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:

Ministerio de Agricultura y Ganadería – Sede Central

Versión Informe: **V2**

Enero 2023

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Modificaciones Relevantes
V1 (Primera Entrega)	07/02/2023	-
V2 (Segunda Entrega)	08/03/2023	o **Sección 8.3 y 8.6 Oportunidades de Conservación de Energía:** corrección en propuesta de sustitución de aires acondicionados y resumen de OCE's.

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

Justificación del estudio

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

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

El presente documento es el informe de Auditoría de la <u>Sede Central del Ministerio de Agricultura y Ganadería</u> 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 <u>Auditorías Energéticas Nivel 2 para Grandes Infraestructuras en Sistemas Eléctricos.</u>

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 Iluminación, aires acondicionados y refrigeradores en Costa Rica".

Tipo de Auditoría: Nivel 2

Institución: Ministerio de Agricultura y Ganadería

Ubicación: Sede Central, San José

1. Análisis Facturación

Periodo de enero 2021 a agosto 2022, el consumo de energía representa un 100% de la facturación debido a que no se poseen datos en otros rubros, como por ejemplo la demanda.

2. Mediciones Trabajo de Campo:

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

3. Balance de Energía por Servicios Energéticos

Las instalaciones consumen en promedio 17,250.16 kWh mensuales en una única acometida. El consumo por aire acondicionado corresponde al 17.8% del total, la iluminación 31.0% y refrigeración un 12.2 %, donde el resto del consumo se divide entre los equipos de oficina, equipos varios y otros tableros.

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
3.04	72.21	20.18	10.33	1.74

☎ 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: MAG Sede Central				Ubicación: San José						
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	$ -	943,89	$ 182,8		0,00	$ 721,13	37,76
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 37 100,3	6 098,58	$ 1 180,8	-40%	31,42	$ (32 138,19)	243,94
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 35 202,8	23 631,50	$ 4 575,6	-13%	7,69	$ (17 148,34)	945,26
PEE # 3	Iluminación	Segmentación de circuitos de Iluminación	Sí	$ 300,0	1 289,81	$ 249,7	79%	1,20	$ 685,41	51,59
PEE # 4	Refrigeración	Sustitución de equipos de refrigeración	Sí	$ 2 116,6	-	-	N/A	N/A	N/A	-
			TOTAL	$ 74 719,8	31 963,78	$ 6 188,94		12,07		1278,55
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		14,75%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**31 963,78**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$6 188,94**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**14,75%**
Costo de la inversión [US$]	**$74 719,79**
PSR [años]	**12,07**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**1278,55**

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

Contenido

CONTENIDO **6**

1. INTRODUCCIÓN **9**

1.1. JUSTIFICACIÓN 9

1.2. ALCANCES 9

1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN 10

2. METODOLOGÍA **10**

2.1. RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ABORDAJE 10

2.2. TRABAJO DE CAMPO 11

2.3. TRABAJO DE OFICINA 11

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN **12**

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL. 12

4. SISTEMA ELÉCTRICO **14**

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA 14

4.2. FACTURACIÓN ENERGÉTICA 17

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica 19

5. MEDICIONES DE TRABAJO DE CAMPO **20**

5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS 20

5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN 24

5.3. TERMOGRAFÍAS DE PROTECCIONES PRINCIPALES 28

6. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA **6-31**

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

6.1. METODOLOGÍA DEL BALANCE ENERGÍA 6-31

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 6-36

6.2.1. Equipos de Oficina y otros 6-36

6.3. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS ENERGÉTICOS 6-37

6.4. USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA 6-40

7. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 7-41

7.1. ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEN) 7-41

7.2. LÍNEA BASE ENERGÉTICA (LBEN) 7-43

8. OPORTUNIDADES DE AHORRO Y PROYECTOS DE INVERSIÓN 8-45

8.1. GESTIÓN DE LA COMPRA DE ENERGÍA (GCE) 8-47

8.2. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN AIRE ACONDICIONADO 8-47

8.2.1. Proyectos de Conservación de la Energía 8-47

8.3. PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE AIRES ACONDICIONADOS 8-49

8.3.1. Sustitución por obsolescencia de aires acondicionados 8-49

8.4. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 8-54

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación 8-54

8.5. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 8-63

8.5.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración 8-63

8.6. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO 8-66

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

9. RECOMENDACIONES GENERALES 68

9.1. RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 68

9.2. ESTADO DE CONEXIÓN DE TOMACORRIENTES 69

9.3. MEJORAR CONDICIONES DE LOS EQUIPOS Y AISLAMIENTO 70

9.4. MEJORAR LAS CONDICIONES DE LOS TABLEROS 71

9.5. RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 72

9.5.1. Iluminación 73

9.5.2. Ofimáticos 73

9.5.3. Refrigeración 74

9.5.4. Aire acondicionado 74

10. CONCLUSIONES 75

11. ANEXOS 78

11.1. CAPTURAS TERMOGRÁFICAS 78

11.2. INVENTARIO DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA 78

11.3. ANÁLISIS FINANCIERO OPORTUNIDADES DE AHORRO 78

11.4. FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS MEDICIÓN CIRE S.A 78

11.5. ARCHIVOS DIGITALES MEDICIONES ELÉCTRICAS 78

☎ 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

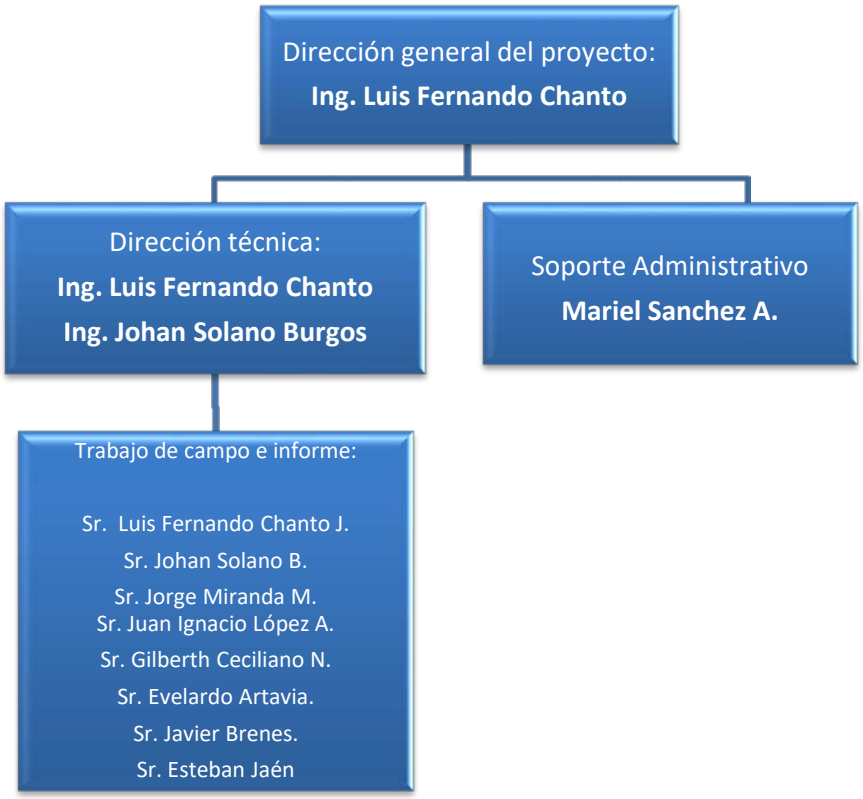
Esta auditoría energética tiene como alcances el análisis de las fuentes de energía que entran a la instalación, el desarrollo de balances de energía que permitan identificar focos de consumo, identificación y análisis de oportunidades de ahorro, establecimiento de métricas que permitan evaluar el desempeño 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 las diferentes instituciones con el propósito de facilitar la ejecución del proyecto por parte de CIRE S.A., y servir como insumo para el análisis de la información que sería recolectada durante el trabajo de campo y concluir en los resultados finales que son incluidos en el presente informe.

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

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

2.2. Trabajo de campo

Este proceso consiste en la visita física de los ingenieros de CIRE a las instalaciones del recinto a evaluar, la cual fue llevada a cabo los días 05, 06, 07, 08 y 13 de setiembre de 2022; para esto se contó con el acompañamiento de colaboradores o encargados del mantenimiento general de las instalaciones. Durante este trabajo se realizaron las siguientes tareas:

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

2.3. Trabajo de Oficina

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

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

3. Descripción de la Institución

3.1. Descripción General.

Figura 3.1 Fachada del edificio del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Las instalaciones de la sucursal se encuentran ubicadas en Sabana Sur, en la provincia de San José. En la **Figura 3.1** se muestra una vista frontal de las instalaciones y en la **Figura 3.2** una vista satelital de la ubicación de la sucursal, con respecto a diferentes puntos de referencia de relevancia en la zona. La zona se encuentra a una altitud promedio de 1333 msnm y la temperatura promedio es de 24 a 28 °C.

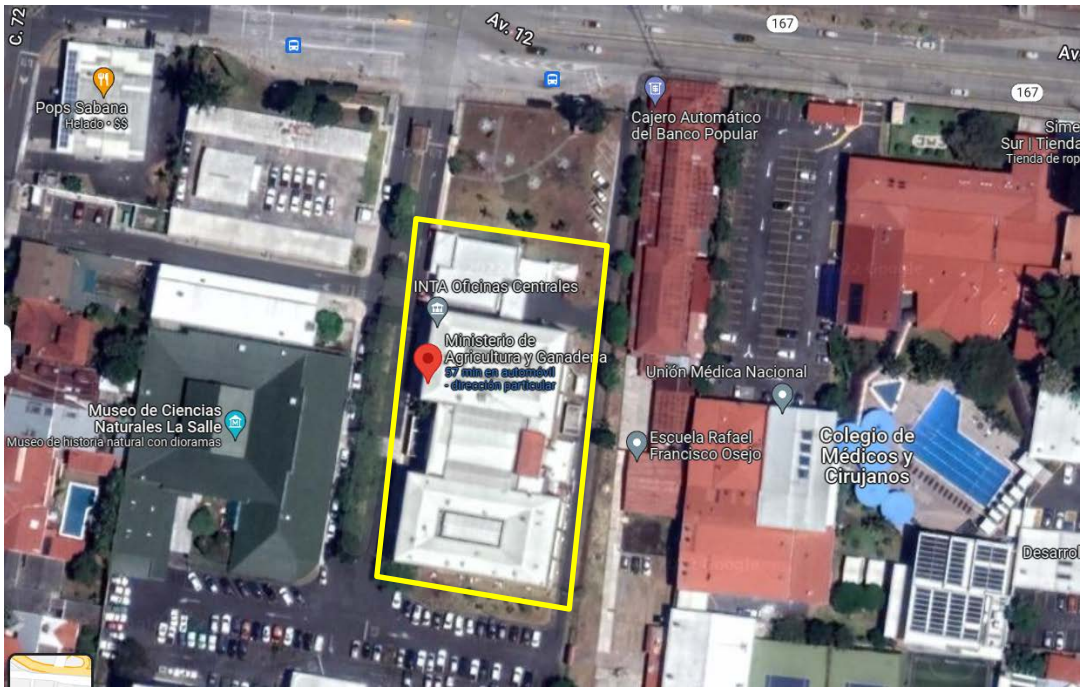


Figura 3.2 Vista satelital del edificio

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

El edificio de la sede central cuenta con tres niveles. En el primer piso se encuentra la recepción, zona de recursos humanos, proveeduría, servicios de apoyo, servicios generales, investigación, contabilidad, entre otros. En el segundo piso se encuentra: el consultorio, oficina de cómputo, asesoría jurídica, salud ocupacional por mencionar algunos. Y en el tercer piso se encuentran las oficinas de Incopesca, Sepsa, sala de comunicaciones, el despacho del viceministro y el ministro.

Adicionalmente, en los tres pisos se ubican dos baterías de servicios sanitarios respectivamente, una para mujeres y otro para hombres. Además, de la presencia de un ascensor, bombas para el trasiego de agua, y una bodega adjunta.

La sucursal dispone con alrededor de 250 empleados, incluyendo aquellos que trabajan directamente con el usuario y los que desempeñan cargos administrativos y de servicios varios. El detalle de los turnos de trabajo se muestra en la **Tabla 3.1.**

Tabla 3.1. Cantidad de colaboradores y turnos de trabajo.

Horario atención al público	
Lunes a Viernes	7:00 – 15:00
Sábados	Cerrado
Horario de colaboradores	
Lunes a Viernes	7:00 – 15:00
Sábados	Cerrado
Cantidad de Colaboradores	
250	

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

4. Sistema Eléctrico

4.1. Descripción de la Acometida

El suministro de energía eléctrica a la sucursal lo realiza la Compañía Nacional de Fuerza y Luz a través de un banco de transformadores trifásico con capacidad de 300 kVA. Por lo que, la energía eléctrica es servida en tensión de 120/208 V.

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

Figura 4.1. Medidor edificio Sede Central Ministerio de Agricultura y Ganadería, sede Central.

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

Tabla 4.1 Detalles relevantes del sistema principal de acometidas

Acometida	NISE	Medidor No	N°Localización
Principal	471511	925 957	-

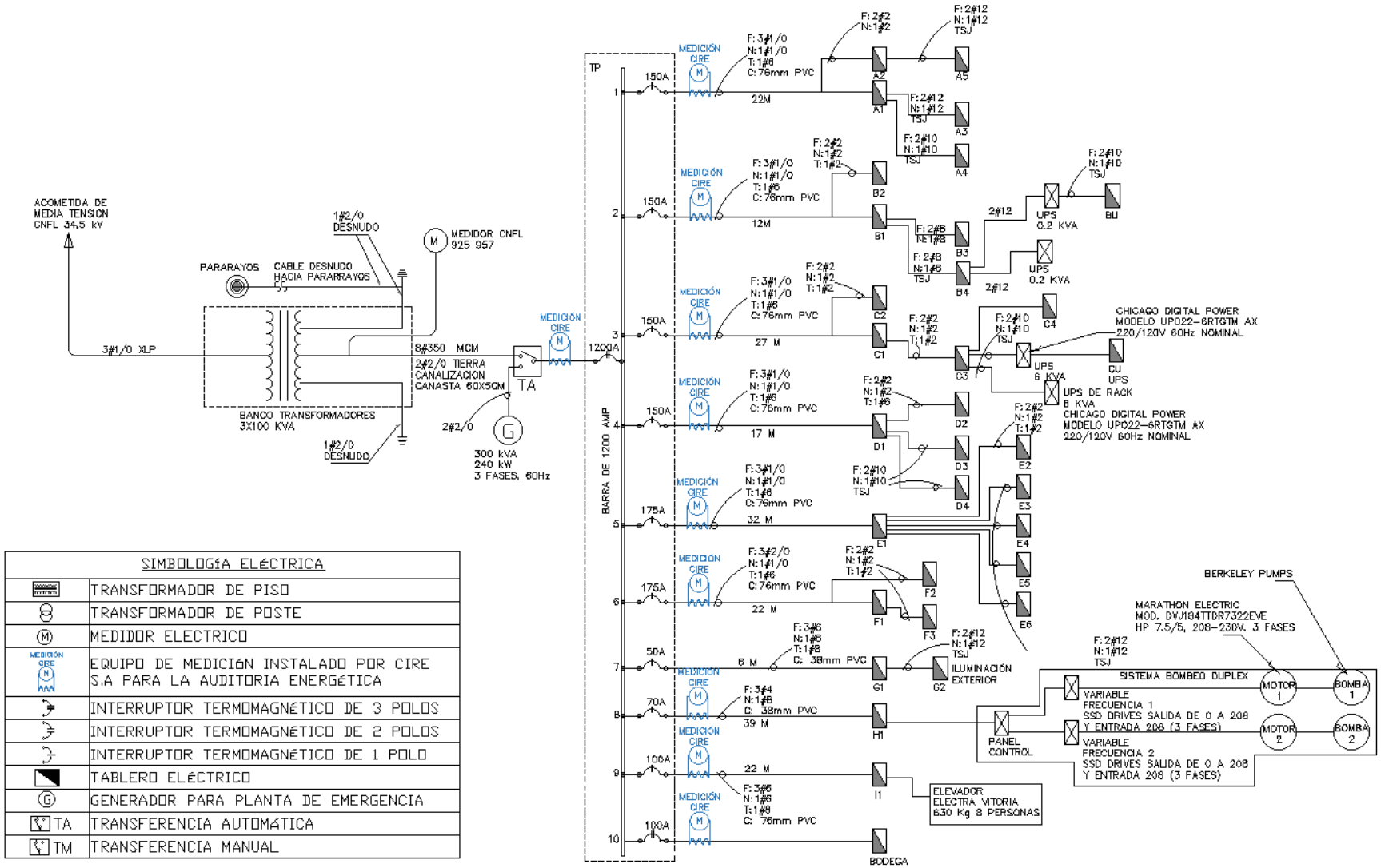
Debido a que las entidades utilizan sistemas basados en tecnologías de la información (TI), la alimentación eléctrica debe ser continua y fiable, por lo que además de la conexión a la red pública de suministro eléctrico, estos edificios cuentan con planta de emergencia y fuentes de alimentación ininterrumpidas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

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

En el diagrama unifilar se observa claramente esta distribución de los tableros eléctricos de la instalación eléctrica, además del unifilar facilitado se indican las características técnicas de los elementos de protección, conductores, al igual que los medidores de la empresa distribuidora

Finalmente, se agregan los puntos donde se realizó la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas, por parte de CIRE S.A.

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



SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA	
	TRANSFORMADOR DE PISO
	TRANSFORMADOR DE POSTE
M	MEDIDOR ELECTRICO
MEDICIÓN CIRE M	EQUIPO DE MEDICIÓN INSTALADO POR CIRE S.A PARA LA AUDITORIA ENERGÉTICA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO DE 3 POLOS
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO DE 2 POLOS
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO DE 1 POLO
	TABLERO ELÉCTRICO
G	GENERADOR PARA PLANTA DE EMERGENCIA
TA	TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA
TM	TRANSFERENCIA MANUAL

Figura 4.2 Diagrama Unifilar eléctrico de las instalaciones

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

4.2. Facturación Energética

Se presenta en la **Tabla 4.2** un resumen del consumo energético, máxima demanda y el costo promedio de la energía de los últimos 12 meses de la acometida principal.

Tabla 4.2 Resumen de los consumos y demandas de energía eléctrica para el periodo comprendido el último año facturado.

Medidor	Acometida	Tarifa	Consumo energía promedio	Máxima demanda	Costo promedio	
		CNFL	kWh / mes	kW	colones / mes	colones / kWh
925957	Acometida principal	T-CO	18,053.33	-	2,184,231.2	**120.99**

Se observa que en el medidor de la acometida principal se consume un promedio mensual de 18,053.33 kWh.

A partir de las facturas mensuales y los consumos energéticos se determinó un costo promedio de la energía de **120.99 colones/kWh**, el cual es el cociente entre el monto económico total de la factura y el consumo energético total del mismo período.

En la **Tabla 4.3** se muestra el historial de facturación eléctrica del ICE, así como los diferentes rubros de cobro, aplicados desde enero de 2021 hasta agosto de 2022.

Dentro de la información recibida por parte de la institución, no se facilitan las facturas de los medidores por lo que no se tiene el detalle de los diferentes rubros aplicados a la facturación, solo se manejan los datos consumo de energía y el monto facturado, aun así, se realiza el análisis de la tendencia de energía y de costos de energía.

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

Tabla 4.3 Historial de la facturación eléctrica para la acometida principal**.**

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: MAG Sede Central
Empresa suplidora: CNFL
Medidor # 925957 **Tarifa :** T-CO **Punto de Consumo:** Acometida principal

N° de meses procesados: 20

Año	Mes Consumo	Cantidad días	Energía Total kWh	IMPORTE TOTAL ¢	PROMEDIO ¢ / kWh
2021	ene-21	31	15,440	1,831,395	118.61
	feb-21	28	15,200	1,720,925	113.22
	mar-21	31	15,920	1,816,880	114.13
	abr-21	30	15,280	1,892,375	123.85
	may-21	31	16,560	2,051,880	123.91
	jun-21	30	17,440	2,127,950	122.02
	jul-21	31	17,520	1,958,130	111.77
	ago-21	31	17,040	1,906,040	111.86
	sep-21	30	16,960	1,928,170	113.69
	oct-21	31	17,440	1,921,730	110.19
	nov-21	30	17,520	1,892,615	108.03
	dic-21	31	16,400	1,789,840	109.14
	Promedio Anual	**30.60**	**16,560**	**1,903,160.8**	**115.03**
2022	ene-22	31	13,520	1,635,660	120.98
	feb-22	28	17,280	2,243,200	129.81
	mar-22	31	18,000	2,307,700	128.21
	abr-22	30	17,120	2,389,690	139.58
	may-22	31	20,160	2,718,795	134.86
	jun-22	30	20,800	2,075,325	99.78
	jul-22	31	21,360	2,681,590	125.54
	ago-22	31	20,080	2,651,465	132.05
	Promedio Anual	**30.4**	**18,540.0**	**2,337,928.1**	**126.35**
	Promedio Total	**30.4**	**17,352.0**	**2,077,067.8**	**119.56**
	Promedio 12 meses	**30.4**	**18,053.3**	**2,186,315.0**	**120.99**

☎ 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. Aunque en este caso, no se tiene la información correspondiente al importe de los diferentes rubros considerados en el monto total, en la factura solo se encuentran los kWh consumidos al mes y el importe total. Por lo que no es posible identificar el porcentaje de participación de los diferentes rubros de facturación.

