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

INFORME DE AVANCE FINAL

Auditoría energética Nivel 1

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

Fuentes de recursos:

Beneficiarios en especie:

Realizada en:

Banco Nacional, Río Claro

Versión Informe: **V1**

Enero 2023

Justificación del estudio

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

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

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

San Pedro, San José, Costa Rica

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 1
Institución: Banco Nacional de Río Claro
Ubicación: Golfito, Puntarenas

1. Análisis Facturación

La energía es suplida por ICE, se analizó un periodo de julio 2021 a junio 2022, el costo del rubro de potencia representa un 27.7% del costo total de facturación y la energía un 57.4%. El factor de carga promedio es de 46.9% con un valor mínimo registrado de 34.7% y un máximo de 55.7%.

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 desbalances significativos.

3. Balance de Energía por Servicios Energéticos

Las instalaciones consumen en promedio en los últimos 12 meses 7,823.5 kWh en una única acometida. El consumo por aire acondicionado corresponde a 69.1% del total, la iluminación 17.7%, refrigeración un 1 %, equipos de oficina un 7.3% y equipos varios un 4.9%.

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
3.71	711.23	10.19	2.93	0.12

☎ 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: *Banco Nacional Río Claro* Ubicación: *Golfito*

Proyecto	Sistema	Descripción	Recomend.	Inversión	Ahorro		TIR	PSR	VAN (5 años)	Reducción de emisiones
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Modificar condiciones de uso de AC	Sí	$ -	1 786,73	$ 319,2	-	0,00	$ 1 259,61	71,47
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 4 193,2	3 104,90	$ 554,7	-11%	7,56	$ (1 862,03)	124,20
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 3 176,0	6 142,47	$ 1 097,5	22%	2,89	$ 1 154,33	245,70
			TOTAL	$ 7 369,2	11 034,09	$ 1 971,43		3,74		441,36

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados

Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**11034,09**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$1 971,43**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**11,75%**
Costo de la inversión [US$]	**$7 369,20**
PSR [años]	**3,74**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**441,36**

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

Contenido

CONTENIDO **5**

1. INTRODUCCIÓN **8**

1.1. JUSTIFICACIÓN 8

1.2. ALCANCES 8

1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN 9

2. METODOLOGÍA **9**

2.1. RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ABORDAJE 9

2.2. TRABAJO DE CAMPO 10

2.3. TRABAJO DE OFICINA 10

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN **11**

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN. 11

4. SISTEMA ELÉCTRICO **13**

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA 13

4.2. FACTURACIÓN ENERGÉTICA 16

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica *19*

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

5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS 22

5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN 25

5.3. TERMOGRAFÍAS DE PROTECCIONES PRINCIPALES 28

6. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA **30**

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

6.1. METODOLOGÍA DEL BALANCE ENERGÍA 30

6.2. INVENTARIO DE PRINCIPALES PUNTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO 31

6.2.1. Iluminación 31

6.2.2. Acondicionamiento de Aire 32

6.2.3. Refrigeradores 34

6.2.4. Equipos de Oficina y otros 34

6.3. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS ENERGÉTICOS 36

6.4. USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA 38

7. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 39

7.1. ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEN) 39

7.2. LÍNEA BASE ENERGÉTICA (LBEN) 41

8. OPORTUNIDADES DE AHORRO Y PROYECTOS DE INVERSIÓN 44

8.1. GESTIÓN DE LA COMPRA DE ENERGÍA (GCE) 45

8.2. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN AIRE ACONDICIONADO 46

8.2.1. Proyectos de conservación de energía 46

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados 48

8.3. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 52

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación 52

8.4. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 55

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración 55

8.5. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO 56

9. RECOMENDACIONES GENERALES 58

9.1. RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 58

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

9.2. ESTADO DE CONEXIÓN DE TOMACORRIENTES 58

9.3. RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 60

9.3.1. Iluminación 60

9.3.2. Ofimáticos 61

9.3.3. Refrigeración 61

9.3.4. Aire acondicionado 61

10. CONCLUSIONES 63

11. ANEXOS 65

11.1. CAPTURAS TERMOGRÁFICAS 65

11.2. INVENTARIO DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA 65

11.3. ANÁLISIS FINANCIERO OPORTUNIDADES DE AHORRO 65

11.4. FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS MEDICIÓN CIRE S.A 65

11.5. ARCHIVOS DIGITALES MEDICIONES ELÉCTRICAS 65

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

1. Introducción

1.1. Justificación

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

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

1.2. Alcances

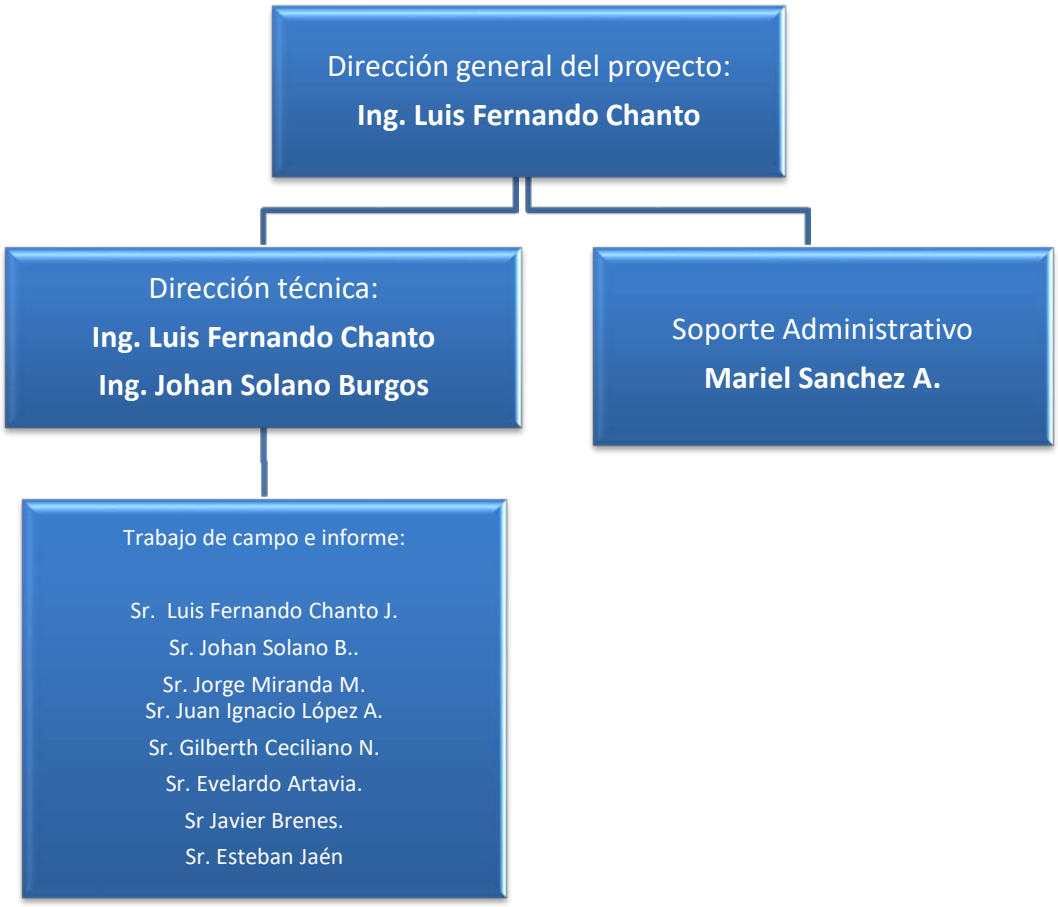
Esta auditoría energética tiene como alcances el análisis de la energía eléctrica, el desarrollo de balances de energía que permitan identificar focos de consumo, identificación y análisis de oportunidades de ahorro, establecimiento de métricas que permitan evaluar el desempeño energético.

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

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

1.3. Organización de la Ejecución

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



2. Metodología

2.1. Recepción de información para la estrategia de abordaje

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

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

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

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 11 de octubre del 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 de la Institución.

Las instalaciones de la sede de Rio Claro del Banco Nacional se encuentran ubicadas en el cantón de Golfito, en la provincia de Puntarenas. En la **Figura 3.1** se muestra una vista frontal de las instalaciones del Banco Nacional, además en la **Figura 3.2** se muestra una vista satelital de los edificios, con respecto a diferentes puntos de referencia de relevancia en la zona como Acueductos y Alcantarillados (AyA) y la Plaza de Río Claro. Es importante destacar que la región de estudio se encuentra a una altitud promedio de 273 msnm, además la zona de Río Claro posee una temperatura promedio de 22 a 32 grados centígrados (°C).

Figura 3.1 Fachada del edificio Banco Nacional, Río Claro.

La sede de Río Claro del Banco Nacional cuenta con dos niveles compuesto en su mayoría por áreas de oficina. Entre las actividades principales se tiene que en los trabajos de oficina se encuentran áreas de atención al público, tesorería, área de cajas, banca de desarrollo, etc. De igual forma posee zonas comunes como comedores, salas de reuniones y los servicios sanitarios para clientes y empleados.

En esta sede se dispone de alrededor de 11 empleados, incluyendo aquellos que trabajan en atención al usuario y los que desempeñan cargos administrativos y de servicios varios. Es importante tener en cuenta que en la sucursal se estima una

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

cantidad de 180 personas atendidas por día en promedio. El detalle de los turnos de trabajo se muestra en la **Tabla 3.1**.

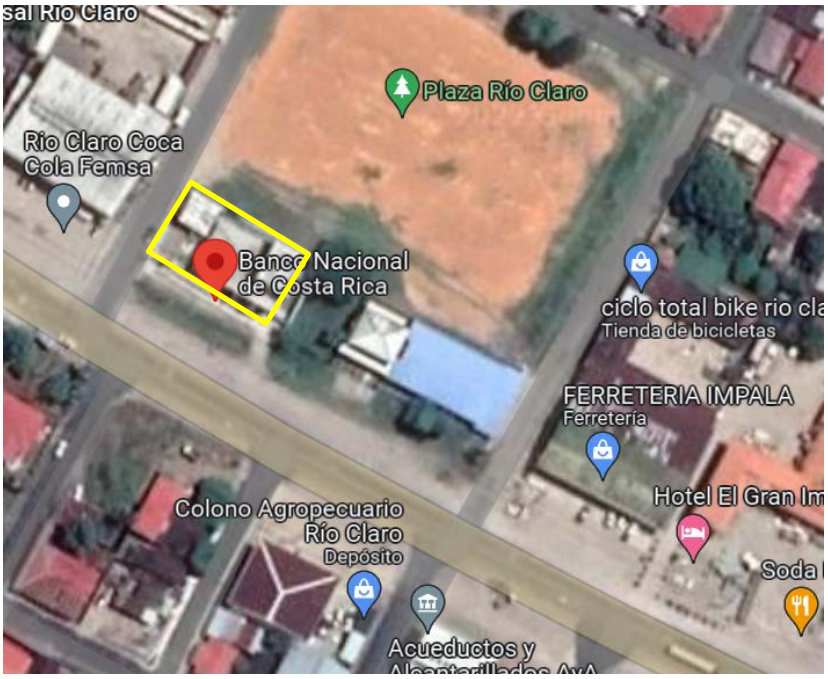


Figura 3.2 Vista satelital del edificio

Tabla 3.1. Cantidad de colaboradores y turnos de trabajo.

