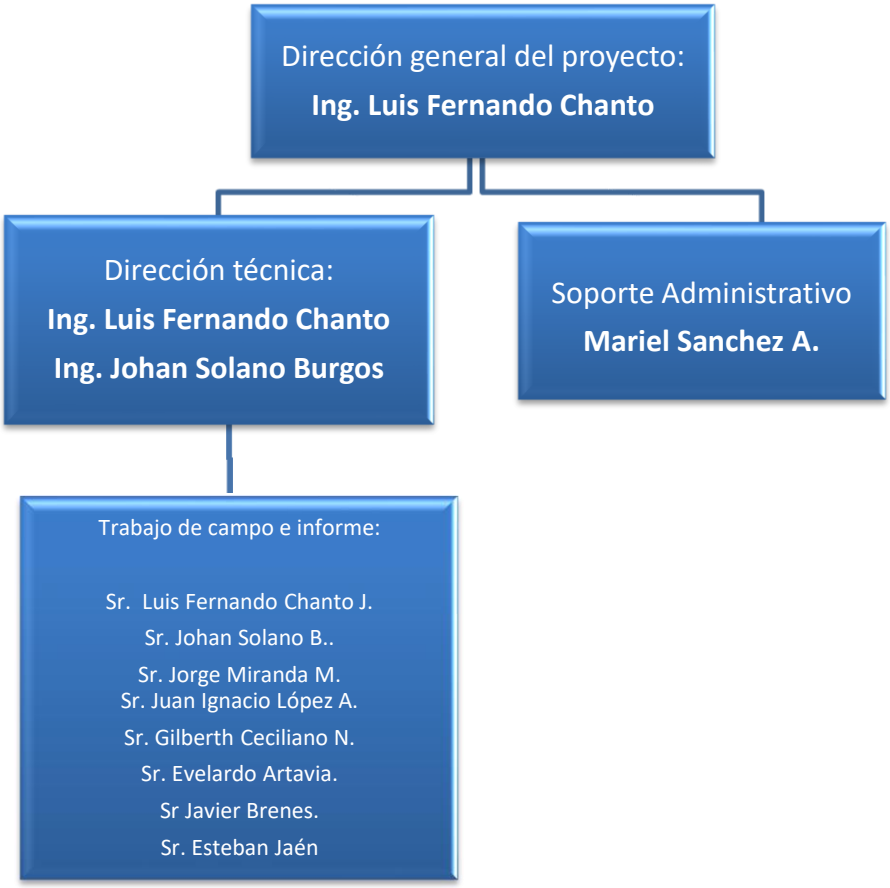
Esta auditoría energética tiene como alcances el análisis de las fuentes de energía que entran a la instalación, el desarrollo de balances de energía que permitan identificar focos de consumo, identificación y análisis de oportunidades de ahorro, establecimiento de métricas que permitan evaluar el desempeño 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 desde el día 11 de octubre del 2022 en la colocación de equipos y el levantamiento el recinto, hasta el día 18 de octubre del 2022 con el retiro de los equipos de medición; 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:

- Realización del Diagrama Unifilar del edificio.
- 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 más profundidad, 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.

Las instalaciones se encuentran ubicadas en el cantón de Golfito, en la provincia de Puntarenas. En la **Figura 3.1** se muestra una vista frontal de un edificio de la sucursal y en la **Figura 3.2** una vista satelital de la ubicación de la sede, con respecto a diferentes puntos de referencia de relevancia en la zona. Cabe mencionar también que la zona se encuentra a una altitud promedio de 30 msnm y una temperatura promedio de 22°C a 32°C.

Figura 3.1 Fachada de UCR Sede del Sur.

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

Figura 3.2 Vista satelital del edificio.

La institución cuenta con varios recintos, entre los que se mencionan el edificio Administrativo (4000), Merchandise (4001), Seguridad (4085), Club Centro (4600), Edificios de Residencias Estudiantiles (4605, 4606, 4607, 4654), Oficinas de Profesores (4624, 4625), Centro de Acopio (4657), Acción Social (4663), Ebais (4677), Lavandería (4680) y Comedor (4683). De los edificios mencionados, solamente 6 de estos cuentan con un segundo piso, que serían los recintos 4000, 4001, 4600, 4624, 4625 y 4658. Las actividades principalmente son las que competen a educación superior, sin embargo, también se tienen sectores destinados a trabajos de oficina entre la que se encuentran áreas de dirección, unidades de administración, capacitación, gestión de proyectos. Así como zonas comunes, comedor, salas de reuniones, bodegas, entre otros.

Entre los edificios se dispone con alrededor de 245 empleados, incluyendo aquellos que trabajan como funcionarios docentes y los que desempeñan cargos

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

administrativos y de servicios varios. Los turnos de trabajo se muestran en la **Tabla 3.1.**

Tabla 3.1 Cantidad de colaboradores y estudiantes, con sus turnos de trabajo.

Horario lectivo	
Lunes a viernes	8:00 a.m. a 4:00 p.m.
Sábados	No aplica
Horario de colaboradores	
Lunes a viernes	8:00 a.m. a 5:00 p.m.
Sábados	No aplica
Cantidad de Colaboradores	
245	
Cantidad de Estudiantes	
609	

4. Sistema Eléctrico

4.1. Descripción de la Acometida

El suministro de energía eléctrica a los diferentes recintos lo realiza el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) a través de varios transformadores, en una conexión monofásica de 120/240 V para los diferentes edificios cuyas tarifas se distribuyen en comercial y residencial. Cabe destacar que esta sede de la UCR cuenta con alrededor de 19 medidores, para suministrar a los diferentes edificios.

La acometida donde se realiza la medición se llevó a cabo en el edificio de Merchandise (4001) debido a que posee cargas continuas importantes, por lo que dicho medidor se observa en la **Figura 4.1**, y la **Tabla 4.1** presenta información relevante respecto a las acometidas presentes en la UCR Sede del Sur.

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

Figura 4.1 Medidor ICE para Merchandise de UCR Sede del Sur.

Tabla 4.1 Detalles relevantes del sistema de acometidas presentes.

Acometida	NISE	Medidor No	N° Localización
Edif. Administrativo (4000)	413431	1342012	256071500426
Merchandise (4001)	2445089	14396707	256015034500
Casa Club Centro (4600)	385431	1397580	256071500452
Casa Club Centro (4600)	4670	1401283	256071500456
Residencias	421156	1397600	256015211800
Residencias	421155	1397601	256015212000
Residencias	385312	1397603	256015226000
Residencias	700858	1397604	256015227000
Residencias	629410	1397605	256015227500
Residencias	451357	1397602	256015228200
Of. Profesores (4624)	427129	1402796	256015802000
Of. Profesores (4625)	385355	1402795	256015804500
Centro de Acopio (4657)	876413	1409021	256016608000
Centro de Acopio (4657)	876406	1408983	256016608500
Accion social (4663)	385419	1405360	256070307715
Accion social (4663)	385420	1405350	256070307717
Lavandería (4680)	385313	1467242	256015217700
Ebais Remodelación (4677)	2445089	1410273	256070307753
Nuevo Medidor Ebais (4677)	2453519	1365028	256070307820

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

Durante el trabajo de campo se realizó un levantamiento del diagrama unifilar eléctrico (al nivel de tableros eléctricos) del edificio Merchandise. En la **Figura 4.2** muestra el diagrama unifilar eléctrico, con sus diferentes puntos de transformación y de consumo.

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

En el diagrama unifilar realizado por CIRE S.A se observa la distribución de los tableros, además, se indica el medidor de la empresa distribuidora y los puntos donde se realizó la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas, por parte de CIRE S.A.

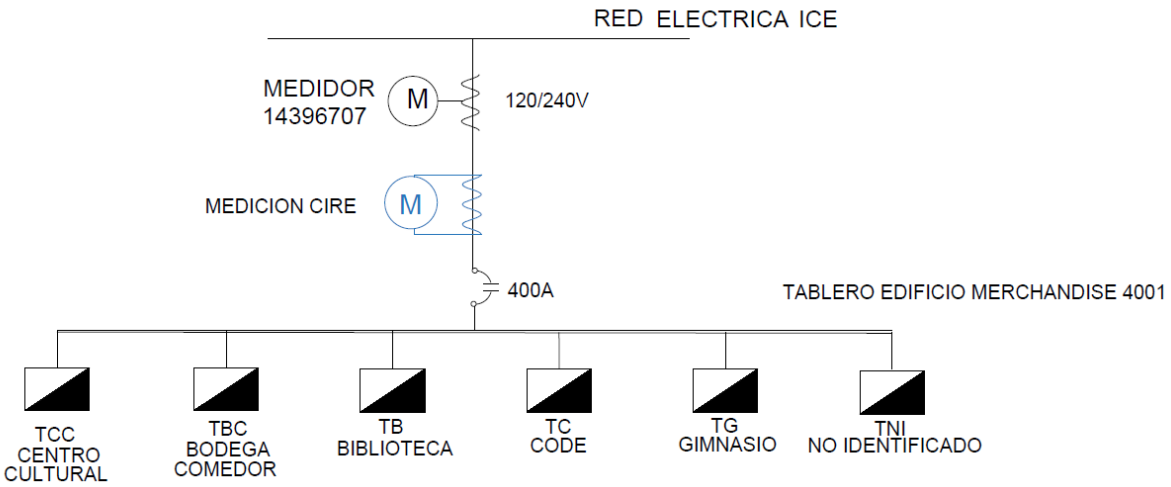


Figura 4.2 Diagrama Unifilar eléctrico de las Merchandise.

☎ 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 del último año para las acometidas eléctricas presentes en la UCR Sede del Sur.

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

Medidor	Acometida	Tarifa	Consumo de Energía Promedio	Máxima Demanda	Costo Promedio	
		ICE	kWh/mes	kW	colones/mes	colones/kWh
1485287/1439	Edificio Merchandise 4001	T-CO	4090.17	--	471,228.33	**114.79**
1397600	Residencias 4654	T-RE	149.7	--	15,357.50	**164.18**
1397601	Residencias 4654	T-RE	193.08	--	16,311.25	**82.12**
1467242	Lavandería	T-RE	701.42	--	77,704.17	**110.46**
1397603	Residencias	T-RE	276.33	--	28,164.17	**93.43**
1397604	Residencias	T-RE	412	--	42,917.08	**102.25**
1397605	Residencias	T-CO	309.58	--	35,765.83	**115.82**
1397602	Residencias	T-RE	230.08	--	21,861.67	**89.23**
1402796	Casa Director 4624	T-RE	265.08	--	23,693.75	**89.34**
1402795	Casa Director 4625	T-RE	514	--	56,095.00	**108.57**
1409021	Centro de Acopio 4657	T-RE	54.83	--	4,807.92	**87.40**
1408983	Centro de Acopio 4657	T-RE	0	--	1,384.58	**0.00**
1405360	Casa 4663	T-RE	87.92	--	7,050.00	**89.81**
1405350	Casa 4663	T-RE	258.25	--	22,776.67	**88.36**
1342012	Edif. Administrativo 4000	T-CO	3763.75	--	478,361.36	**106.41**
1397580	Casa Club (4600)	T-CO	725.17	--	84,312.08	**115.82**
1401283	Cada Club (4600)	T-CO	241.5	--	27,920.00	**115.06**
1410273	EBAIS remodelación	T-CO	143.67	--	31,737.14	**75.78**
1365028	Medidor Nuevo Ebais	T-CO	2.58	--	4,735.00	**98.74**

Se observa que, en el caso de la acometida del edificio Merchandise (4001) consume un promedio mensual de **4,090.17 kWh**, y el valor de máxima demanda no se adjunta debido a que no fue proporcionada la información requerida para realizar el análisis.

A partir de las facturas mensuales y los consumos energéticos del Merchandise se determinó un costo promedio de la energía de **114.79 colones/kWh**, el cual es el cociente entre el monto económico total de la factura y el consumo energético total del mismo período de un año.

En la **Tabla 4.3** y **Tabla 4.4** se muestra la facturación eléctrica, así como los diferentes rubros estimados de cobro según los precios y valores correspondientes según los historiales de ARESEP. Estos aplicados desde noviembre 2021 a octubre 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 el edificio Merchandise.

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: UCR Sede del Sur
Ubicación: Golfito
Empresa suplidora: ICE
Punto de Consumo: Edificio 4001

Medidor # 14396707 **Tarifa :** Comercial

N° de meses procesados:		24			
Año	**Mes Consumo**	**Cantidad días**	**Energía**		
			Total	**Importe**	**Costo**
			kWh	**¢**	**¢ / kWh**
2021	may-21	31	1,897	202,300.5	106.64
	jun-21	30	1,958	208,820.7	106.65
	jul-21	31	1,836	184,846.0	100.68
	ago-21	31	2,081	207,600.6	99.76
	sep-21	30	3,427	341,877.5	99.76
	oct-21	31	3,550	342,733.6	96.54
	nov-21	30	3,305	317,445.3	96.05
	dic-21	31	1,836	176,347.8	96.05
Promedio Anual		**30**	2,486	247,746.5	100.27
2022	ene-22	31	4,100	449,718.4	109.69
	feb-22	28	3,611	405,551.4	112.31
	mar-22	31	5,447	611,752.6	112.31
	abr-22	30	4,100	474,019.5	115.61
	may-22	31	3,978	462,442.5	116.25
	jun-22	30	4,345	505,106.3	116.25
	jul-22	31	3,794	419,712.5	110.63
	ago-22	31	4,835	530,689.6	109.76
	sep-22	30	4,284	470,211.8	109.76
	oct-22	31	5,447	516,666.1	94.85
Promedio Anual		**30.42**	4,394	484,587.1	110.74
Promedio Total		**30.42**	3,546.2	379,324.6	106.09
Promedio 12 meses		**30.42**	4,090.17	444,971.98	108.29

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

Tabla 4.4 (continuación) Historial de la facturación eléctrica para el edificio Merchandise.