En la **Figura 4.3** se presenta el gráfico del consumo energético a lo largo del periodo registrado. En ella se observa un máximo de 21,360.0 kWh registrado en el mes de julio de 2022 y un mínimo de 13,520.0 kWh para el mes de enero de 2022. En ambos casos la variación ronda el 22% respecto al promedio (17,633.3 kWh).

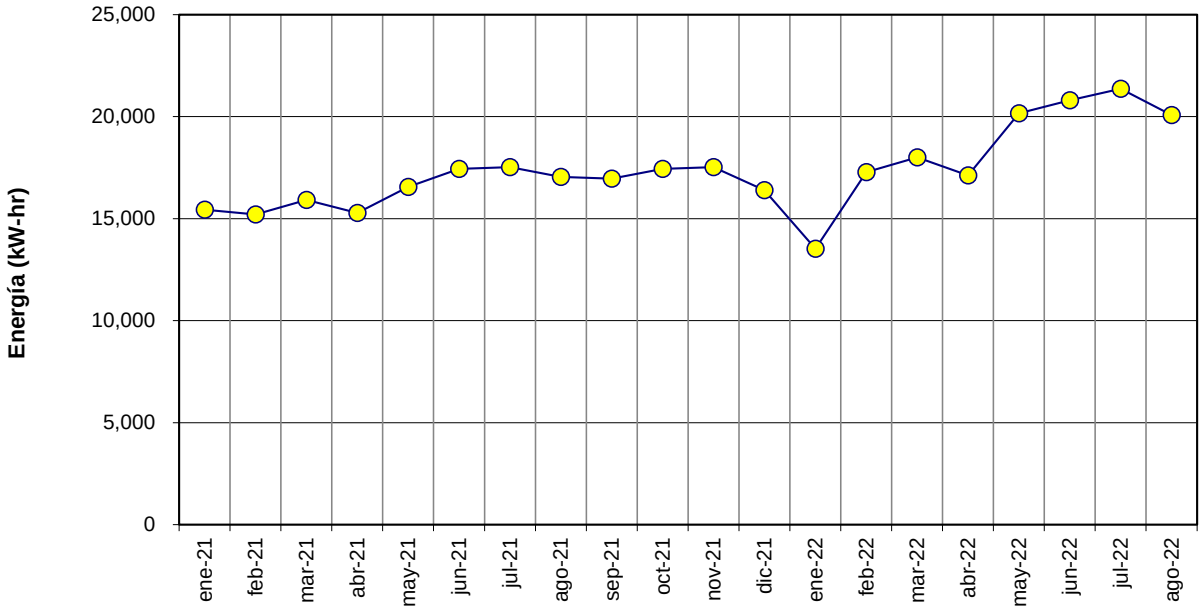


Figura 4.3 Consumo de energía eléctrica facturada para la acometida principal (kWh)

En la **Figura 4.4** se observa la participación económica de los diferentes rubros de cobro con respecto al consumo de energía total de la planta.

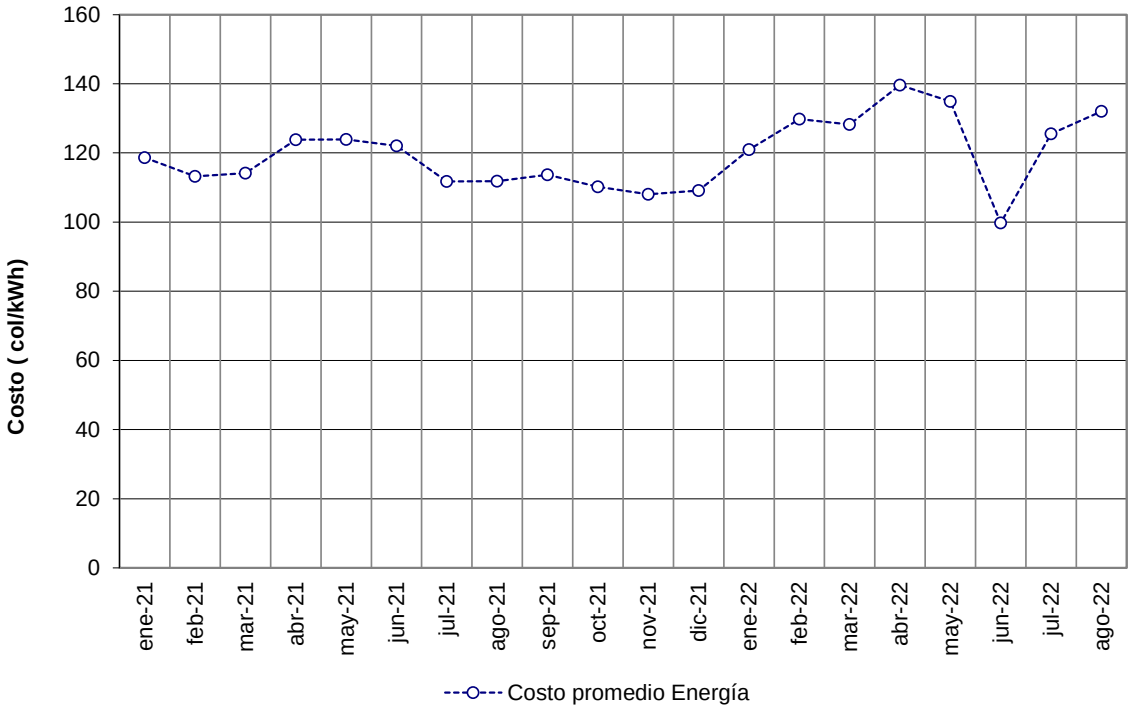


Figura 4.4 Costos de los rubros cobrados por la CNFL (col/kWh)

5. Mediciones de trabajo de campo

5.1. Mediciones eléctricas

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

Previo a realizar las mediciones eléctricas, se realiza una revisión y actualización del diagrama unifilar eléctrico de la instalación, el cual se adjunta corregido como un anexo a este informe.

Se 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

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

los circuitos. Para este efecto, se utiliza la rotulación existente de los circuitos ramales en los tableros que contaban con tal información.

Las mediciones continuas consisten en la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas en el tablero principal, midiendo los alimentadores principales de tableros secundarios que permitan obtener perfiles de carga de estos y observar las características de consumo. En la **Figura 5.1**, se muestran los equipos instalados para la realización de mediciones continuas se utilizaron los equipos marca Circutor, modelo CIRe3. Estos se ubicaron midiendo los alimentadores de los tableros secundarios con mayor porcentaje de carga: TA, TB, TC, TD, TE, TF; así como el alimentador del tablero principal. La medición se realizó por un periodo de 7 días que se extendieron desde el día martes 6 al día martes 13 de septiembre de 2022.

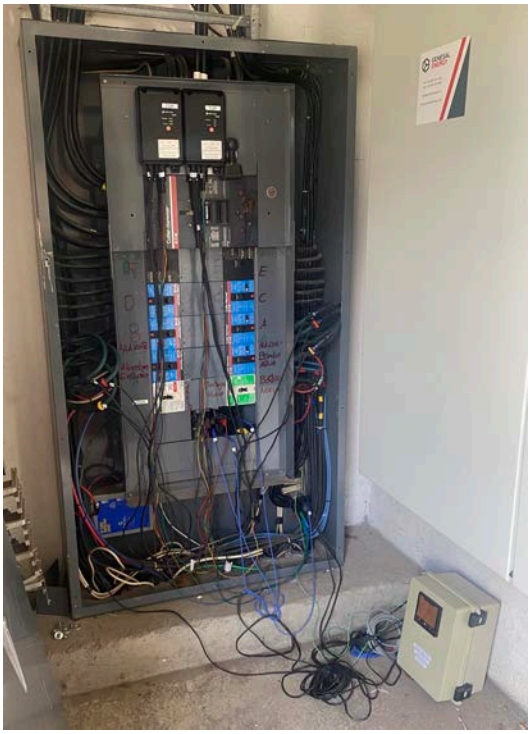


Figura 5.1 Equipos analizadores de redes CIRe3 de Circuitor en tablero principal

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.

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

Se realizó una verificación respecto a la tensión y corriente en los alimentadores dónde se instalaron los equipos de medición. En la **Tabla 5.1**, se muestran los valores mínimos, promedio y máximos de tensión para el periodo de medición. En esta se observa que la tensión se encuentra dentro de los rangos normales establecidos en la norma **AR-NT-SUCAL** de la ARESEP, los cuales son de ±%5 de los valores teóricos de 120/208 V para este tipo de conexión, en caso de que los rangos no estén dentro de este margen, se analizan que estén dentro de los valores tolerables de ±8%, según lo estipulado por norma.

Tabla 5.1 Rangos de tensión en tablero principal para el periodo del 6 al 13 de septiembre de 2022

Tablero		Tensión L-N [volts]			Tensión L-L [volts]		
		L1	L2	L3	L1-L2	L2-L3	L3-L1
Principal	Mínimo	122.66	122.25	122.08	212.53	211.33	211.69
	Promedio	124.53	124.09	123.89	215.58	214.48	214.85
	Máximo	125.79	125.29	125.21	217.78	216.63	217.26

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 desbalance respecto a la corriente trifásica promedio. Las corrientes de desbalance en sistemas trifásicos 120/208, 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 6 al 13 de septiembre de 2022

Tablero		Corrientes promedio por fase (A)			Δi máx	Relativ
		Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Corriente L3 (A)		
Principal	Mínimo	0.00	41.19	33.54	7.84	113%
	Promedio	16.21	87.30	86.08	71.35	
	Máximo	221.12	242.08	248.50	220.47	

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

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

medición CIRe3. Estos valores obtenidos nos permiten hacer una comparación con los valores obtenidos en facturación y con el levantamiento de equipos y realizar una validación de los resultados obtenidos.

Tabla 5.3 Mediciones de consumos por tableros para el periodo del 6 al 13 de septiembre de 2022

Tablero	Máxima Demanda Medida (kW)	Energía consumida Medida (kWh)	Consumo Promedio Medido (kWh/dia)
Principal	83.80	3933.94	558.67

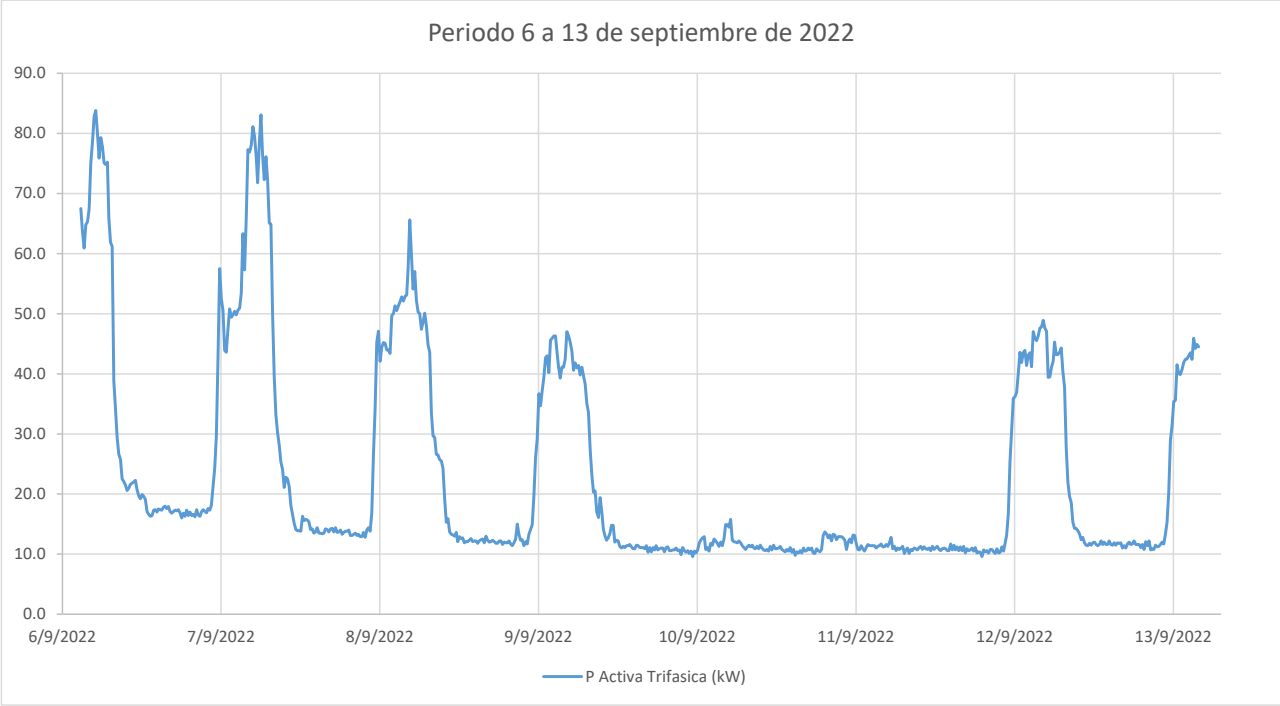


Figura 5.2 Mediciones continuas panel principal.

En la **Figura 5.2** se puede observar el perfil de carga del panel principal; observamos que las demandas de potencia de lunes a viernes, durante las horas no laborales coinciden con las demandas de equipos de refrigeración y algunos equipos ofimáticos que, por sus condiciones de operación, operan 24 horas todos los días, además del alumbrado exterior. Durante los fines de semana la demanda de potencia se debe

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

únicamente a los equipos de refrigeración y ofimáticos de demanda continua. En este registro se evidencia que, los días que más demanda de potencia tienen son los días martes y miércoles, siendo estos los días de mayor ocupación por los colaboradores mientras que el resto de los días hay menor asistencia al edificio, según comentarios de los mismos colaboradores.

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 está definido como la cantidad de lúmenes por metro cuadrado (1lx = 1lm/m2).

Para efectuar las mediciones se utilizó un luxómetro **Figura 5.3** el cual es un instrumento que cuenta con una fotocelda, la cual permite determinar en tiempo real

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

la cantidad de luxes en un ambiente. Estas mediciones se realizaron en puntos representativos del edificio, que incluyeron áreas de trabajo (oficinas y cubículos), atención al cliente y áreas comunes.

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

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

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

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

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

RECINTO	ACTIVIDAD	MEDICION [LUX]			NORMATIVA [LUX]
		MIN	PROMEDIO	MAX	
Recepción	Vestíbulo entrada	103	129	155	100
Recursos humanos	Oficina	260	302	380	500
Proveeduria	Oficina	160	265	380	500
Servicios de apoyo	Oficina	41	171	270	500
Direccion financiera	Oficina	120	196	280	500
Rh compensacion salarios	Oficina	120	204	250	500
Asemag	Oficina	108	228	344	500
Capacitación	Oficina	180	213	240	500
R humanas y sociales	Oficina	400	473	530	500
Inta	Oficina	146	167	210	500
Planificación	Oficina	204	270	307	500
Oficina choferes	Oficina	188	359	600	500
Servicios generales Inta	Oficina	176	382	700	500
Auditoría interna	Oficina	190	257	297	500
Comedor conserjes	Comedor	603	1321	1800	200
Oficina conserjes	Comedor	140	190	250	200
Baños	Baños	152	258	456	200
Departamento de investigación	Oficina	83	142	170	500
Unidad ejecución presupuestaria	Oficina	153	196	230	500
Contabilidad	Oficina	102	166	232	500
Investigaciones y otros	Oficina	118	549	1115	500
Contabilidad	Oficina	224	229	234	500
Sala de informac. Geográfica	Oficina	230	279	307	500
Sala de reuniones	Oficina	169	236	302	500
Bodega	Bodega	261	338	397	100
Capilla	Capillla	358	571	824	100
Consultorio	Medicina	185	274	419	500
Centro de información	Oficina	111	180	250	500
Computo	Oficina	130	307	500	500
Desarrollo y cambio climático	Oficina	294	368	492	500
Comedor	Comedor	50	62	78	200
DNEA	Oficina	279	342	394	500
Asesoría jurídica	Oficina	188	306	425	500
Comedor	Comedor	269	572	874	200
Sala sesiones	Sala reuniones	336	421	525	500
Incopesca	Oficina	150	259	350	500
Sepsa	Oficina	338	473	678	500
Estudios económicos	Oficina	152	278	526	500
Comedor	Comedor	227	264	300	200
Comedor	Comedor	115	183	250	200
Baños	Baños	163	249	335	200

☎ 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 (continuación).

RECINTO	ACTIVIDAD	MEDICION [LUX]			NORMATIVA [LUX]
		MIN	PROMEDIO	MAX	
Producción	Oficina	173	318	430	500
Asuntos internacionales	Oficina	159	240	295	500
Centro comunicación	Oficina	296	301	310	500
Oficina Asesores	Oficina	796	796	796	500
Comedor y pasillo	Comedor y pasillo	250	526	802	200
Recepcion	Vestíbulo entrada	349	438	489	100
Viceministro	Oficina	350	354	358	500
Despacho viceministro	Oficina	588	673	758	500
Despacho viceministro	Oficina	844	870	896	500
Despacho viceministro	Oficina	227	267	306	500
Despacho viceministro	Oficina	328	344	360	500
Despacho viceministro	Oficina	688	1084	1701	500
Jefa despacho	Oficina	628	638	648	500
Comedor	Comedor	256	783	1210	200
Oficina ministerio	Oficina	240	240	240	500
Oficina ministerio	Oficina	177	214	250	500
Jefatura	Oficicina	88	149	210	500
Salud ocupacional	Oficina	210	268	325	500
Baños hombre s1	Baños	220	532	843	200
Baños mujeres 1	Baños	220	532	843	200
Baños hombre 2	Baños	187	299	411	200
Programas nacionales	Oficina	216	234	251	500
Emprendimiento rural	Oficina	319	319	319	500
Auditoria interna	Oficina	280	404	600	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, aunque cabe mencionar que, en algunos de estos, los valores medidos se encuentran cerca de alcanzar el valor deseado, ya sea por la iluminación natural que entra en el recinto o la cercanía a las luminarias.

Lo anterior, resulta consecuente con los comentarios recibidos por parte de algunos de los trabajadores durante el trabajo de campo, los cuales mencionaron que en sus puestos de trabajo perciben falta de luz, aunque también se encontró el caso donde los funcionaros mencionan que la cantidad de lámparas instaladas son excesivas según su percepción, por lo que en algunas luminarias se han aflojado las lámparas para reducir la cantidad de luz.

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

Figura 5.4 Ejemplo de niveles de iluminación en las oficinas.

5.3. Termografías de protecciones principales

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

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

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

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

En la Tabla 5.7 se muestra el listado de tableros o protecciones analizadas en la medición, seguidamente en la se adjunta

Tabla 5.8 la captura termográfica con el valor más crítico tomado en los paneles del sistema eléctrico en la organización.

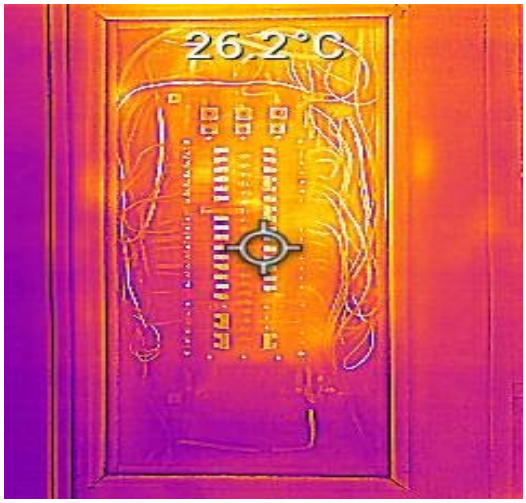
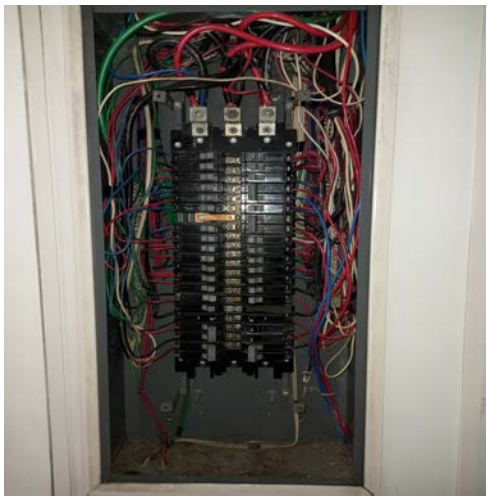
El total de capturas termográficas se muestra en el Anexo 1 de este informe.

Tabla 5.7. Paneles eléctricos donde se realizan termografías

Tablero	Descripción
Tablero Principal	Protección edificio principal
Tablero A1	A/C, iluminación, tomas.
Tablero A2	A/C, iluminación, tomas.
Tablero B1	A/C, iluminación, tomas.
Tablero C1	A/C, iluminación, tomas.
Tablero D1	A/C, iluminación, tomas.
Tablero F1	A/C, iluminación, tomas.
Tablero E1	A/C, iluminación, tomas.