Horario atención al público	
Lunes a viernes	8:30 am a 3:45 pm
Sábados	No aplica
Horario de colaboradores	
Lunes a viernes	7:30 am a 6:30 pm
Sábados	No aplica
Cantidad de Colaboradores	
11	
Cantidad de personas atendidas por día	
180	

☎ 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 el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) mediante una acometida trifásica a una 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 del Banco Nacional, Río Claro.

Tabla 4.1 Detalles relevantes del sistema principal de acometidas

Acometida	NISE	Medidor No	N°Localización
Principal	830690	1341608	871003211000

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

Debido a que la institución utiliza 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 realizó un levantamiento para definir un 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.

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

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

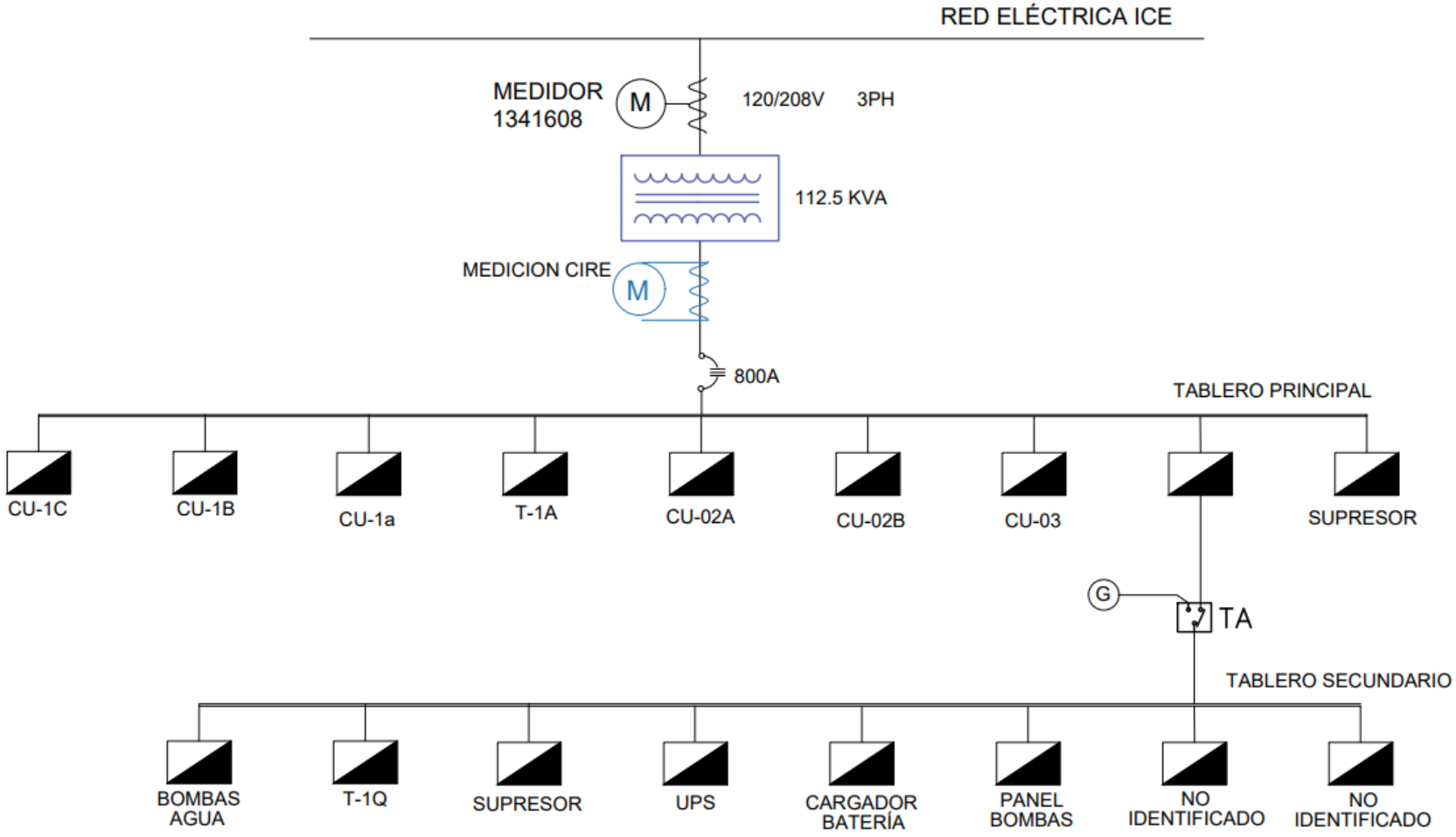


Figura 4.2 Diagrama Unifilar eléctrico de las instalaciones

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

4.2. Facturación Energética

Se presenta en la **Tabla 4.2** un resumen del consumo energético, máxima demanda y el costo promedio de la energía de los últimos 12 meses para la acometida eléctrica comprendido desde julio de 2021 hasta junio 2022.

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

Medidor	Acometida	Tarifa	Consumo energía promedio	Máxima demanda	Costo promedio	
		CNFL	kWh / mes	kW	colones / mes	colones / kWh
1341608	Principal	T-CO	7,823.50	23.75	873,428.7	**111.64**

Se observa que la acometida principal consume un promedio mensual de 7,823.50 kWh, con una máxima demanda promediada de 23,75 kW.

A partir de las facturas mensuales y los consumos energéticos se determinó un costo promedio de la energía de **111,64 colones/kWh**, el cual es el cociente entre el monto económico total de la factura y el consumo energético total del mismo período. Este valor es el estimado en los últimos 12 meses de facturación por ICE, se utiliza este periodo para determinar este rubro ya que es un lapso donde se representa de mejor manera la tarifa actual, a un periodo mayor, se presenta una variación mayor en los rubros de la tarifa, lo cual no es representativo en la actualidad.

En la **Tabla 4.3** se muestra el historial de facturación eléctrica del Banco Nacional suplido por ICE, así como los diferentes rubros de cobro. Estos aplicados desde julio 2021 a junio 2022.

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

Tabla 4.3 Historial de la facturación eléctrica para la acometida principal

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: Banco Nacional
Ubicación: Oficinas Río Claro
Empresa suplidora: ICE
Punto de Consumo: Principal

Medidor # 1341608 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 18

Año	Mes Consumo	Cantidad días	Energía			Máxima demanda		
			Total	Importe	Costo	Demanda	Importe	Costo
			kWh	¢	¢ / kWh	Max kW	¢	¢ / kWh
2021	ene-21	31	9 302	611 304,2	65,72	24,00	261 266,6	28,09
	feb-21	28	8 935	567 015,1	63,46	25,00	260 005,7	29,10
	mar-21	31	8 507	539 854,2	63,46	25,00	262 522,9	30,86
	abr-21	30	10 037	637 282,6	63,49	25,00	256 261,4	25,53
	may-21	31	8 262	526 403,4	63,71	24,00	247 473,1	29,95
	jun-21	30	8 140	519 494,8	63,82	23,00	241 451,5	29,66
	jul-21	31	7 038	447 165,4	63,54	23,00	239 116,0	33,97
	ago-21	31	8 507	507 867,9	59,70	23,00	227 635,4	26,76
	sep-21	30	9 058	540 762,6	59,70	23,00	228 227,4	25,20
	oct-21	31	5 936	352 678,8	59,41	23,00	221 140,7	37,25
	nov-21	30	7 222	415 120,6	57,48	22,00	213 363,7	29,54
	dic-21	31	7 283	418 626,8	57,48	23,00	219 728,5	30,17
	Promedio Anual	**30**	**8 186**	**506 964,7**	**61,75**	**23,58**	**239 849,4**	**29,67**
2022	ene-22	31	7 834	457 667,3	58,42	24,00	233 368,9	29,79
	feb-22	28	8 813	592 233,6	67,20	24,00	271 911,6	30,85
	mar-22	31	7 956	534 643,2	67,20	25,00	272 578,1	34,26
	abr-22	30	8 507	574 180,0	67,50	25,00	282 030,7	33,15
	may-22	31	7 160	498 049,6	69,56	25,00	282 153,8	39,41
	jun-22	30	8 568	595 990,1	69,56	25,00	282 153,8	32,93
	Promedio Anual	**30,17**	**8 140**	**542 127,3**	**66,57**	**24,67**	**270 699,5**	**33,40**
	Promedio Total	**30,32**	**8 170,3**	**518 685,6**	**63,36**	**23,94**	**250 132,8**	**30,92**
	Promedio 12 meses	**30,42**	**7 824**	**494 582,2**	**63,06**	**23,75**	**247 784,0**	**31,94**

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

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

Continuación

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: Banco Nacional
Ubicación: Oficinas Río Claro
Empresa suplidora: ICE
Punto de Consumo: Principal

Medidor # 1341608 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 18

Año	Mes Consumo	ALUMBRADO PUBLICO		OTROS					IMPUESTO VENTAS		IMPORTE TOTAL	PROMEDIO	FACTOR DE CARGA
		Importe	Costo	Bomberos	Redondeo	Costos Variables		Costo	Importe	Costo			
		¢	¢ / kWh			CVC	CVD	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	Total
2021	ene-21	38 673,1	4,16	2 012,6	-0,7	0,0	0	0,22	113 434,2	12,19	1 026 690	110,37	52,09%
	feb-21	35 740,0	4,00	1 943,5	2,0	0,0	0	0,22	107 512,7	12,03	972 219	108,81	53,18%
	mar-21	34 028,0	4,00	1 943,5	2,4	0,0	0	0,23	104 309,0	12,26	942 660	110,81	45,74%
	abr-21	40 087,2	3,99	1 944,5	-1,3	0,0	0	0,19	116 160,7	11,57	1 051 735	104,79	55,76%
	may-21	32 717,5	3,96	1 951,2	0,8	0,0	0	0,24	100 603,9	12,18	909 150	110,04	46,27%
	jun-21	32 234,4	3,96	1 954,5	1,8	0,0	0	0,24	98 923,0	12,15	894 060	109,84	49,15%
	jul-21	27 792,8	3,95	1 945,8	-1,6	0,0	0	0,28	89 216,6	12,68	805 235	114,41	41,13%
	ago-21	32 326,6	3,80	1 828,3	1,4	0,0	0	0,22	95 615,4	11,24	865 275	101,71	49,71%
	sep-21	34 420,4	3,80	1 828,3	-1,9	23 035,0	2 995	3,08	99 968,7	11,04	931 235	102,81	54,70%
	oct-21	22 495,5	3,79	1 819,5	-1,2	0,0	0	0,31	74 596,5	12,57	672 730	113,33	34,69%
	nov-21	26 865,8	3,72	1 760,3	1,6	0,0	0,0	0,24	81 703,0	11,31	738 815	102,30	45,59%
	dic-21	27 092,8	3,72	1 760,3	0,4	0,0	0,0	0,24	82 986,2	11,39	750 195	103,01	42,56%
	Promedio	**32 039,5**	**3,90**	**1 891,0**	**0,3**	**1 919,6**	**250**	**0,47**	**97 085,8**	**11,88**	**880 000**	**107,69**	**47,55%**
2022	ene-22	29 544,3	3,77	1 789,1	0,7	0,0	0	0,23	89 834,7	11,47	812 205	103,68	43,87%
	feb-22	37 455,3	4,25	2 058,0	-2,3	0,0	0	0,23	112 338,9	12,75	1 015 995	115,28	54,64%
	mar-22	33 813,0	4,25	2 058,0	-1,0	0,0	0	0,26	104 938,8	13,19	948 030	119,16	42,77%
	abr-22	35 048,8	4,12	2 067,0	1,1	0,0	0	0,24	111 307,4	13,08	1 004 635	118,10	47,26%
	may-22	22 983,6	3,21	2 130,3	1,3	0,0	0	0,30	101 426,4	14,17	906 745	126,64	38,49%
	jun-22	27 503,3	3,21	2 130,3	1,1	0,0	0	0,25	114 158,7	13,32	1 021 937	119,27	47,60%
Promedio Anual		**31 058,04**	**3,80**	**2 038,8**	**0,1**	**0,0**	**0,0**	**0,25**	**105 667,5**	**13,00**	**951 591,2**	**117,02**	**45,77%**
Promedio Total		**31 712,35**	**3,87**	**1 940,3**	**0,2**	**1 279,7**	**166,4**	**0,40**	**99 946,4**	**12,26**	**903 863,7**	**110,80**	**46,96%**
Promedio 12 meses		**29 778,52**	**3,80**	**1 931,3**	**0,0**	**1 919,6**	**249,5**	**0,49**	**96 507,6**	**12,35**	**872 752,7**	**111,64**	**45,25%**