Continuación

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: UCR Sede del Sur
Ubicación: Golfito
Empresa suplidora: ICE
Punto de Consumo: Edificio 4001

Medidor # 14396707 **Tarifa :** Comercial

N° de meses procesados: 24

Año	Mes Consumo	ALUMBRADO PUBLICO		OTROS					IMPUESTO VENTAS		IMPORTE TOTAL	PROMEDIO
		Importe	Costo	Bomberos	Otros	Costos Varios		Costo	Importe	Costo		
		¢	¢ / kWh			Débitos	Créditos	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	¢	¢ / kWh
2021	may-21	7,512.1	3.96	3,265.9	0.0	0.46	0.00	1.72	4,261.57	2.25	217,340.58	114.57
	jun-21	7,753.7	3.96	3,266.2	0.0	0.00	1.94	1.67	4,396.81	2.25	224,235.41	114.52
	jul-21	7,016.0	3.82	3,083.3	0.0	0.00	2.22	1.68	3,898.91	2.12	198,841.97	108.30
	ago-21	7,907.8	3.80	3,055.2	5,536.5	115.12	1.44	4.18	4,371.27	2.10	228,585.00	109.84
	sep-21	13,022.6	3.80	3,055.2	0.0	2.18	0.00	0.89	7,159.11	2.09	365,116.56	106.54
	oct-21	13,243.9	3.73	2,956.7	0.0	1.19	0.00	0.83	7,178.68	2.02	366,113.99	103.13
	nov-21	12,294.6	3.72	2,941.5	0.0	0.00	0.31	0.89	6,653.63	2.01	339,334.70	102.67
	dic-21	6,829.9	3.72	2,941.5	0.0	0.00	1.23	1.60	3,722.39	2.03	189,840.41	103.40
	Promedio	**6,298.4**	**3.81**	**2,047.1**	**692.1**	**--**	**--**	**1.68**	**3,470.2**	**2.11**	**177,451**	**107.87**
2022	ene-22	17,074.5	4.16	3,359.2	0.0	0.00	1.51	0.82	9,403.0	2.29	479,553.6	116.96
	feb-22	15,346.8	4.25	3,439.5	0.0	1.31	0.00	0.95	8,487	2.35	432,826	119.86
	mar-22	23,149.8	4.25	3,439.5	0.0	0.00	1.87	0.63	12,767	2.34	651,107	119.53
	abr-22	13,848.7	3.38	3,540.7	0.0	0.65	0.00	0.86	9,828	2.40	501,238	122.25
	may-22	12,769.4	3.21	3,560.2	0.0	0.00	0.88	0.90	9,575	2.41	488,347	122.76
	jun-22	13,947.5	3.21	3,560.2	0.0	0.00	0.98	0.82	10,452	2.41	533,065	122.68
	jul-22	11,554.0	3.05	3,387.9	0.0	1.35	0.00	0.89	8,693	2.29	443,349	116.86
	ago-22	14,601.7	3.02	3,361.4	0.0	0.00	1.49	0.70	10,973	2.27	559,624	115.74
	sep-22	12,937.7	3.02	3,361.4	0.0	0.00	0.16	0.78	9,730	2.27	496,241	115.84
	oct-22	14,136.8	2.60	2,904.9	0.0	0.00	1.11	0.53	10,674	1.96	544,381	99.94
Promedio Anual		**12,447.23**	**3.41**	**2,826.2**	**0.0**	**--**	**--**	**0.79**	**8,381.9**	**2.30**	**427,477.5**	**117.24**
Promedio Total		**10,224.88**	**3.59**	**2,436.7**	**307.6**	**--**	**--**	**1.19**	**5,926.1**	**2.21**	**302,464.1**	**113.08**
Promedio 12 meses		**14,040.94**	**3.47**	**3,316.48**	**0.00**	**0.28**	**0.80**	**0.87**	**9,246.59**	**2.25**	**471,575.47**	**114.88**

☎ 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 del Merchandise.

Para este recinto de la UCR Sede del Sur, el porcentaje de demanda no se pudo definir por lo que no se muestra en los rubros, ya que la información suministrada por la institución estaba incompleta.

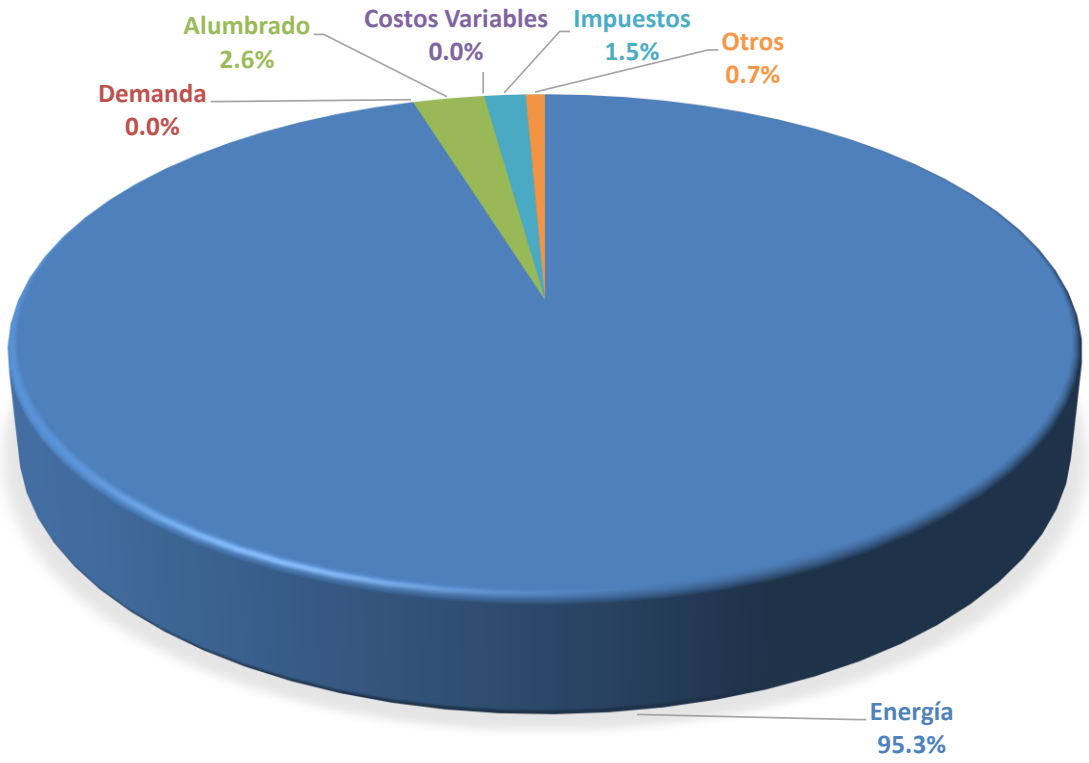


Figura 4.3 Participación promedio de los rubros de facturación en el costo mensual de facturación.

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

En la **Figura 4.4** se presenta el consumo energético a lo largo del periodo registrado. En ella se observa un máximo de 5,447.0 kWh registrado en el mes de marzo 2022 y octubre 2022, y un mínimo de 1,836 kWh para el mes de diciembre 2021. El máximo varía en un 54% con respecto al promedio, mientras que el mínimo posee la variación que ronda el 55% con respecto al promedio (el promedio general es 3,546.2 kWh).

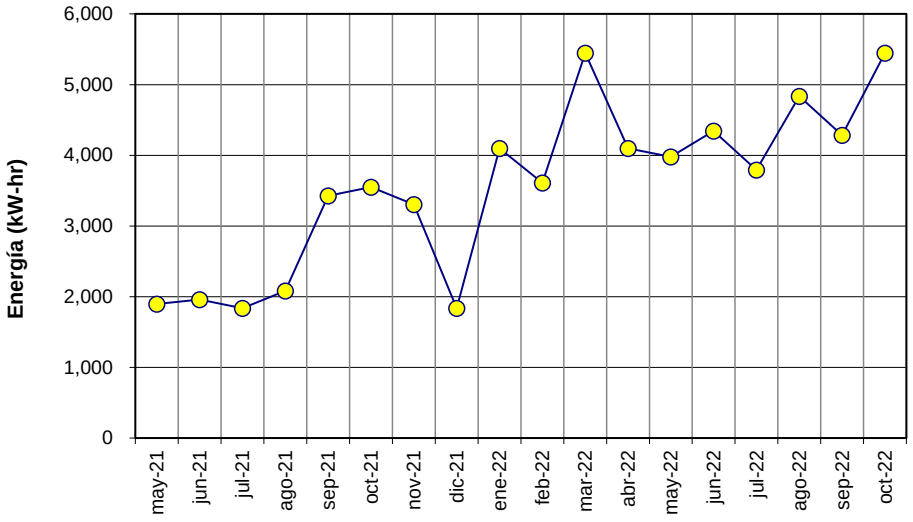


Figura 4.4 Consumo de energía eléctrica facturada para la acometida principal (kWh).

En la **Figura 4.5** se observa la participación económica de los diferentes rubros de cobro con respecto al consumo de energía total de la institución.

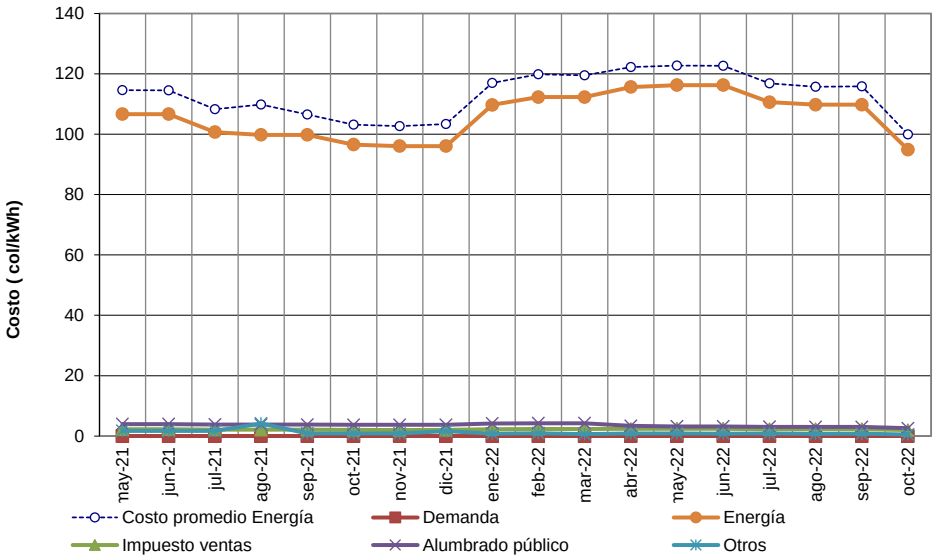


Figura 4.5 Costos de los rubros cobrados por la ICE (col/kWh).

☎ 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 adjuntó en el informe de estrategia de abordaje. 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 CIR-e^3, cuyas fichas técnicas se adjuntan como anexo a este informe. Estos se ubicaron midiendo los alimentadores de los tableros Tablero principal (TP) del edificio de Merchandise. La medición se realizó por un periodo de medición de 8 días que se extendieron desde el día lunes 11 al miércoles 18 de octubre de 2022.

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

Figura 5.1 Equipos analizador de redes CIRe3 de Circutor en Tablero Principal (Merchandise).

Se realizó una verificación respecto a la tensión y corriente en los alimentadores dónde se instalaron los equipos de medición. En la **Figura 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 normal 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 tableros para el periodo del 11 al 18 de octubre de 2022

Tablero		Tensión L-N [volts]		Tensión L-L [volts]
		L1	L2	L1-L2
Principal Edificio 4001	Mínimo	119.99	120.47	240.48
	Promedio	122.28	122.32	244.63
	Máximo	123.88	123.64	247.54

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 un corriente de desbalance promedio (*Δi máx*). Se calcula el porcentaje relativo de

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

desbalance respecto a la corriente trifásica 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 10 al 19 de octubre de 2022.

Tablero		Corrientes promedio por fase (A)			
		Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Δi máx	Relativ
Principal Edificio 4001	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.98
	Promedio	281.26	279.39	5.20	
	Máximo	35.665	100.3307	58.01	

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 CIR-e[3]. 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 Consumos por tableros para el periodo del 10 al 19 de octubre de 2022.

Tablero	Máxima Demanda Medida (kW)	Energía consumida Medida (kWh)	Consumo Promedio Medido (kWh/dia)
Tablero Principal	19.30	531.13	76.44

En la **Figura 5.2** se muestra los perfiles de carga obtenidos con las mediciones continuas y su participación en la demanda del panel principal.

Figura 5.2 Mediciones continuas panel principal TP.

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

En la **Figura 5.2** se observan los perfiles de carga del tablero principal de este edificio, en este es posible observar que la carga baja totalmente por lo que se demuestra que no existen equipos conectados fuera del horario de los colaboradores. La potencia medida oscila entre 0 y 20 kW, esto debido a la operación normal de los equipos en los recintos dentro del edificio.