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

Tabla 5.8 Termografías

Detalle:	**Tableros: Tablero E1**
Termografía	Referencia
	

La termografía en cuestión muestra el valor de temperatura más alto encontrado en los diferentes tableros con un valor aproximado a los 26.2°C, y este se encuentra en el Tablero E1, aun así, se encuentra por debajo de los 60 °C establecidos anteriormente, por lo cual, no existe algún punto caliente significativo en los diferentes paneles de distribución eléctrica y tampoco se evidencia un desbalance significativo en las corrientes de fase.

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

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 realizado para esta institución.

6.2. Inventario de Principales Puntos de Consumo Eléctrico

6.2.1. Iluminación

Para realizar el análisis de los dispositivos de iluminación instalados en la sucursal, estos fueron divididos según el tipo de tecnología utilizada. Por medio de inspección visual durante en el trabajo de campo, se determina la existencia de 1957 unidades de iluminación, incluyendo todas las distintas tecnologías y potencias encontradas; lo que corresponde a un total de 61.29 kW de potencia instalada, tal y como se muestra en la **Tabla 6.1**.

Tabla 6.1 Inventario de dispositivos de iluminación

Tecnología	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Incandescente	14	0.29	0.45%
Fluorescente	1888	61.91	98.0%
LED	43	0.35	0.56%
HID	4	0.60	1.0%
Totales	**1949**	**63.15**	**100%**

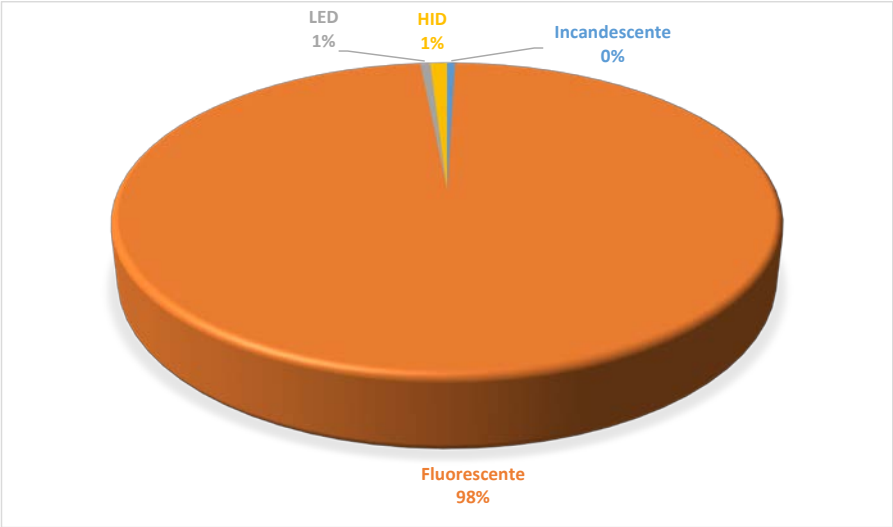


Figura 6.1 Distribución porcentual de potencia instalada según tecnología de iluminación

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

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 la mayoría de la potencia instalada corresponde a equipos de tipo Split.

Tabla 6.2 Resumen del inventario de equipos de acondicionamiento de aire

Sistema	Total		
	Cantidad	Potencia [kW]	Porcentaje
Split	55	90.26	75%
Paquete	1	5.27	4%
Manejadora	5	21.80	18%
Chiller	0	0.00	0%
Ventana y portátil	3	2.43	2%
Otros	0	0.00	0%
Total	**64**	**120**	**100%**

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

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.

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

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

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

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

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

Figura 6.2 Tabla 1, norma INTE E14 – 1

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

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

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

Figura 6.3 Tabla 2, norma INTE E14 – 1

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

Tecnología	On / off			
Capacidad (Btu/hr)	EER < 11		EER ≥ 11	
	Cantidad	kW	Cantidad	kW
9000	1	1.0	0	0.0
12000	23	31.5	0	0.0
13000	3	4.5	0	0.0
18000	4	7.3	0	0.0
24000	5	13.2	0	0.0
36000	1	3.7	0	0.0
60000	0	0.0	5	27.1
Totales	**37**	**61.13**	**5**	**27.07**

☎ 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 "Inverter" según su eficiencia

Tecnología	Inverter			
Capacidad (Btu/hr)	SEER < 16		SEER ≥ 16	
	Cantidad	kW	Cantidad	kW
18000	3	5.6	0	0.0
24000	1	2.4	0	0.0
25000	1	2.0	0	0.0
36000	1	4.7	0	0.0
Cap > 36168 (Btu/hr)	SEER < 15		SEER ≥ 15	
60000	0	0.0	1	5.5
Totales	**6**	**14.7**	**1**	**5.5**

La **Figura 6.4** de la evidencia la cantidad de equipos que se encuentran dentro de los límites establecidos por norma, entre otras categorías, en este caso el 9% de los equipos cumplen la normativa, **un 67% están por debajo de sus respectivos límites,** un 13% se encuentra dañado, un 8% no fue posible identificarlos debido a problemas de legibilidad en la placa o dificultad de acceso. Además, en la categoría de otros se encuentran equipos portátiles o de ventana.

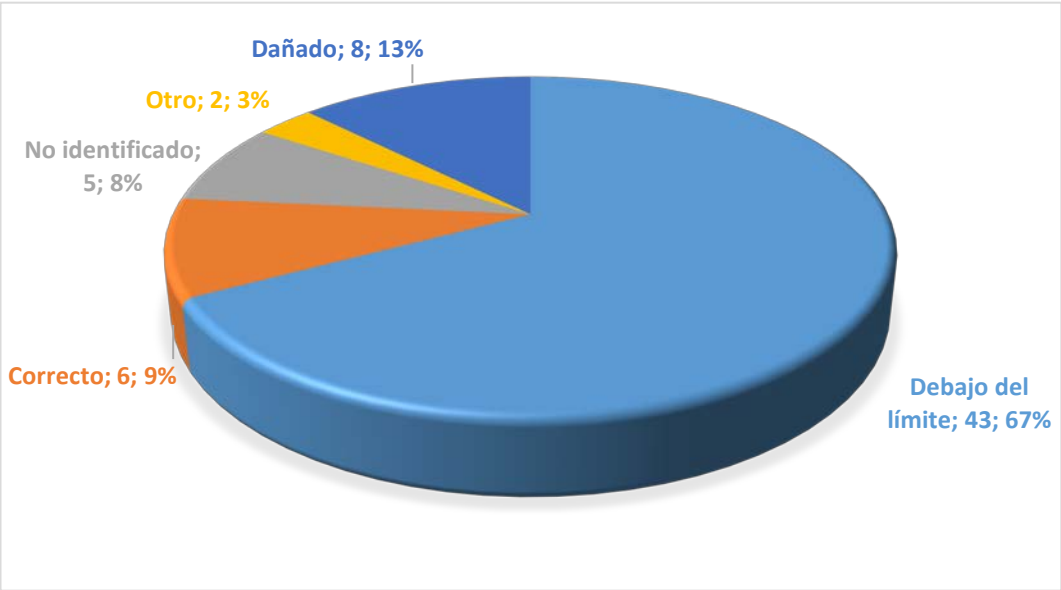


Figura 6.4 Cantidad de unidades de A/C que cumplen la INTE E14-1

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

6.2.1. Refrigeradores

Aquí se incluyen los equipos de refrigeración instalados dentro de la institución y que sirven conservación de alimentos u otra actividad especializada; indistintamente de que estos se encuentren dentro de un espacio físico especificado para uso de comedor, o que se ubiquen dispersos por el resto de las instalaciones de la sucursal. El levantamiento de equipos de refrigeración se muestra en la **Tabla 6.5**.

Tabla 6.5 Inventario de refrigeradores

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Refrigerador	35	7.71	75%
Congelador	0	0.00	0%
Enfriador	1	1.24	12%
Otros	5	1.35	13%
Total	**41**	**10.30**	**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.

Con “Otros Equipos”, se hacer 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 de las sucursales incluidas dentro del estudio; algunos de estos son ascensores y sistemas de bombeo, así como microondas, abanicos, coffeemaker. El resumen del listado de estos equipos se presenta en la **Tabla 6.6**.

Tabla 6.6 Inventario de equipos de oficina

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Ofimáticos	398	47.04	28%
Especializado	6	0.84	1%
Otros	149	118.93	71%
Total	**553**	**166.81**	**100%**

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

6.3. Balance Energía Eléctrica por Sistemas Energéticos

Con base en la metodología descrita anteriormente, se logró obtener un balance general de energía eléctrica de las instalaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería Sede Central. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.5.**

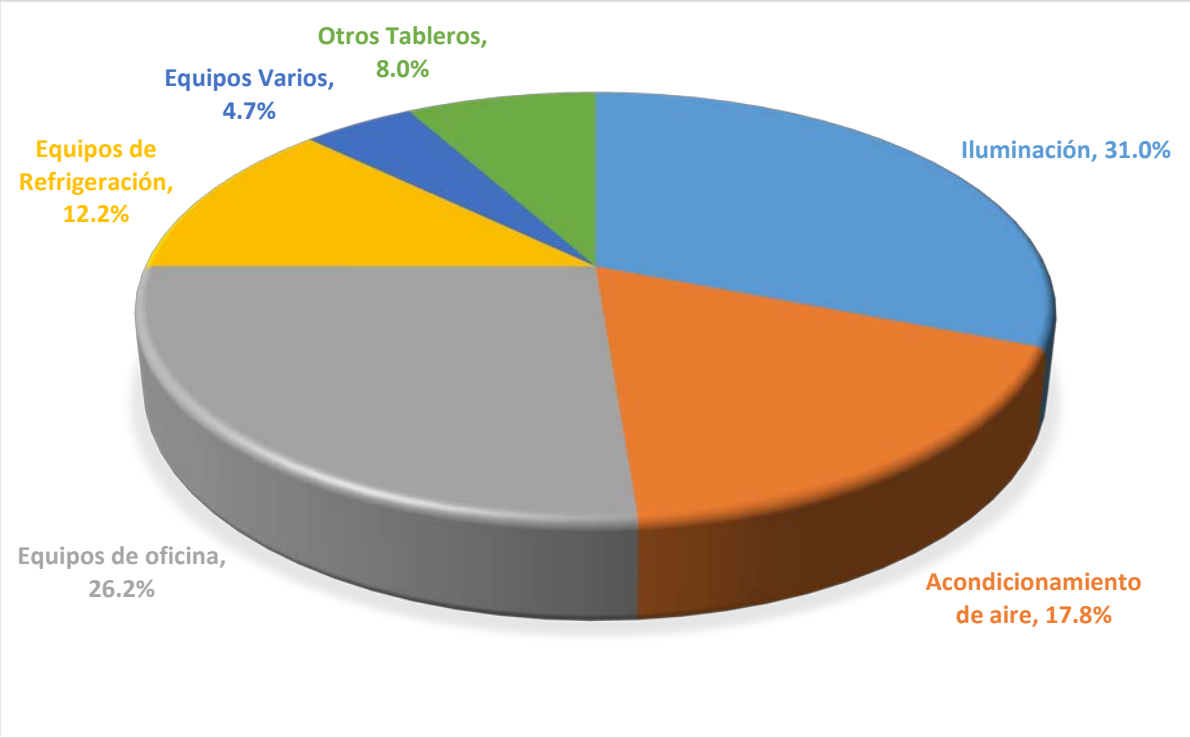


Figura 6.5 Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos (%)

En la **Tabla 6.7** se muestra un detalle más completo del balance de energía, detallándose el consumo para cada uno de los sistemas, su costo aproximado en la factura eléctrica mensual y su participación estimada en la máxima demanda de las instalaciones.

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

Tabla 6.7 Balance general de energía eléctrica por sistemas energéticos

Balance General de Energía por Sistemas Energéticos			Costo promedio kW-hr ₡120.99	
Sistemas energéticos	**Potencia** [kW]	**Consumo** [kWh/mes]	**Porcent.** [%]	**Costo Promedio** [₡/mes]
Iluminación	**63.2**	**5345.9**	**31.0%**	**₡646,783.99**
Incandescente	*0.3*	*4.6*	*0.1%*	*₡550.49*
Fluorescente	*61.9*	*5306.8*	*99.3%*	*₡642,060.23*
LED	*0.4*	*21.5*	*0.4%*	*₡2,600.43*
HID	*0.6*	*13.0*	*0.2%*	*₡1,572.84*
Acondicionamiento de aire	**119.7**	**3066.7**	**17.8%**	**₡371,030.20**
Split	*90.3*	*1816.3*	*59.2%*	*₡219,749.02*
Paquete	*5.3*	*255.8*	*8.3%*	*₡30,945.10*
Manejadora	*21.8*	*991.8*	*32.3%*	*₡119,998.89*
Chiller	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Ventana y portátil	*2.4*	*2.8*	*0.1%*	*₡337.18*
Otros	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Equipos de Refrigeración	**10.3**	**2108.3**	**12.2%**	**₡255,081.76**
Refrigerador	7.7	1613.2	0.8	*₡195,179.20*
Congelador	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Cámara	1.2	269.9	0.1	*₡32,659.71*
Otros	1.4	225.2	0.1	*₡27,242.85*
Equipos de oficina	**47.0**	**4526.8**	**26.2%**	**₡547,684.47**
Ofimáticos	*47.0*	*4526.8*	*100.0%*	*₡547,684.47*
Equipos Varios	**119.8**	**817.6**	**4.7%**	**₡98,920.96**
Especializado	*0.8*	*65.5*	*8.0%*	*₡7,927.11*
Otros	*118.9*	*752.1*	*92.0%*	*₡90,993.84*
Otros Tableros	**-**	**1384.9**	**8.0%**	**₡167,555.61**
Tableros		1384.90		
SubTotal	360.0	17,250.2	100.0%	₡2,087,056.99
Pérdidas de transformación		0.00	0.0%	₡0.00
Total		**17,250.16**	**100%**	**₡2,087,056.99**
Consumo DISTRIBUIDORA		**18,053.33**		**₡2,184,231.24**
Error		**4.45%**		

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

Como se observa los equipos de iluminación son los que mayor porcentaje del consumo energético representan con un 31%, lo que equivale a 5,345.9 kWh/mes, posterior les siguen los equipos de oficina, los cuales representan el 26.2% lo que significa un consumo de 4,526.8 kWh/mes, los equipos de aire acondicionado que equivalen a un 17.8% del consumo total representan un consumo de 3,066.7 kWh/mes, los equipos de refrigeración representan el 12.2% y tienen un consumo mensual de 2,108.3 kWh/mes, los equipos varios representan la minoría con un 4.7%, es decir, 817.6 kWh/mes, adicionales a estos sistemas que fueron levantados se encuentran los equipos que se encuentran en otros tableros, tales como, el ascensor, las bombas, alumbrado exterior y la bodega nueva, este conjunto de sistemas representa el 8.0% del consumo de la institución, es decir, 1,384.9 kWh/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 la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). Del análisis de la facturación eléctrica, se obtuvieron los valores promedio mensuales de consumo de potencia y energía para el periodo de agosto de 2021 a julio de 2022. En promedio se han facturado 18,053.33 kilowatt-hora al mes, para un costo mensual aproximado de ₡2,184,231.24.

Con respecto al consumo de energía estimado en el balance y el promedio facturado, se obtuvo un porcentaje de **error de cierre de 4.45%** entre ambos datos, lo cual garantiza la confiabilidad en los cálculos y estimaciones efectuadas durante la realización del balance energético.

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

6.4. Usos significativos de Energía

De acuerdo con la norma ISO 50 001, “los Usos Significativos de la Energía (USEs)” corresponden a aquellos usos de energía que presentan un consumo sustancial y/o que ofrecen un potencial considerable para la mejora del desempeño energético. El criterio utilizado para determinar los *USE* debe ser definido por cada organización de acuerdo con sus necesidades y posibilidades particulares.

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

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

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

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

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

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

Tabla 6.8 Determinación de los USEs

Uso de Energía	Participación en Consumo de Energía (%)	¿Tiene Potencial de Ahorro?
Acondicionamiento de Aire	17.8%	Sí
Equipo de Oficina	26.2%	No
Iluminación	31.0%	Sí
Equipos de Refrigeración	12.2%	No
Otros	4.7%	No
Equipo Especializado	0.4%	No
Otros Tableros	8.0%	No
TOTAL	100%	-

7. Métricas de desempeño energético

7.1. Índices de Desempeño Energético (IDEn)

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

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

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

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

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.

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

Ministerio de Agricultura y Ganadería - Sede Central					
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**
September-21	16,960	5,934	250	2.9	67.8
October-21	17,440	5,934	250	2.9	69.8
November-21	17,520	5,934	250	3.0	70.1
December-21	16,400	5,934	250	2.8	65.6
January-22	13,520	5,934	250	2.3	54.1
February-22	17,280	5,934	250	2.9	69.1
March-22	18,000	5,934	250	3.0	72.0
April-22	17,120	5,934	250	2.9	68.5
May-22	20,160	5,934	250	3.4	80.6
June-22	20,800	5,934	250	3.5	83.2
July-22	21,360	5,934	250	3.6	85.4
August-22	20,080	5,934	250	3.4	80.3
PROMEDIOS	**18,053.33**	**5,933.91**	**250.00**	**3.04**	**72.21**
Desv. STD	-	-	-	*0.36*	*8.46*

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

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 el MAG Central.

			Índices de comparación	
MAG Sede Central	**Consumo Promedio (kWh)**	18,053.33		
	Área (m2)	5,933.91	3.04	*kWh / m2*
	Cantidad Colaboradores	250.00	72.21	*kWh / colaboradores*
	Potencia Aire Acondicionado (W)	119,749.45	20.18	*W ACC / m2*
	Potencia iluminación (W)	61,289.00	10.33	*W iluminación / m2*
	Potencia refrigeración (W)	10,300.50	1.74	*W refrigeración / m2*

7.2. Línea Base Energética (LBEn)

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

Para la institución, se define como **Periodo Base** el periodo comprendido entre **septiembre 2021 y agosto 2022**. Las Figura 7.1 y Figura 7.2 muestran el comportamiento de los IDEn *kWh/m2*, *kWh/colaborador* y *kWh/persona atendida* respectivamente, para el periodo base descrito.

Para cada IDEn se definen los límites de control que permitirán a la institución conocer cuando se presenta una ***desviación significativa*** en su consumo de energía. Para

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

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.

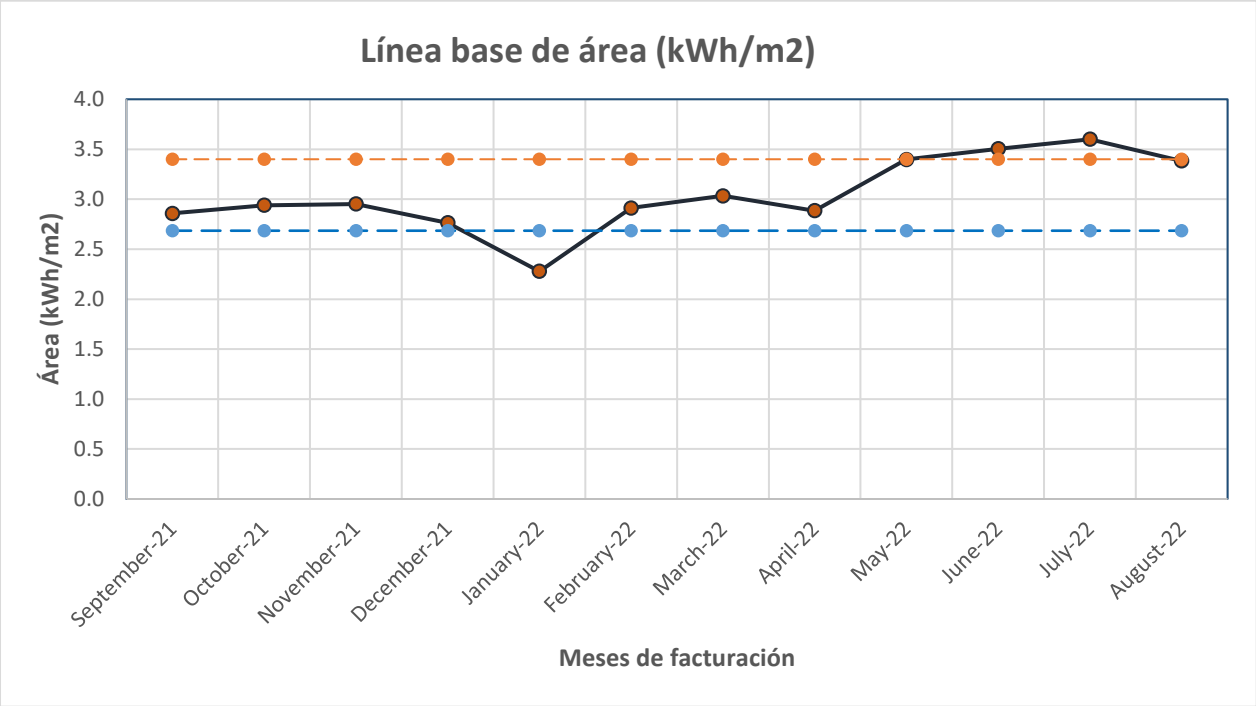


Figura 7.1 Comportamiento del IDEn kWh/m2 en un período dado.