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

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica

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

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

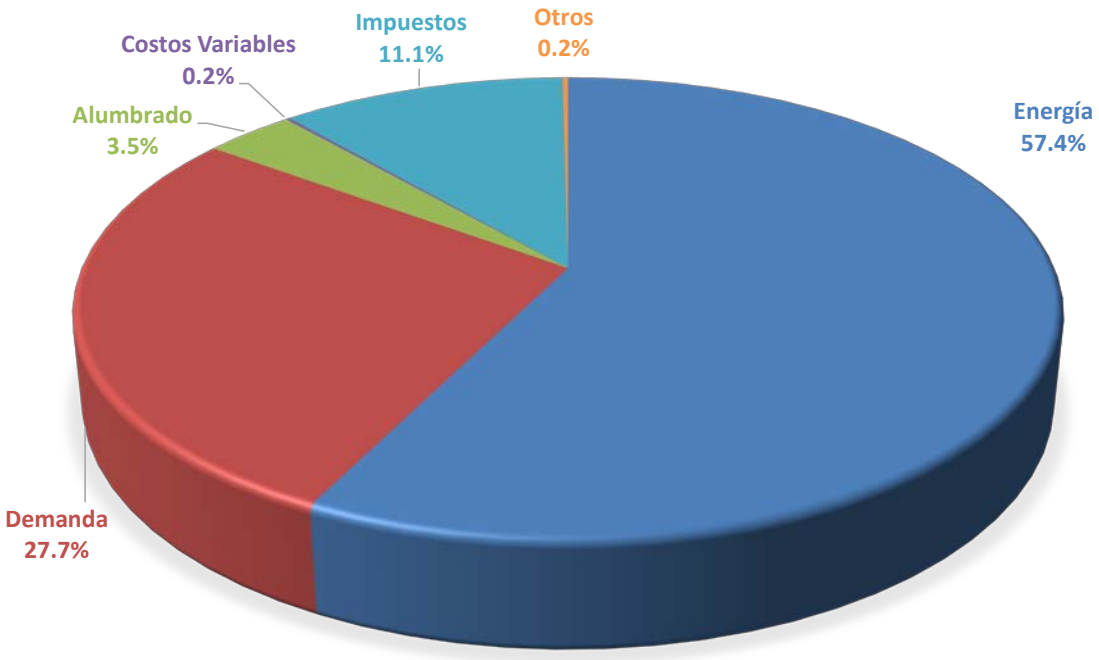


Figura 4.3 Participación promedio de los rubros de facturación en el costo mensual de facturación

En la **Figura 4.4** se presenta el gráfico del consumo energético a lo largo del periodo registrado. En ella se observa un máximo de 10,037.0 kWh registrado en el mes de Abril 2021 y un mínimo de 5,936.0 kWh para el mes de Octubre 2021. El valor máximo presenta una variación aproximadamente de 22.85% con respecto al promedio

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

(8,170.3 kWh) y el valor mínimo presenta un valor de aproximadamente 27.35% diferente al promedio.

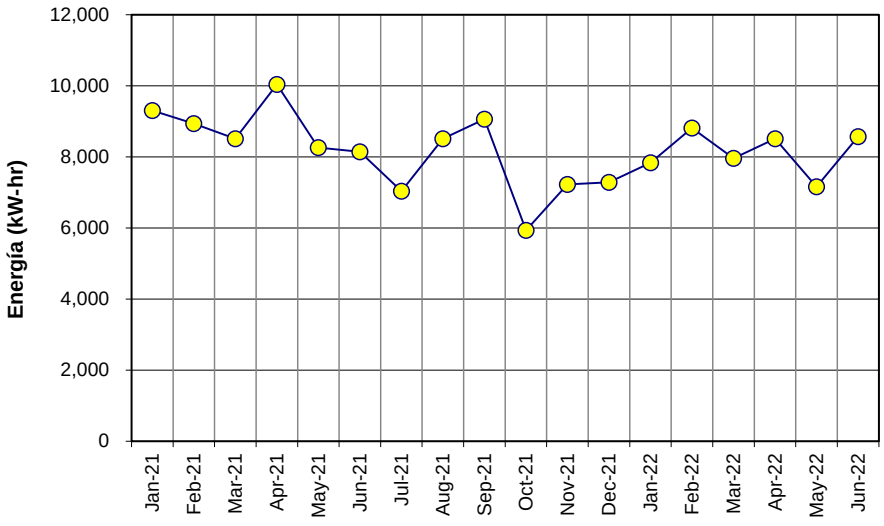


Figura 4.4 Consumo de energía eléctrica facturada para la acometida principal (kWh)

En la **Figura 4.5** se presenta la potencia de máxima demanda facturada (kW) para cada período de facturación. Se observa que la máxima demanda (25 kW) se repite en 6 meses del período facturado y el valor mínimo registrado se ubica en el mes de noviembre 2021.

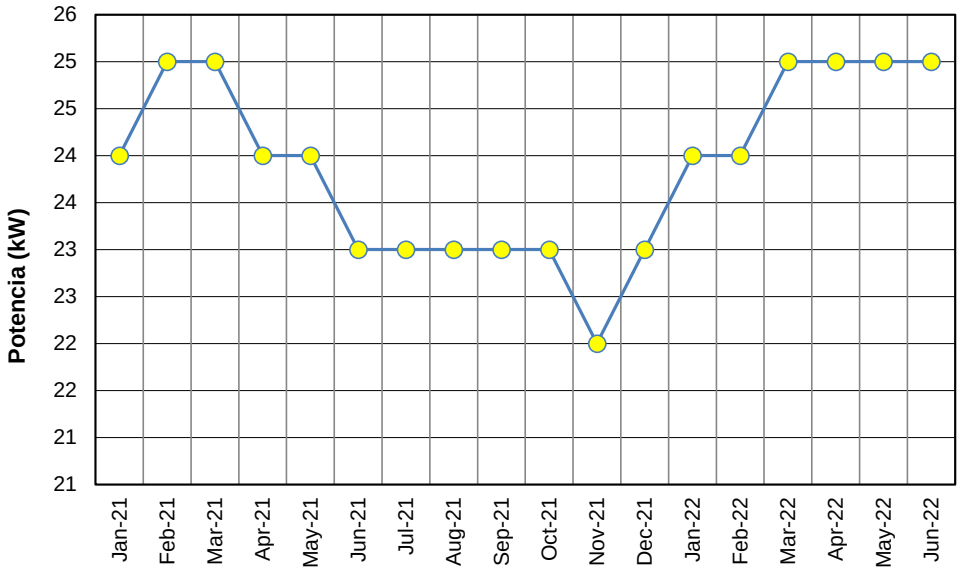


Figura 4.5 Comportamiento de la máxima demanda en la acometida principal (kW)

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

En la **Figura 4.6** se observa la participación económica de los diferentes rubros de cobro con respecto al consumo de energía total de la institución.

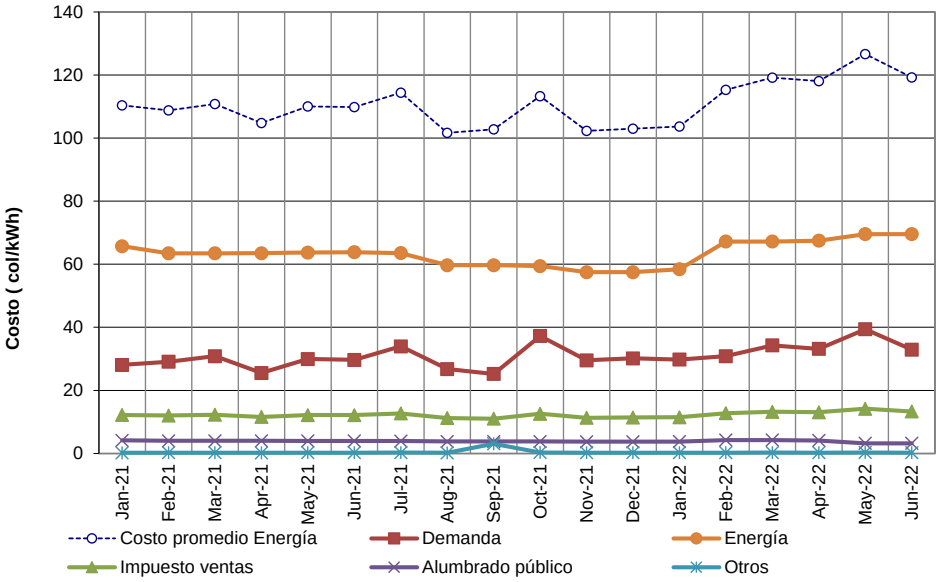


Figura 4.6 Costos de los rubros cobrados por la ICE (col/kWh)

Según se aprecia en la **Figura 4.7**, el factor de carga se encuentra entre 30% y 60%, con un pico elevado de aproximadamente 58.08% en el mes de Abril del 2021. Este indicador permite conocer el grado de aprovechamiento de la potencia instalada respecto al consumo de energía eléctrica. Se espera que entre mayor sea su valor, menor sea el costo promedio de la energía (colones/kWh).

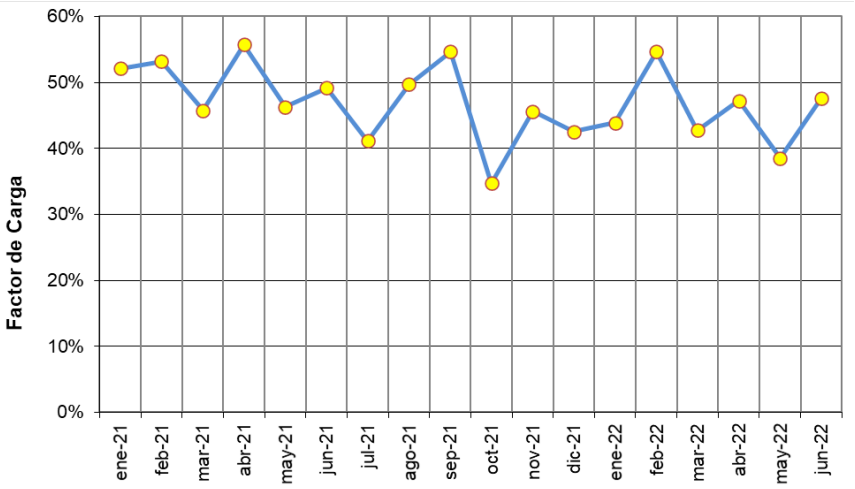


Figura 4.7 Comportamiento del factor de carga en el periodo de estudio

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

5. Mediciones de trabajo de campo

5.1. Mediciones eléctricas

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

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

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

Las mediciones continuas consisten en la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas en el tablero principal, midiendo los alimentadores principales de tableros secundarios que permitan obtener perfiles de carga de estos y observar las características de consumo. En la **Figura 5.1**, se muestran los equipos instalados para la realización de mediciones continuas, se utilizaron los equipos marca Circutor, modelo CIRe3, cuyas fichas técnicas se adjuntan como anexo a este informe. Estos se ubicaron en el tablero principal. La medición se realizó por un periodo de medición de 7 días que se extendieron desde el día 11 al 18 de Octubre de 2022.