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 a 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 es 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

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

representativos del edificio, que incluyeron áreas de trabajo (oficinas y cubículos), atención al cliente y áreas comunes. A continuación, se muestran los datos recomendados según la norma para algunos sitios (solo son unos ejemplos, ya que consisten en tablas de diferentes recintos) en **Tabla 5.4** y **Tabla 5.5**.

Tabla 5.4 Niveles recomendados de iluminación (lux) para algunas zonas de oficinas y generales según INTECO (Extracto).

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

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

Tabla 5.5 Niveles recomendados de iluminación (lux) para edificios educacionales según INTECO (Extracto).

28. EDIFICIOS EDUCACIONALES	
Local de juegos (escuela)	300
Aula de pre-escolares	300
Aula de manualidades pre-escolares	300
Aulas de clases y de tutorías	300
Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500
Salas de lectura	500
Pizarras	500
Mesa de demostraciones	500
Locales de artes y manualidades	500
Locales de artes (en escuelas de arte)	750
Salas de dibujo técnico	750
Salas de prácticas y laboratorios	500
Taller de enseñanza	500
Locales de prácticas de música	300
Locales de prácticas de computación	500

En la **Tabla 5.6** 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 5.6 Niveles de iluminación (lux) medidos en los distintos departamentos**.**

PISO	RECINTO	ACTIVIDAD	MEDICION [LUX]			NORMATIVA [LUX]
			MIN	PROMEDIO	MAX	
1	Cuarto de máquinas	Cuarto técnico	250	250	250	200
2	Aula 7	Clases	256	298	320	300
2	Pasillo	Área de circulación	40	141	197	100
2	Aula 6	Clases	131	220	289	300
2	Baños	Servicios sanitarios	158	159	160	200
2	Aula 8	Clases	165	189	228	300
2	Aula 9	Clases	88	173	253	300
2	Aula de dibujo 11	Clases	100	106	114	300
2	Aula 10	Clases	105	172	210	300
2	Bodega zonas verdes	Bódega	41	100	196	200
2	Sala de profesores	Sala de reuniones	51	90	130	500
2	Aula diseño	Clases	234	276	300	300
2	Coordinación vida estudiantil	Oficina	164	203	242	500
2	Vida estudiantil	Oficina	103	127	156	500
1	Área administrativa	Oficina	82	119	150	500
1	Comedor estudiantil	Comedor	67	206	294	200
1	Acción social	Oficina	92	126	164	500
1	Acción social oficina	Oficina	117	144	171	500
1	Auditorio	Auditorio	184	206	235	500
1	Librería	Librería	184	205	234	200
2	Gimnasio	Gimnasio	115	1635	4665	300
2	Biblioteca	Biblioteca	75	91	106	500
2	Comedor	Comedor	86	95	109	200
2	Laboratorio de biología	Laboratorio	184	200	215	500
2	Segundo piso	Área de circulación	574	659	744	100
2	Administrativo	Oficina	789	1175	1560	500
2	Boveda	Almacen	54	77	100	100
2	Liderazgo	Oficina	210	318	580	500
2	Baños h	Servicios sanitarios	275	275	275	200
1	Baños m	Servicios sanitarios	250	250	250	200
1	Oficina	Oficina	590	650	700	500
1	Oficina llaves	Oficina	164	223	282	500

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.

En la tabla se observan puntos dentro de un mismo recinto que están cercanos, cumplen o están por encima de lo establecido por la norma, estos puntos dentro de un mismo recinto cumplen debido a que se encuentran cercanos a fuentes de luz optimas, tales como: luminarias o ventanas con acceso a luz natural.

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

También, se debe destacar que las mediciones realizadas en esta institución se ejecutaron en el estado normal de uso de los recintos, es decir, según el modo de iluminación que prefieren los funcionarios. La **Figura 5.4** muestra un ejemplo de la distribución de luminarias en el recinto.

Figura 5.4 Ejemplo iluminación en recintos – UCR Sede del Sur.

☎ 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 toman los criterios del 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 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 consiste 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.

En la **Tabla 5.7** se muestra el listado de tableros o protecciones analizadas en la medición, seguidamente en la **Tabla 5.8** se adjunta la captura termográfica con el

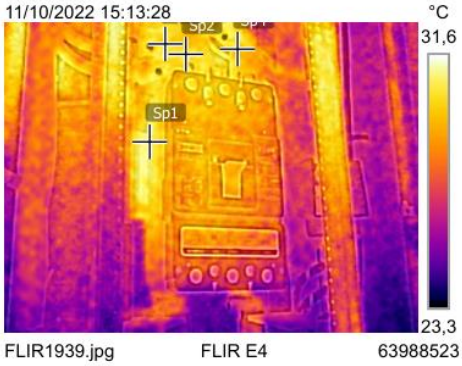
☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

valor más crítico tomado en los paneles del sistema eléctrico en la organización. En esta institución se utiliza la cámara termográfica marca **FLIR modelo E4**.

Tabla 5.7 Paneles eléctricos donde se realizan termografías

Tablero	Descripción
Tablero 4001	Protección edificio principal.

Tabla 5.8 Termografías

Detalle:	**Tableros: Tablero Edificio 4001**
Termografía  Medidas Sp1 29,6 °C Sp2 29,3 °C Sp3 29,1 °C Sp4 28,7 °C Parámetros Emisividad 0.95 Temp. refl. 21 °C	Referencia 11/10/2022 15:13:28 FLIR1939.jpg FLIR E4 63988523

La termografía en cuestión muestra el valor de temperatura más alto encontrado en los diferentes componentes eléctricos, con un valor aproximado a los 29.6 °C, y este se encuentra en uno de los costados del breaker principal del Cuarto Eléctrico del edificio, aun así, se encuentra por debajo de los 60 °C establecidos, por lo que no representa una situación de riesgo dentro del sistema.

El total de capturas termográficas se muestra en el **Anexo 1** de este informe.

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

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 se agrupa según el sistema energético o al tipo al 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, refrigeradores, equipos ofimáticos (equipos de oficina) y otros.

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.

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

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

de ellos, según la variedad de consumidores instalados, seguido del balance de energía 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 sucursal, estos fueron divididos según el tipo de tecnología utilizado en cada caso y también según la ubicación de estos. Por medio de inspección visual durante el trabajo de campo, se determina la existencia de 611 unidades de iluminación, enfocadas en sistemas fluorescentes (62%) y LED (38%), lo que en total corresponde a un total de 27,84 kW de potencia instalada, 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	262	8.13	62%
LED	349	4.92	38%
HID	0	0.00	0%
Totales	**611**	**13.06**	**100%**

En la **Figura 6.1** se muestra un diagrama de pastel que contiene la distribución porcentual de la potencia de las luminarias existentes en el edificio. El tipo de luminarias que aporta un mayor porcentaje de potencia en las instalaciones es el tipo Fluorescente con un 62% del total, lo que equivale a un total de 262 lámparas fluorescentes.

El detalle completo de las unidades de iluminación distribuidas en los diferentes espacios de la institución se muestra en **Anexo 2**.

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

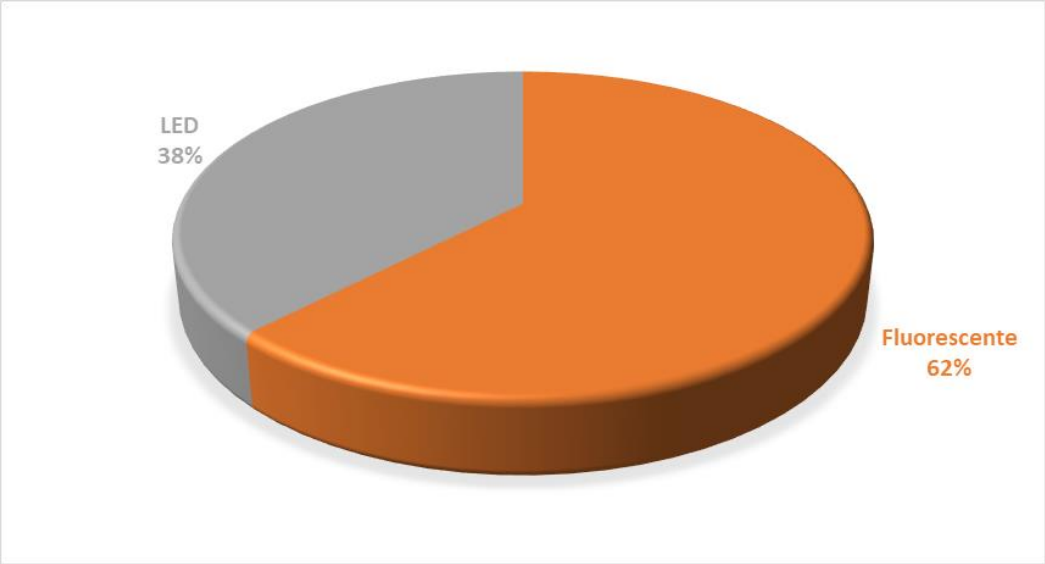


Figura 6.1 Distribución porcentual de potencia instalada según el tipo de lámpara.

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 92% de la potencia instalada corresponde a unidades Split y un 8% correspondiente a una manejadora ubicada en el auditorio.

Tabla 6.2 Resumen del inventario de equipos de acondicionamiento de aire.

Sistema	Total		
	Cantidad	Potencia [kW]	Porcentaje
Split	8	35.68	92%
Paquete	0	0.00	0%
Manejadora	1	3.24	8%
Chiller	0	0.00	0%
Ventana y portátil	0	0.00	0%
Otros	0	0.00	0%
Total	**9**	**39**	**100%**

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

También se clasifican los equipos por medio del decreto ECA-MC-MA-P08 donde se menciona que los equipos deben cumplir las características establecidas en la norma INTE E14-1 sobre requisitos y límites de eficiencia energética para acondicionadores de aire con capacidades nominales hasta 19050 W (65000 Btu/h).

Esta norma no aplica a los equipos tipo portátiles, wallpac, sistemas enfriados por agua fría, bombas de calor a base de agua, unidades “multi-split”, sistemas VRF, o acondicionadores que cuenten con compresor(es) de dos velocidades.

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

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

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 "Inverter". En el caso de los equipos con tecnología "ON/OFF", no se tiene a ciencia cierta conocimiento si en esta institución habían instalados, por lo que se desconoce esos valores.

Tabla 6.3 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	1	0,0	1	2,9
24000	0	0,0	1	2,1
36000	0	0,0	1	3,2
Cap > 36168 (Btu/hr)	SEER < 15		SEER ≥ 15	
62000	0	0,0	2	12,5
Totales	**1**	**0,0**	**5**	**20,8**

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

Tabla 6.4 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
48000	2	9,2	0	0,0
60000	1	6,1	0	0,0
Totales	**3**	**15,2**	**0**	**0,0**

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 encuentran por debajo del límite, en este caso, **44% de los equipos se encuentra obsoleto**, y un 56% tiene un tipo de clasificación cumple con la norma.

El detalle completo de las unidades de aire acondicionado distribuidas en los diferentes espacios de la institución se muestra en el Anexo 2.

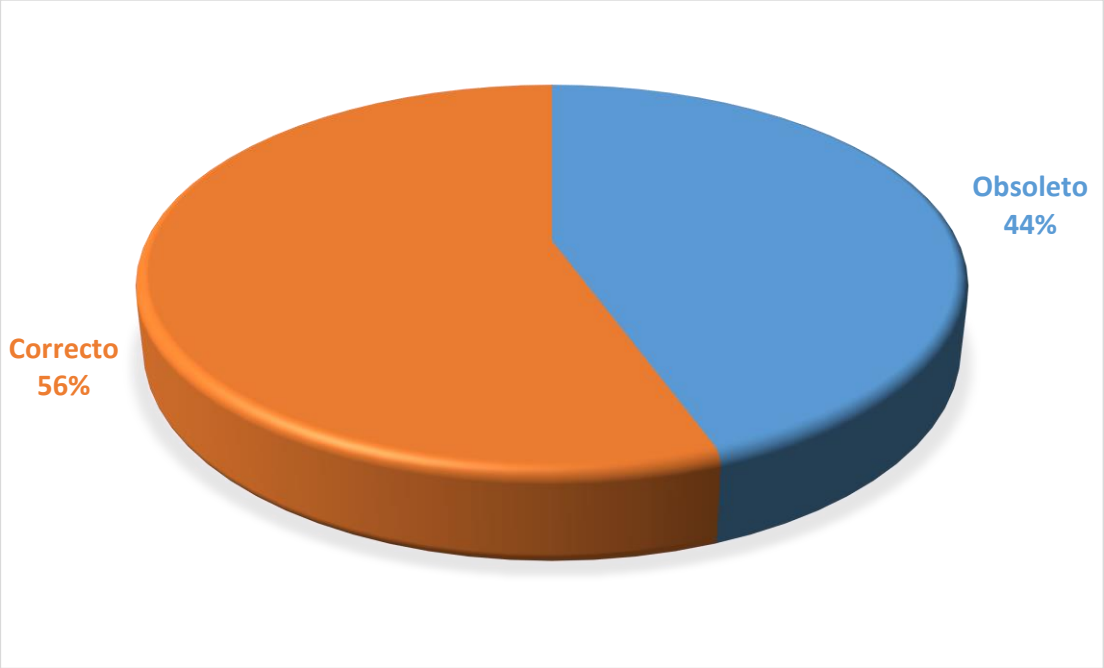


Figura 6.4 Cantidad de unidades de A/C clasificados según la INTE E14 – 1.