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

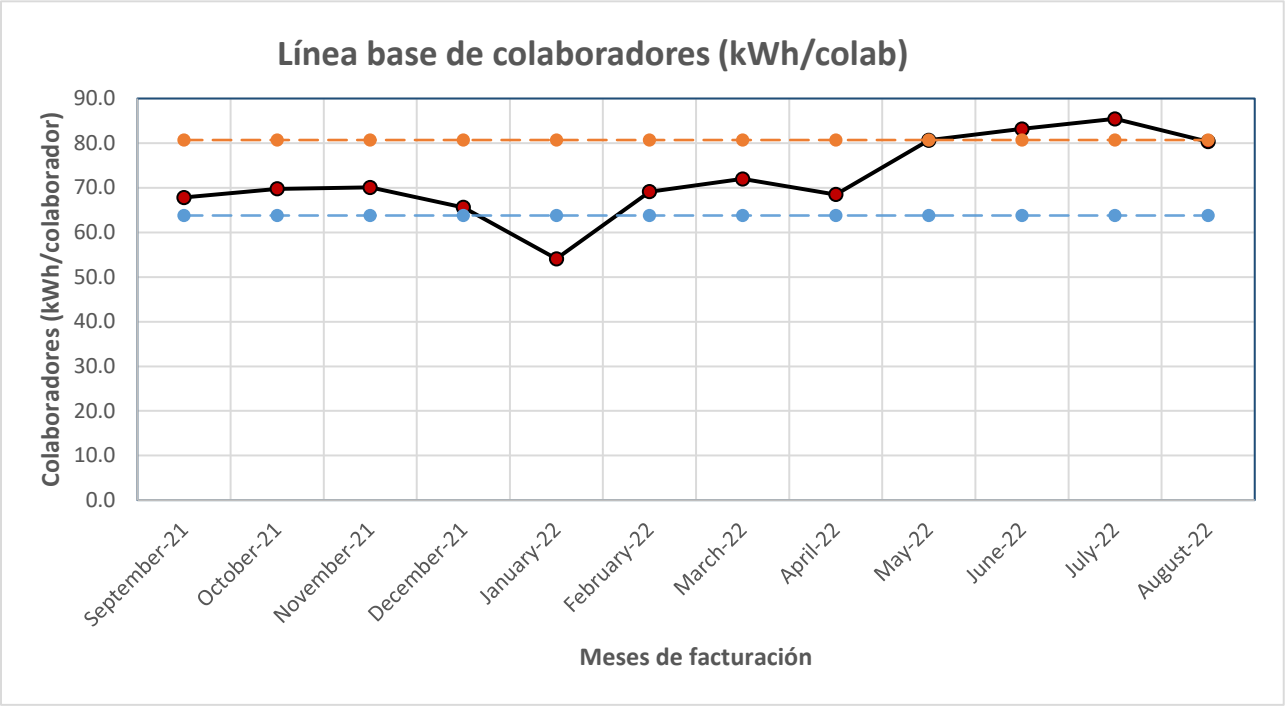


Figura 7.2 Comportamiento del IDEn kWh/colaboradores en un período dado.

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.

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

- **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.

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

En la **sección 8.6**, se presenta un resumen de los proyectos de ahorro propuestos. El análisis de estos proyectos se realiza considerando la tarifa de facturación resultante de la Gestión de Compra de Energía (GCE), es decir, la tarifa que sea más favorable para la institución. Para el análisis financiero se utiliza **el costo de oportunidad del dinero para aquellas líneas de crédito similares o de menor tasa como las de Banca para Desarrollo, por lo tanto, se utilizará la tasa básica pasiva de 6.05% más 2.11% para un total de un 8.16% (BCCR, 20 de octubre de 2022).**

Se suma a este análisis, el detalle de la reducción en las emisiones de CO_2 equivalente que estarían ligadas a la implementación de las recomendaciones descritas en este estudio; esto, según los valores de equivalencia fijados por la Dirección de Cambio

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

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)

Como parte de las actividades de la auditoría se realizaría el estudio de cambio de tarifa a una con mejores beneficios, sin embargo, en esta institución no se obtuvo las facturas eléctricas donde se muestren los diferentes valores de demanda e impuestos, así como los importes correspondientes, por lo que no se puede proponer un cambio a una tarifa que se presente mejores condiciones.

Para efectos de los cálculos realizados en los siguientes apartados, se mantiene el costo promedio de la energía de **¢120.99 por kWh.**

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 16°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.

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

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** y **Tabla 8.2** 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

Lugar	Capacidad (BTU/hr)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Ahorro kWh / año
		Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	
Rh compensacion salarios	18000	22.0	4	677.04	24.0	4	637.03	**40.01**
Servicios generales Inta	13000	20.0	2	288.72	24.0	2	255.61	**33.12**
Centro de información	24000	16.0	2	98.28	24.0	2	77.03	**21.25**
Computadores	24000	18.0	8	1,965.60	24.0	8	1,637.29	**328.31**
Asesoría jurídica	12000	16.0	8	946.40	24.0	8	741.73	**204.67**
Incopesca	12000	21.0	8	1,138.80	24.0	8	1,039.35	**99.45**
TOTAL				**5,114.8**			**4,388.0**	**726.81**

Tabla 8.2 Listado de equipos de servidores con temperatura de ajuste bajo

Lugar	Capacidad (BTU/hr)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Ahorro kWh / año
		Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	
Servidores	24000	21.0	24	7,236.00	22.0	24	7,018.92	**217.08**
TOTAL				**7,236.0**			**7,018.9**	**217.08**

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 8.3.**

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

Tabla 8.3 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo actual de energía [kWh/año]	12,350.8
Ahorro de energía por modificar temperatura a 24°C [kWh/año]	726.8
Ahorro de energía por modificar temperatura a 22°C [kWh/año]	217.1
Ahorro de energía por modificar temperatura [kWh/año]	943.9
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 120.99
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 183**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**37.8**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 943.9 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 183** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **37.8 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$ 721.13**.

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.

8.3. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados

8.3.1. Sustitución por obsolescencia de aires acondicionados

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Por estas razones, se recomiendan sustituir todos los aires acondicionados que utilicen refrigerantes CFC y HCFC, los cuales se muestran en la **Tabla 8.4**. 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 8.4 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 8.4** 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 8.5**, 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 8.4**, aunque también se debe considerar que para estos se estima una eliminación de su uso para el año 2047 aproximadamente.

Tabla 8.5 Equipos de aire acondicionado considerados como obsoletos en el MAG Central.

Edificio	Ubicación	Tecnología	Marca	Modelo	Refrigerante	Cantidad de Equipos	CONDICIÓN ACTUAL						AJUSTADA
							Btu/hr	kW elect	SEER	EER	kWh / mes	kWh / año	kWh / año
1	Proveeduria	Inverter	Innovair	VEM36C2MR1	R410A	1	36 000,0	4,70	13,00	7,65	7,13	85,61	85,61
1	Servicios de apoyo	On / off	Gair	GAW12CR	R22	1	12 000,0	1,70	-	7,06	2,58	30,94	30,94
1	Coordinadora servicios apoyo	On / off	Gair	GAW12CR	R22	1	12 000,0	1,70	-	7,06	25,78	309,40	309,40
1	Servicios de apoyo	On / off	Gair	GAW12CR	R22	1	12 000,0	1,70	-	7,06	12,89	154,70	154,70
1	Direccion financiera	On / off	Gair	GAW12CR	R22	1	12 000,0	1,70	-	7,06	2,58	30,94	30,94
1	Rh compensacion salarios	On / off	Samsung	AS12FBCN	R22	1	12 000,0	1,30	-	9,23	1,97	23,66	23,66
1	Rh compensacion salarios	Inverter	Innovair	WOE18C2DB1	R410A	1	18 000,0	1,86	12,60	9,68	56,42	677,04	637,03
1	Servicios generales Inta	On / off	Delta	35HD0121	---	1	13 000,0	1,59	-	8,19	24,06	288,72	255,61
1	Investigación	On / off	Gree	GWH12UC	R410A	1	12 000,0	1,20	-	10,00	1,82	21,84	21,84
2	Capilla	On / off	Comfort Star	CSC1012CD-B	R410A	1	12 000,0	1,28	10,28	9,40	1,94	23,22	23,22
2	Centro de información	On / off	G AIR	---	R410A	1	24 000,0	2,70	9,40	8,89	8,19	98,28	77,03
2	Centro de información	On / off	Confort Star	CSC1012CD-B	R410A	1	12 000,0	1,28	10,28	9,40	3,87	46,45	46,45
2	Servidores	Inverter	Innovair	WOE24C2DB1	R410A	1	24 000,0	2,37	12,90	10,13	603,88	7 246,51	7 018,92
2	Computadores	On / off	G AIR	---	R22	1	24 000,0	2,70	9,56	8,89	40,95	491,40	491,40
2	Computadores	On / off	G AIR	---	R22	1	24 000,0	2,70	9,56	8,89	163,80	1 965,60	1 637,29
2	Desarrollo y cambio climático	On / off	Samsung	AS12FBCN	R22	1	12 000,0	1,30	10,00	9,23	5,92	70,98	70,98
2	DNEA	On / off	G AIR	GAW12CRN1-NB5	R410A	1	12 000,0	1,11	12,38	10,81	0,84	10,10	10,10
2	DNEA	On / off	Tempblue	TBH43MX012-H3H1C	R410A	1	12 000,0	1,58	7,78	7,58	12,01	144,14	144,14
2	Asesoría jurídica	On / off	Samsung	AS12FBCN	R410A	1	12 000,0	1,30	10,00	9,23	78,87	946,40	741,73
2	Asesoría jurídica	On / off	G AIR	GAW12CR	R22	1	12 000,0	1,36	9,50	8,82	33,00	396,03	396,03
2	Programas Nacionales	On / off	Miller	elite 2	R410A	1	36 000,0	3,72	10,67	9,68	33,85	406,22	406,22
2	Reunión Nora	On / off	Innovair	ULWC18DB	R410A	1	18 000,0	1,82	11,00	9,90	5,51	66,18	66,18
2	Reunión Nora	On / off	G AIR	---	R410A	1	12 000,0	1,10	12,54	10,91	3,34	40,04	40,04
2	Oficina de Nora	Inverter	Innovair	woe18c2db1	R410A	1	18 000,0	1,86	12,60	9,68	5,64	67,70	67,70
3	Incopesca	On / off	Gair	gaw-12chsh	---	1	12 000,0	1,22	-	9,84	9,25	111,02	111,02
3	Incopesca	On / off	Innovair	---	---	1	12 000,0	1,56	13,00	7,67	94,88	1 138,59	1 039,35
3	Sepsa economia	On / off	Gair	gaw-09cr	---	1	9 000,0	0,95	-	9,47	23,05	276,64	276,64
3	Producción orgánica	On / off	Gair	---	---	1	12 000,0	1,24	-	9,68	15,05	180,54	180,54
3	Asuntos internacionales	On / off	Miller	NH-IX5-018KNW1	-	1	18 000,0	1,84	-	9,77	2,80	33,54	33,54
TOTAL						**29**						**15 382,46**	**14 428,26**

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.

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

Tabla 8.6 Costo de sustituir los aires acondicionados considerados como obsoletos

Capacidad Btu/hr	Características equipos nuevos						Cantidad	Precio Total	Consumo kWh / año
	Descripción	Potencia (kW)	SEER	EER	Precio	Instalación			
12000	Evaporador - condensador	0,96	23	13,50	$ 770,00	$ 264,15	19	$ 19 648,78	1720,44
18000	Evaporador - condensador	1,44	23	12,80	$ 1 020,00	$ 349,91	4	$ 5 479,63	431,96
24000	Evaporador - condensador	2,04	19	11,75	$ 1 368,00	$ 469,29	4	$ 7 349,15	5874,65
36000	Evaporador - condensador	3,12	18	12,20	$ 1 721,00	$ 590,38	2	$ 4 622,77	302,63
						Total	29	$ 37 100,33	8329,68

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 8.7**.

Tabla 8.7 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	14 428
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	8 330
Ahorro de energía por año [kWh/año]	6 099
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 120,99
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 1 181**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**243,9**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 6 099 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 1,181** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **243.9 kg por año**. El proyecto requiere inversión **$ 37,100.33**, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ -32,138.19** y un **PSR de 31.42 años**.

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

8.4. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Iluminación

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación

8.4.1.1. Sustitución de Luminarias de Tipo Fluorescente por Luminarias LED

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 8.8**, 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 8.8 Características luminarias encontradas y propuestas

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)
Fluorescente	T8 48”	32	2710	84.69
	T8 24”	17	1275	75
	T12 24”	20	1075	53.75
	CFL	15	825	55
LED	T8 48”	18	2200	122.22
	T8 24”	9	800	88.89
	Compacto	9	750	83.33

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 recintos.

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

☎ 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 muestran en la **Tabla 8.14**.

Tabla 8.9 Inventario de luminarias T8 y T12 de 24" a sustituir por T8 de 24" LED

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Unidad Fluoresc.	LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	LED	Ahorro [kWh/año]
1	Baños	T12 3T 24	8	3	24	55.63	9	445	216	1164.80	565.39	599.41
2	Baños	T8 3T 24	6	3	18	47.28	9	283.69	162	1040.00	593.89	446.11
2	Baños	T8 3T 24	2	3	6	47.28	9	94.56	54	1164.80	665.16	499.64
2	Pasillos	T12 2T 24	21	2	42	36.25	9	761.25	378	166.40	82.63	83.77
3	Baños	T12 3T 24	4	3	12	55.63	9	222.5	108	499.20	242.31	256.89
3	Baños	T12 3T 24	4	3	12	55.63	9	222.5	108	499.20	242.31	256.89
				Total	**114**					**Total ahorro [kWh/año]**		**2143**

Tabla 8.10 Inventario de luminarias T8 de 48" a sustituir por similares LED

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Unidad Fluoresc	LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	LED	Energía Mes	Energía [kWh/año] Fluoresc.	LED	Ahorro [kWh/año]
1	Jefatura Recursos Humanos	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0.21	0.14	29.40	352.77	239.62	113.15
1	Recursos Humanos	T8 4T 48	12	4	48	106	18	1.27	0.86	211.29	2535.52	1722.24	813.28
1	Secretaria Administrativa y Financiera	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0.11	0.07	18.37	220.48	149.76	70.72
1	Asistente Direccion Financiera	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0.11	0.07	18.37	220.48	149.76	70.72
1	Proveeduria	T8 4T 48	14	4	56	106	18	1.48	1.01	197.51	2370.16	1609.92	760.24
1	Sala reuniones (Financiero)	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0.32	0.22	27.56	330.72	224.64	106.08
1	Servicios de apoyo	T8 4T 48	8	4	32	106	18	0.85	0.58	119.43	1433.12	973.44	459.68
1	Direccion Financiera	T8 4T 48	9	4	36	106	18	0.95	0.65	64.31	771.68	524.16	247.52
1	Rh Compensacion Salarios	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0.42	0.29	68.90	826.80	561.60	265.20
1	Gestion Inmobiliaria	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0.21	0.14	32.15	385.84	262.08	123.76
1	Asemag	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0.64	0.43	110.24	1322.88	898.56	424.32
1	Capacitación	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0.11	0.07	18.37	220.48	149.76	70.72
1	Relaciones Humanas y Sociales	T8 4T 48	5	4	20	106	18	0.53	0.36	87.27	1047.28	711.36	335.92
1	INTA	T8 4T 48	14	4	56	106	18	1.48	1.01	96.46	1157.52	786.24	371.28
1	Planificación Institucional	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0.32	0.22	55.12	661.44	449.28	212.16
1	Servicios Generales Inta	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0.42	0.29	25.26	303.16	205.92	97.24
1	Comedor Conserjes	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0.11	0.07	3.45	41.34	28.08	13.26
1	Auditoría Interna	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0.21	0.14	29.40	352.77	239.62	113.15
1	Oficina Aseo	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0.21	0.14	10.34	124.02	84.24	39.78
1	Departamento de Investigación	T8 4T 48	10	4	40	106	18	1.06	0.72	114.83	1378.00	936.00	442.00
1	Pasillos	T8 2T 48	8	2	16	58	18	0.46	0.29	7.04	84.45	52.42	32.03
1	Pasillos	T8 4T 48	7	4	28	106	18	0.74	0.50	10.11	121.26	82.37	38.90
1	Unidad Ejecución Presupuestaria	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0.42	0.29	29.40	352.77	239.62	113.15
1	Contabilidad	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0.42	0.29	59.71	716.56	486.72	229.84
1	Bodega	T8 4T 48	20	4	80	200	18	4.00	1.44	34.67	416.00	149.76	266.24
2	Capilla	T8 4T 48	8	4	32	106	18	0.85	0.58	7.35	88.19	59.90	28.29
2	Consultorio	T8 3T 48	11	3	33	89	18	0.98	0.59	164.55	1974.61	1198.08	776.53
2	Centro de Información	T8 4T 48	9	4	36	106	18	0.95	0.65	103.35	1240.20	842.40	397.80
2	Computo	T8 4T 48	17	4	68	106	18	1.80	1.22	179.14	2149.68	1460.16	689.52
2	Desarrollo y Cambio Climático	T8 4T 48	12	4	48	106	18	1.27	0.86	130.91	1570.92	1067.04	503.88
2	Comedor Segundo Piso	T8 2T 48	1	2	2	52	18	0.05	0.04	4.51	54.08	37.44	16.64
2	DNEA	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0.42	0.29	73.49	881.92	599.04	282.88
2	Asesoría Jurídica	T8 4T 48	13	4	52	106	18	1.38	0.94	146.99	1763.84	1198.08	565.76
2	Auditoría Interna	T8 4T 48	12	4	48	106	18	1.27	0.86	211.29	2535.52	1722.24	813.28
2	Oficina Salud Ocupacional	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0.21	0.14	58.79	705.54	479.23	226.30
2	Programas Nacionales	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0.42	0.29	64.31	771.68	524.16	247.52
2	Programas Nacionales	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0.64	0.43	59.71	716.56	486.72	229.84
2	Emprendimiento Rural	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0.11	0.07	11.02	132.29	89.86	42.43
2	Rmprendimiento Rural	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0.32	0.22	55.12	661.44	449.28	212.16
2	Oficina de Nora	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0.64	0.43	44.10	529.15	359.42	169.73
2	Oficina de Nora	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0.32	0.22	33.07	396.86	269.57	127.30
2	Comedor Segundo Piso	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0.21	0.14	22.05	264.58	179.71	84.86
3	Sala de Reuniones	T8 4T 48	20	4	80	106	18	2.12	1.44	27.56	330.72	224.64	106.08
3	Incopesca	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0.32	0.22	55.12	661.44	449.28	212.16
3	Incopesca	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0.64	0.43	110.24	1322.88	898.56	424.32

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

Tabla 8.11 Inventario de luminarias T8 de 48" a sustituir por similares LED (continuación)

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluoresc	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía Mes	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]
3	Incopesca	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	73,49	881,92	599,04	282,88
3	Incopesca	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0,32	0,22	55,12	661,44	449,28	212,16
3	Sepsa	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	36,75	440,96	299,52	141,44
3	Sepsa	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	44,10	529,15	359,42	169,73
3	Sepsa	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	44,10	529,15	359,42	169,73
3	Sepsa	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Sepsa	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0,11	0,07	11,02	132,29	89,86	42,43
3	Sepsa Economía	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0,64	0,43	110,24	1322,88	898,56	424,32
3	Sepsa Economía	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0,32	0,22	12,40	148,82	101,09	47,74
3	Sepsa Economía	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0,64	0,43	44,10	529,15	359,42	169,73
3	Sepsa Economía	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	18,37	220,48	149,76	70,72
3	Sepsa Política	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0,64	0,43	66,14	793,73	539,14	254,59
3	Sepsa Política	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0,32	0,22	33,07	396,86	269,57	127,30
3	Sepsa Política	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0,11	0,07	7,35	88,19	59,90	28,29
3	Sepsa Política	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0,11	0,07	7,35	88,19	59,90	28,29
3	Comedor	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	2,87	34,45	23,40	11,05
3	Consejo Nacional	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0,32	0,22	55,12	661,44	449,28	212,16
3	Consejo Nacional	T8 4T 48	6	4	24	106	18	0,64	0,43	110,24	1322,88	898,56	424,32
3	Consejo Nacional	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Produccion Orgánica	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	22,05	264,58	179,71	84,86
3	Produccion Orgánica	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0,32	0,22	33,07	396,86	269,57	127,30
3	Produccion Orgánica	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0,32	0,22	33,07	396,86	269,57	127,30
3	Produccion Orgánica	T8 4T 48	1	4	4	106	18	0,11	0,07	2,30	27,56	18,72	8,84
3	Produccion Orgánica	T8 4T 48	3	4	12	106	18	0,32	0,22	22,05	264,58	179,71	84,86
3	Produccion Orgánica	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	22,05	264,58	179,71	84,86
3	Sala de Reuniones	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	13,78	165,36	112,32	53,04
3	Sala de Comunicaciones	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	13,78	165,36	112,32	53,04
3	Sala de Comunicaciones	T8 4T 48	5	4	20	106	18	0,53	0,36	91,87	1102,40	748,80	353,60
3	Sala de Comunicaciones	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	29,40	352,77	239,62	113,15
3	Sala de Comunicaciones	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	36,75	440,96	299,52	141,44
3	Sala de Comunicaciones	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	2,30	27,56	18,72	8,84
3	Sala de Comunicaciones	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	2,30	27,56	18,72	8,84
3	Recepción Despacho Viceministros	T8 2T 48	4	2	8	58	18	0,23	0,14	40,21	482,56	299,52	183,04
3	Despacho Principal	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	27,56	330,72	224,64	106,08
3	Oficinas Despacho Viceministro	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	73,49	881,92	599,04	282,88
3	Despacho Viceministro	T8 4T 48	5	4	20	106	18	0,53	0,36	34,45	413,40	280,80	132,60
3	Sala de Reuninoes Viceministro	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	27,56	330,72	224,64	106,08
3	Oficinas Despacho Ministro	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	73,49	881,92	599,04	282,88
3	Oficinas Despacho Ministro	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	36,75	440,96	299,52	141,44
3	Oficina viceministro	T8 4T 48	5	4	20	106	18	0,53	0,36	16,54	198,43	134,78	63,65
3	Jefa Despacho	T8 4T 48	4	4	16	106	18	0,42	0,29	73,49	881,92	599,04	282,88
3	Comedor	T8 4T 48	2	4	8	106	18	0,21	0,14	4,02	48,23	32,76	15,47
3	Despacho Ministro	T8 4T 48	12	4	48	106	18	1,27	0,86	16,54	198,43	134,78	63,65
3	Sala de Reuniones	T8 4T 48	10	4	40	106	18	1,06	0,72	114,83	1378,00	936,00	442,00
				Total	**1727**							**Total ahorro [kWh/año]**	**18 157**