Figura 5.1 Equipos analizadores de redes en el tablero 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.

Tabla 5.1 Rangos de tensión en tablero principal para el periodo del 11 al 18 de octubre de 2022

Tablero		Tensión L-N [volts]			Tensión L-L [volts]		
		L1	L2	L3	L1-L2	L2-L3	L3-L1
Principal	Mínimo	0,87	121,85	122,44	123,20	122,78	123,30
	Promedio	122,84	123,05	123,56	212,21	212,98	213,46
	Máximo	124,10	214,10	214,90	214,10	214,90	215,28

Tabla 5.2 Rangos de corriente en tablero principal en el periodo del 11 al 18 de octubre de 2022

Tablero		Corrientes promedio por fase (A)				
		Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Corriente L3 (A)	Δi máx	Relativ
Principal	Mínimo	38,53	44,76	0,52	41,47	33%
	Promedio	49,02	56,64	17,31	36,13	
	Máximo	70,0027	85,1173	38,9013	40,81	

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.

En la **Tabla 5.3**, se muestran los valores de la demanda máxima, energía consumida y el consumo promedio obtenido en las mediciones realizadas con los equipos de medición MYeBOX A1500 y CVM 10. 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.

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

Tabla 5.3 Mediciones de consumos por tablero principal en el periodo del 11 al 18 de octubre de 2022

Tablero	Máxima Demanda Medida (kW)	Energía consumida Medida (kWh)	Consumo Promedio Medido (kWh/dia)
Tablero Principal	21.90	2247.53	320.12

En la **Figura 5.2** se observan los perfiles de carga del tablero principal, se evidencia que la demanda de potencia permanece constante aún en horarios no laborales, donde se observa valores de aproximadamente 10 kW los cuales corresponden a una manejadora que permanece activa 24/7 en el área de cajeros automáticos.

A su vez, en horarios laborales se tienen picos de 20 kW que son producidos en su mayoría por las operaciones de la iluminación en las zonas de trabajo y los equipos de oficina.

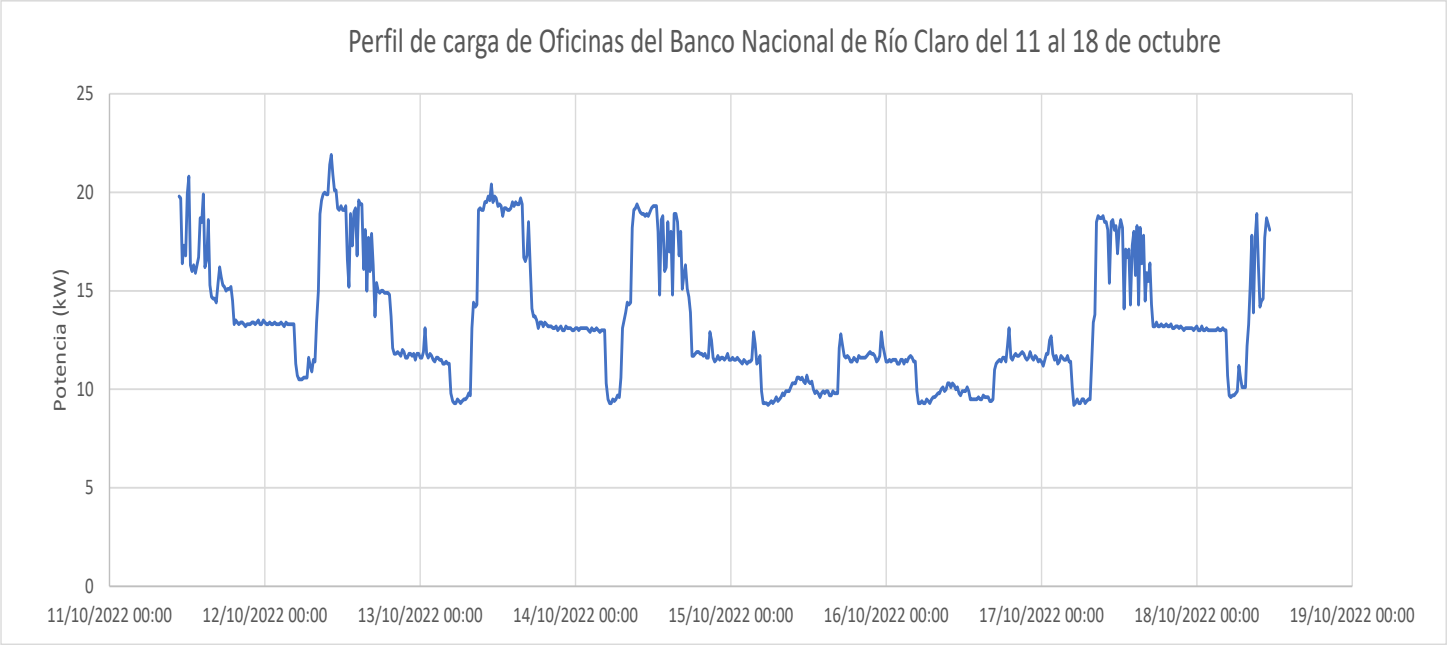


Figura 5.2 Mediciones continuas panel principal

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

5.2. Niveles de iluminación

Durante el trabajo de campo se realizaron mediciones del nivel de iluminación en distintos puntos del edificio con el objetivo de determinar si los niveles se encuentran de acuerdo 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 de los lugares de trabajo”.

Figura 5.3 Equipo de medición de los niveles de iluminación

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

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

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

Tabla 5.4 Niveles recomendados de iluminación (lux) para áreas generales y oficinas según INTECO

Tipo de interior, tarea o actividad	$E_m$lux	CUD_L	R_a	Observaciones
1. AREAS GENERALES DE EDIFICACIONES				
Vestíbulos de entrada	100	22	60	
Salas de estar	200	22	80	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	En las salidas y entradas proporcionar una zona de transición y evitar cambios súbitos
Escaleras, escaleras mecánicas y bandas transportadoras (de personas)	150	25	40	
Rampas/zonas de carga	150	25	40	
Comedores	200	22	80	
Áreas de descanso	100	22	80	
Salas para ejercicios físicos	300	22	80	
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200	25	80	
Enfermerías	500	19	80	
Sala de atención médica	500	16	90	T_{cp} 4 000 k, como mínimo
Cuartos técnicos (industrias), cuartos de equipos eléctricos	200	25	60	
Cuarto de correspondencia, tablero de interruptores.	500	19	80	
Almacén, cuartos de mercancías, almacén refrigerado	100	25	60	200 lux si están ocupados continuamente
Áreas de despacho, embalaje, manipulación	300	25	60	
Estación de control	150	22	60	200 lux si están ocupados continuamente
22. OFICINAS				
Archivado, copiado, circulación, entre otros.	300	19	80	
Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	80	Para trabajar en PVD, ver 4.10
Dibujo técnico	750	16	80	
Estación de trabajo CAD	500	19	80	Para trabajar en PVD, ver 4.10
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	La iluminación debiera ser controlable (regulable)
Puesto (carpeta) de recepción	300	22	80	
Lugar de archivos	200	25	80	

☎ 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]		
		MIN	PROMEDIO	MAX
Jefatura p1	Oficina	114	156	198
Atención al publico	Atención al público	111	201	301
Cajas	Área de Cajas	120	156	210
Baño hombres	Servicios sanitarios	132	132	132
Baño mujeres	Servicios sanitarios	126	126	126
Tesoreria	Oficina	409	429	448
Supervisora	Oficina	213	218	222
Recarga cajeros	Cajeros	199	239	279
Computo p2	Oficina	179	244	309
Área credito	Oficina	105	185	265
Baño mujeres	Servicios sanitarios	216	216	216
Baño hombres	Servicios sanitarios	238	238	238
Archivo	Archivado	456	482	507
Proveduria	Oficina	259	264	268
Aseo	Cuarto de Aseo	56	56	56
Comedor	Comedor	787	1339	1891
Entrada de empleados	Vestíbulo de entrada	200	257	314
Baños hombres empleados	Servicios sanitarios	156	156	156
Baños mujeres empleados	Servicios sanitarios	200	200	200

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; sin embargo, en algunos casos, se identificaron puntos donde, si se cumple con el mínimo de la norma, y esto se debe principalmente a que están cercanos a una fuente de luz adecuada como luminarias en condiciones idóneas, buena posición de la luz respecto al puesto de trabajo o ventanales con acceso a la luz natural.

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

5.3. Termografías de protecciones principales

Se realiza una medición de las protecciones principales de los tableros, de los valores de temperatura mediante capturas termográficas. Como referencia para los valores permisibles, se toma en consideración lo estipulado en el Código Eléctrico Nacional vigente (NEC 2014, versión en español) en Costa Rica, específicamente el artículo 110.14 (C) adjunto en la **Figura 5.3**. 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 este valor el 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 5.3 Artículo 110.14 (C)

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

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

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

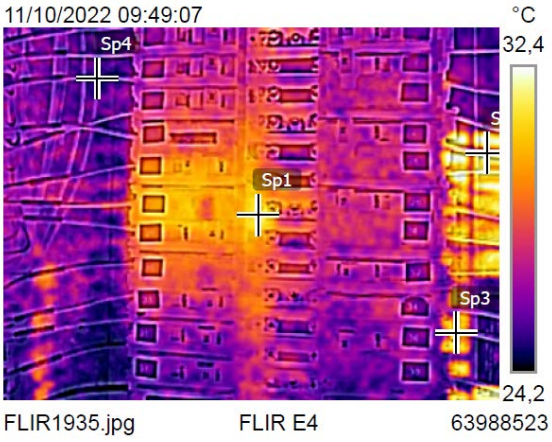
☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

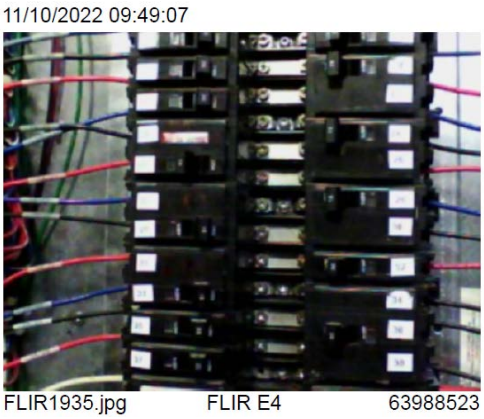
Tabla 5.6. Paneles eléctricos donde se realizan termografías

Tablero	Descripción
Tablero T-1A	Protección principal del edificio
Tablero T-GN	Tablero de distribución interno

Tabla 5.7 Termografías

Detalle:	**Tableros: T-1A**
Termografía	Referencia





La termografía en cuestión muestra el valor de temperatura más alto encontrado (punto Sp1) en los diferentes tableros con un valor aproximado a los 30.5 °C, y este se encuentra en el tablero principal, aun así, se encuentra por debajo de los 60 °C, por lo cual, en el momento de la medición, no se evidenció algún punto caliente significativo en los diferentes paneles de distribución eléctrica y tampoco se muestra un desbalance significativo en las corrientes de fase.