☎ 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 institución y que sirven para la conservación de alimentos u otra actividad especializada; indistintamente de que estos se encuentren dentro de un espacio físico especificado para uso de comedor, o para otra aplicación específica.

Los refrigeradores y congeladores encontrados en su mayoría fueron construidos para actividades específicas de los laboratorios, por lo tanto, su eficiencia e incluso potencia es difícil de estimar ya que muchos no tienen datos de placa. Los equipos se muestran en la **Tabla 6.5**.

El detalle completo de las unidades de refrigeración distribuidas en los diferentes espacios de la sucursal se muestra en el Anexo 2.

Tabla 6.5 Inventario de refrigeradores.

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Refrigerador	9	1,57	100%
Congelador	0	0,00	0%
Cámara	0	0,00	0%
Otros	0	0,00	0%
Total	**9**	**1,57**	**100%**

6.2.1. Equipos de Oficina y otros

En 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.

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

"Otros Equipos", hace referencia a equipos que no caben dentro de la descripción de las categorías anteriores, y que es posible que no se encuentren en una importante cantidad en la institución, tales como pantallas y microondas.

En este caso, también se clasifican los equipos especializados para las actividades propias de los laboratorios, así como las autoclaves ya que son equipos de alto consumo energético. El listado de estos equipos se presenta en la **Tabla 6.6**.

Tabla 6.6 Inventario de equipos de oficina, especializados y otros

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Ofimáticos	129	19.17	66%
Especializado	0	0.00	0%
Otros	11	9.85	34%
Total	**140**	**29.02**	**100%**

El detalle completo de los equipos varios distribuidos en los diferentes espacios de la institución se muestra en el Anexo 2 de este documento.

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

6.3. Balance Energía Eléctrica por Espacios Físicos

Con base en la metodología descrita anteriormente, se logra obtener un balance general de energía eléctrica de la UCR Sede del Sur por medio del historial de facturación facilitado por la institución, este reporte permite la elaboración de un balance de energía por medio de espacios físicos en el que se puede obtener el porcentaje de consumo que representa cada uno de los edificios existentes en la Sede. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.5.**

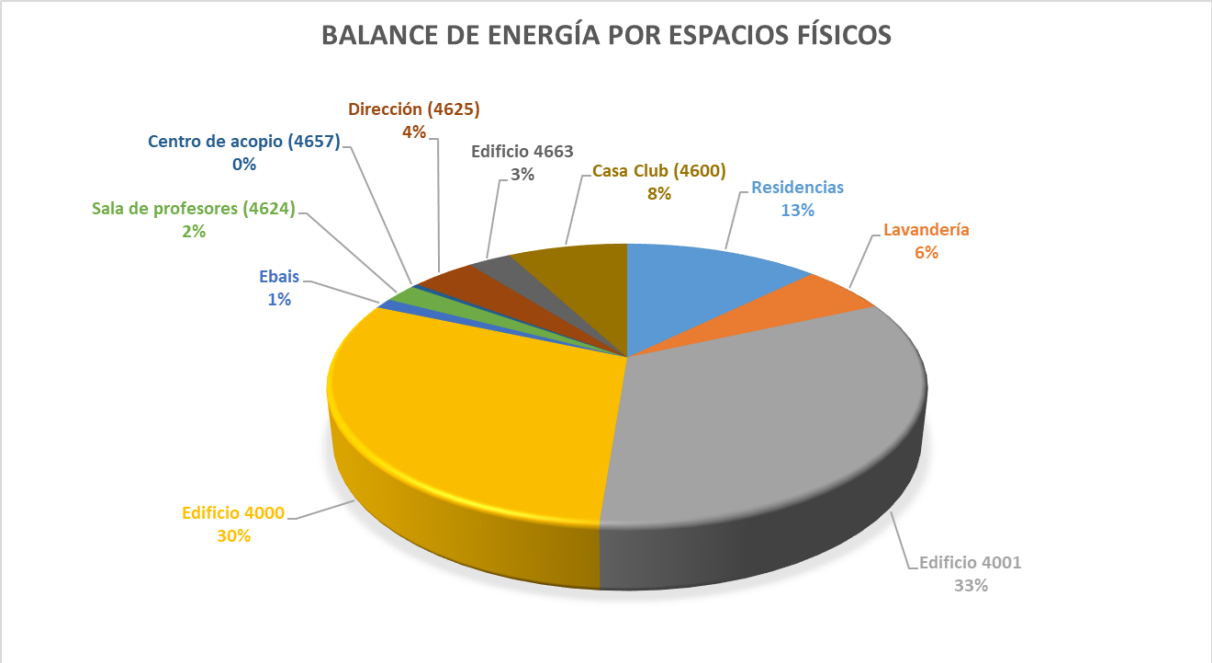


Figura 6.5 Balance de energía eléctrica por espacios físicos (%).

En esta figura se puede observar la distribución de los edificios, siendo el edificio 4000 y el 4001 los más relevantes con un 30% y un 33% respectivamente de consumo total de la institución. Se debe destacar que cada uno de estos espacios cuenta con diversos medidores por lo que se manejan con distintos tipos de tarifa. Estos aspectos de pueden observar en la **Tabla 6.7**.

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

Tabla 6.7 Balance de energía eléctrica por espacios físicos

Balance General de Energía por Espacios Físicos

Sistemas energéticos	Consumo [kWh/mes]	Porcent. [%]	Tipo de tarifa	Costo promedio kW-hr	Costo Promedio [₡/mes]
Residencias	***1570,8***	**12,6%**			**₡164 767,17**
1397600	*149,70*	*9,5%*	*T-RE*	*₡164,18*	*₡24 577,59*
1397601	*193,1*	*12,3%*	*T-RE*	*₡82,12*	*₡15 856,60*
1397603	*276,3*	*17,6%*	*T-RE*	*₡93,43*	*₡25 818,21*
1397604	*412,0*	*26,2%*	*T-RE*	*₡102,25*	*₡42 127,69*
1397605	*309,6*	*19,7%*	*T-CO*	*₡115,82*	*₡35 856,11*
1397602	*230,1*	*14,6%*	*T-RE*	*₡89,23*	*₡20 530,98*
Lavandería	***701,4***	**5,6%**			**₡77 479,13**
1467242	*701,4*	*100,0%*	*T-RE*	*₡110,46*	*₡77 479,13*
Edificio 4001	***4090,2***	**32,9%**			**₡469 507,83**
1485287/1439	*4090,2*	*100,0%*	*T-CO*	*₡114,79*	*₡469 507,83*
Edificio 4000	***3763,8***	**30,3%**			**₡400 491,48**
1342012	*3763,8*	*100,0%*	*T-CO*	*₡106,41*	*₡400 491,48*
Ebais	***146,3***	**1,2%**			**₡11 141,66**
1410273	*143,7*	*98,2%*	*T-CO*	*₡75,78*	*₡10 886,92*
1365028	*2,6*	*1,8%*	*T-CO*	*₡98,74*	*₡254,74*
Sala de profesores (4624)	***265,1***	**2,1%**			**₡23 682,75**
1402796	*265,1*	*100,0%*	*T-RE*	*₡89,34*	*₡23 682,75*
Centro de acopio (4657)	***54,8***	**0,4%**			**₡4 792,23**
1409021	*54,8*	*100,0%*	*T-RE*	*₡87,40*	*₡4 792,23*
1408983	*0,0*	*0,0%*	*T-RE*	*₡0,00*	*₡0,00*
Dirección (4625)	***514,0***	**4,1%**			**₡55 807,25**
1402795	*514,0*	*100,0%*	*T-RE*	*₡108,57*	*₡55 807,25*
Edificio 4663	***346,2***	**2,8%**			**₡32 530,19**
1405360	*87,9*	*25,4%*	*T-RE*	*₡110,46*	*₡9 711,68*
1405350	*258,3*	*74,6%*	*T-RE*	*₡88,36*	*₡22 818,52*
Casa Club (4600)	**966,7**	**7,8%**			**₡111 775,54**
1397580	*725,2*	*75,0%*	*T-CO*	*₡115,82*	*₡83 988,74*
1401283	*241,5*	*25,0%*	*T-CO*	*₡115,06*	*₡27 786,80*
SubTotal	12 419,1	100,0%			₡1 351 975,24
Pérdidas de transformación	0,00				
Total	**12 419,11**				
Consumo DISTRIBUIDORA	**12 419,11**				

Como se puede observar en la **Tabla 6.7** Los distintos medidores con las distintas tarifas, se puede obtener un total mensual a cancelar de ₡1,351,975.24 representando el consumo de 12,419.11 kWh/mes que realiza la institución.

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

6.4. Balance Energía Eléctrica por Sistemas Energéticos

También se logró obtener un balance general de energía eléctrica de algunas de las instalaciones de la UCR en Golfito. Este balance se hizo por medio de un levantamiento de equipos de solo algunos edificios los cuales representaban las cargas más relevantes del consumo presentado en la sección anterior. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.6**.

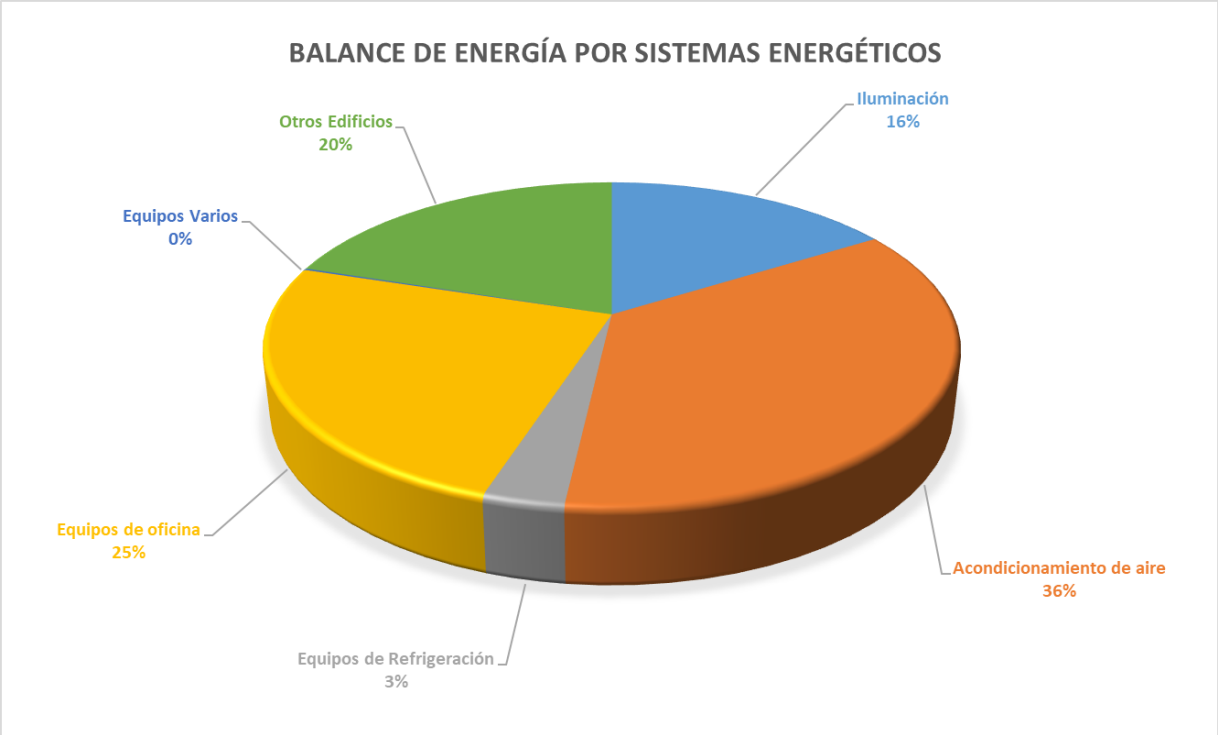


Figura 6.6 Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos (%).

Como se menciona anteriormente, para este balance de energía se realizó levantamiento de equipos en los edificios 4000, 4001, 4600, 4624, 4625, y 4663, estos representando un 80% del consumo total, tal y como se observa en la **Figura 6.6** Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos (%).

En el gráfico se muestra un porcentaje de 36% para aire acondicionado, 16% para iluminación y solo un 3% para refrigeración.