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

Tabla 8.12 Inventario de luminarias T12 de 48" a sustituir por similares LED

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluoresc.	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]
1	Servicios de apoyo	T12 4T 48	5	4	20	132.5	18	662.5	360	1164.80	632.95	531.85
1	Direccion financiera	T12 4T 48	9	4	36	132.5	18	1192.5	648	1040.00	565.13	474.87
1	Rh compensacion salarios	T12 4T 48	4	4	16	132.5	18	530	288	1164.80	632.95	531.85
1	Asemag	T12 4T 48	1	4	4	132.5	18	132.5	72	166.40	90.42	75.98
1	Capacitación	T12 4T 48	2	4	8	132.5	18	265	144	499.20	271.26	227.94
1	INTA	T12 4T 48	2	4	8	132.5	18	265	144	499.20	271.26	227.94
1	Oficina Choferes	T12 4T 48	1	4	4	132.5	18	132.5	72	10.40	5.65	4.75
1	Comedor Conserjes 2	T12 4T 48	1	4	4	132.5	18	132.5	72	10.40	5.65	4.75
1	Pasillos	T12 2T 48	13	2	26	72.5	18	942.5	468	174.72	86.76	87.96
1	Investigación y otros	T12 4T 48	8	4	32	132.5	18	1060	576	349.44	189.88	159.56
2	Centro de información	T12 4T 48	4	4	16	132.5	18	530	288	249.60	135.63	113.97
2	DNEA	T12 4T 48	2	4	8	132.5	18	265	144	374.40	203.45	170.95
2	Auditoría Interna	T12 2T 48	2	2	4	72.5	18	145	72	332.80	165.25	167.55
2	Unidad Inmobiliaria	T12 4T 48	1	4	4	132.5	18	132.5	72	133.12	72.34	60.78
2	Utamag	T12 4T 48	2	4	8	132.5	18	265	144	12.48	6.78	5.70
2	Utamag	T12 4T 48	2	4	8	132.5	18	265	144	312.00	169.54	142.46
2	Pasillos	T12 2T 48	2	2	4	72.5	18	145	72	43.68	21.69	21.99
3	Cocineta	T12 2T 48	1	4	4	132.5	18	132.5	72	10.92	5.93	4.99
3	Cocineta	T12 2T 48	2	2	4	72.5	18	145	72	21.84	10.84	11.00
3	Pasillos	T12 2T 48	12	2	24	72.5	18	870	432	185.64	92.18	93.46
				Total	**242**					**Total ahorro [kWh/año]**		**3120**

Tabla 8.13 Inventario de luminarias compactas a sustituir por LED

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluoresc.	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]
1	Entrada	CFL	5	1	5	15	9	0.075	0.045	3.12	1.872	1.248
1	Recepcion	CFL	2	1	2	15	9	0.03	0.018	31.2	18.72	12.48
1	Pasillos	CFL	14	1	14	15	9	0.21	0.126	109.2	65.52	43.68
1	Sala reuniones (Financiero)	CFL	3	1	3	15	9	0.045	0.027	46.8	28.08	18.72
1	Direccion financiera	CFL	1	1	1	15	9	0.015	0.009	7.8	4.68	3.12
1	Bodega	CFL	1	2	2	15	9	0.03	0.018	1.95	1.17	0.78
2	Consultorio	CFL	2	1	2	15	9	0.03	0.018	23.4	14.04	9.36
2	Centro de información	CFL	19	2	38	15	9	0.57	0.342	70.2	42.12	28.08
2	Asesoría Jurídica	CFL	2	1	2	15	9	0.03	0.018	62.4	37.44	24.96
2	Baños	CFL	4	1	4	15	9	0.06	0.036	23.4	14.04	9.36
2	Baños	CFL	2	1	2	15	9	0.03	0.018	11.7	7.02	4.68
2	Pasillos	CFL	26	1	26	15	9	0.39	0.234	19.5	11.7	7.8
2	Pasillos	CFL	3	2	6	15	9	0.09	0.054	11.7	7.02	4.68
3	Sepsa Política	CFL	2	1	2	15	9	0.03	0.018	37.44	22.464	14.976
3	Produccion Orgánica	CFL	2	1	2	15	9	0.03	0.018	37.44	22.464	14.976
3	Baño Viceministro	CFL	1	1	1	15	9	0.015	0.009	1.56	0.936	0.624
3	Pasillos	CFL	7	1	7	15	9	0.105	0.063	15.6	9.36	6.24
3	Oficina viceministro	CFL	1	2	2	15	9	0.03	0.018	6.24	3.744	2.496
3	Comedor	CFL	2	1	2	15	9	0.03	0.018	7.8	4.68	3.12
				Total	**123**					**Total ahorro [kWh/año]**		**211**

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

Tabla 8.14 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	67,464.5
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	43,833.0
Ahorro de energía por año [kWh/año]	23,631.5
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 120.99
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 4,575.6**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**945.3**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se espera un ahorro energético de **23,613.5 kWh/año** que equivalen a **US$ 4,575.6 al año** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **945.3 kg por año.**

Se estima que, se requiere una **inversión cercana a US $35,202.81.** En este proyecto, financieramente se obtiene una **TIR de -12.84%**, un **VAN a 5 años de US$ -17,148.34 y un PSR de 7.69 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.

8.4.1.2. Segmentación de Circuitos de Iluminación.

Además de la sustitución de equipos de iluminación, se propone realizar una segmentación de los circuitos de iluminación en los recintos que poseen un interruptor común para un conjunto de luminarias. Esto con el fin de seccionar los lugares donde no se requiere utilizar la iluminación artificial en la jornada laboral, como comedores, baños a que los horarios no son continuos u oficinas que no son ocupadas debido a que los colaboradores se encuentran en teletrabajo.

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

En la **Tabla 8.15** se muestra el consumo actual de algunos recintos que pueden ser seccionados con el fin de tener un ahorro energético al aprovechar las luminarias únicamente cuando se necesiten.

Tabla 8.15 Condición actual de recintos sin segmentación de circuitos.

Condición Actual												
Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia			Uso			Consumo
						Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]	Día [hr/día]	Semana [días/sem]	Total [hr/mes]	Energía [kW-hr/mes]
3	Incopesca	T8 4T 48"	6	4	24	32	106	0.636	8	5	173.333	110.24
3	Incopesca	T8 4T 48"	4	4	16	32	106	0.424	8	5	173.333	73.49
3	Sepsa Economía	T8 4T 48"	6	4	24	32	106	0.636	8	5	173.333	110.24
											Total	**293.9733**

Seguidamente, se muestra en la **Tabla 8.16** la condición propuesta al realizar la segmentación de circuitos de iluminación en los recintos vistos previamente. En este caso lo que se plantea es el escenario donde se disminuye el uso de la iluminación de algunas de las luminarias en al menos unas horas o incluso días.

Tabla 8.16 Condición propuesta de recintos con segmentación de circuitos

Condición Propuesta									
Ubicación	Potencia			Uso				Consumo	Propuesto
	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]	Día [hr/día]	Semana [días/sem]	Total [hr/mes]	Factor Uso	Energía [kW-hr/mes]	Energía [kW-hr/mes]
Incopesca	32	106	0.318	2	5	43.33	100%	13.78	68.90
Incopesca	32	106	0.318	8	5	173.33	100%	55.12	
Incopesca	32	106	0.106	8	2	69.33	100%	7.35	62.47
Incopesca	32	106	0.318	8	5	173.33	100%	55.12	
Sepsa Economía	32	106	0.318	8	3	104.00	100%	33.07	55.12
Sepsa Economía	32	106	0.318	8	2	69.33	100%	22.048	
								Total	**186.49**

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

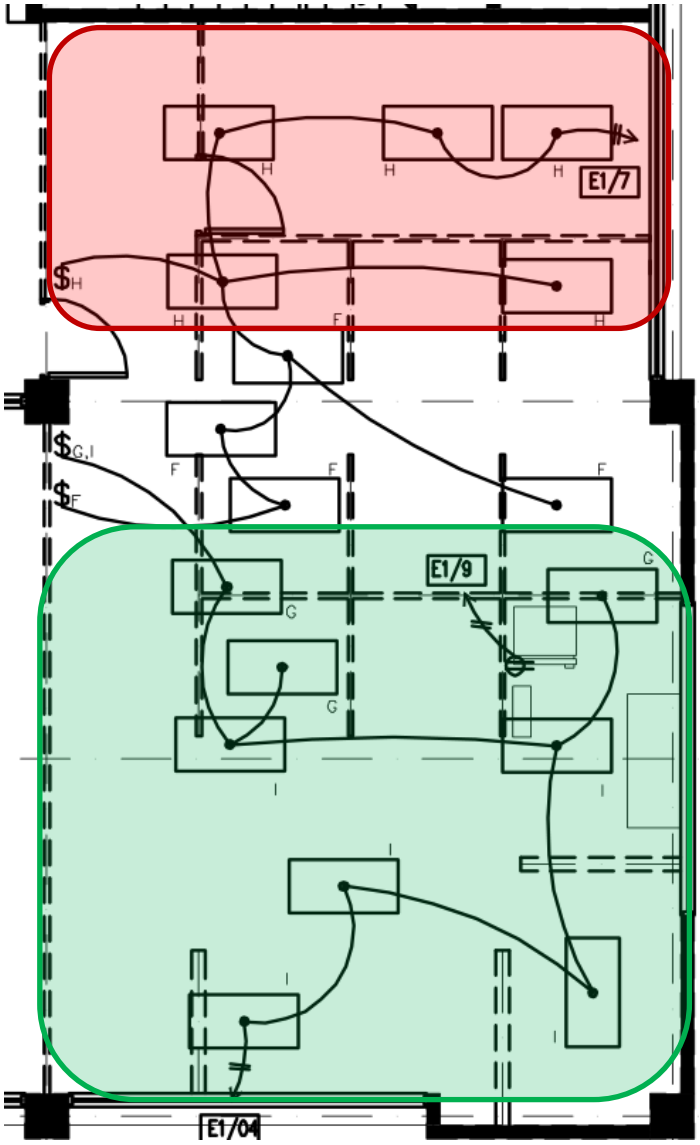


Figura 8.1 Plano de iluminación zona de Incopesca

En la **Figura 8.1** se observa el plano de iluminación del recinto de Incopesca, en este se observa como la zona señalada con el color rojo se acciona en su totalidad por medio del apagador H, en esta área hay tres puestos de trabajo además de un comedor. Entonces, las luces del comedor se mantienen siempre encendidas cuando se encienden para los puestos de trabajo, situación que también se refleja en la zona de color verde manejada por los apagadores I y G, donde se encienden luces que se encuentran en zonas destinadas al comedor y que no tienen un uso continuo.

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

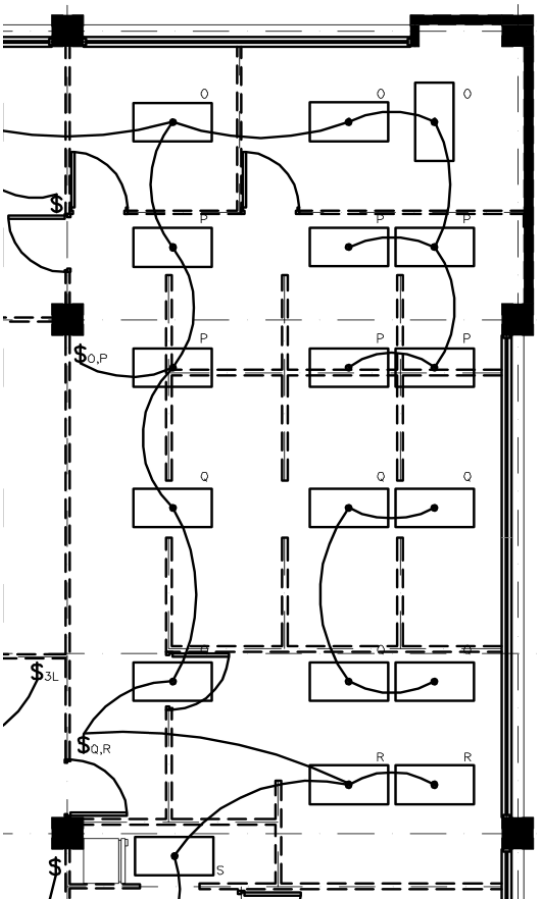


Figura 8.2 Plano de iluminación zona de Sepsa

Otro ejemplo para la segmentación en la zona de Sepsa, donde se observa que varios de los puestos de trabajo están desocupados, aun así, al encender las luces de los puestos que, si están ocupados, también se encienden las luminarias de los puestos desocupados, lo cual representa un gasto energético innecesario para la institución.

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 8.17.**

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

Tabla 8.17 Estimación de ahorros energéticos y económicos.

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	3,527.7
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	2,237.9
Ahorro de energía por año [kWh/año]	1,289.8
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 120.99
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 249.7**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**51.6**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se espera un ahorro energético de **1,289.8 kWh/año** que equivalen a **US$ 249.7 al año** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **51.6 kg por año.**

Se estima que, se requiere una **inversión cercana a US $300**, ya que se considera un promedio de $150 por recinto. En este proyecto, financieramente se obtiene una **TIR de 78.67%**, un **VAN a 5 años de US$ 685.41 y un PSR de 1.20 años.**

8.5. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Refrigeración

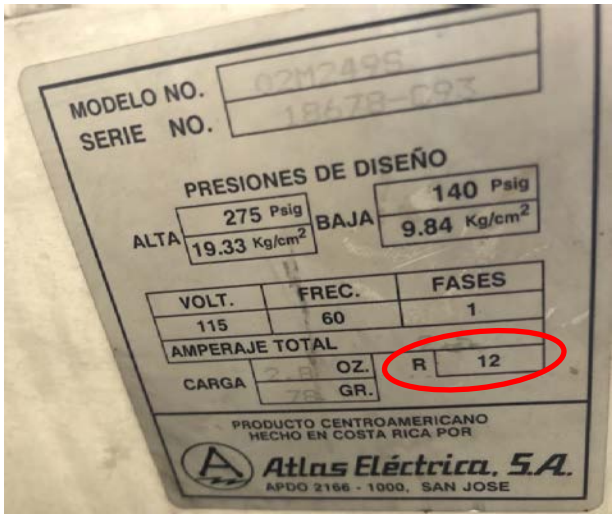
8.5.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración

8.5.1.1. Sustitución de equipos por obsolescencia

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

En el caso del MAG Central, se identifican equipos de refrigeración en zonas de comedor y oficinas, los mismos son refrigeradores domésticos y la mayoría se encuentran en buenas condiciones y utilizan refrigerantes permitidos, por lo que no es necesario el cambio de estas unidades. Aunque también se encontraron equipos que utilizan refrigerantes no permitidos. Los cuales se adjuntan a continuación.

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

Refrigerador	Placa
Figura 8.3 Refrigerador en oficina choferes	**Figura 8.4** Placa refrigerador oficina choferes
Figura 8.5 Refrigerador en comedor primer piso	 **Figura 8.6** Placa refrigerador comedor primer piso

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

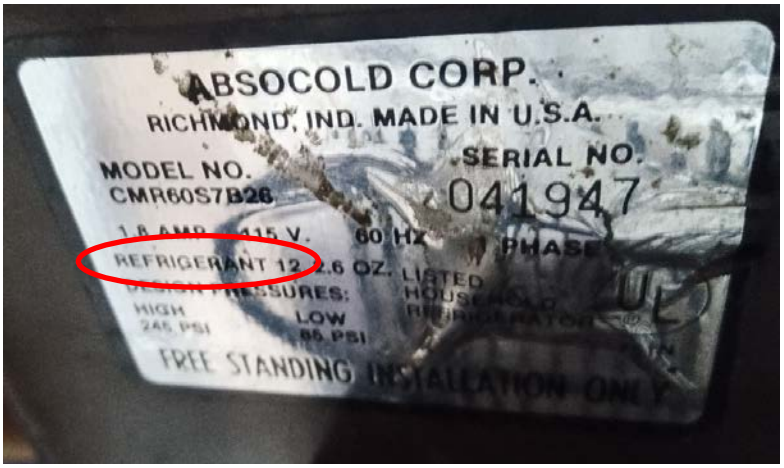


Figura 8.7 Refrigerador doméstico bodega.

En la **Tabla 8.18** se muestran ejemplos de equipos de refrigeración para sustitución de los mostrados anteriormente, estos equipos se encuentran avalados, junto a los

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

costos pertinentes. En estos casos de sustitución por obsolescencia no se estima el periodo de recuperación de la inversión o algún otro indicador financiero, ya que el cambio se debe realizar en acatamiento de los reglamentos vigentes.

Tabla 8.18 Precio equipos de refrigeración propuestos para sustitución

Tipo refrigerador	Volumen		Cantidad	Costo equipo	Total
	Litros	Ft^3			
Doméstico	254.85	9	1	$ 489.00	$ 489.00
Doméstico	339.8	12	2	$ 813.82	$ 1,627.64
Total			3		$ 2,116.64

8.6. Resumen de Oportunidades de Ahorro

En la **Tabla 8.19** se muestra el resumen de las diferentes oportunidades de ahorro analizadas. Dentro de este resumen se contemplan todas las oportunidades de ahorro consideradas, para este caso en específico, todos los proyectos analizados son considerados como viables y, por ende, recomendables.

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

La tabla muestra en su parte inferior la comparación porcentual de los ahorros de los proyectos propuestos con respecto a la facturación energética anual de las instalaciones de la sucursal. La totalidad de proyectos recomendados generan un **ahorro energético anual de 31,963.78 kWh** que corresponden a un **14.75% del consumo de energía actual.**

La implementación de estos proyectos genera un **ahorro económico anual de US$ 6,188.94** y requieren de una **inversión total de unos US$ 74,719.79.** Sumado a esto, la **reducción de emisiones de CO_2 se estima de 1278.55 kg al año.**

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

Tabla 8.19 Resumen de oportunidades de ahorro energético y económico analizadas

Institución: ***MAG Sede Central***				Ubicación: ***San José***						
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	$ -	943,89	$ 182,8		0,00	$ 721,13	37,76
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 37 100,3	6 098,58	$ 1 180,8	-40%	31,42	$ (32 138,19)	243,94
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 35 202,8	23 631,50	$ 4 575,6	-13%	7,69	$ (17 148,34)	945,26
PEE # 3	Iluminación	Segmentación de circuitos de Iluminación	Sí	$ 300,0	1 289,81	$ 249,7	79%	1,20	$ 685,41	51,59
PEE # 4	Refrigeración	Sustitución de equipos de refrigeración	Sí	$ 2 116,6	-	-	N/A	N/A	N/A	-
			TOTAL	$ 74 719,8	31 963,78	$ 6 188,94		12,07		1278,55
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		14,75%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**31 963,78**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$6 188,94**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**14,75%**
Costo de la inversión [US$]	**$74 719,79**
PSR [años]	**12,07**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**1278,55**

☎ 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)

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, además de algunos tomacorrientes con el neutro invertido, como se observa **Figura 9.3.**

Figura 9.3 Problemas encontrados en tomacorrientes

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

Se deben identificar y corregir los tomacorrientes que presenten este problema, ya que el faltante de esta terminal supone una situación de riesgo eléctrico tanto en los equipos como en la instalación general del edificio.