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

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

6. Balance Energía Eléctrica

6.1. Metodología del Balance Energía

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

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

El inventario de los equipos consumidores 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, equipos ofimáticos (equipos de oficina) y equipos de comedor.

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

A continuación, se presenta una descripción de los diferentes sistemas energéticos que incluye un resumen de la potencia instalada y cantidad de equipos para cada uno

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

de ellos, según la variedad de consumidores instalados, seguido del balance de energía para la institución.

6.2. Inventario de Principales Puntos de Consumo Eléctrico

6.2.1. Iluminación

Para realizar el análisis de los dispositivos de iluminación instalados, estos fueron divididos según el tipo de tecnología utilizado en cada caso y también según la ubicación de los mismos. Por medio de inspección visual durante el trabajo de campo, se determina la existencia de 196 unidades de iluminación, incluyendo todas las distintas tecnologías y potencias encontradas; lo que corresponde a un total de 7.68 kW de potencia instalada, tal y como se muestra en la **Tabla 6.1**.

Tabla 6.1 Inventario de dispositivos de iluminación

Tecnología	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Incandescente	0	0.00	0%
Fluorescente	190	7.60	99%
LED	6	0.08	1%
HID	0	0.00	0%
Totales	**196**	**7.68**	**100%**

En la Figura 6.1 se muestra un diagrama de pastel que contiene la distribución porcentual de las luminarias según su tecnología, esto, en función del total de la potencia instalada en el edificio que es utilizada en iluminación. Puede observarse que la tecnología principal es tipo fluorescente, comprendiendo el 99% de la iluminación total de la sucursal, la tecnología LED en esta institución casi no es utilizada, ya que comprende un 1% de las luminarias instaladas.

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

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

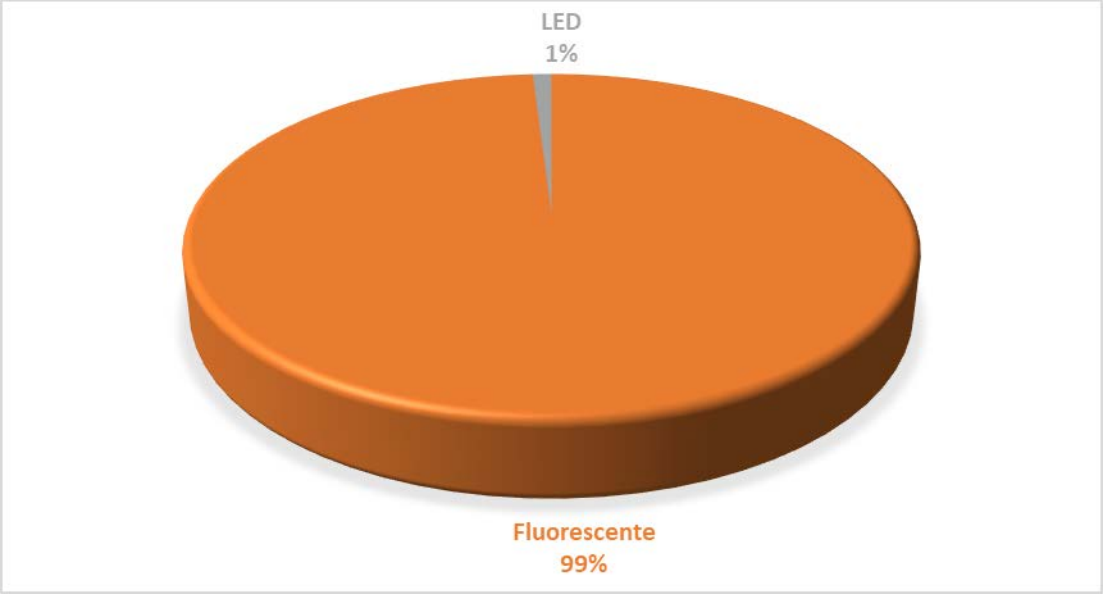


Figura 6.1 Distribución porcentual de potencia instalada según tecnología de iluminación

6.2.2. Acondicionamiento de Aire

En la **Tabla 6.2** se muestra la distribución porcentual de los equipos de acondicionamiento de aire según su sistema y potencia instalada en los edificios y la cual está destinada para este propósito. En este caso, el 31% de la potencia instalada está destinada a los equipos tipo Split que se refiere a un dispositivo utilizado en el comedor, un 64% destinado para las condensadoras del sistema multisplit y el restante 5% para los cassette del mismo sistema.

Tabla 6.2 Resumen del inventario de equipos de acondicionamiento de aire

Sistema	Total		
	Cantidad	Potencia [kW]	Porcentaje
Split	1	6,70	31%
Paquete	0	0,00	0%
Condensadora	2	13,80	64%
VRF	5	1,00	5%
Ventana o portátil	0	0,00	0%
Otros	0	0,00	0%
Total	**8**	**21,5**	**100%**

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

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.

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

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

En este caso en el banco existe solo un equipo “on/off”, y el resto pertenece al sistema centralizado que salen del alcance de la norma. En la **Tabla 6.3** se observa la cantidad y potencia para equipos con tecnología “On / off”.

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
60000	1	6,7	0	0,0

Se observa que el equipo Split instalado no cumple con el mínimo estipulado por normativa, por lo que se debe considerar para recambio.

6.2.3. Refrigeradores

Aquí se incluyen los equipos de refrigeración instalados dentro de la sucursal y que sirven conservación de alimentos u otra actividad especializada; indistintamente de que estos se encuentren dentro de un espacio físico para uso de comedor, o que se ubiquen dispersos por el resto de las instalaciones de la institución. El levantamiento de equipos de refrigeración se muestra en la **Tabla 6.4**.

Tabla 6.4 Inventario de refrigeradores

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Refrigerador	1	0,26	100%
Congelador	0	0,00	0%
Cámara	0	0,00	0%
Otros	0	0,00	0%
Total	**1**	**0,26**	**100%**

6.2.4. Equipos de Oficina y otros

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

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

"Otros Equipos", hace referencia a equipos que no caben dentro de la descripción de las categorías anteriores, y que es posible que no se encuentren en una importante cantidad en la institución, tales como pantallas y microondas. El listado de estos equipos se presenta en la **Tabla 6.5**.

Tabla 6.5 Inventario de equipos de oficina

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Ofimáticos	23	4.01	40%
Especializado	0	0.00	0%
Otros	34	5.97	60%
Total	**57**	**9.98**	**100%**

El detalle completo de los ofimáticos y otros distribuidas en los diferentes espacios de la sucursal se muestra en el **Anexo 2**.

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

6.3. Balance Energía Eléctrica por Sistemas Energéticos

Con base en la metodología descrita anteriormente, se logró obtener un balance general de energía eléctrica de las instalaciones de Banco Nacional de Río Claro. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.4.**

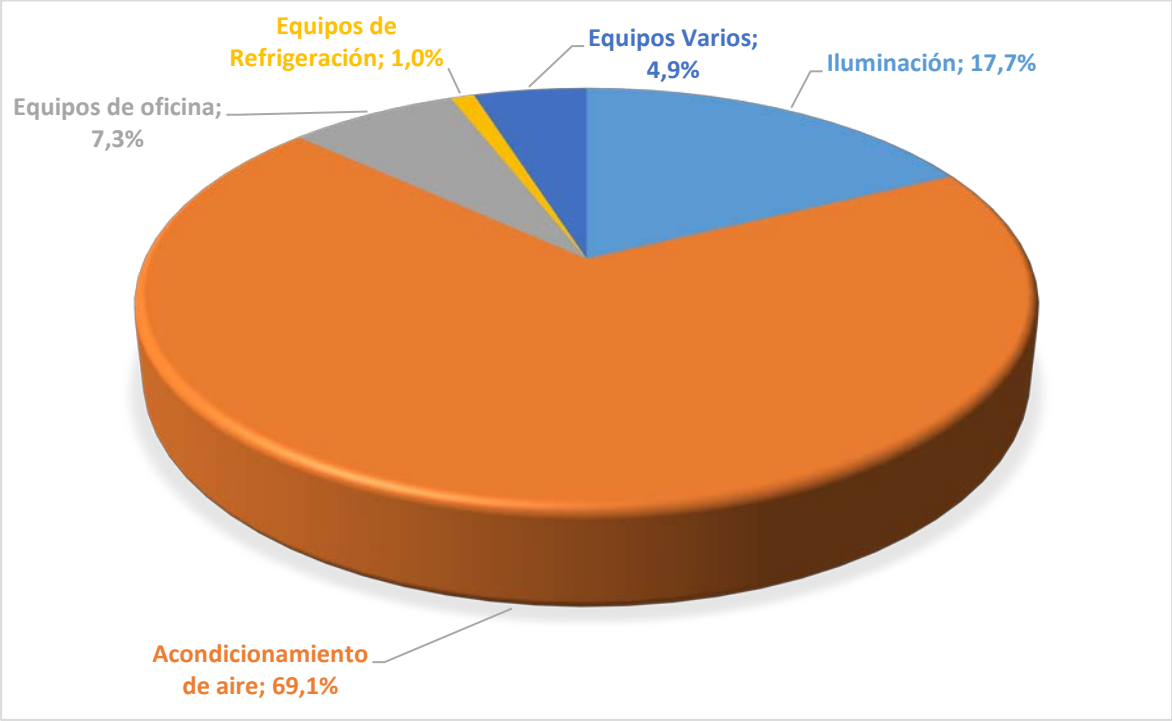


Figura 6.4 Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos (%)

En la **Tabla 6.6** se muestra una representación más completa 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 6.6 Balance general de energía eléctrica por sistemas energéticos

CIRE 30 Años

Balance General de Energía por Sistemas Energéticos			Costo promedio kW-hr ₡111,64	
Sistemas energéticos	**Potencia** [kW]	**Consumo** [kWh/mes]	**Porcent.** [%]	**Costo Promedio** [₡/mes]
Iluminación	**6,2**	**1311,9**	**17,7%**	**₡146 467,48**
Incandescente	*0,0*	*0,0*	*0,0%*	*₡0,00*
Fluorescente	*6,1*	*1293,2*	*98,6%*	*₡144 377,55*
LED	*0,1*	*18,7*	*1,4%*	*₡2 089,93*
HID	*0,0*	*0,0*	*0,0%*	*₡0,00*
Acondicionamiento de aire	**21,5**	**5121,2**	**69,1%**	**₡571 741,60**
Split	*6,7*	*609,7*	*11,9%*	*₡68 067,93*
Paquete	*0,0*	*0,0*	*0,0%*	*₡0,00*
Condensadora	*13,8*	*4353,4*	*85,0%*	*₡486 025,35*
VRF	*1,0*	*158,1*	*3,1%*	*₡17 648,32*
Ventana o portátil	*0,0*	*0,0*	*0,0%*	*₡0,00*
Otros	*0,0*	*0,0*	*0,0%*	*₡0,00*
Equipos de Refrigeración	**0,3**	**75,7**	**1,0%**	**₡8 452,61**
Refrigerador	0,3	75,7	1,0	*₡8 452,61*
Congelador	0,0	0,0	0,0	*₡0,00*
Cámara	0,0	0,0	0,0	*₡0,00*
Otros	0,0	0,0	0,0	*₡0,00*
Equipos de oficina	**4,0**	**539,1**	**7,3%**	**₡60 182,31**
Ofimáticos	*4,0*	*539,1*	*100,0%*	*₡60 182,31*
Equipos Varios	**6,0**	**360,7**	**4,9%**	**₡40 265,06**
Especializado	*0,0*	*0,0*	*0,0%*	*₡0,00*
Otros	*6,0*	*360,7*	*100,0%*	*₡40 265,06*
SubTotal	37,9	7 408,6	100,0%	₡827 109,06
Pérdidas de transformación		0,00	0,0%	₡0,00
Total		**7 408,60**	**100%**	**₡827 109,06**
Consumo DISTRIBUIDORA		**7 823,50**		**₡873 428,67**
Error		**5,30%**		

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

Como se observa, el acondicionamiento de aire representa un 69.1% de la energía total, equivalente a 5,121.2 kWh al mes, siendo el mayor consumidor, seguido por los Iluminación donde se encuentran todas las luminarias, con un 17.7% (1,311.9 kWh al mes), los equipos de oficina, con un 7.3% (539.1 kWh al mes), equipos varios con un 4.9% (360.7 kWh al mes) y refrigeración un 1% (75.7 kWh al mes).