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

Tabla 6.8 Balance general de energía eléctrica por sistemas energéticos**.**

Balance General de Energía por Sistemas Energéticos

Sistemas energéticos	Potencia [kW]	Consumo [kWh/mes]	Porcent. [%]
Iluminación	**13,1**	**2004,0**	**16,2%**
Incandescente	*0,0*	*0,0*	*0,0%*
Fluorescente	*8,2*	*1248,1*	*62,3%*
LED	*4,9*	*755,9*	*37,7%*
HID	*0,0*	*0,0*	*0,0%*
Acondicionamiento de aire	**38,9**	**4414,4**	**35,7%**
Split	*35,7*	*4129,9*	*93,6%*
Paquete	*0,0*	*0,0*	*0,0%*
Manejadora	*3,2*	*284,6*	*6,4%*
Chiller	*0,0*	*0,0*	*0,0%*
Ventana y portátil	*0,0*	*0,0*	*0,0%*
Otros	*0,0*	*0,0*	*0,0%*
Equipos de Refrigeración	**1,6**	**399,8**	**3,2%**
Refrigerador	1,6	399,8	1,0
Congelador	0,0	0,0	0,0
Cámara	0,0	0,0	0,0
Otros	0,0	0,0	0,0
Equipos de oficina	**19,2**	**3070,2**	**24,8%**
Ofimáticos	*19,2*	*3070,2*	*100,0%*
Equipos Varios	**9,9**	**19,2**	**0,2%**
Especializado	*0,0*	*0,0*	*0,0%*
Otros	*9,9*	*19,2*	*100,0%*
Otros Edificios	**-**	**2473,3**	**20,0%**
Residencias	-	1570,8	63,5%
Lavandería	-	701,4	28,4%
Centro de Acopio	-	54,8	2,2%
Ebais	-	146,3	5,9%
SubTotal	82,6	12 380,9	100,0%
Pérdidas de transformación		0,00	0,0%
Total		**12 380,88**	**100%**
Consumo DISTRIBUIDORA		**12 419,11**	
Error		**0,31%**	

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

Como se observa en la distribución de energía por categorías de la Tabla 6.8, la fracción de iluminación representa el 16.2% del consumo de energía (2,004 kWh al mes), los equipos de refrigeración el 3.2% (399.8 kWh al mes), los equipos de aire acondicionado un 35.7% (4,414.4 kWh al mes), equipos de oficina un 24.8% (3,070 kWh al mes), equipos varios un 0.2% (19.2 kWh al mes) y otros edificios un 20% (2,473.3 kWh al mes).

En la parte inferior de la tabla se comparan los datos de demanda estimada y de consumo promedio con los datos de facturación provistos por el Instituto Costarricense de Electricidad. Del análisis de la facturación eléctrica, se obtuvieron los valores promedio mensuales de consumo de potencia y energía durante el periodo de los últimos 12 meses facturados. En promedio se han facturado 12,419.11 kilowatt-hora al mes, para un costo mensual aproximado de ₡1,351,975.9 tal y como se observa en la **Tabla 6.7**.

Para este caso la estimación del consumo total de energía se realiza coincidiendo el valor al promedio de energía facturado por ICE, esto debido a que no se facilitó la información relevante en temas de producción impresa o digital, con el fin de establecer un horario estimado de uso de los equipos especializados.

6.5. 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 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:

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

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 añadido a estos, los resultados del balance de energía de la **sección 6.3** anteriormente resumidas, se obtiene la **Tabla 6.9**, la cual, permite identificar que los USEs de esta institución son:

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

Con base en lo que se indica en la Normativa vigente INTECO 50 001 relacionada con los usos significativos de la energía, se escogen los dos usos de energía con mayor participación del balance de la UCR Sede del Sur, y que a la vez tienen algún potencial de ahorro a considerar.

Tabla 6.9 Determinación de los USE's.

Uso de Energía	Participación en Consumo de Energía (%)	¿Tiene Potencial de Ahorro?
Acondicionamiento de Aire	35.7%	Sí
Iluminación	16.1%	Sí
Refrigeración	3.2%	No
Ofimáticos	24.8%	No
Equipos varios	0.2%	No
Otros edificios	20.0%	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, estudiantes, 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.

UCR Sede del Sur					
Últimos 12 Meses facturados	**Facturación de energía Eléctrica**	**Variables**		**Indicadores Desempeño Energético (IDEn)**	
	Consumo Energía (kWh/mes)	Área (m2)	Cantidad empleados	Área **kWh/m2**	Colaboradores **kWh/colab**
noviembre-21	11,724.00	7,217.08	245.00	1.62	47.85
diciembre-21	8,355.00	7,217.08	245.00	1.16	34.10
enero-22	12,117.00	7,217.08	245.00	1.68	49.46
febrero-22	11,184.00	7,217.08	245.00	1.55	45.65
marzo-22	13,948.00	7,217.08	245.00	1.93	56.93
abril-22	12,710.00	7,217.08	245.00	1.76	51.88
mayo-22	12,790.00	7,217.08	245.00	1.77	52.20
junio-22	13,701.00	7,217.08	245.00	1.90	55.92
julio-22	13,280.00	7,217.08	245.00	1.84	54.20
agosto-22	14,348.00	7,217.08	245.00	1.99	58.56
septiembre-22	13,896.00	7,217.08	245.00	1.93	56.72
octubre-22	10,977.00	7,217.08	245.00	1.52	44.80
PROMEDIOS	**12,419.17**	**7,217.08**	**245.00**	**1.72**	**50.69**
Desv. STD	-	-	-	*0.22*	*6.62*

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.

Tabla 7.2 Valores promedio IDEn de intensidad y valores actuales de los IDEn de potencia instalada para la CCSS – UCR Sede del Sur.

UCR Sede de Sur	**Consumo Promedio (kWh)**	12,419.17	**Índices de comparación**	
	Área (m2)	7,217.08	1.72	*kWh / m2*
	Cantidad Colaboradores	245.00	50.69	*kWh / colaboradores*
	Potencia Aire Acondicionado (W)	38,923.00	5.39	*W ACC / m2*
	Potencia iluminación (W)	14,909.00	2.07	*W iluminación / m2*
	Potencia refrigeración (W)	1,569.00	0.22	*W refrigeración / m2*

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

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 octubre 2022** (12 meses calendario). En **Figura 7.1** y **Figura 7.2** muestran el comportamiento de los IDEn *kWh/m2*, y los *kWh/colaborador* 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, evaluar un promedio más/menos la desviación estándar de los IDEn.

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, 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.

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

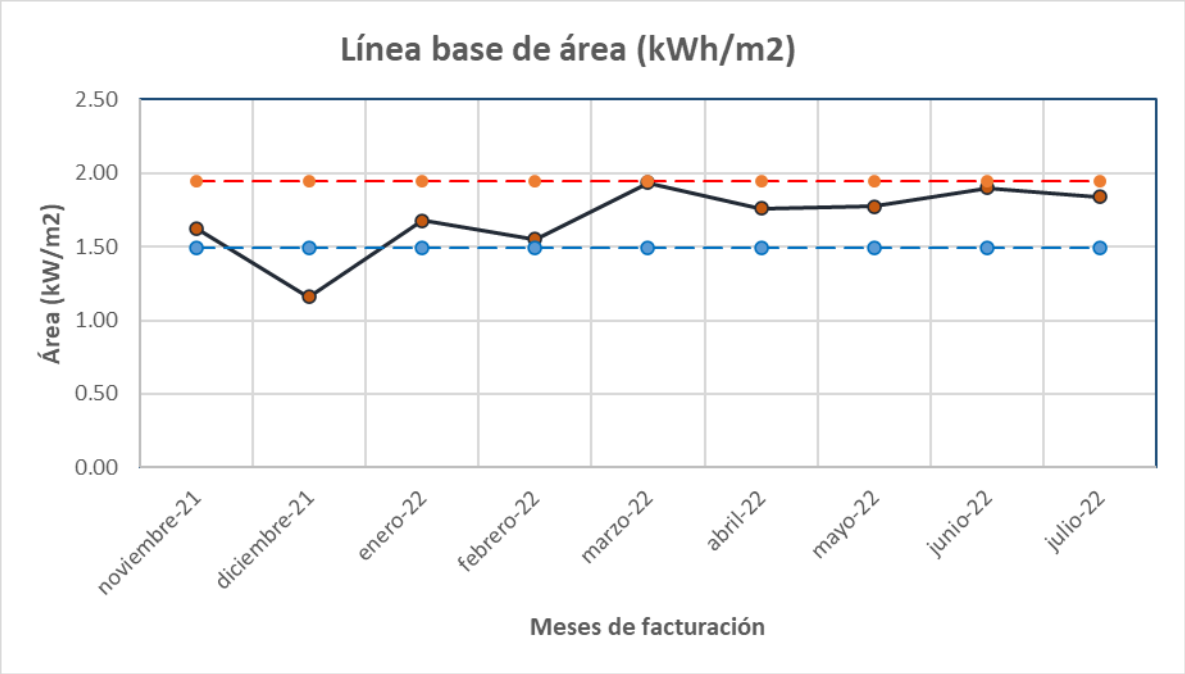


Figura 7.1 Comportamiento del IDEn kWh/m2 en un período dado.

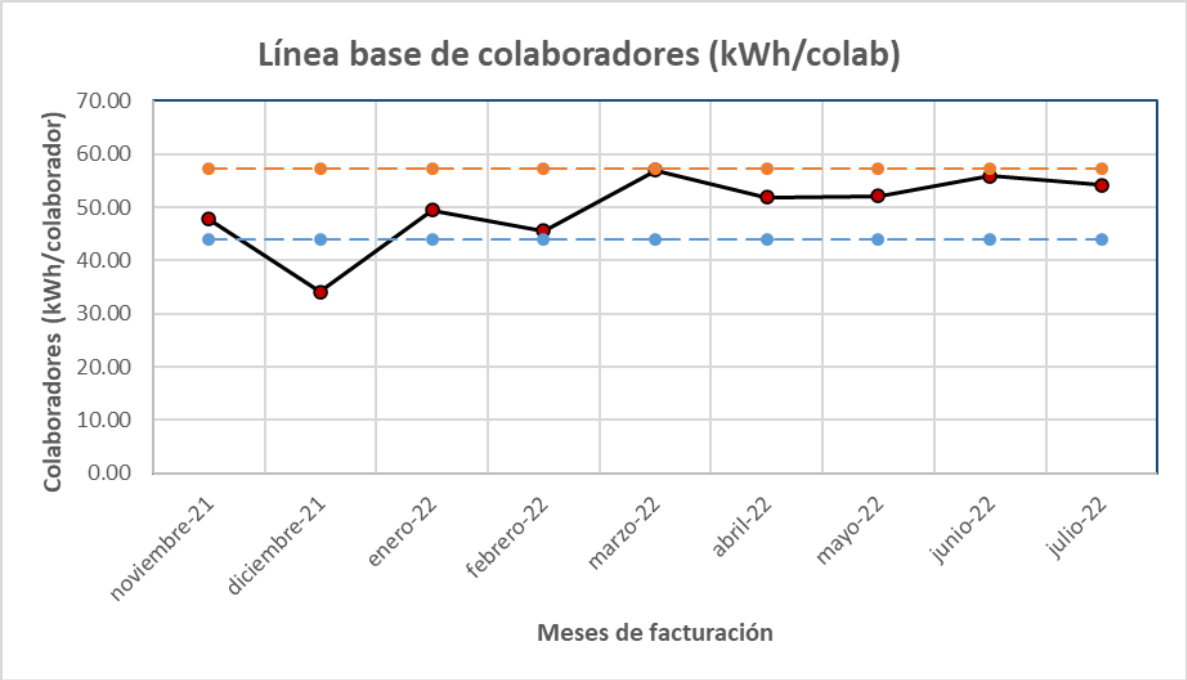


Figura 7.2 Comportamiento del IDEn kWh/colaborador en un período dado**.**

☎ 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 institución 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.

Al análisis realizado, 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)

El conjunto de edificios de la UCR Sede del Sur cuenta con diferentes tipos de tarifas para la compra de energía. Los edificios 4001, 4000, 4600, el Ebais y algunas residencias cuentan con Tafira T-CO, el resto cuenta con tarifa T-RE, por lo que el análisis por cambio de tarifa se debería de realizar para los diferentes medidores.

En este caso el análisis de la gestión de compra de energía para verificar un posible ahorro basado en el cambio de tarifa, no se puede realizar debido a que por parte de la empresa no se facilitó la facturación, además, en los documentos de facturación presentados en los meses de análisis no se muestra una demanda máxima y tampoco se obtuvo el perfil de carga de las instalaciones.

Una posible opción posiblemente viable consiste en la unificación de medidores, con el objetivo de cambiar a una tarifa T-MT o incluso T-MTb, lo que repercutiría en un ahorro en la facturación existente, sin embargo, esto no se puede comprobar debido

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

a la escasez de información de la facturación actual. También es común que las instituciones de educación estatales posean tarifa preferencial, por lo que se debe también considerar su utilización si es posible.

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 22°C y los 23°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.

Ubicación	Edificio	Capacidad (BTU/h)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Cantidad de equipos	Ahorro kWh / año	Costo promedio de energia colones/kWh	Ahorro economico por año ($/año)
			Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año				
Cuarto de máquinas	4085	24 000,00	22,00	24,00	8 176,90	24,00	24,00	7 693,64	1,00	483,25	115,82	89,57
Auditorio	4001	36 000,00	22,00	9,00	3 414,88	24,00	9,00	3 213,06	1,00	201,82	114,79	37,08
Biblioteca	4001	60 000,00	23,00	10,00	8 522,28	24,00	10,00	8 266,61	1,00	255,67	114,79	46,97
Aula 4 laboratorio	4085	62 000,00	23,00	9,00	15 810,16	24,00	9,00	15 335,86	2,00	948,61	115,82	175,83
Seguridad	4001	18 000,00	23,00	9,00	3 704,88	24,00	9,00	3 593,73	1,00	111,15	114,79	20,42
		TOTAL			39 629,1			38 102,9		2 000,50	115,20	369,86

☎ 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]	39 629,1
Ahorro de energía por modificar temperatura a 24°C [kWh/año]	2 000,5
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 370**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**80,0**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 2,000.5 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 370** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **80.0 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$ 1,459.39**.