9.3. Mejorar condiciones de los equipos y aislamiento

Durante la visita a campo se detectan deterioros en las tuberías de aislamiento de las unidades condensadoras ubicadas en el exterior del edificio como se puede observar en la **Figura 9.4**. Se recomienda reemplazar o mejorar la calidad de la instalación, ya que un mal aislamiento reduce la eficiencia de los equipos de acondicionamiento, además se deben realizar mantenimientos periódicos al equipo en general, como limpieza y sustitución de filtros, ya que se evidencia gran cantidad de óxido en los accesorios y el condensador.

Figura 9.4 Condición condensadores en exterior.

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

Además, se encontraron varios equipos condensadores que no se encuentran funcionando en la institución, pero aún no han sido retirados de la propiedad. Se recomienda el retiro de estos, así como asegurar que al instalar nuevos equipos se disponga adecuadamente de los sistemas obsoletos.

Figura 9.5 Condensador en desuso MAG sede Central

9.4. Mejorar las condiciones de los tableros

En la visita se realizó la apertura de los diferentes tableros eléctricos, se evidencia la presencia de grandes cantidades de polvo como se evidencia en la Figura 9.6. Para este caso se recomienda mantener buenas prácticas de mantenimiento, realizando una apertura para limpieza al menos una vez al año con el fin de evitar este tipo de acumulaciones.

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

Además, se observan una serie de mejoras que se pueden implementar en la instalación de los tableros. Se tienen supresores sin protección por sobrecorriente, subtableros alimentados desde bornes de otro tablero y falta de conectores adecuados en algunos tableros.

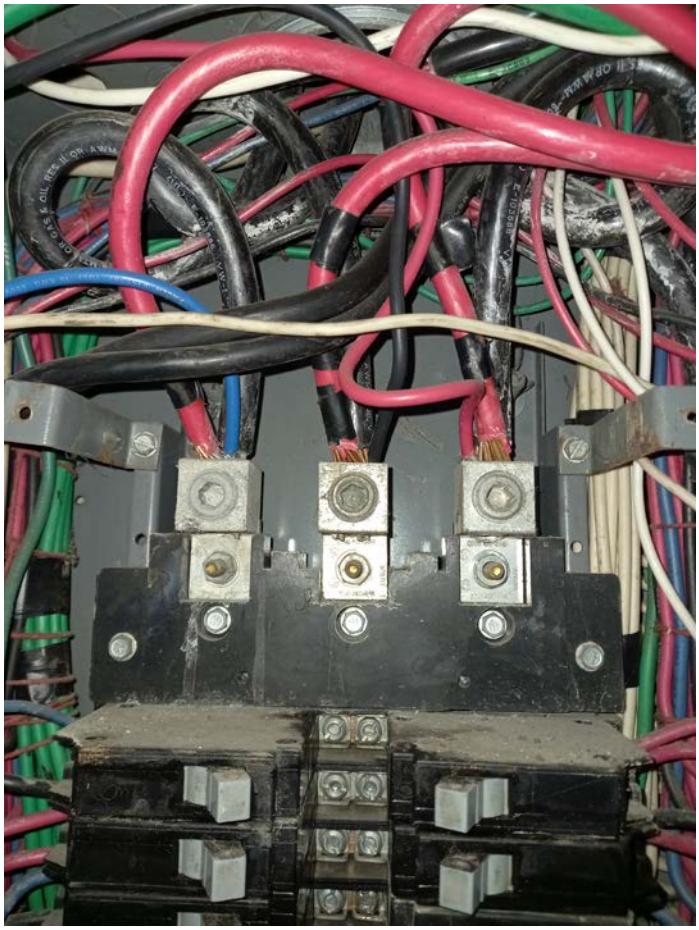


Figura 9.6 Condición de los tableros

9.5. 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

9.5.1. Iluminación

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

Figura 9.7 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 de mayor manera la luz, como se observa en la **Figura 9.7**, 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.

9.5.2. 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”.

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

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

9.5.3. 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 utilizar niveles bajos de enfriamiento.

9.5.4. Aire acondicionado

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

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

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

También si las condiciones lo permiten se puede utilizar un aislante térmico polarizado en las ventanas el cual puede reducir en un 78% el calor solar y bloquea en un 97% los rayos ultravioletas que ingresan a los recintos, (según ficha técnica de la serie Prestige de 3M).

10. Conclusiones

- Al realizar el análisis de facturación se evidencia la tendencia correspondiente al periodo de Enero 2021 a Agosto 2022, en este caso se definió que el consumo de energía representa el 100% de la facturación, ya que el resto de los rubros no se tienen documentados para realizar un análisis más detallado de los diferentes importes a considerar.
- Las mediciones continúas realizadas en el Tablero Principal de la institución, así como los subtableros dispuestos en los diferentes pisos, las mediciones demuestran 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 fines de semana se observa un remanente de alrededor de 10 kW que coincide con la potencia estimada por equipos de refrigeración y otros de consumo continuo como son servidores y sus aires correspondientes.
- 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 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 26.5 °C, el cual está muy por debajo del límite de temperatura de 60° C que soportan típicamente las terminales en las conexiones.

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

- El inventario de equipos consumidores de energía eléctrica muestra que el 17.8 % del consumo se debe a equipos de aire acondicionado, la iluminación un 31.0 % del total y un 12.2% en refrigeración, además de un 26.2% para los equipos de oficina, un 4.7% para los equipos varios y un 8.0% de otros tableros como son los de bodega, ascensores y bombas.
- 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, así como porcentajes de participación.
- La mayoría de los aires acondicionados son sistemas Split, donde el 67% se encuentra por debajo del EER o SEER (según su tecnología) establecido en la INTE E14 – 1. Por otra parte, el 98% de la iluminación se compone de tecnología fluorescente y este sistema es el que tiene mayor potencial de ahorro al cambiar por tecnología LED, también se presentan luminarias incandescentes y HID, pero estas representan menos de un 2% de la potencia instalada, por lo que no se considera para el proyecto de ahorro, aunque igualmente se recomienda su cambio 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 3.04 kWh/m^2 y 20.18 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 las oportunidades de ahorro, la institución cuenta con una tarifa comercial T-CO, pero no se obtuvo información detallada que permita realizar un análisis de cambio de tarifa por lo que no se considera realizar este cambio.
- 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 11,407.0 kWh al año que representa $2,209 (aproximado) por año.

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

- En Proyectos de Eficiencia Energética, se propone el cambio de equipos 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 29 equipos de aire acondicionado que no cumplen con los requisitos de funcionamiento, la inversión para la sustitución de estos es de alrededor de $37,100.33, y se estima un ahorro de 6,098.58 kWh al año que equivale a $1,180.83 aproximadamente.
- También, se propone cambiar las luminarias fluorescentes por semejantes de tecnología LED, con este cambio se estima un ahorro de 23,631.5 kWh/año que representa un ahorro económico de $4,575.6 anuales, con una inversión aproximada de $35,202.81.
- De igual forma, se plantea la opción de realizar una segmentación de circuitos de iluminación en recintos seleccionados, con lo que se estima un ahorro de 1,289.8 kWh/año que equivalen a un ahorro económico de $249.7 anuales, con una inversión cercana a $300 ($150 aproximado por recinto).
- Se evidencia gran cantidad de equipos de refrigeración en las diferentes oficinas del MAG, se observa que la mayoría de equipos se encuentran en buenas condiciones, aunque se propone la sustitución de tres equipos que utilizan refrigerante R12 cuyo ya se encuentra prohibido en el país.

☎ 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 titulado A-11.1 Termografías_MAG Central)

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

Anexo 2: Inventario de Consumidores de energía

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

Tabla 11.1 Inventario de equipos de iluminación y potencia estimada

Ubicación		Características		Cantidad				Potencia		
Piso	Lugar	Tecnología	Modelo	Luminarias	Lámparas	Lamparas dañadas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
1	Entrada	Fluorescente	CFL	5	1	1	4	15	15	0.075
1	Entrada recepcion	HID	CFL	4	1	0	4	150	150	0.6
1	Recepcion	LED	CFL	2	1	0	2	9	9	0.018
1	Recepcion	Fluorescente	CFL	2	1	1	1	15	15	0.03
1	Pasillos	Fluorescente	CFL	14	1	0	14	15	15	0.21
1	Pasillos	LED	CFL	9	1	6	3	9	9	0.081
1	Jardin Interno	LED	CFL	6	1	1	5	9	9	0.054
1	Jefatura Recursos Humanos	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
1	Recursos Humanos	Fluorescente	T8 4T 48	12	4	2	46	32	106	1.272
1	Secretaria Administrativa y Finan	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
1	Asistente Direccion Financiera	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
1	Proveeduria	Fluorescente	T8 4T 48	14	4	13	43	32	106	1.484
1	Sala reuniones (Financiero)	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	4	8	32	106	0.318
1	Sala reuniones (Financiero)	Fluorescente	CFL	3	1	0	3	15	15	0.045
1	Servicios de apoyo	Fluorescente	T12 4T 48	5	4	4	16	40	160	0.8
1	Servicios de apoyo	Fluorescente	T8 4T 48	8	4	6	26	32	106	0.848
1	Direccion Financiera	Fluorescente	T8 4T 48	9	4	8	28	32	106	0.954
1	Direccion financiera	Fluorescente	T12 4T 48	9	4	11	25	40	160	1.44
1	Direccion financiera	Fluorescente	CFL	1	1	0	1	15	15	0.015
1	Rh Compensacion Salarios	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	1	15	32	106	0.424
1	Rh compensacion salarios	Fluorescente	T12 4T 48	4	4	2	14	40	160	0.64
1	Gestion Inmobiliaria	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	1	7	32	106	0.212
1	Asemag	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	0	24	32	106	0.636
1	Asemag	Fluorescente	T12 4T 48	1	4	2	2	40	160	0.16
1	Capacitación	Fluorescente	T12 4T 48	2	4	2	6	40	160	0.32
1	Capacitación	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
1	Relaciones Humanas y Sociales	Fluorescente	T8 4T 48	5	4	1	19	32	106	0.53
1	INTA	Fluorescente	T8 4T 48	14	4	14	42	32	106	1.484
1	INTA	Fluorescente	T12 4T 48	2	4	2	6	40	160	0.32
1	Planificación Institucional	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
1	Oficina Choferes	Fluorescente	T12 4T 48	1	4	2	2	40	160	0.16
1	Oficina choferes	LED	CFL	1	1	0	1	9	9	0.009
1	Servicios Generales Inta	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	5	11	32	106	0.424
1	Comedor Conserjes	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	2	2	32	106	0.106
1	Auditoría Interna	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
1	Comedor Conserjes 2	Fluorescente	T12 4T 48	1	4	2	2	40	160	0.16
1	Oficina Aseo	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	2	6	32	106	0.212
1	Baños	Fluorescente	T12 3T 24	8	3	14	10	20	55	0.44
1	Departamento de Investigación	Fluorescente	T8 4T 48	10	4	15	25	32	106	1.06
1	Pasillos	Fluorescente	T8 2T 48	8	2	2	14	32	58	0.464
1	Pasillos	Fluorescente	T8 4T 48	7	4	6	22	32	106	0.742
1	Pasillos	Fluorescente	T12 2T 48	13	2	6	20	40	84	1.092
1	Unidad Ejecución Presupuestaria	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
1	Pasillos	LED	CFL	5	5	0	25	9	9	0.045
1	Contabilidad	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	3	13	32	106	0.424
1	Investigación y otros	Fluorescente	T12 4T 48	8	4	4	28	40	160	1.28
1	Bodega	Fluorescente	T8 4T 48	20	4	2	78	60	200	4
1	Bodega	Fluorescente	CFL	1	2	0	2	15	15	0.015
2	Capilla	Fluorescente	T8 4T 48	8	4	0	32	32	106	0.848
2	Consultorio	Fluorescente	T8 3T 48	11	3	1	32	32	89	0.979
2	Consultorio	LED	CFL	1	1	0	1	9	9	0.009

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

Tabla 11.2 Inventario de equipos de iluminación y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características		Cantidad				Potencia		
Piso	Lugar	Tecnología	Modelo	Luminarias	Lámparas	Lamparas dañadas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
2	Consultorio	Fluorescente	CFL	2	1	0	2	15	15	0.03
2	Centro de información	Fluorescente	CFL	19	2	2	36	15	15	0.285
2	Centro de información	Fluorescente	T12 4T 48	4	4	8	8	40	160	0.64
2	Centro de Información	Fluorescente	T8 4T 48	9	4	6	30	32	106	0.954
2	Computo	Fluorescente	T8 4T 48	17	4	16	52	32	106	1.802
2	Desarrollo y Cambio Climático	Fluorescente	T8 4T 48	12	4	10	38	32	106	1.272
2	Comedor Segundo Piso	Fluorescente	T8 2T 48	1	2	1	1	32	52	0.052
2	DNEA	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
2	DNEA	Fluorescente	T12 4T 48	2	4	2	6	40	160	0.32
2	Asesoría Jurídica	Fluorescente	T8 4T 48	13	4	20	32	32	106	1.378
2	Asesoría Jurídica	Fluorescente	CFL	2	1	0	2	15	15	0.03
2	Auditoría Interna	Fluorescente	T8 4T 48	12	4	2	46	32	106	1.272
2	Auditoría Interna	Fluorescente	T12 2T 48	2	2	0	4	40	80	0.16
2	Unidad Inmobiliaria	Fluorescente	T12 4T 48	1	4	0	4	40	160	0.16
2	Utamag	Fluorescente	T12 4T 48	2	4	2	6	40	160	0.32
2	Utamag	Fluorescente	T12 4T 48	2	4	3	5	40	160	0.32
2	Baños	Fluorescente	T8 3T 24	6	3	1	17	40	160	0.96
2	Baños	Fluorescente	CFL	4	1	0	4	15	15	0.06
2	Baños	Fluorescente	CFL	2	1	0	2	15	15	0.03
2	Baños	Fluorescente	T8 3T 24	2	3	4	2	32	89	0.178
2	Oficina Salud Ocupacional	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
2	Programas Nacionales	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	2	14	32	106	0.424
2	Programas Nacionales	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	11	13	32	106	0.636
2	Emprendimiento Rural	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
2	Rmprendimiento Rural	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
2	Pasillos	Fluorescente	CFL	26	1	21	5	15	15	0.39
2	Pasillos	Fluorescente	T12 2T 24	21	2	27	15	21	42	0.882
2	Pasillos	Fluorescente	T12 2T 48	2	2	0	4	40	84	0.168
2	Pasillos	Fluorescente	CFL	3	2	0	6	15	15	0.045
2	Oficina de Nora	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	8	16	32	106	0.636
2	Oficina de Nora	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
2	Comedor Segundo Piso	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Cocina sala de reuniones	Incandescente	CFL	2	1	0	2	15	15	0.03
3	Sala de Reuniones	Fluorescente	T8 4T 48	20	4	0	80	32	106	2.12
3	Incopesca	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Incopesca	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	0	24	32	106	0.636
3	Incopesca	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Incopesca	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Sepsa	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sepsa	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Sepsa	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Sepsa	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sepsa	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
3	Sepsa Economía	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	0	24	32	106	0.636
3	Sepsa Economía	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Sepsa Economía	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	0	24	32	106	0.636
3	Sepsa Economía	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	4	4	32	106	0.212
3	Sepsa Política	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	0	24	32	106	0.636
3	Sepsa Política	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Sepsa Política	Fluorescente	CFL	2	1	0	2	15	15	0.03
3	Sepsa Política	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
3	Sepsa Política	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106

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

Tabla 11.3 Inventario de equipos de iluminación y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características		Cantidad				Potencia		
Piso	Lugar	Tecnología	Modelo	Luminarias	Lámparas	Lamparas dañadas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
3	Comedor	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	3	5	32	106	0.212
3	Consejo Nacional	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Consejo Nacional	Fluorescente	T8 4T 48	6	4	0	24	32	106	0.636
3	Consejo Nacional	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
3	Baños	Fluorescente	T12 3T 24	4	3	2	10	20	55	0.22
3	Baños	LED	CFL	2	1	0	2	9	9	0.018
3	Baños	Fluorescente	T12 3T 24	4	3	5	7	20	55	0.22
3	Baños	LED	CFL	2	1	0	2	9	9	0.018
3	Bódega Baños	LED	CFL	2	1	0	2	50	50	0.1
3	Produccion Orgánica	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Produccion Orgánica	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Produccion Orgánica	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Produccion Orgánica	Fluorescente	CFL	2	1	0	2	15	15	0.03
3	Produccion Orgánica	Fluorescente	T8 4T 48	1	4	0	4	32	106	0.106
3	Produccion Orgánica	Fluorescente	T8 4T 48	3	4	0	12	32	106	0.318
3	Produccion Orgánica	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sala de Reuniones	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sala de Comunicaciones	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sala de Comunicaciones	Fluorescente	T8 4T 48	5	4	0	20	32	106	0.53
3	Sala de Comunicaciones	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sala de Comunicaciones	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sala de Comunicaciones	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Sala de Comunicaciones	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Cocineta	Fluorescente	T12 2T 48	1	4	2	2	40	84	0.084
3	Cocineta	Fluorescente	T12 2T 48	2	2	2	2	40	84	0.168
3	Recepción Despacho Viceministros	Fluorescente	T8 2T 48	4	2	0	8	32	58	0.232
3	Despacho Principal	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Oficinas Despacho Viceministro	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Despacho Viceministro	Fluorescente	T8 4T 48	5	4	0	20	32	106	0.53
3	Baño Viceministro	Fluorescente	CFL	1	1	0	1	15	15	0.015
3	Sala de Reuninoes Viceministro	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Oficinas Despacho Ministro	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Oficinas Despacho Ministro	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	0	8	32	106	0.212
3	Pasillos	Fluorescente	T12 2T 48	12	2	7	17	40	84	1.008
3	Pasillos	Incandescente	CFL	17	1	5	12	15	15	0.255
3	Pasillos	Fluorescente	CFL	7	1	3	4	15	15	0.105
3	Oficina Viceministro	Fluorescente	T8 4T 48	5	4	2	18	32	106	0.53
3	Oficina viceministro	Fluorescente	CFL	1	2	0	2	15	15	0.015
3	Jefa Despacho	Fluorescente	T8 4T 48	4	4	0	16	32	106	0.424
3	Comedor	Fluorescente	T8 4T 48	2	4	1	7	32	106	0.212
3	Comedor	Fluorescente	CFL	2	1	0	2	15	15	0.03
3	Despacho Ministro	Fluorescente	T8 4T 48	12	4	0	48	32	106	1.272
3	Sala de Reuniones	Fluorescente	T8 4T 48	10	4	0	40	32	106	1.06
				714						63.15

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

Tabla 11.4 Inventario de equipos de aire acondicionado y potencia estimada

Ubicación		Características										Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo AC	Tipo de evaporador	Tecnología	Marca	Modelo	Capacidad [BTU/hr]	SEER	EER	Temp. de Uso (°C)	Refrigerante	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]
1	Jefatura Recursos Humanos	Split	Pared alta	On / off	Comfort Star	---		-	-	-	----	1	0	0.0
1	Recursos Humanos	Split	Piso cielo	Inverter	Cool Air	GUE-60CRDN1-N	60,000.0	-	9.38	-	R410A	1	6400	6.4
1	Proveeduria	Split	Cassette	Inverter	Innovair	VEM36C2MR1	36,000.0	13	7.65	24	R410A	1	4704	4.7
1	Proveeduria	Split	Pared alta	No identificado	Cool Air	---	12,000.0	-	9.68	-	----	1	1240	1.2
1	Dirección	Split	Pared alta	No identificado	Multizone	---	18,000.0	-	-	-	----	1	0	0.0
1	Servicios de apoyo	Split	Pared alta	On / off	G Air	GAW12CR	12,000.0	-	7.06	-	R22	1	1700	1.7
1	Coordinadora Servicios Apoyo	Split	Pared alta	On / off	G Air	GAW12CR	12,000.0	-	7.06	-	R22	1	1700	1.7
1	Servicios de Apoyo	Split	Pared alta	On / off	G Air	GAW12CR	12,000.0	-	7.06	-	R22	1	1700	1.7
1	Direccion financiera	Split	Pared alta	On / off	G Air	GAW12CR	12,000.0	-	7.06	-	R22	1	1700	1.7
1	Rh Compensacion Salarios	Split	Pared alta	On / off	Samsung	AS12FBCN	12,000.0	-	9.23	-	R22	1	1300	1.3
1	Rh Compensacion Salarios	Split	Pared alta	Inverter	Innovair	WOE18C2DB1	18,000.0	12.6	9.68	22	R410A	1	1860	1.9
1	Gestion Inmoviliaria	Split	Pared alta	On / off	Samsung	---	12,000.0	-	9.23	-	R22	1	1300	1.3
1	Asemag	Split	Pared alta	On / off	Samsung	---		-	-	-	R22	1	1350	1.4
1	Asemag	Ventana o portátil	N/A	On / off	---	---		-	-	-	----	1	0	0.0
1	Relaciones Humanas y Sociales	Split	Pared alta	Inverter	Innovair	WOE18C2DB1	18,000.0	12.6	9.68	20	R410A	1	1860	1.9
1	Servicios Generales Inta	Split	Pared alta	On / off	Delta	35HD0121	13,000.0	-	8.19	20	----	1	1586.4	1.6
1	Auditoría interna	Split	Pared alta	On / off	Air pro	APHWE013	13,000.0	-	8.23	-	R22	1	1580	1.6
1	Sala de Sesiones	Split	Pared alta	No identificado	---	---	-	-	-	-	----	1	0	0.0
1	Investigación	Split	Pared alta	On / off	Gree	GWH12UC	12,000.0	-	10	25	R410A	1	1200	1.2
2	Capilla	Split	Pared alta	On / off	Comfort Star	CSC1012CD-B	12,000.0	10.28	9.40	-	R410-A	1	1276	1.3
2	Consultorio	Split	Piso cielo	No identificado	Cool air	GUE-48CRDN1-N	48,000.0	-	-	-	R410-A	1	0	0.0
2	Centro de información	Split	Pared alta	On / off	Comfort Star	---	12,000.0	-	-	-	R410-A	1	0	0.0
2	Centro de información	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	24,000.0	9.4	8.89	16	R410-A	1	2700	2.7
2	Centro de información	Split	Pared alta	On / off	Comfort Star	CSC1012CD-B	12,000.0	10.28	9.40	-	R410-A	1	1276	1.3
2	Centro de información	Split	Piso cielo	On / off	---	---		-	-	16	R410-A	1	0	0.0
2	Servidores	Split	Pared alta	Inverter	Innovair	WOE24C2DB1	24,000.0	12.9	10.13	21	R410-A	1	2370	2.4
2	Servidores	Split	Pared alta	Inverter	Innovair	BIN625C2V32-V	25,000.0	15	12.30	22	R410-A	1	2032.52	2.0
2	Computadores	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	24,000.0	11.15	10.00	-	R22	1	2400	2.4
2	Computadores	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	24,000.0	9.56	8.89	-	R22	1	2700	2.7
2	Computadores	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	24,000.0	9.56	8.89	18	R22	1	2700	2.7
2	Desarrollo y Cambio Climático	Split	Pared alta	On / off	Samsung	AS12FBCN	12,000.0	10	9.23	-	R22	1	1300	1.3
2	DNEA	Split	Pared alta	On / off	G Air	GAW12CRN1-NB5	12,000.0	12.38	10.81	-	R410-A	1	1110	1.1