En la parte inferior de la tabla se comparan los datos de demanda estimada y de consumo promedio con los datos de facturación provistos por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz). Del análisis de la facturación eléctrica, se obtuvieron los valores promedio mensuales de consumo de potencia y energía para el periodo de julio de 2021 a junio de 2022. En promedio se han facturado 7,823.5 kWh al mes, para un costo mensual aproximado de ₡873,428.67.

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 6.7**, la cual, permite identificar que los USEs de esta institución son:

- **Acondicionamiento de Aire**

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

- **Iluminación**

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

Tabla 6.7 Determinación de los USEs

Uso de Energía	Participación en Consumo de Energía (%)	¿Tiene Potencial de Ahorro?
Acondicionamiento de Aire	69.1%	Sí
Equipo de Oficina	7.3%	No
Iluminación	17.7%	Sí
Equipos de Refrigeración	1%	No
Otros	4.9%	No
Equipo Especializado	0.0%	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

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

de energía eléctrica, el consumo de energía utilizado para el cálculo del indicador corresponde a la suma de total estos.

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

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

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

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

Banco nacional Río Claro							
Últimos 12 Meses facturados	**Facturación de energía Eléctrica**	**Variables**			**Indicadores Desempeño Energético (IDEn)**		
	Consumo Energía (kWh/mes)	Área (m2)	Cantidad empleados	Personas atendidas	Área **kWh/m2**	Colaboradores **kWh/colab**	Atención **kWh/pers at**
julio-21	7 038	2 109	11	180	3,3	639,8	39,1
agosto-21	8 507	2 109	11	180	4,0	773,4	47,3
septiembre-21	9 058	2 109	11	180	4,3	823,5	50,3
octubre-21	5 936	2 109	11	180	2,8	539,6	33,0
noviembre-21	7 222	2 109	11	180	3,4	656,5	40,1
diciembre-21	7 283	2 109	11	180	3,5	662,1	40,5
enero-22	7 834	2 109	11	180	3,7	712,2	43,5
febrero-22	8 813	2 109	11	180	4,2	801,2	49,0
marzo-22	7 956	2 109	11	180	3,8	723,3	44,2
abril-22	8 507	2 109	11	180	4,0	773,4	47,3
mayo-22	7 160	2 109	11	180	3,4	650,9	39,8
junio-22	8 568	2 109	11	180	4,1	778,9	47,6
PROMEDIOS	**7 823,50**	**2 108,92**	**11,00**	**180,00**	**3,71**	**711,23**	**43,46**
Desv. STD	-	-	-		*0,42*	*79,96*	*4,89*

☎ 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 Banco Nacional, Río Claro.

			Índices de comparación	
Banco Nacional Río Claro	**Consumo Promedio (kWh)**	7 823,50		
	Área (m2)	2 108,92	3,71	*kWh / m2*
	Cantidad Colaboradores	11,00	711,23	*kWh / colaboradores*
	Cantidad de personas atendidas	180,00	43,46	*kWh / pers at*
	Potencia Aire Acondicionado (W)	21 500,00	10,19	*W ACC / m2*
	Potencia iluminación (W)	6 173,00	2,93	*W iluminación / m2*
	Potencia refrigeración (W)	260,00	0,12	*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 **Julio 2021 y Junio 2022**. Las **figuras 7.1 y 7.2** muestran el comportamiento de los IDEn *kWh/m2* y *kWh/colaborador* respectivamente, para el periodo base descrito.

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

☎ 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, **los valores promedio del IDEn para el periodo base +/- una desviación** estándar según los valores mostrados en la **Tabla 7.1**.

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.

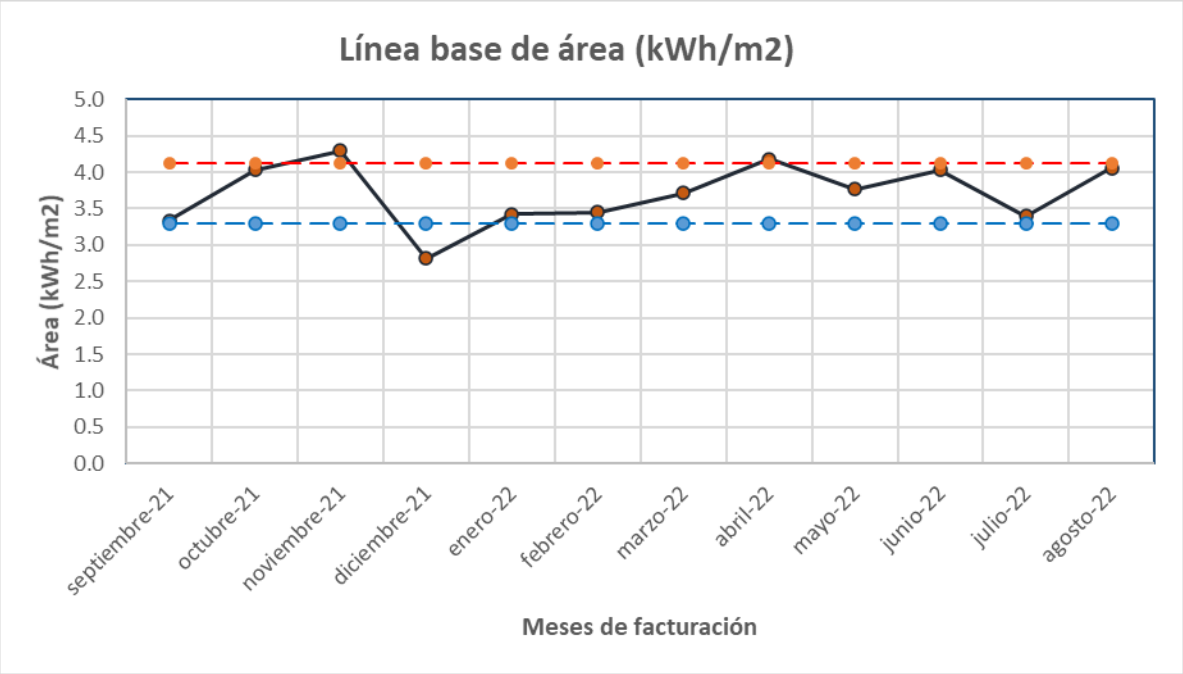


Figura 7.1 Comportamiento del IDEn kWh/m2 en un período dado

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

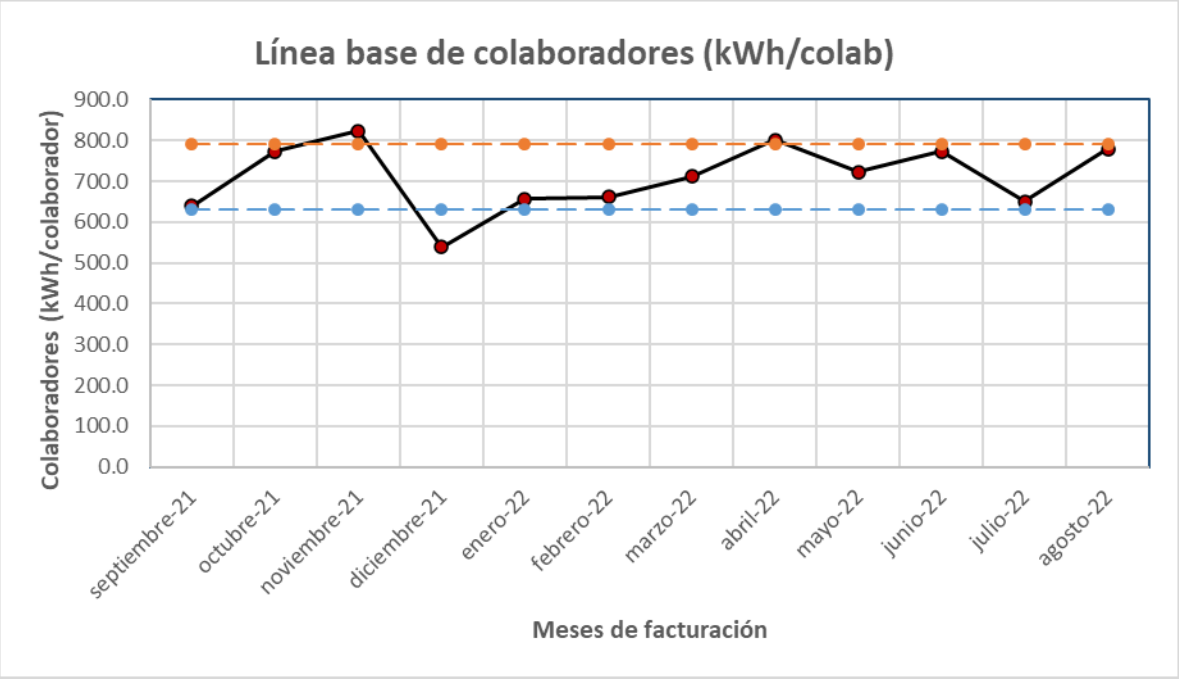


Figura 7.2 Comportamiento del IDEn kWh/colaborador en un período dado.