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, como los siguientes:

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

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

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 **HFCF (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 Refrigerantes prohibidos y en transición para su utilización. 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

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

(hidrofluorocarbonos) los cuales se ejemplifican como sustitos de los refrigerantes de 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 UCR Sede del Sur

Edificio	Ubicación	Tecnología	Marca	Modelo	Refrig.	Cantidad de Equipos	CONDICIÓN ACTUAL						AJUSTADA
							Btu/hr	kW elect	SEER	EER	kWh / mes	kWh / año	kWh / año
4001	Biblioteca	On / off	York	YNVFYC048 BAADB-1	R410-A	1	60 000	6,07	13,00	9,88	710,19	8522,28	8266,61
4085	Seguridad	Inverter	Daikin	-	R410-A	1	18 000	2,93	13,00	6,14	308,74	3704,88	3593,73
4001	Laboratorio de biología	On / off	Carrier	-	R410-A	2	48 000	9,15	-	10,49	803,26	9639,16	9639,16
TOTAL						**4**						**21 866,32**	**21 499,50**

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			
18000,00	Evaporador - condensador	1,44	23	12,80	$ 1 020,00	$ 306,00	1	$ 1 326,00	2031,24
48000,00	Evaporador - condensador	4,14	16	11,60	$ 2 891,00	$ 867,30	2	$ 7 516,60	6318,00
60000,00	Evaporador - condensador	4,45	16	13,48	$ 3 225,00	$ 967,50	1	$ 4 192,50	6716,62
						Total	4	$ 13 035,10	15065,86

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.6**.

Tabla 8.6 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	21 500
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	15 066
Ahorro de energía por año [kWh/año]	6 434
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 1 184**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**257,3**

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

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 6 434 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 1 184** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **257.3 kg por año**. El proyecto requiere de inversión **$ 13 027.55** ya que también se considera 10% del presupuesto para imprevistos, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ -8 050.15** y un **PSR de 11 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 aportan 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.

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.

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

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 100% de las luminarias son sistemas fluorescentes, por lo que se propone la sustitución por luminarias LED ya que poseen mayor eficiencia energética.

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

Tabla 8.7 Características luminarias encontradas y propuestas.

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)
Fluorescente	T8 48”	32	2710	84.69
	T12 24”	20	1075	53.75
	T12 48”	40	2500	62.5
	CFL	15	825	55
LED	T8 48”	18	2200	122.22
	T8 24”	9	800	88.89
	Compacto	9	800	88.89

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 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 de los

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

recintos. Seguidamente, se muestran las tablas 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 8.8**, **Tabla 8.9**, **Tabla 8.10** y **Tabla 8.12** respectivamente.

Tabla 8.8 Inventario de luminarias T8 48" a sustituir por LED

Edificio	Ubicación	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluores	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]	Consumo promedio [colones/kWh]	Ahorro economico por año [$/año]
4085	Cuarto de máquinas	4	2	8	58	18	0.232	0.144	482.56	299.52	183.04	115.82	33.93
4600	Aula 7	4	2	8	58	18	0.232	0.144	482.56	299.52	183.04	115.82	33.93
4600	Pasillos	6	2	12	58	18	0.348	0.216	723.84	449.28	274.56	115.82	50.89
4600	Aula 6	4	2	8	58	18	0.232	0.144	482.56	299.52	183.04	115.82	33.93
4600	Aula 8	4	2	8	58	18	0.232	0.144	482.56	299.52	183.04	115.82	33.93
4600	Aula 9	4	2	8	58	18	0.232	0.144	482.56	299.52	183.04	115.82	33.93
4600	Aula 10	5	2	10	58	18	0.29	0.18	603.20	374.40	228.80	115.82	42.41
4600	Mantenimiento	4	1	4	32	18	0.128	0.072	66.56	37.44	29.12	115.82	5.40
4600	Bodega zonas verdes	6	1	6	32	18	0.192	0.108	399.36	224.64	174.72	115.82	32.38
4600	Sala de profesores	16	2	32	58	18	0.928	0.576	1930.24	1198.08	732.16	115.82	135.71
4624	Coordinación vida estudianti	2	2	4	58	18	0.116	0.072	241.28	149.76	91.52	89.34	13.09
4624	Vida estidiantil	6	2	12	58	18	0.348	0.216	452.40	280.80	171.60	89.34	24.54
4625	Administrativa	8	2	16	58	18	0.464	0.288	1266.72	786.24	480.48	108.57	83.49
4625	Comedor estudiantil	10	2	20	58	18	0.58	0.36	512.72	318.24	194.48	108.57	33.79
4663	Acción social	5	2	10	58	18	0.29	0.18	603.20	374.40	228.80	89.81	32.88
4663	Baño acción social	2	2	4	58	18	0.116	0.072	30.16	18.72	11.44	89.81	1.64
4663	Acción social	5	2	10	58	18	0.29	0.18	603.20	374.40	228.80	89.81	32.88
4663	Baño acción social	2	2	4	58	18	0.116	0.072	30.16	18.72	11.44	89.81	1.64
4663	P2 acción social	2	2	4	58	18	0.116	0.072	60.32	37.44	22.88	89.81	3.29
4001	Auditorio	15	4	60	106	18	1.59	1.08	1240.20	842.40	397.80	114.79	73.08
4001	Biblioteca	9	2	18	58	18	0.522	0.324	1085.76	673.92	411.84	114.79	75.66
4001	Laboratorio de biologia	4	2	8	58	18	0.232	0.144	482.56	299.52	183.04	114.79	33.63
4000	Exterior	4	2	8	58	18	0.232	0.144	844.48	524.16	320.32	114.79	58.84
			Total	**282**				**Total ahorro [kWh/año]**			**5,109**		**846**

Tabla 8.9 Inventario de luminarias compactos a sustituir por LED.

Piso	Edificio	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluores	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]	Consumo promedio (colones/k	Ahorro economico por año ($/año)
2	4600	Baños	Compacto	3	1	3	15	9	0,05	0,03	12	7	5	116	1
2	4600	Aula 8	Compacto	1	1	1	15	9	0,02	0,01	31	19	12	116	2
2	4600	Pasillos	Compacto	4	1	4	15	9	0,06	0,04	125	75	50	116	9
2	4600	Pasillos y aulas	Compacto	8	1	8	15	9	0,12	0,07	0	0	0	116	0
1	4600	Aula diseño	Compacto	2	1	2	15	9	0,03	0,02	62	37	25	116	5
1	4001	Lamparas exteriores	Compacto	6	1	6	15	9	0,09	0,05	393	236	157	115	29
					Total	**24**				**Total ahorro [kWh/año]**			**249**		**46**

Tabla 8.10 Inventario de luminarias T12 de 24" a sustituir por semejantes LED

Piso	Edificio	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluores	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]	Consumo promedio (colones/k	Ahorro economico por año ($/año)
2	4600	Aula 10	T12 24"	1	2	2	36	9	0,07	0,02	75	19	56	116	10
1	4600	Sala de profesores baños	T12 24"	2	2	4	36	9	0,14	0,04	150	37	112	116	21
2	4625	Administrativa	T12 24"	8	2	16	36	9	0,58	0,14	721	180	541	109	94
1	4663	Gradas acción social	T12 24"	5	2	10	36	9	0,36	0,09	94	23	70	90	10
					Total	**32**				**Total ahorro [kWh/año]**			**779**		**135**

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

Tabla 8.11 Inventario de luminarias T12 de 48" a sustituir por semejantes LED

Piso	Edificio	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluores	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]	Consumo promedio (colones/k	Ahorro economico por año ($/año)
2	4600	Aula 10	T12 48"	1	2	2	74	18	0,15	0,04	121	29	91	116	17
2	4001	Almacen	T12 48"	4	1	4	40	18	0,16	0,07	266	120	146	115	27
					Total	**6**					**Total ahorro [kWh/año]**		**238**		**44**

Tabla 8.12 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	15 638,2
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	9 263,0
Ahorro de energía por año [kWh/año]	6 375,2
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 1 071,0**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**255,0**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se espera un ahorro energético de **6,375.2 kWh/año** que equivalen a **US$ 1,071 al año** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **255 kg por año.**

Se estima que, se requiere una **inversión cercana a US $6,256.03.** En este proyecto, financieramente se obtiene una **TIR de -4.97%**, un **VPN a 5 años de US$ -2,029.94 y un PSR de 5.84 años.**

Si bien es cierto el periodo de recuperación es mayor al plazo de análisis financiero (5 años), se debe tener en cuenta que la vida útil de lámparas LED de buena calidad puede llegar hasta las 50,000 horas; por lo tanto, en escenarios donde la iluminación se utiliza 12 horas al día, 5 días a la semana, 52 semanas al año, el ciclo de vida útil de la misma sería de aproximadamente 16 años, muy por encima del PSR obtenido.

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

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

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 **sección 8.2.2**.

En el caso de la UCR Sede del Sur, se utilizan equipos de refrigeración para la conservación de alimentos, estos se observan relativamente nuevos, usan refrigerantes permitidos y algunos poseen el etiquetado descrito en la INTE E10 – 2 e INTE E11 – 2.

8.5. Resumen de Oportunidades de Ahorro

En la **Tabla 8.13** se muestra el resumen de las diferentes oportunidades de ahorro analizadas. Dentro de este resumen se contemplan todas las oportunidades de ahorro consideradas, para un periodo de análisis de 5 años; 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 sucursal. La totalidad de proyectos recomendados generan un **ahorro energético anual de 14,809.38 kWh** que corresponden a un **9.94% del consumo de energía actual.**

La implementación de estos proyectos genera un **ahorro económico anual de US$ 2,625.36** y requieren de una **inversión total de unos US$ 19 283.58.** Sumado a esto, la **reducción de emisiones de CO_2 se estima de 592.38 kg al año.**

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

Tabla 8.13 Resumen de oportunidades de ahorro energético y económico analizadas

Institución: ***UCR Sede del Sur***				Ubicación: ***Golfito***						
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	Modificar condiciones de uso de AC	Sí	$ -	2,000.50	$ 369.9	-	0.00	$ 1,459.39	80.02
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 13,027.6	6,433.64	$ 1,184.5	-20%	11.00	$ (8,050.15)	257.35
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 6,256.0	6,375.24	$ 1,071.0	-5%	5.84	$ (2,029.94)	255.01
			TOTAL	$ 19,283.6	14,809.38	$ 2,625.36		7.35		592.38
Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:					9.94%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**14809.38**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$2,625.36**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**9.94%**
Costo de la inversión [US$]	**$19,283.58**
PSR [años]	**7.35**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**592.38**

☎ 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 en su versión vigente, 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.

Para sustituir un equipo de refrigeración se debe considerar lo dispuesto en el comunicado ECA-MC-MA-P08, particularmente en el Cuadro 1: Requisitos para la compra de equipos y artículos eficientes, en su apartado de equipos de refrigeración.

Equipos de refrigeración electrodomésticos	Estos equipos deben cumplir las características establecidas en la **norma INTE E11-1** en su versión vigente. El proveedor debe aportar en su oferta una copia de la etiqueta energética del modelo que está ofertando, la cual debe contener la información establecida en la norma **INTE E11-1** en su versión vigente. Los refrigerantes aceptados en los equipos de refrigeración y aire acondicionado son los definidos en el reglamento No. 35676-S-H-MAG-MINAE y el Reglamento No. 37614-MINAE.	Los refrigeradores deben cumplir los consumos máximos de energía, al menos un valor menor de un **5% de los establecidos en la norma INTE E11-1 en su versión vigente.** El proveedor debe aportar una **Certificación de producto emitida por un organismo de certificación de producto acreditado o reconocido por el ECA en la norma ISO/IEC 17065 en su versión vigente, que indique los productos son conformes con Directriz No 11 del MINAE.**

Figura 9.1 ECA-MC-MA-P08 requisitos en los equipos de refrigeración (Extracto)

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

9.2. Estado de conexión de tomacorrientes

En el trabajo de campo también se realizó un muestreo de pruebas de funcionamiento en los tomacorrientes, para lo cual se utilizó un probador de tomacorrientes como el que se muestra en la **Figura 9.2**.

Figura 9.2 Probador de tomacorrientes

Uno de los problemas encontrados fue el faltante de puesta a tierra en algunos de los receptáculos de los recintos como se observa **Figura 9.3.**

Figura 9.3 Problemas encontrados en tomacorrientes

Se deben identificar y corregir los tomacorrientes que presenten este problema, así como realizar estudios de puesta a tierra, ya que el faltante de esta terminal supone una

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

situación de riesgo eléctrico tanto en los equipos como en la instalación general de los edificios aún más debido a la antigüedad de algunas instalaciones.

9.3. Mejorar las condiciones de los tableros y medidores

En la visita se realizó la apertura de los diferentes tableros eléctricos y revisión de los sistemas eléctricos en general, se observa que la mayoría de estos sistemas se encuentran en malas condiciones y provocan una situación de riesgo eléctrico que puede afectar a los usuarios o al personal.