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

Tabla 11.5 Inventario de equipos de aire acondicionado y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características										Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo AC	Tipo de evaporador	Tecnología	Marca	Modelo	Capacidad [BTU/hr]	SEER	EER	Temp. de Uso (°C)	Refrigerante	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]
2	DNEA	Split	Pared alta	On / off	Yamabishi	Y13C2AB1	13,000.0	11	9.90	-	R410-A	1	1313.13	1.3
2	DNEA	Split	Pared alta	On / off	Tempblue	TBH43MX012-H3H1C	12,000.0	7.78	7.58	-	R410-A	1	1584	1.6
2	Asesoría jurídica	Split	Pared alta	On / off	Samsung	AS12FBCN	12,000.0	10	9.23	-	R410-A	1	1300	1.3
2	Asesoría jurídica	Split	Pared alta	On / off	Samsung	AS12FBCN	12,000.0	10	9.23	16	R410-A	1	1300	1.3
2	Asesoría jurídica	Split	Pared alta	On / off	G Air	GAW12CR	12,000.0	9.5	8.82	-	R22	1	1360	1.4
2	Auditoría interna 2	Split	Piso cielo	On / off	G Air	GUE-48CRDN1-N	48,000.0	-	-	17	----	1	0	0.0
2	Sin identificar	Split	Pared alta	On / off	Innovair	Samba LG122CEV	12,000.0	8.4	8.00	23	R22	1	1500	1.5
2	Programas Nacionales	Split	Piso cielo	On / off	Miller	elite 2	36,000.0	10.67	9.68	-	R410-A	1	3720	3.7
2	Reunión Nora	Split	Pared alta	On / off	Innovair	ULWC18DB	18,000.0	11	9.90	-	R410-A	1	1818	1.8
2	Reunión Nora	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	12,000.0	12.54	10.91	-	R410-A	1	1100	1.1
2	Oficina de Nora	Split	Pared alta	Inverter	Innovair	woe18c2db1	18,000.0	12.6	9.68	-	R410-A	1	1860	1.9
2	Sin identificar 2	Ventana o portátil	N/A	Otro	Sankey	EWP-1205	12,000.0	-	10	-	R410-A	1	1200	1.2
3	Sala de reuniones	Manejadora	Man y difusor	No identificado	G Air	GOBA-60CN-M13	60,000.0	-	-	-	----	1	0	0.0
3	Incopesca	Split	Pared alta	On / off	G Air	gaw-12chsh	12,000.0	-	9.84	-	----	1	1220	1.2
3	Incopesca	Split	Pared alta	On / off	Innovair	---	12,000.0	13	7.67	21	----	1	1564	1.6
3	Incopesca	Split	Pared alta	On / off	CIAC	---	18,000.0	-	10.20	-	----	1	1765	1.8
3	SEPSA	Split	Pared alta	On / off	Innovair	LG19C2TH	18,000.0	10.5	-	-	----	1	0	0.0
3	SEPSA	Split	Pared alta	On / off	Miller	---	18,000.0	-	9.77	-	----	1	1843	1.8
3	Sepsa Economía	Split	Pared alta	On / off	G Air	gaw-12chsh	12,000.0	-	9.84	-	----	1	1220	1.2
3	Sepsa Economía	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	24,000.0	-	8.89	-	----	1	2700	2.7
3	Sepsa Economía	Split	Pared alta	On / off	G Air	gaw-09cr	9,000.0	-	9.47	-	----	1	950	1.0
3	Sepsa Política	Split	Piso cielo	Inverter	Innovair	Vortex	60,000.0	18	11.01	-	----	1	5451	5.5
3	Consejo Nacional	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	12,000.0	-	9.09	-	----	1	1320	1.3
3	Producción Orgánica	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	12,000.0	-	9.68	-	----	1	1240	1.2
3	Asuntos Internacionales	Split	Pared alta	On / off	Miller	NH-IX5-018KNW1	18,000.0	-	9.77	-	----	1	1843	1.8
3	Asuntos Internacionales	Ventana o portátil	N/A	Otro	Ecox	epor012c10a	12,000.0	-	9.80	-	----	1	1225	1.2
3	Recepción Despacho	Split	Pared alta	On / off	G Air	---	12,000.0	-	9.68	-	----	1	1240	1.2
3	Sala de reuniones Despacho	Paquete	Man y difusor	On / off	York	FXRPO60H06	60,000.0	-	11.39	-	----	1	5270	5.3
3	Despacho viceministro	Manejadora	Man y difusor	On / off	York	YCJD60S43S3A	60,000.0	13	11.01	-	----	1	5449.6	5.4
3	Despacho Ministro	Manejadora	Man y difusor	On / off	York	YCJD60S43S3A	60,000.0	13	11.01	-	----	1	5449.6	5.4
3	Oficinas Despachos	Manejadora	Man y difusor	On / off	York	YCJD60S43S3A	60,000.0	13	11.01	-	----	1	5449.6	5.4
3	Oficinas Asesores	Manejadora	Man y difusor	On / off	York	YCJD60S43S3A	60,000.0	13	11.01	-	----	1	5449.6	5.4
												64		119.7

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

Tabla 11.6 Inventario de equipos de refrigeración y consumo estimado

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Marca	Modelo	Caracteristicas especiales	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Jefatura RH	Refrigerador	GE	---	---	1	70	0.07
1	Proveeduria	Refrigerador	Atlas	---	---	1	295	0.295
1	Servicios de Apoyo	Refrigerador	Mabe	---	---	1	317	0.317
1	Direccion financiera	Refrigerador	Atlas	---	---	1	0	0
1	Direccion financiera	Otros	---	---	Dispensador agua	1	960	0.96
1	Asemag	Refrigerador	Atlas	---	---	1	285	0.285
1	Inta	Refrigerador	Samsung	---	---	1	300	0.3
1	Inta	Otros	---	---	Dispensador agua	1	100	0.1
1	Oficina Choferes	Refrigerador	Kelvinator	---	---	1	234	0.234
1	Comedor Conserjes	Refrigerador	Atlas	---	---	1	1140	1.14
1	Comedor Conserjes 2	Refrigerador	Atlas	---	---	1	300	0.3
1	Comedor Conserjes 2	Otros	---	---	Dispensador agua	1	100	0.1
1	Oficina Aseo	Refrigerador	Atlas	---	---	1	85	0.085
1	Unidad Ejecución Presupuestaria	Refrigerador	Supermatic	---	---	1	80	0.08
1	Comedor (financiero)	Refrigerador	LG	---	---	1	70	0.07
1	Bodega	Refrigerador	---	---	---	1	216	0.216
1	Recepción	Enfriador	---	---	Maquina expendedora	1	1236	1.236
2	Consultorio	Refrigerador	Atlas	---	---	1	285	0.285
2	Consultorio	Refrigerador	Atlas	---	---	1	325	0.325
2	Computo	Refrigerador	Mabe	---	---	1	317	0.317
2	Desarrollo y Cambio Climático	Refrigerador	GE	---	---	1	76	0.076
2	Comedor 2 piso	Refrigerador	Atlas	---	---	1	285	0.285
2	DNEA	Refrigerador	Atlas	---	---	1	105	0.105
2	DNEA	Refrigerador	Atlas	---	---	1	105	0.105
2	Asesoría Jurídica	Refrigerador	Atlas	---	---	1	285	0.285
2	Asesoría Jurídica	Otros	Alps	---	Dispensador de agua	1	100	0.1
2	Comedor ministro	Refrigerador	Atlas	---	---	1	285	0.285
2	Utamag	Refrigerador	Daytron	---	---	1	50	0.05
2	Sin identificar 1	Refrigerador	Atlas	---	---	1	105	0.105
2	Sin identificar 2	Refrigerador	GE	---	---	1	415	0.415
2	Sin identificar 2	Otros	GE	---	Dispensador de agua	1	91	0.091
2	Sin identificar 3	Refrigerador	Atlas	RAF260LPBBSO	---	1	285	0.285
3	Incopesca	Refrigerador	Atlas	Innovation	---	1	250	0.25
3	Sepsa	Refrigerador	Telstar	---	---	1	0	0
3	Sepsa	Refrigerador	GE	---	---	1	85	0.085
3	Comedor	Refrigerador	Daewoo	---	---	1	192	0.192
3	Consejo nacional	Refrigerador	Avanti	---	---	1	150	0.15
3	Producción orgánica	Refrigerador	Mabe	---	---	1	317	0.317
3	Centro de comunicació	Refrigerador	GE	---	---	1	76.5	0.0765
3	Despacho	Refrigerador	Atlas	---	---	1	250	0.25
3	Despacho Ministro	Refrigerador	Telstar	---	---	1	78	0.078
						41.00		10.30

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

Tabla 11.7 Inventario de equipos varios y potencia estimada

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Recepción	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Recepción	Otros	Ascensor	---	---	1	3250	3.25
1	RH jefatura	Ofimáticos	Pantalla	LG	---	1	70	0.07
1	RH jefatura	Otros	Microondas	Frigidaire	---	1	1200	1.2
1	RH jefatura	Ofimáticos	Laptop	---	---	2	65	0.13
1	RH jefatura	Otros	Ventilador	---	---	1	50	0.05
1	Recursos humanos	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	9	150	1.35
1	Recursos humanos	Otros	Horno	Durabrand	---	1	1100	1.1
1	Recursos humanos	Otros	Horno	Oster	---	1	1100	1.1
1	Recursos humanos	Otros	Coffe maker	---	---	3	800	2.4
1	Admin. y financiero	Ofimáticos	Laptop	---	---	2	65	0.13
1	Proveeduria	Otros	Microondas	---	---	1	900	0.9
1	Proveeduria	Otros	horno	---	---	1	1100	1.1
1	Proveeduria	Otros	Coffe maker	---	---	2	800	1.6
1	Proveeduria	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	4	150	0.6
1	Proveeduria	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
1	Pasillo Admin. y financiero	Ofimáticos	Multifuncional	Ricoh	IM 550	3	760	2.28
1	Servicios de apoyo	Otros	Microondas	Mabe	---	1	1500	1.5
1	Servicios de apoyo	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Servicios de apoyo	Otros	TV	LG	---	1	120	0.12
1	Servicios de apoyo	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	2	150	0.3
1	Servicios de apoyo	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	9	150	1.35
1	Servicios de apoyo	Otros	Ventilador	Breeze	---	1	60	0.06
1	Direccion financiera	Otros	Microondas	LG	---	1	1560	1.56
1	Direccion financiera	Otros	Coffe maker	oster	---	1	800	0.8
1	Direccion financiera	Otros	Horno	---	---	1	1100	1.1
1	Direccion financiera	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	9	150	1.35
1	Direccion financiera	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	4	150	0.6
1	Direccion financiera	Ofimáticos	Laptop	hp	---	1	65	0.065
1	Rh compensación salarios	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	7	150	1.05
1	Rh compensación salarios	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
1	Rh compensación salarios	Ofimáticos	Multifuncional	Ricoh	IM 550	1	760	0.76
1	Gestión inmobiliaria	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Gestión inmobiliaria	Ofimáticos	Coffe maker	Black Decker	---	1	800	0.8
1	Gestión inmobiliaria	Ofimáticos	Pichel calentador	---	---	1	1000	1
1	Asemag	Otros	Microondas	Panasonic	---	1	800	0.8
1	Asemag	Ofimáticos	Pantalla	Panasonic	32	2	70	0.14
1	Asemag	Ofimáticos	Pantalla	---	15"	1	30	0.03
1	Asemag	Otros	Coffe maker	Black Decker	---	2	800	1.6
1	Asemag	Ofimáticos	Laptop	---	---	4	65	0.26
1	Asemag	Ofimáticos	Impresora	HP	M426fdw	1	510	0.51
1	Capacitación	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	3	150	0.45
1	Capacitación	Otros	Ventilador	---	---	1	35	0.035
1	Capacitación	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Capacitación	Otros	Ventilador	---	---	2	35	0.07
1	R humanas y sociales	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15

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

Tabla 11.8 Inventario de equipos de varios y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	R humanas y sociales	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	2	150	0.3
1	R humanas y sociales	Ofimáticos	Impresora	---	---	1	510	0.51
1	Inta	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Inta	Ofimáticos	Impresora	---	---	1	510	0.51
1	Inta	Otros	Coffe maker	---	---	2	800	1.6
1	Inta	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Inta	Otros	Microondas	---	---	1	1560	1.56
1	Inta	Otros	Ventilador	---	---	4	45	0.18
1	Inta	Otros	Cpu y monitor	HP	---	3	150	0.45
1	Inta	Otros	Laptop	---	---	1	65	0.065
1	Planificación institucional	Ofimáticos	Laptop	---	---	2	65	0.13
1	Planificación institucional	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
1	Planificación institucional	Ofimáticos	Impresora	---	---	1	510	0.51
1	Planificación institucional	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Oficina choferes	Otros	Microondas	---	---	1	1020	1.02
1	Oficina choferes	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Oficina choferes	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Oficina choferes	Ofimáticos	Pantalla	---	32"	1	70	0.07
1	Servicios generales Inta	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	3	150	0.45
1	Servicios generales Inta	Otros	Ventilador	---	---	1	50	0.05
1	Servicios generales Inta	Ofimáticos	Impresora	Epson	L6171	1	510	0.51
1	Servicios generales Inta	Ofimáticos	Impresora	---	Phaser 3320	1	500	0.5
1	Comedor conserjes	Otros	Microondas	Panasonic	---	1	1140	1.14
1	Comedor conserjes	Otros	Horno	---	---	1	1100	1.1
1	Comedor conserjes	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Comedor conserjes	Otros	TV	Sony	---	1	120	0.12
1	Auditoria interna	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Auditoria interna	Ofimáticos	Impresora	---	---	1	500	0.5
1	Auditoria interna	Otros	Ventilador	---	---	1	35	0.035
1	Comedor conserjes 2	Otros	Microondas	---	---	1	1050	1.05
1	Oficina aseo	Otros	Microondas	---	---	1	1050	1.05
1	Oficina aseo	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Baños	Otros	Extractor	---	---	4	186.42	0.74568
1	Baños	Otros	Secador	---	---	4	2400	9.6
1	Dep. de investigación	Otros	Microondas	---	---	1	1300	1.3
1	Dep. de investigación	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Dep. de investigación	Otros	Ventilador	---	---	3	50	0.15
1	Dep. de investigación	Otros	Laptop	---	---	4	65	0.26
1	Pasillos	Otros	Multifuncional	Xerox	Versalink b405	1	620	0.62
1	Ejecución presupuestaria	Otros	Microondas	---	---	1	1500	1.5
1	Ejecución presupuestaria	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
1	Ejecución presupuestaria	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Ejecución presupuestaria	Otros	Ventilador	---	---	1	60	0.06
1	Contabilidad	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	2	150	0.3
1	Contabilidad	Otros	Ventilador	---	---	1	50	0.05
1	Contabilidad	Ofimáticos	Multifuncional	HP	Pro 200	1	315	0.315

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

Tabla 11.9 Inventario de equipos de varios y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Investigaciones y otros	Ofimáticos	Laptop	---	---	5	65	0.325
1	Sala reuniones financiero	Otros	Microondas	Mabe	---	1	1500	1.5
1	Sala reuniones financiero	Ofimáticos	Pantalla	Panasonic	48	1	120	0.12
1	Bodega	Especializado	Cortinas	---	---	2	372.85	0.7457
1	Bodega	Otros	Microondas	---	---	1	1050	1.05
1	Bodega	Ofimáticos	Cpu y monitor	HP	---	1	150	0.15
1	Bodega	Otros	Ventilador	---	---	4	93.21	0.37284
1	Bodega	Ofimáticos	Laptop	---	---	4	65	0.26
1	Bodega	Ofimáticos	Impresora	Epson	TX560WD	1		0
1	Bodega	Ofimáticos	Ventilador	---	---	2	48	0.096
1	Bodega	Ofimáticos	Impresora	Xerox	Phaser 3320	1	420	0.42
2	Consultorio	Otros	Microondas	Panasonic	---	1	800	0.8
2	Consultorio	Otros	Coffe maker	---	---	1	750	0.75
2	Consultorio	Ofimáticos	Cpu y monitor	---	---	5	120	0.6
2	Centro de información	Otros	Microondas	Oster	---	1	1050	1.05
2	Centro de información	Ofimáticos	Cpu y monitor	---	---	5	150	0.75
2	Computo	Otros	Microondas	Panasonic	---	1	1250	1.25
2	Computo	Otros	Coffe maker	---	---	1	750	0.75
2	Computo	Ofimáticos	Cpu	---	---	7	100	0.7
2	Computo	Ofimáticos	Cpu	---	---	7	100	0.7
2	Computo	Ofimáticos	Rack servidores	---	---	1	324	0.324
2	Computo	Ofimáticos	Monitor	---	---	9	100	0.9
2	Desarrollo y cambio climático	Otros	Coffe maker	---	---	3	750	2.25
2	Desarrollo y cambio climático	Ofimáticos	Cpu y monitor	---	---	3	120	0.36
2	Pasillos	Ofimáticos	Multifuncional	Ricoh	Im550	2	760	1.52
2	Comedor	Otros	Microondas	Electroplus	---	1	1500	1.5
2	Comedor DNEA	Otros	Microondas	Panasonic	NN-SB428S	1	1250	1.25
2	Comedor DNEA	Otros	Coffe maker	---	---	1	750	0.75
2	Comedor DNEA	Ofimáticos	Pantalla	Samsung	32	1	100	0.1
2	DNEA	Ofimáticos	Cpu y monitor	---	---	4	120	0.48
2	Asesoría jurídica	Otros	Microondas	Samsung	---	1	1200	1.2
2	Asesoría jurídica	Otros	Horno	---	---	1	800	0.8
2	Asesoría jurídica	Otros	Coffe maker	---	---	2	750	1.5
2	Asesoría jurídica	Ofimáticos	Cpu y monitor	---	---	3	120	0.36
2	Asesoría jurídica	Ofimáticos	Scaner	---	---	1	40	0.04
2	Asesoría jurídica	Ofimáticos	Impresora	---	---	2	500	1
2	Auditoría interna	Ofimáticos	Cpu y monitor	---	---	3	120	0.36
2	Auditoría interna	Ofimáticos	Teléfono	---	---	5	6	0.03
2	Auditoría interna	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
2	Auditoría interna	Otros	Microondas	---	---	1	1250	1.25
2	Auditoría interna	Otros	Coffe maker	---	---	1	750	0.75
2	Auditoría interna	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
2	Baños	Otros	Secador	---	---	4	2400	9.6
2	Salud ocupacional	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065