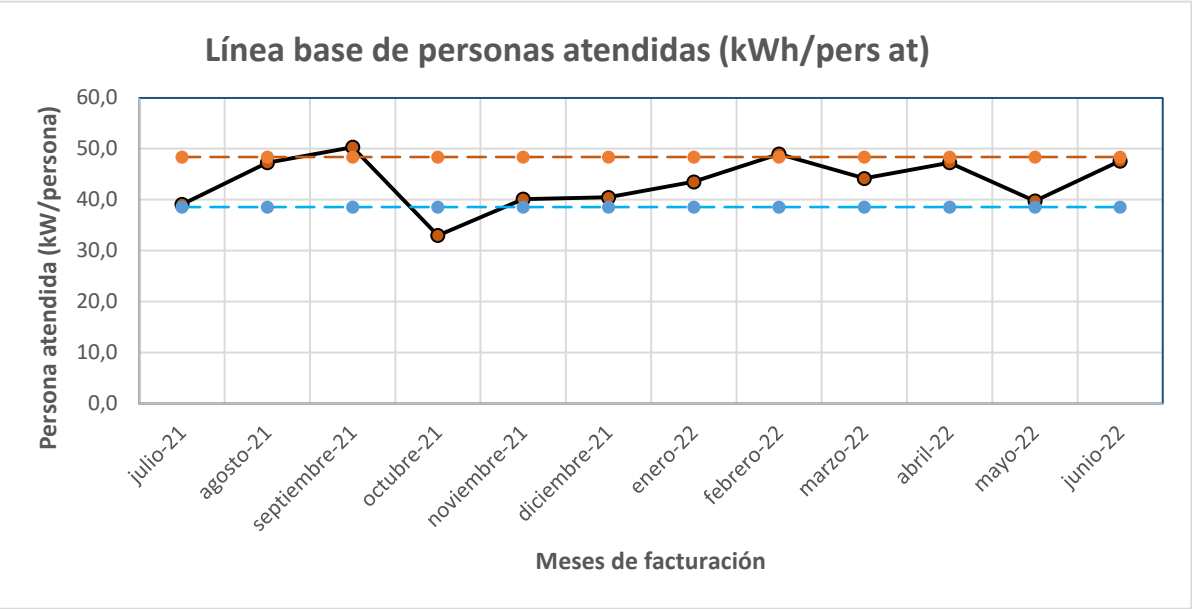


Figura 7.3 Comportamiento del IDEn kWh/pers at en un período dado**.**

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

8. Oportunidades de Ahorro y Proyectos de Inversión

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En la **sección 8.5**, se presenta un resumen de los proyectos de ahorro propuestos. El análisis de estos proyectos se realiza considerando la tarifa de facturación resultante de la Gestión de Compra de Energía (GCE), es decir, la tarifa que sea más favorable para la institución. Para el análisis financiero se utiliza **el costo de oportunidad del dinero para aquellas líneas de crédito similares o de menor tasa como las de Banca para Desarrollo, por lo tanto, se utilizará la tasa básica pasiva de 6.05% más 2.11% para un total de un 8.16% (BCCR, 20 de octubre de 2022).**

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

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

8.1. Gestión de la Compra de Energía (GCE)

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

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

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

- El consumo de energía anual debe ser mayor o igual a 120,000 kWh, de lo contrario, la energía faltante será cobrada en el último mes calendario al costo de la tarifa en periodo “pico” de facturación.

Para la sucursal la energía anual promedio facturada es de 7,823.5 kWh, estando este valor por debajo de lo requerido como promedio mensual de al menos 10 000 kWh. Con esto se concluye que NO es posible hacer el cambio de tarifa T-CO a T-MT.

8.2. Oportunidades de ahorro en Aire Acondicionado

8.2.1. Proyectos de conservación de energía

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

Durante el trabajo de campo se notó que los equipos de aire acondicionado instalados en la sucursal estaban configurados a una temperatura de funcionamiento de 23°C. Por lo que existe una posibilidad de ahorro, que a pesar de parecer poco relevante, es una oportunidad de conservación energética, la cual consiste en mostrar el ahorro energético que implica establecer como temperatura de ajuste 24°C para todos estos equipos, este valor se escoge como el valor medio recomendado según la Guía para la Gestión de la Energía del MINAE.

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

En la **Tabla 8.1** se muestra el listado de los equipos de A/C que fueron encontrados operando a temperaturas de ajuste bajas durante el trabajo de campo, se muestra

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

también la energía que consumen actualmente y la que consumirían al implementar la propuesta de ajuste.

Tabla 8.1 Listado de equipo con temperatura de ajuste bajo

Ubicación	Capacidad (BTU/h)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Ahorro kWh / año
		Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	
Comedor	60 000,00	23,00	6,00	7 316,40	24,00	6,00	7 096,91	**219,49**
Condensadora 1	60 000,00	23,00	8,00	10 046,40	24,00	8,00	9 745,01	**301,39**
Condensadora 2	60 000,00	23,00	24,00	42 194,88	24,00	24,00	40 929,03	**1 265,85**
	TOTAL			**59 557,7**			**57 770,9**	**1 786,73**

Seguidamente, se muestra el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.3**. Para efectos de los cálculos realizados en este apartado, se utiliza el costo promedio de la energía de **¢111.64 por kWh,** el cual es el valor que se maneja actualmente.

Tabla 8.3 Estimación de ahorros energéticos y económicos por ajuste de temperatura

Estimación del ahorro	
Consumo actual de energía [kWh/año]	59 557,7
Ahorro de energía por modificar temperatura a 24°C [kWh/año]	1 786,7
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 111,64
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 319**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**71,5**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 1,786.7 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 319** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **71.5 kg por año**. El proyecto no requiere inversión como tal, ya que consiste en configurar el equipo indicado de manera manual, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ 1 259.61.**

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

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

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados

8.2.2.1. Sustitución por obsolescencia de aires acondicionados

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

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

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

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.

Por estas razones, se recomiendan sustituir todos los aires acondicionados que utilicen refrigerantes CFC y HCFC, los cuales se muestran en la **Tabla 8.2.** 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.

En la **Tabla 8.2** 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).

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

Tabla 8.2 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.

Equipos de aire acondicionado a sustituir y costo de inversión

En la **Tabla 8.3**, se muestra el escenario actual del equipo que no cumple ya sea por uno o varios de los tres criterios definidos anteriormente, acorde a estos se propone el cambio por equipos avalados por el MINAE y que utilizan refrigerantes controlados, es decir equipos que utilizan sustancias clasificadas HFC (hidrofluorocarbonos) los cuales se ejemplifican como sustitos de los refrigerantes de la **Tabla 8.2**, aunque también se debe considerar que para estos se estima una eliminación de su uso para el año 2047 aproximadamente.

Tabla 8.3 Equipos de AC considerados como obsoletos en Banco Nacional de Río Claro

Ubicación	Tecnología	Marca	Modelo	Refrigerante	Cantidad de Equipos	CONDICIÓN ACTUAL					
						Btu/hr	kW elect	SEER	EER	kWh / mes	kWh / año
Comedor	On/off	Daikin	FTKS60FVMA	R410-A	1	60 000,0	6,70	-	9,00	566,15	6 793,80
TOTAL					1						6794

En la **Tabla 8.4** 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,

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

se debe aclarar que el costo total considera remover el equipo viejo e instalar el nuevo manteniéndose las mismas tuberías. Para la referencia de costo de los equipos, se consideró la lista de equipos avalados por el MINAE, la cual se puede consultar en la siguiente dirección: AVALES DIRECTRIZ 11-MINAE, EMITIDOS POR EL ECA.

Tabla 8.4 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			
60000	Evaporador - condensador	4,45	16	13,48	$ 3 225,00	$ 968	1	$ 4 192,50	3992,01
						Total	1	$ 4 192,50	3992,01

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.5.**

Tabla 8.5 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	7 097
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	3 992
Ahorro de energía por año [kWh/año]	3 105
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 111,64
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 555**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**124,2**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 3,105 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 555.0** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **124.2 kg por año**. El proyecto requiere inversión **$ 4,193.19** ya que también se considera 10% del presupuesto para imprevistos y 5% tanto para ingeniería como para inspección, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ -1,862.03** y un **PSR de 7.56 años**.

Esta propuesta se realiza considerando la condición actual encontrada, aunque se observó que se estaba remodelando los sistemas de aires acondicionados, por lo que esta oportunidad de ahorro puede que ya se allá contemplado en el rediseño.

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

8.3. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Iluminación

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación

8.3.1.1. Sustitución de Luminarias de Tipo Fluorescente por Luminarias LED

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

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

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

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

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 99% de las luminarias son sistemas fluorescentes, por lo que se propone la sustitución por luminarias LED ya que poseen mayor eficiencia energética y capacidad lumínica.

En la **Tabla 8.6** 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.

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 proyecta alrededor de 360°, por lo que al cambiar a iluminación LED se iguala o mejora la iluminación de los recintos.

Tabla 8.6 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
	CFL	15	825	55
LED	T8 48”	18	2200	122.22
	T8 24”	9	800	88.89
	Compacto	9	750	83.33

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

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

Tabla 8.7 Inventario de luminarias T8 de 24" a sustituir por 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	Servicio al cliente	T8 3T 24	6	3	18	49	9	0,29	0,16	510	281	229
1	Archivo	T8 3T 24	1	3	3	49	9	0,05	0,03	13	7	6
2	Proveduria	T8 3T 24	2	3	6	49	9	0,10	0,05	204	112	92
					Total	**27**				**Total ahorro [kWh/año]**		**326**

Tabla 8.8 Inventario de luminarias T8 de 48" a sustituir por 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]
2	Gerencia	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	224,64	136,30	88,34
2	Servicio al cliente	T8 3T 48	29	3	87	89	18	2,581	1,566	5391,36	3271,16	2120,20
2	Boveda	T8 3T 48	4	3	12	89	18	0,356	0,216	3773,95	2289,81	1484,14
2	Impresora supervisora	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	149,76	90,87	58,89
2	Recarga de cajeros	T8 3T 48	3	3	9	89	18	0,267	0,162	2830,46	1717,36	1113,10
2	Computo	T8 3T 48	2	3	6	89	18	0,178	0,108	449,28	272,60	176,68
2	Área de credito	T8 3T 48	3	3	9	89	18	0,267	0,162	524,16	318,03	206,13
2	Área de credito	T8 2T 48	4	2	8	58	18	0,232	0,144	241,28	149,76	91,52
2	Archivo	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	28,08	17,04	11,04
2	Comedor	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	56,16	34,07	22,09
2	Entrada empleados	T8 2T 48	2	2	4	58	18	0,116	0,072	241,28	149,76	91,52
2	Cuarto electrico exterior	T8 2T 48	2	2	4	58	18	0,116	0,072	3,02	1,87	1,14
					Total	**151**				**Total ahorro [kWh/año]**		**5 465**

Tabla 8.9 Inventario de luminarias compactos a sustituir por 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	Iluminación exterior	Compacto dplx	13	2	26	30	9	0,39	0,23	852	511	341
1	Baño hombres	Compacto dplx	1	2	2	30	9	0,03	0,02	4	2	2
1	Baño mujeres	Compacto dplx	1	2	2	30	9	0,03	0,02	4	2	2
1	Baño mujeres	Compacto dplx	1	2	2	30	9	0,03	0,02	4	2	2
1	Baño hombres	Compacto dplx	1	2	2	30	9	0,03	0,02	4	2	2
2	Aseo	Compacto	1	1	1	15	9	0,02	0,01	4	2	2
2	Baño empleados hombres	Compacto	1	1	1	15	9	0,02	0,01	4	2	2
2	Baño empleados mujeres	Compacto	1	1	1	15	9	0,02	0,01	4	2	2
					Total	**37**				**Total ahorro [kWh/año]**		**352**

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

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

Tabla 8.10 Estimación de ahorros energéticos y económicos al sustituir fluorescentes

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	15 518,7
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	9 376,2
Ahorro de energía por año [kWh/año]	6 142,5
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 111,64
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 1 097,5**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**245,7**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se espera un ahorro energético de **6,142.5 kWh/año** que equivalen a **US$ 1,097.5 al año** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **245.7 kg por año.**

Se estima que, se requiere una inversión cercana a US $3,176.01. En este proyecto, financieramente se obtiene una TIR de 21.51%, un VAN a 5 años de US$ 1,154.33 y un PSR de 2.89 años.

8.4. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Refrigeración

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración

8.4.1.1. Sustitución de equipos por obsolescencia

A nivel de equipos de refrigeración también se propone sustituir refrigeradores que tenga un estimado de más de **10 años** según el periodo de depreciación establecido por La Ley del Impuesto sobre la Renta de Costa Rica para este tipo de equipos. Igualmente, se consideran como obsoletos aquellos equipos que utilicen los refrigerantes no permitidos descritos en la **sección 8.2.2**.