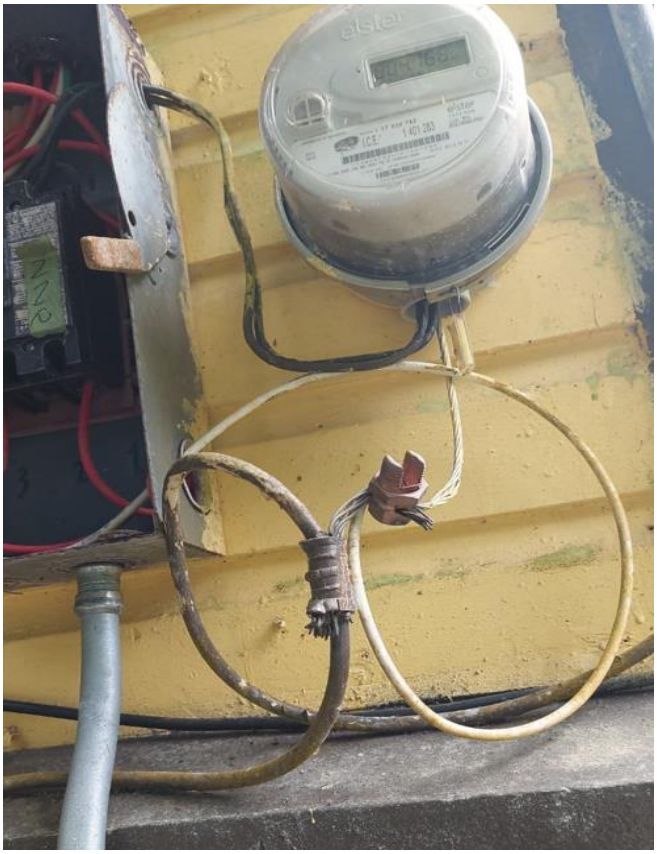


Figura 9.4 Tableros y medidores en malas condiciones encontrados en UCR Sede del Sur

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

Figura 9.5 Acometidas eléctricas de Casa Club (edificio 4600)

9.4. 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.

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

9.4.1. Iluminación

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

Figura 9.6 Porcentaje de reflexión de la luz en paredes según su color (DIGECA).

También, se recomienda utilizar colores claros en la tonalidad de las paredes y cielo raso debido a que estos colores reflejan adecuadamente la luz, como se observa en la **Figura 9.6**, 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.

9.4.2. 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 energético,

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

principalmente por el monitor. Según la Guía un salvapantallas “negro” reduce en 7.5 W el consumo energético en comparación con el estado normal de uso de este dispositivo.

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.

9.4.3. 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 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 evitar utilizar niveles bajos de enfriamiento.

9.4.4. 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, esto en la medida que sea posible.

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 en las ventanas de vidrio como, por ejemplo, el cual puede reducir en un 78% el calor solar y bloquea en un 97% los rayos ultravioletas que ingresan a los recintos, (esto según la ficha técnica de la serie Prestige de 3M).

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

10. Conclusiones

- Al realizar el análisis de facturación se evidencia la tendencia correspondiente al periodo de noviembre 2021 hasta octubre 2022, se muestra que el consumo del medidor con mayor consumo en donde el consumo de energía representa el 95.3% de la facturación, mientras que la potencia demandada no fue posible identificarla, los impuestos un 1.5%, el alumbrado 2.57% y otros un 0.7%.
- Las mediciones continúas realizadas en el Tablero Principal del edificio de Merchandise UCR Sede del Sur muestran que los valores de tensión están dentro de los límites establecidos, además, se observa un comportamiento típico y periódico en los siete días de medición a nivel de potencia 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 en computadora se requiere un mínimo de 500 lux, aunque en algunos puntos cercanos a ventanas las mediciones superan el valor gracias a la iluminación natural o por la cercanía del espacio de trabajo a las luminarias.
- Las mediciones termográficas muestran un comportamiento normal en los tableros de los recintos, el valor de temperatura más alto que se obtuvo fue de 29.6 °C en el disyuntor principal del edificio 4001, el cual está por debajo del límite de temperatura de 60° C, y permanece fuera de riesgo por temperatura.
- Por medio de la facturación facilitada se determina que el 30% del consumo energético se da en el edificio 4000, el 33% en el edificio 4001, el 6% en lavandería, el 13% en residencias, el 8% en Casa Club, el 4% en dirección, el 3% en sala de profesores y el 1% en Ebais.
- El levantamiento de equipos consumidores de energía eléctrica en los edificios 4000, 4001, 4600, 4624, 4625 y 4663 muestra que el 36% del consumo se debe a equipos de aire acondicionado, la iluminación un 16% del total y un 3% en refrigeración, el 25% corresponde a equipos de oficina y un 20% de otros Edificios en la UCR Sede del Sur.

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

- En este caso, los Usos Significativos de la Energía, son el aire acondicionado y las luminarias, ya que son los participantes en el balance que tienen mayor potencial de ahorro y mejora a considerar.
- La mayoría de aires acondicionados son sistemas Split, donde el 44.4% se encuentra por debajo del EER o SEER (según su tecnología) establecido en la INTE E14 – 1. En Iluminación, poco más del 62.0% se compone de tecnología fluorescente y este sistema 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 1.72 kWh/m^2 y 5.39 W ACC /m^2 como ejemplo para ambos. Además, se estima los límites de Desviación 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 cuanto a oportunidades de ahorro, no es posible la realización de un análisis para verificar la viabilidad de un cambio de tarifa en los medidores debido a la escasez de información por parte de la institución, por otra parte, la unificación de medidores podría ser una opción viable siempre y cuando se tenga la información necesaria para hacer el análisis.
- 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 2,000.5 kWh al año que representa aproximadamente $370 por año.
- En Proyectos de Eficiencia Energética, se propone el cambio de equipos de aire acondicionado según lo estipulado en la directriz 11 del MINAE, con la cual se establecen los criterios de eficiencia, refrigerantes permitidos, y vida útil. Se propone cambiar 4 equipos de aire acondicionado que no cumplen con los requisitos de funcionamiento, la inversión para la sustitución de estos es alrededor de $ 13,027.55, y se estima un ahorro de 6,434 kWh al año que equivale a $ 1,184 aproximadamente.

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

- También, se propone cambiar las luminarias fluorescentes por su equivalente en tecnología LED, con este cambio se estima un ahorro de 6,375.2 kWh/año que representa un ahorro económico de $ 1 071 anuales, con una inversión de $ 6,256.03 aproximadamente.
- No se encontraron equipos de refrigeración a sustituir, por lo que, en este apartado, no es necesario realizar cambio alguno.

☎ 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 medición CIRE S.A

11.5. Archivos digitales Mediciones Eléctricas

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

Anexo 1: Capturas Termográficas

(Archivo adjunto llamado A-11.1 Termografías_UCR_Sede_Sur)

☎ 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 consumo estimado.

Ubicación			Características		Cantidad			Potencia y Flujo Luminoso		
Piso	Código (opcional)	Lugar	Tecnología	Modelo	Luminarias	Lámparas	Total Lámpara	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
1	4085	Cuarto de máquinas	Fluorescente	T8 48"	4.00	2.00	8.00	32.00	58.00	0.232
2	4600	Aula 7	Fluorescente	T8 48"	4.00	2.00	8.00	32.00	58.00	0.232
2	4600	Pasillos	Fluorescente	T8 48"	6.00	2.00	12.00	32.00	58.00	0.348
2	4600	Aula 6	Fluorescente	T8 48"	4.00	2.00	8.00	32.00	58.00	0.232
2	4600	Baños	Fluorescente	Compacto	3.00	1.00	3.00	15.00	15.00	0.045
2	4600	Aula 8	Fluorescente	T8 48"	4.00	2.00	8.00	32.00	58.00	0.232
2	4600	Aula 8	Fluorescente	Compacto	1.00	1.00	1.00	15.00	15.00	0.015
2	4600	Pasillos	Fluorescente	Compacto	4.00	1.00	2.00	30.00	30.00	0.12
2	4600	Aula 9	Fluorescente	T8 48"	4.00	2.00	8.00	32.00	58.00	0.232
2	4600	Pasillos y aulas	Fluorescente	Compacto	8.00	1.00	0.00	15.00	15.00	0.12
2	4600	Aula dibujo 11	Led	Compacto	6.00	1.00	6.00	9.00	9.00	0.054
2	4600	Aula 10	Fluorescente	T8 48"	5.00	2.00	10.00	32.00	58.00	0.29
2	4600	Aula 10	Fluorescente	T12 48"	1.00	2.00	2.00	32.00	58.00	0.058
2	4600	Aula 10	Fluorescente	T12 24"	1.00	2.00	2.00	12.00	36.00	0.036
1	4600	Mantenimiento	Fluorescente	T8 48"	4.00	1.00	4.00	32.00	32.00	0.128
1	4600	Bodega zonas verdes	Fluorescente	T8 48"	6.00	1.00	6.00	32.00	32.00	0.192
1	4600	Sala de profesores	Fluorescente	T8 48"	16.00	2.00	32.00	32.00	58.00	0.928
1	4600	Sala de profesores baños	Fluorescente	T12 24"	2.00	2.00	4.00	12.00	36.00	0.072
1	4600	Aula diseño	Led	T8 48"	18.00	2.00	36.00	12.00	24.00	0.432
1	4600	Aula diseño	Fluorescente	Compacto	2.00	1.00	2.00	15.00	15.00	0.03
2	4624	Coordinación vida estudiantil	Fluorescente	T8 48"	2.00	2.00	4.00	32.00	58.00	0.116
2	4624	Vida estidiantil	Fluorescente	T8 48"	6.00	2.00	10.00	32.00	58.00	0.348
2	4625	Administrativa	Fluorescente	T8 48"	8.00	2.00	12.00	32.00	58.00	0.464
2	4625	Administrativa	Fluorescente	T12 24"	8.00	2.00	11.00	12.00	36.00	0.288
2	4625	Comedor estudiantil	Fluorescente	T8 48"	10.00	2.00	17.00	32.00	58.00	0.58
1	4663	Acción social	Fluorescente	T8 48"	5.00	2.00	10.00	32.00	58.00	0.29
2	4663	Baño acción social	Fluorescente	T8 48"	2.00	2.00	4.00	32.00	58.00	0.116
1	4663	Gradas acción social	Fluorescente	T12 24"	5.00	2.00	10.00	12.00	36.00	0.18
1	4663	Acción social	Fluorescente	T8 48"	5.00	2.00	10.00	32.00	58.00	0.29
2	4663	Baño acción social	Fluorescente	T8 48"	2.00	2.00	4.00	32.00	58.00	0.116
2	4663	P2 acción social	Fluorescente	T8 48"	2.00	2.00	4.00	32.00	58.00	0.116
1	4001	Auditorio	Fluorescente	T8 48"	15.00	4.00	60.00	32.00	106.00	1.59
1	4001	Salon multiusos	Led	T8 48"	21.00	2.00	32.00	12.00	24.00	0.504
1	4001	Multiusos baños	Led	T8 48"	6.00	2.00	10.00	12.00	24.00	0.144
1	4001	Biblioteca	Fluorescente	T8 48"	9.00	2.00	18.00	32.00	58.00	0.522
1	4001	Laboratorio de biología	Fluorescente	T8 48"	4.00	2.00	8.00	32.00	58.00	0.232
1	4001	Laboratorio de biología	LED	T8 48"	5.00	2.00	9.00	12.00	24.00	0.12
1	4001	Almacen	Fluorescente	T12 48"	4.00	1.00	4.00	32.00	32.00	0.128
1	4001	Lamparas exteriores	Fluorescente	Compacto	6.00	1.00	6.00	15.00	15.00	0.09
1	4001	Lamparas exteriores	LED	T8 48"	2.00	2.00	4.00	12.00	24.00	0.048
1	4001	Lamparas exteriores	LED	T8 24"	6.00	2.00	12.00	12.00	36.00	0.216
1	4001	Lamparas exteriores	LED	Especial	1.00	1.00	1.00	40.00	40.00	0.04
1	4001	Lamparas exteriores	LED	Duplex	2.00	2.00	4.00	9.00	18.00	0.036
2	4000	Administrativo	LED	44x22	56.00	1.00	54.00	20.00	20.00	1.12
2	4000	Administrativo	LED	Compacto	35.00	1.00	35.00	9.00	9.00	0.315
2	4000	Boveda	LED	T8 48"	2.00	1.00	2.00	9.00	9.00	0.018
1	4000	Parte en desuso piso 1	LED	44x22	18.00	1.00	18.00	20.00	20.00	0.36
1	4000	Parte en desuso piso 1	LED	Compacto	10.00	1.00	8.00	9.00	9.00	0.09
1	4000	Liderazgo	LED	44x22	2.00	1.00	2.00	20.00	20.00	0.04
1	4000	Baños hombres	LED	Compacto	4.00	1.00	4.00	9.00	9.00	0.036
1	4000	Baños mujeres	LED	Compacto	4.00	1.00	4.00	9.00	9.00	0.036
1	4000	Oficina	LED	44x22	2.00	1.00	2.00	20.00	20.00	0.04
1	4000	Aula 5	LED	44x22	8.00	1.00	8.00	20.00	20.00	0.16
1	4000	Exterior	Fluorescente	T8 48"	4.00	2.00	8.00	32.00	58.00	0.232
1	4000	Oficina de llaves	LED	44x22	8.00	5.00	40.00	20.00	20.00	0.16
1	4685	Seguridad	LED	44x22	6.00	1.00	6.00	20.00	20.00	0.12
1	4000	Aula 4	LED	44x22	9.00	1.00	9.00	20.00	20.00	0.18
1	4000	Exteriores	Fluorescente	Mercurio	7.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.7
1	4000	Exteriores	LED	Compacto	5.00	1.00	5.00	9.00	9.00	0.045
1	4000	Exteriores en cielo	LED		17.00	1.00	17.00	9.00	9.00	0.153
1	4000	Aula 1	LED	44x22	9.00	1.00	9.00	20.00	20.00	0.18
1	4000	Exteriores parqueo	LED	T8 48"	3.00	1.00	3.00	32.00	32.00	0.096
1	4000	Aula 2	LED	44x22	9.00	1.00	9.00	20.00	20.00	0.18
										14.863