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

Tabla 11.10 Inventario de equipos de varios y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
2	Salud ocupacional	Ofimáticos	Monitor	---	---	1	100	0.1
2	Salud ocupacional	Otros	Coffe maker	---	---	1	750	0.75
2	Salud ocupacional	Otros	Ventilador	---	---	1	60	0.06
2	Programa nacional	Ofimáticos	Laptop	---	---	3	65	0.195
2	Programa nacional	Ofimáticos	Computadora	---	---	3	120	0.36
2	Programa nacional	Ofimáticos	Teléfono	---	---	6	6	0.036
2	Programa nacional	Otros	Coffe maker	Durabrand	---	1	750	0.75
2	Programa nacional	Otros	microondas	GRP	---	1	1000	1
2	Programa nacional	Otros	Ventilador	---	---	1	60	0.06
2	Programa nacional	Ofimáticos	Impresora	Lexmark	e260dn	1	470	0.47
2	Emprendimiento rural	Ofimáticos	Computadora	---	---	3	120	0.36
2	Emprendimiento rural	Ofimáticos	Computadora	---	---	1	120	0.12
2	Emprendimiento rural	Ofimáticos	Teléfono	---	---	4	6	0.024
2	Emprendimiento rural	Otros	Coffe maker	---	---	2	750	1.5
2	Oficinas	Ofimáticos	Computadora	---	---	2	120	0.24
2	Oficinas	Ofimáticos	Laptop	---	---	5	65	0.325
2	Oficinas	Ofimáticos	Impresora	Epson	EPL-6200	1		0
2	Oficinas	Ofimáticos	Ventilador	---	---	1	50	0.05
2	Oficinas	Ofimáticos	FAX	Panasonic	KX-FT937	1	120	0.12
2	Oficinas	Ofimáticos	Teléfono	---	---	8	6	0.048
2	Oficinas	Ofimáticos	Monitor	---	---	7	100	0.7
2	Oficinas	Otros	Microondas	Frigidaire	---	1	1350	1.35
2	Reunión Nora	Ofimáticos	Proyector	Epson	x51+	1	350	0.35
2	Reunión Nora	Ofimáticos	Proyector	Optoma	---	1	350	0.35
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	100	0.1
2	Oficina de Nora	Otros	Ventilador	---	---	1	65	0.065
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	6	0.006
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Computadora	---	---	6	120	0.72
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Teléfono	---	---	5	4	0.02
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	6	0.006
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Ventilador	Lasco	TF4	1	48	0.048
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Impresora	Brother	MFC-L8850CDW	1		0
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Pantalla	Samsung	UN32JH4005F	1	56	0.056
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Switch	Cisco	---	1	30	0.03
2	Oficina de Nora	Ofimáticos	Impresora	Epson	L3110	1		0
3	Sala de reuniones	Otros	Proyector	---	---	1	350	0.35
3	Incopesca	Otros	Pantalla	Westinghouse	---	1	105	0.105
3	Incopesca	Especializado	Switch	Cisco	catalyst 2960-x	2	30	0.06
3	Incopesca	Especializado	Servidores	Cisco	2900 series	1	30	0.03
3	Incopesca	Especializado	Router	Cisco	---	1		0
3	Incopesca	Ofimáticos	Teléfono	Cisco	---	8	4	0.032
3	Incopesca	Otros	microondas	Panasonic	---	1	1500	1.5
3	Incopesca	Otros	Coffe maker	Proctorsilver	---	1	900	0.9
3	Incopesca	Ofimáticos	Impresora	Epson	l6171	1		0
3	Incopesca	Otros		Datacard	---	1		0
3	Incopesca	Ofimáticos	Computadora	---	---	5	150	0.75

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

Tabla 11.11 Inventario de equipos de varios y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
3	Incopesca	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Incopesca	Ofimáticos	Impresora	Lexmark	ms610de	1		0
3	Incopesca	Ofimáticos	Impresora	Epson	l565	1		0
3	Incopesca	Ofimáticos	Impresora	Epson	l380	1		0
3	Incopesca	Ofimáticos	Impresora	Epson	m188a	1	25	0.025
3	Incopesca	Ofimáticos	UPS	---	---	4		0
3	Pasillo	Ofimáticos	Impresora	ricoh	IM550	2	1500	3
3	SEPSA	Ofimáticos	Computadora	---	---	2	150	0.3
3	SEPSA	Ofimáticos	UPS	---	---	1		0
3	SEPSA	Ofimáticos	Impresora	Epson	stylus photo r320	1		0
3	SEPSA	Ofimáticos	Teléfono	---	---	3	4	0.012
3	SEPSA	Ofimáticos	Teléfono	---	---	2	4	0.008
3	SEPSA	Otros	Pantalla	sony	bravia	1	84	0.084
3	SEPSA	Otros	microondas	---	---	1	800	0.8
3	SEPSA	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	SEPSA	Otros	Ventilador	---	t3010w	1	10	0.01
3	Sepsa economía	Ofimáticos	Computadora	---	---	6	150	0.9
3	Sepsa economía	Ofimáticos	UPS	---	---	2		0
3	Sepsa economía	Ofimáticos	Teléfono	---	---	8	4	0.032
3	Sepsa economía	Ofimáticos	Teléfono	---	---	3	4	0.012
3	Sepsa economía	Ofimáticos	Monitor	---	---	2	30	0.06
3	Sepsa economía	Ofimáticos	Laptop	---	---	4	65	0.26
3	Sepsa economía	Otros	Ventilador	Erickson	---	1	50	0.05
3	Sepsa economía	Otros	Pantalla	Westinghouse	---	1	105	0.105
3	Sepsa política	Otros	Pantalla	Westinghouse	---	1	105	0.105
3	Sepsa política	Ofimáticos	Monitor	---	---	3	30	0.09
3	Sepsa política	Ofimáticos	Laptop	---	---	3	65	0.195
3	Sepsa política	Ofimáticos	Teléfono	---	---	6	4	0.024
3	Sepsa política	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Sepsa política	Ofimáticos	Computadora	---	---	3	150	0.45
3	Sepsa política	Ofimáticos	UPS	---	---	3		0
3	Sepsa política	Ofimáticos	Impresora	Epson	office t30	1		0
3	Comedor	Otros	microondas	---	---	1	800	0.8
3	Comedor	Otros	Coffe maker	Durabrand	---	1	750	0.75
3	Comedor	Otros	Coffe maker	---	---	1	900	0.9
3	Comedor	Otros	Tostador	---	---	1	1050	1.05
3	Comedor	Otros	Abanico	---	---	1	50	0.05
3	Consejo Nacional	Otros	microondas	Samsung	---	1	1200	1.2
3	Consejo Nacional	Ofimáticos	Laptop	---	---	2	65	0.13
3	Consejo Nacional	Ofimáticos	Computadora	---	---	2	150	0.3
3	Consejo Nacional	Ofimáticos	Monitor	---	---	1	30	0.03
3	Consejo Nacional	Ofimáticos	Teléfono	---	---	2	4	0.008
3	Consejo Nacional	Ofimáticos	UPS	---	---	3		0
3	Consejo Nacional	Otros	Coffe maker	---	---	1	750	0.75
3	Consejo Nacional	Otros	Grabadora	Panasonic	---	1	200	0.2
3	Consejo Nacional	Ofimáticos	Sumadora	Casio	dr-120lb	1	14.4	0.0144

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

Tabla 11.12 Inventario de equipos de varios y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
3	Consejo Nacional	Otros	Abanico	---	---	1	60	0.06
3	Producción Orgánica	Otros	TV	Antiguo	---	1	100	0.1
3	Producción Orgánica	Otros	Microondas	Durabrand	---	1	1500	1.5
3	Producción Orgánica	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
3	Producción Orgánica	Ofimáticos	Computadora	---	---	3	150	0.45
3	Producción Orgánica	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Producción Orgánica	Ofimáticos	Monitor	---	---	1	30	0.03
3	Producción Orgánica	Ofimáticos	Teléfono	---	---	5	4	0.02
3	Producción Orgánica	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Producción Orgánica	Ofimáticos	UPS	---	---	3		0
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	Computadora	---	---	1	150	0.15
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	Monitor	---	---	0	30	0
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	UPS	---	---	1		0
3	Asuntos internacionales	Otros	Ventilador	---	---	1	50	0.05
3	Asuntos internacionales	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	Computadora	---	---	1	150	0.15
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	UPS	---	---	1		0
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Asuntos internacionales	Ofimáticos	Impresora	Lexmark	x264dn	1		0
3	Asuntos internacionales	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
3	Baños	Otros	Secador	---	---	4	2400	9.6
3	Sala de reuniones	Otros	Pantalla	Westinghouse	---	1	105	0.105
3	Sala de reuniones	Otros	Ventilador	---	---	1	50	0.05
3	Oficina Comunicación	Otros	microondas	Samsung	---	1	1100	1.1
3	Oficina Comunicación	Otros	Pantalla	Panasonic	---	1	90	0.09
3	Oficina Comunicación	Ofimáticos	Teléfono	---	---	4	4	0.016
3	Oficina Comunicación	Ofimáticos	Computadora	---	---	2	150	0.3
3	Oficina Comunicación	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
3	Oficina asesor	Ofimáticos	Computadora	---	---	1	150	0.15
3	Oficina asesor	Ofimáticos	UPS	---	---	1		0
3	Oficina asesor	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Oficina asesor	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Oficina asesor	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Oficina	Otros	Pantalla	---	---	1	105	0.105
3	Oficina	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Oficina	Ofimáticos	Monitor	---	---	1	30	0.03
3	Oficina	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Oficina	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Oficina	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Cocineta	Otros	microondas	---	---	1	1000	1
3	Recepcion despacho	Ofimáticos	Computadora	---	---	1	150	0.15
3	Recepcion despacho	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Recepcion despacho	Ofimáticos	UPS	---	---	1		0
3	Despacho principal	Ofimáticos	Computadora	---	---	2	150	0.3

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

Tabla 11.13 Inventario de equipos de varios y potencia estimada (continuación)

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
3	Despacho principal	Ofimáticos	Teléfono	---	---	2	4	0.008
3	Despacho principal	Ofimáticos	UPS	---	---	2		0
3	Oficina Despacho	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Oficina Despacho	Ofimáticos	Computadora	---	---	1	150	0.15
3	Oficina Despacho	Ofimáticos	Teléfono	---	---	2	4	0.008
3	Oficina Despacho	Ofimáticos	Impresora	ricoh	mpc501	1	1584	1.584
3	Despacho viceministro	Otros	Pantalla	Toshiba	46g300u1	1	105	0.105
3	Despacho viceministro	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Despacho viceministro	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Of. Despacho Ministro	Ofimáticos	Computadora	---	---	1	150	0.15
3	Of. Despacho Ministro	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	4	0.004
3	Of. Despacho Ministro	Ofimáticos	Laptop	---	---	2	65	0.13
3	Of. Despacho Ministro	Ofimáticos	Monitor	---	---	1	30	0.03
3	Of. Despacho Ministro	Ofimáticos	Impresora	ricoh	mpc501	1	1584	1.584
3	Of. Despacho Ministro	Ofimáticos	Teléfono	---	---	2	4	0.008
3	Oficina viceministro	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Oficina viceministro	Ofimáticos	Pantalla	---	---	1	48	0.048
3	Jefa despacho	Ofimáticos	Laptop	---	---	1	65	0.065
3	Comedor	Otros	Microondas	LG	---	1	1500	1.5
3	Comedor	Otros	Coffe maker	---	---	1	800	0.8
3	Comedor	Otros	TV	Sony	---	1	100	0.1
3	Despcacho ministro	Ofimáticos	Teléfono	---	---	1	6	0.006
3	Despcacho ministro	Ofimáticos	Pantalla	---	---	1		0
3	Despcacho ministro	Ofimáticos	Trituradora	---	---	1	350	0.35
3	Despcacho ministro	Otros	Ducha	---	---	1	5400	5.4
								166.811

☎ 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: **MAG Sede Central** — **Aire Acondicionado**

OCE # 1 Modificar condiciones de uso de AC

Cambiar la temperatura de uso de los aires acondicionados a 24°C y 22 °C

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	120.99
	kWh/año		943.89
	$/año		182.76
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	**Ahorro total** MBTU/año:	0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:	943.89
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86	**Ahorro total** US$/año	**$ 182.76**
Costo capital BP	**8.16%**	**Costo total** US$	**$ -**
Valor Presente Neto	**$ 721.13**	**Periodo simple de de recuperación (años)**	**0.0**
Tasa Interna de Retorno (%)			

Análisis del costo del Proyecto

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

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

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 1

Empresa: **MAG Sede Central** — **Aire Acondicionado**

PEE # 1 Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	120.99
	kWh/año		7,382.12
	$/año		1,429.35
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	**Ahorro total** MBTU/año:	0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:	7,382.12
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86	**Ahorro total** US$/año	**$ 1,429.35**
Costo capital (%):	**8.16%**	**Costo total** US$	**$ 74,039.30**
Valor Presente Neto	**$ -68,032.80**	**Periodo simple de de recuperación (años)**	**51.80**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-46.60%**		

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**4,939**	Imprevistos ($)	10%	**6,170**
Compra Materiales y Equipos ($):	**56,760**	Ingeniería ($):	5%	**3,085**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**3,085**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**61,699**	**COSTO TOTAL ($):**		**74,039.30**

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

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Estimacion costo Materiales y Equipos

Materiales y equipos	Cantidad	Costo unitario ($)		Costo total ($)
AC 12000 Btu/h	29.0	770.0		22,330.0
AC 18000 Btu/h	9.0	1,020.0		9,180.0
AC 24000 Btu/h	7.0	1,368.0		9,576.0
AC 36000 Btu/h	2.0	1,721.0		3,442.0
AC 48000 Btu/h	2.0	2,891.0		5,782.0
AC 60000 Btu/h	2.0	3,225.0		6,450.0
			Subtotal sin Impuestos	56,760.0
Impuesto de ventas incluido en precios				
Total Materiales y Equipos				**56,760.0**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	4.0	15.0	41.2	2,469.7
Eléctrico	4.0	15.0	41.2	2,469.7
Obra gris				
Peon			31.5	0.0
Albañil			36.9	0.0
Maestro de obras			42.4	0.0
Total mano obra				**4,939.4**
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**	**1,429.4**	**1,472.2**	**1,516.4**	**1,561.9**	**1,608.8**	**7,588.6**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1.03		1,429.4	1,472.2	1,516.4	1,561.9	1,608.8	**7,588.6**
Financiamiento inversiones		0.0						**0.0**
Egresos		**74,039.3**	**11,352.0**	**11,352.0**	**11,352.0**	**11,352.0**	**11,352.0**	**130,799.3**
Estudios de Preinversión								**0.0**
Mano de obra ($):	1.00	4,939.4						**4,939.4**
Compra Materiales y Equipos ($):	1.00	56,760.0						**56,760.0**
Alquileres ($):	1.00	0.0						**0.0**
Otros ($)	1.00	0.0						**0.0**
SUBTOTAL ($):		**61,699.4**						**61,699.4**
Imprevistos ($)		6,169.9						**6,169.9**
Ingeniería ($):		3,085.0						**3,085.0**
Inspección ($):		3,085.0						**3,085.0**
Depreciaciones ($)			11,352.0	11,352.0	11,352.0	11,352.0	11,352.0	**56,760.0**
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		**-74,039.3**	**-9,922.6**	**-9,879.8**	**-9,835.6**	**-9,790.1**	**-9,743.2**	**-123,210.7**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Utilidad neta		**-74,039.3**	**-9,922.6**	**-9,879.8**	**-9,835.6**	**-9,790.1**	**-9,743.2**	**-123,210.7**
Depreciación			11,352.0	11,352.0	11,352.0	11,352.0	11,352.0	**56,760.0**
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		**-74,039.3**	**1,429.4**	**1,472.2**	**1,516.4**	**1,561.9**	**1,608.8**	**-66,450.7**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$74,039.3**	**-$72,717.8**	**-$71,459.3**	**-$70,260.9**	**-$69,119.6**	**-$68,032.8**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-98.07%**	**-84.90%**	**-69.51%**	**-56.66%**	**-46.60%**
		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: **MAG Sede Central** — **Iluminación**

PEE # 2 Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	120.99
	kWh/año		23,631.50
	$/año		4,575.62
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0.0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0.0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento				
( ) Aumentarán (US $/año):	0	**Otros**		
( ) Disminuirán (US $/año):	0			
Vida útil estimada (años):	5	**Ahorro total** MBTU/año:		0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:		23,631
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86	**Ahorro total** US$/año	$	**4,575.62**
Costo capital (%):	**8.16%**	**Costo total** US$	$	**35,202.81**
Valor Presente Neto	**$ -17,148.34**	**Periodo simple de de recuperación (años)**		**7.69**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-12.84%**			

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**4,610**	Imprevistos ($)	10%	**2,934**
Compra Materiales y Equipos ($):	**24,726**	Ingeniería ($):	5%	**1,467**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**1,467**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**29,336**	**COSTO TOTAL ($):**		**35,202.81**

☎ 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"	1,969	10.2		20,158.0
Conector adaptador LED	2,083	0.5		1,015.1
LED Compacto 9 W	123	1.9		239.8
Tubo LED T8, 24"	114.0	4.1		468.2
			Subtotal sin Impuestos	21,881.0
Impuesto de ventas		13%		*2,844.5*
Total Materiales y Equipos				**24,725.6**

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	28.0	41.2	4,610.1
Obra gris				
Peon			31.5	0.0
Albañil			36.9	0.0
Maestro de obras			42.4	0.0
Total mano obra				**4,610.1**
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**	**4,575.6**	**4,575.6**	**4,575.6**	**4,575.6**	**4,575.6**	**22,878.1**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1.00		4,575.6	4,575.6	4,575.6	4,575.6	4,575.6	**22,878.1**
Financiamiento inversiones		0.0						**0.0**
Egresos		**35,202.8**	**4,945.1**	**4,945.1**	**4,945.1**	**4,945.1**	**4,945.1**	**59,928.4**
Estudios de Preinversión								**0.0**
Mano de obra ($):	1.00	4,610.1						**4,610.1**
Compra Materiales y Equipos ($):	1.00	24,725.6						**24,725.6**
Alquileres ($):	1.00	0.0						**0.0**
Otros ($)	1.00	0.0						**0.0**
SUBTOTAL ($):		**29,335.7**						**29,335.7**
Imprevistos ($)		2,933.6						**2,933.6**
Ingeniería ($):		1,466.8						**1,466.8**
Inspección ($):		1,466.8						**1,466.8**
Depreciaciones ($)			4,945.1	4,945.1	4,945.1	4,945.1	4,945.1	**24,725.6**
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		**-35,202.8**	**-369.5**	**-369.5**	**-369.5**	**-369.5**	**-369.5**	**-37,050.3**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Utilidad neta		**-35,202.8**	**-369.5**	**-369.5**	**-369.5**	**-369.5**	**-369.5**	**-37,050.3**
Depreciación			4,945.1	4,945.1	4,945.1	4,945.1	4,945.1	**24,725.6**
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		**-35,202.8**	**4,575.6**	**4,575.6**	**4,575.6**	**4,575.6**	**4,575.6**	**-12,324.7**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$35,202.8**	**-$30,983.7**	**-$27,093.3**	**-$23,506.1**	**-$20,198.4**	**-$17,148.3**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-87.00%**	**-56.87%**	**-35.55%**	**-21.85%**	**-12.84%**
		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 # 3

Empresa: **MAG Sede Central** — **Iluminación**

PEE # 3 Segmentación de circuitos de Iluminación

Segmentación de circuitos de Iluminación zona Incopesca y Sepsa

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	120.99
	kWh/año		1,289.81
	$/año		249.74
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 $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86
Costo capital (%):	8.16%
Valor Presente Neto	**$ 685.41**
Tasa Interna de Retorno (%)	**78.67%**

Ahorro total MBTU/año:	0
Ahorro total kWh/año:	1,290
Ahorro total US$/año	**$ 249.74**
Costo total US$	**$ 300.00**
Periodo simple de de recuperación (años)	**1.20**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**250**	Imprevistos ($)	10%	**25**
Compra Materiales y Equipos ($):		Ingeniería ($):	5%	**13**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**13**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**250**	**COSTO TOTAL ($):**		**300.00**

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

TABLA A.3 FLUJO NETO FINANCIERO (US$) PEE # 3

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0.0**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**1,248.7**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1.00		249.7	249.7	249.7	249.7	249.7	**1,248.7**
Financiamiento inversiones		0.0						**0.0**
Egresos		**300.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**300.0**
Estudios de Preinversión								**0.0**
Mano de obra ($):	1.00	250.0						**250.0**
Compra Materiales y Equipos ($):	1.00	0.0						**0.0**
Alquileres ($):	1.00	0.0						**0.0**
Otros ($)	1.00	0.0						**0.0**
SUBTOTAL ($):		**250.0**						**250.0**
Imprevistos ($)		25.0						**25.0**
Ingeniería ($):		12.5						**12.5**
Inspección ($):		12.5						**12.5**
Depreciaciones ($)			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
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		**-300.0**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**948.7**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Utilidad neta		**-300.0**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**948.7**
Depreciación			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
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		**-300.0**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**249.7**	**948.7**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$300.0**	**-$69.7**	**$142.6**	**$338.4**	**$518.9**	**$685.4**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-16.75%**	**41.91%**	**64.57%**	**74.21%**	**78.67%**
		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 11.14 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 MAG_Central)

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