☎ 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	
Código (opcional)	Lugar	Tipo AC	Tipo de evaporador	Tecnología	Marca	Modelo	Capacidad [BTU/hr]	SEER	EER	Temp. de Uso (°C)	Refrigerante	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]
4085	Cuarto de maquinas	Split	Pared alta	Inverter	Frigidaire	FAIC24A2MSITW	24,000.0	17.0	11.5	22.0	R410A	1	2,080.0	2.1
4001	Auditorio	Manejadora	Cassette	Inverter	Goodman	GSX16-0361F	36,000.0	16.0	10.6	22.0	R410A	1	3,243.0	3.2
4001	Libreria	Split	Pared alta	Inverter	Goodman	-	18,000.0	16.0	6.1	24.0	R410A	1	2,932.0	2.9
4001	Biblioteca	Split	Piso cielo	On / off	York	YNVFYC048BAADB-1	60,000.0	13.0	9.9	23.0	R410A	1	6,070.0	6.1
4000	Aula 4 laboratorio	Split	Piso cielo	Inverter	Innovair	VEV62C2R18	62,000.0	18.0	9.9	23.0	R410A	2	6,256.0	12.5
4085	Seguridad	Split	Piso cielo	Inverter	Daikin	-	18,000.0	13.0	6.1	23.0	R410A	1	2,932.0	2.9
4001	Laboratorio de biologia	Split	Piso cielo	On / off	Carrier	-	48,000.0		10.5	24.0	R410A	2	4,577.0	9.2
												9		38.923

Tabla 11.3 Inventario de equipos de refrigeración y consumo estimado

Ubicación		Características			Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
-	Bodega mantenimiento	Refrigerador	Atlas	RAF40LVBBS0	1	190	0.19
-	Sala de profesores	Refrigerador	Frigidaire	FRT143DBLW	1	140	0.14
-	Sala de profesores	Refrigerador	MABE	-	1	235	0.235
-	Sala de profesores	Refrigerador	MABE	-	1	235	0.235
-	Vida estudiantil	Refrigerador	Frigidaire	FRT143DBLW	1	140	0.14
-	Área administrativa	Refrigerador	Atlas	RTE1436XCA	1	109	0.109
-	Acción social	Refrigerador	Atlas	RAF40LVBBS0	1	190	0.19
-	Acción social	Refrigerador	Atlas	RAF40LVBBS0	1	190	0.19
-	Seguridad	Refrigerador	Frigidaire	FRT143DBLW	1	140	0.14
							1.569

☎ 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 otros

Ubicación			Características			Cantidad	Potencia	
Piso	Código (opcional)	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
2	4600	Aula 7	Ofimáticos	Abanicos		4	60	0.24
2	4600	Aula 6	Ofimáticos	Abanicos		4	60	0.24
2	4600	Aula 8	Ofimáticos	Abanicos		4	60	0.24
2	4600	Aula 9	Ofimáticos	Abanicos		4	60	0.24
2	4600	Aula 10	Ofimáticos	Abanicos		6	60	0.36
1	4600	Bodega mantenimiento	Ofimáticos	Pc		1	150	0.15
1	4600	Bodega zonas verdes	Ofimáticos	Pc		1	150	0.15
	4600	Bodega zonas verdes	Otros	Lavadora	Mabe	2	650	1.3
1	4600	Bodega zonas verdes	Ofimáticos	Abanico		1	60	0.06
1	4600	Sala de profesores	Ofimáticos	Pc		10	150	1.5
1	4600	Sala de profesores	Otros	Microndas		1	1300	1.3
1	4600	Sala de profesores	Otros	Tostadora		1	550	0.55
1	4600	Sala de profesores	Otros	Coffe maker		1	700	0.7
1	4600	Sala de profesores	Ofimáticos	Abanico		8	60	0.48
1	4600	Sala de profesores	Ofimáticos	Impresora	Ricoh im550 (mag)	1	760	0.76
1	4600	Sala de profesoree	Ofimáticos	Impresora	Láser jet	1	300	0.3
2	4624	Coordinación vida estudiantil	Ofimáticos	Pc		2	150	0.3
2	4624	Coordinación vida estudiantil	Ofimáticos	Impresora	Epson	1	300	0.3
2	4624	Vida estudiantil	Ofimáticos	Pc		5	150	0.75
2	4624	Vida estudiantil	Ofimáticos	Ventilador		4	230	0.92
2	4624	Vida estudiantil	Otros	Microondas		1	1300	1.3
2	4624	Vida estudiantil	Otros	Coffe maker		1	700	0.7
2	4624	Vida estudiantil	Ofimáticos	Impresora		1	300	0.3
2	4625	Administrativa	Ofimáticos	Pc		7	150	1.05
2	4625	Administrativa	Ofimáticos	Impresora	Ricoh im550 (mag)	1	750	0.75
2	4625	Administrativa	Ofimáticos	Ventilador		4	200	0.8
2	4625	Administra iva	Otros	Coffee maker		1	700	0.7
2	4625	Administrativa	Ofimáticos	Abanicos		2	60	0.12
1	4663	Acción social	Ofimáticos	Pc		2	150	0.3
1	4663	Acción social	Otros	Coffee maker		1	700	0.7
1	4663	Acción social	Otros	Microondas		1	1300	1.3
1	4663	Acción social	Otros	Microondas		1	1300	1.3
1	4663	Acción social	Ofimáticos	Impresora	Epson	1	300	0.3
1	4663	Acción social	Ofimáticos	Pc		1	150	0.15
1	4663	Acción social	Ofimáticos	Abanico		1	60	0.06
1	4001	Libreria	Ofimáticos	Pc		2	150	0.3
1	4001	Multiusos	Ofimáticos	Ventilador		4	200	0.8
1	4001	Biblioteca	Ofimáticos	Pc		4	150	0.6
1	4001	Biblioteca	Ofimáticos	Impresora	Ricoh im550 (mag)	1	750	0.75
1	4000	Oficina de llaves	Ofimáticos	Pc		1	150	0.15
1	4000	Oficina de llaves	Ofimáticos	Abanico		1	60	0.06
1	4685	Seguridad	Ofimáticos	Pc		4	200	0.8
1	4000	Aula 4 laboratorio	Ofimáticos	Pc		31	150	4.65
1	4001	Laboratorio de biologia	Ofimáticos	Abanico		4	60	0.24
								29.02

☎ 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: **UCR Sede del Sur** — **Aire Acondicionado**

OCE # 1 Modificar condiciones de uso de AC

Cambiar la temperatura de uso de los aires acondicionados a 24°C

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	kWh/año		2,000.50
	$/año		369.86
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 $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86
Costo capital BP	8.16%
Valor Presente Neto	**$ 1,459.39**
Tasa Interna de Retorno (%)	

Ahorro total MBTU/año:	0
Ahorro total kWh/año:	2,000.50
Ahorro total US$/año	**$ 369.86**
Costo total US$	**$ -**
Periodo simple de de recuperación (años)	**0.0**

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: **UCR Sede del Sur** — **Aire Acondicionado**

PEE # 1 Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Ahorros anuales proyectados

Electricidad	kWh/año		6,433.64
	$/año		1,184.46
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 (%):	8.16%
Valor Presente Neto	$ -8,050.15
Tasa Interna de Retorno (%)	-19.93%

Ahorro total MBTU/año:	0
Ahorro total kWh/año:	6,433.64
Ahorro total US$/año	$ 1,184.46
Costo total US$	$ 13,027.55
Periodo simple de de recuperación (años)	11.00

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	329	Imprevistos ($)	10%	1,086
Compra Materiales y Equipos ($):	10,027	Ingeniería ($):	5%	543
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	543
Otros ($)	500			
SUBTOTAL ($):	10,856	**COSTO TOTAL ($):**		13,027.55

☎ 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 18000 Btu/h	1,0	1 020,0		1 020,0
AC 60000 Btu/h	1,0	3 225,0		3 225,0
AC 48000 Btu/h	2,0	2 891,0		5 782,0
			Subtotal sin Impuestos	10 027,0
Impuesto de ventas incluido en precios				
Total Materiales y Equipos				**10 027,0**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	1,0	4,0	41,2	164,6
Eléctrico	1,0	4,0	41,2	164,6
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.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**	**1 184,5**	**1 220,0**	**1 256,6**	**1 294,3**	**1 333,1**	**6 288,5**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,03		1 184,5	1 220,0	1 256,6	1 294,3	1 333,1	**6 288,5**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**13 027,6**	**2 005,4**	**2 005,4**	**2 005,4**	**2 005,4**	**2 005,4**	**23 054,6**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	329,3						**329,3**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	10 027,0						**10 027,0**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	500,0						**500,0**
SUBTOTAL ($):		**10 856,3**						**10 856,3**
Imprevistos ($)		1 085,6						**1 085,6**
Ingeniería ($):		542,8						**542,8**
Inspección ($):		542,8						**542,8**
Depreciaciones ($)			2 005,4	2 005,4	2 005,4	2 005,4	2 005,4	**10 027,0**
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		**-13 027,6**	**-820,9**	**-785,4**	**-748,8**	**-711,1**	**-672,3**	**-16 766,1**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-13 027,6**	**-820,9**	**-785,4**	**-748,8**	**-711,1**	**-672,3**	**-16 766,1**
Depreciación			2 005,4	2 005,4	2 005,4	2 005,4	2 005,4	**10 027,0**
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		**-13 027,6**	**1 184,5**	**1 220,0**	**1 256,6**	**1 294,3**	**1 333,1**	**-6 739,1**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$13 027,6**	**-$11 932,5**	**-$10 889,6**	**-$9 896,5**	**-$8 950,8**	**-$8 050,2**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-90,91%**	**-64,52%**	**-43,76%**	**-29,62%**	**-19,93%**
		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: **UCR Sede del Sur** — **Iluminación**

PEE # 2 Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad			
	kWh/año		6,375.24
	$/año		1,071.04
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 $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86
Costo capital (%):	8.16%
Valor Presente Neto	**$ -2,029.94**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-4.97%**

Ahorro total MBTU/año:	0
Ahorro total kWh/año:	6,375
Ahorro total US$/año	**$ 1,071.04**
Costo total US$	**$ 6,256.03**
Periodo simple de de recuperación (años)	**5.84**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**1,482**	Imprevistos ($)	10%	**521**
Compra Materiales y Equipos ($):	**3,732**	Ingeniería ($):	5%	**261**
Alquileres ($):	**0**	Inspección ($):	5%	**261**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**5,213**	**COSTO TOTAL ($):**		**6,256.03**

☎ 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 ($)		Costo total ($)
Tubo LED T8, 48"	288,0	10,2		2 948,4
Conector adaptador LED	320,0	0,5		155,9
LED Compacto 9 W	24,0	1,9		46,8
Tubo LED T8, 24"	32,0	4,7		151,1
			Subtotal sin Impuestos	3 302,2
Impuesto de ventas		13%		*429,3*
Total Materiales y Equipos				**3 731,5**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	0,0	0,0	41,2	0,0
Eléctrico	4,0	9,0	41,2	1 481,8
Obra gris				
Peon	0,0		31,5	0,0
Albañil	0,0		36,9	0,0
Maestro de obras	0,0		42,4	0,0
Total mano obra				**1 481,8**
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**	**1 071,0**	**1 071,0**	**1 071,0**	**1 071,0**	**1 071,0**	**5 355,2**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,00		1 071,0	1 071,0	1 071,0	1 071,0	1 071,0	**5 355,2**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**6 256,0**	**746,3**	**746,3**	**746,3**	**746,3**	**746,3**	**9 987,6**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	1 481,8						**1 481,8**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	3 731,5						**3 731,5**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	0,0						**0,0**
SUBTOTAL ($):		**5 213,4**						**5 213,4**
Imprevistos ($)		521,3						**521,3**
Ingeniería ($):		260,7						**260,7**
Inspección ($):		260,7						**260,7**
Depreciaciones ($)			746,3	746,3	746,3	746,3	746,3	**3 731,5**
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		**-6 256,0**	**324,7**	**324,7**	**324,7**	**324,7**	**324,7**	**-4 632,4**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-6 256,0**	**324,7**	**324,7**	**324,7**	**324,7**	**324,7**	**-4 632,4**
Depreciación			746,3	746,3	746,3	746,3	746,3	**3 731,5**
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		**-6 256,0**	**1 071,0**	**1 071,0**	**1 071,0**	**1 071,0**	**1 071,0**	**-900,8**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$6 256,0**	**-$5 268,4**	**-$4 357,8**	**-$3 518,1**	**-$2 743,9**	**-$2 029,9**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-82,88%**	**-49,19%**	**-27,14%**	**-13,60%**	**-4,97%**
		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 de los 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

Tabla 11.5 Resumen equipos de medición utilizados

Tipo Medidor	Marca	Modelo	Cantidad
Variables eléctricas	Circutor	CIR-e^3	6
	Circutor	MYeBOX-1500	1
	Circutor	CVM-C10-FLEX-IN-485-12	1
Cámaras termográficas	FLIR	E4	1
	FLIR	TG297	1
Luxómetros	EXTECH	407026	1
	CEM	DT-92	1

☎ 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_UCR_Sede_Sur)

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