En el caso del Banco Nacional de Río Claro solo existe un equipo de refrigeración y se encuentran en la zona del comedor, que se encuentran en buenas condiciones y utilizan refrigerantes permitidos, por lo que no es necesario el cambio de estas unidades.

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

8.5. Resumen de Oportunidades de Ahorro

En la **Tabla 8.11** se muestra el resumen de las diferentes oportunidades de ahorro analizadas.

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

La tabla muestra en su parte inferior la comparación porcentual de los ahorros de los proyectos propuestos con respecto a la facturación energética anual de las instalaciones de la institución. La totalidad de proyectos recomendados generan un **ahorro energético anual de 11,034.09 kWh** que corresponden a un **11.75% del consumo de energía actual.**

La implementación de estos proyectos genera un ahorro económico anual de US$ 1,971.43 y requieren de una inversión total de unos US$ 7,369.20. Sumado a esto, la reducción de emisiones de CO_2 se estima de 441.36 kg al año.

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

Tabla 8.11 Resumen de oportunidades de ahorro energético y económico analizadas

Institución: ***Banco Nacional Río Claro***				Ubicación: ***Golfito***						
Proyecto	**Sistema**	**Descripción**	**Recomend.**	**Inversión**	**Ahorro**		**TIR**	**PSR**	**VAN (5 años)**	**Reducción de emisiones**
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Modificar condiciones de uso de AC	Sí	$ -	1 786,73	$ 319,2	-	0,00	$ 1 259,61	71,47
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 4 193,2	3 104,90	$ 554,7	-11%	7,56	$ (1 862,03)	124,20
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 3 176,0	6 142,47	$ 1 097,5	22%	2,89	$ 1 154,33	245,70
			TOTAL	$ 7 369,2	11 034,09	$ 1 971,43		3,74		441,36

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**11034,09**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$1 971,43**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**11,75%**
Costo de la inversión [US$]	**$7 369,20**
PSR [años]	**3,74**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**441,36**

☎ 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 las 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.

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 9.1.**

Figura 9.1 Probador de tomacorrientes

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

En algunos recintos del edificio se encontraron problemas, por ejemplo, se identificó el neutro y la fase invertida como se observa en **Figura 9.2.**

Figura 9.2 Problemas encontrados en tomacorrientes

La correcta conexión de un tomacorriente se muestra **Figura 9.3**, una mala conexión puede producir problemas en equipos informáticos sensibles, por lo que se recomienda reconectar los conductores a las terminales correspondientes y evaluar el resto de tomas del recinto para verificar su correcto funcionamiento.

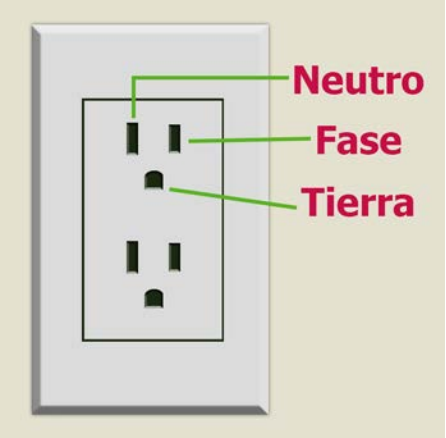


Figura 9.3 Conexión correcta de un tomacorriente

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

9.3. Recomendaciones para la Eficiencia Energética

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

9.3.1. 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 9.4 Porcentaje de reflexión de la luz en paredes según su color (DIGECA)

También, se recomienda utilizar colores claros en las paredes y cielo raso de los recintos debido a que estos colores reflejan de mayor manera la luz, como se observa en la **Figura 9.4** 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.

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

9.3.2. Ofimáticos

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

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

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

9.3.3. 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.

9.3.4. 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.

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

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

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

Figura 9.5 Polarizado para ventanas 3M PR70

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

10. Conclusiones

- Al realizar el análisis de facturación se evidencia la tendencia correspondiente al periodo de julio 2021 a junio 2022, en este se muestra un máximo de consumo de energía en el mes de abril de 2021.
- Las mediciones continúas se realizaron en el Tablero Principal de la institución, en estos se demuestra que los valores de tensión están dentro de los límites establecidos por ARESEP, además se observa un comportamiento típico y periódico en los días de medición a nivel de potencia consumida.
- Los niveles de iluminación en la mayoría de los recintos se encuentran por debajo de los límites establecidos por la norma INTE 8995-1:2016, donde se establece que, para labores de digitación en computadora se requiere un mínimo de 500 lux, aunque en algunos puntos cercanos a ventanas las mediciones superan el valor gracias a la iluminación natural o también puestos de trabajo posicionados directamente cerca de la luminaria.
- Las mediciones termográficas muestran un comportamiento normal en los tableros de los recintos, el valor de temperatura más alto que se obtuvo fue de 30.5 °C, el cual está por debajo del límite de temperatura de 60° C que soportan típicamente las terminales en las conexiones.
- El levantamiento de equipos consumidores de energía eléctrica muestra que el 69.1% del consumo se debe a equipos de aire acondicionado, 4.9% para equipos varios, la iluminación un 17.7% del total, 7.3% para equipos de oficina y un 1% en refrigeración.
- En el momento de la visita se observó que estaba en proceso la remodelación del sistema de aire acondicionado, aun así, se realizó el levantamiento de los equipos actuales, se identificó que el 69% de la potencia corresponde al sistema VRF, y un 31% a unidades Split la cual se encuentra por debajo del EER establecido en la INTE E14 – 1.

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

- Por otra parte, la mayor parte de luminarias son tipo fluorescente el cual representa un 99% del total, estas tecnologías son las que tienen mayor potencial de ahorro al cambiar por tecnología LED, lo cual también mejoraría la iluminación de los recintos.
- 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 participación en el balance general.
- 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 3.71 kWh/m^2 y 10.19 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 cuando se esté aumentando el consumo energético.
- Se encuentra una oportunidad de conservación de energía que es ajustar la temperatura de uso del aire a 24°C, al realizar este cambio se ahorran 1,786.73 kWh al año que representa $319 (aproximado) por año.
- Por otra parte, se propone cambiar los aires por otros más eficientes, se propone cambiar 1 equipo que se estableció como obsoleto. Al cambiar estos equipos se obtiene un ahorro de 3,105 kWh anuales que representan alrededor de $555 al año, aunque el objetivo principal de este proyecto no es el ahorro sino más bien cumplir con las diferentes directrices establecidas para sistemas de aire acondicionado en entidades públicas.
- También, se propone cambiar las luminarias fluorescentes por semejantes de tecnología LED, con este cambio se estima un ahorro de 6,142.5 kWh/año que representa un ahorro económico de $ 1,097.5 anuales.
- La sustitución de equipos de refrigeración no es necesaria ya que la mayoría de equipos son relativamente nuevos y se encuentran en buenas condiciones, además que utilizan refrigerantes permitidos.

☎ 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_BN_Rio_Claro)

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

Anexo 2: Inventario

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 iluminación y potencia estimada

Ubicación		Características			Cantidad				Potencia		
Piso	Lugar	Tecnología	Modelo	Control	Luminarias	Lámparas	Lamparas dañadas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
1	Iluminación exterior	Fluorescente	Compacto duplex	Manual	13	2	0	26	15	15	0,195
1	Gerencia	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	1	3	0	3	32	108	0,108
1	Servicio al cliente	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	29	3	15	72	32	108	3,132
1	Servicio al cliente	Fluorescente	T8 3T 24"	Manual	6	3	3	15	17	49	0,294
1	Baño hombres	Fluorescente	Compacto duplex	Manual	1	2	0	2	15	15	0,015
1	Baño mujeres	Fluorescente	Compacto duplex	Manual	1	2	0	2	15	15	0,015
1	Tesoreria	LED	T8 3T 48"	Manual	2	3	0	6	18	54	0,108
1	Boveda	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	4	3	0	12	32	108	0,432
1	Impresora supervisora	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	1	3	1	2	32	108	0,108
1	Recarga de cajeros	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	3	3	0	9	32	108	0,324
1	Computo	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	2	3	0	6	32	108	0,216
1	Área de credito	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	3	3	2	7	32	108	0,324
1	Área de credito	Fluorescente	T8 2T 48"	Manual	4	2	4	4	32	58	0,232
1	Baño mujeres	Fluorescente	Compacto duplex	Manual	1	2	0	2	15	15	0,015
1	Baño hombres	Fluorescente	Compacto duplex	Manual	1	2	0	2	15	15	0,015
1	Archivo	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	1	3	0	3	32	108	0,108
1	Archivo	Fluorescente	T8 3T 24"	Manual	1	3	0	3	17	49	0,049
2	Proveduria	Fluorescente	T8 3T 24"	Manual	2	3	0	6	17	49	0,098
2	Aseo	Fluorescente	Compacto	Manual	1	1	0	1	15	15	0,015
2	Comedor	Fluorescente	T8 3T 48"	Manual	1	3	0	3	32	108	0,108
2	Entrada empleados	Fluorescente	T8 2T 48"	Manual	2	2	0	4	32	58	0,116
2	Baño empleados hombres	Fluorescente	Compacto	Manual	1	1	0	1	15	15	0,015
2	Baño empleados mujeres	Fluorescente	Compacto	Manual	1	1	0	1	15	15	0,015
2	Cuarto electrico exterior	Fluorescente	T8 2T 48"	Manual	2	2	0	4	32	58	0,116
								196			6,173

Tabla 11.2 Inventario de equipos clasificados como ofimáticos y otros

Ubicación		Características		Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Gerencia	Ofimáticos	Laptop	1	60	0.06
1	Cajas	Ofimáticos	Pc	10	150	1.5
1	Oficinas adicionales	Ofimáticos	Pc	3	150	0.45
1	Atención al publico	Otros	Dispensador de agua	1	762	0.762
1	Atención al publico	Ofimáticos	Pc	3	150	0.45
1	Cajas y plataformas	Ofimáticos	Pantallas	2	50	0.1
1	Baño hombres	Otros	Extractor	1	200	0.2
1	Baño mujeres	Otros	Extractor	1	200	0.2
1	Tesoreria	Ofimáticos	Pc	1	150	0.15
1	Supervisora	Ofimáticos	Impresora	1	1000	1
2	Área de credito	Ofimáticos	Pc	2	150	0.3
2	Área de credito	Otros	Dispensador deagua	1	762	0.762
2	Baño mujeres	Otros	Extractor	1	200	0.2
2	Baño mhombres	Otros	Extractor	1	200	0.2
2	Comedor	Otros	Microndas	1	1500	1.5
2	Comedor	Otros	Coffee maker	1	500	0.5
1	Junto a cuarto electrico exterior	Otros	Bomba	1	400	0.4
	Cajas y tesoreria	Otros	Contadoras de billetes	25	50	1.25
						9.984

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

Tabla 11.3 Inventario de equipos de aire acondicionado y consumo estimado

Ubicación	Características										Cantidad	Potencia	
Lugar	Tipo AC	Tipo de evaporador	Tecnología	Marca	Modelo	Capacidad [BTU/hr]	SEER	EER	Temp. de Uso (°C)	Refrigerante	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]
Gerencia	VRF	Cassette	Otro	-	-	-	-	-	-	-	1	200,0	0,2
Servicio al publico	VRF	Cassette	Otro	-	-	-	-	-	-	-	1	200,0	0,2
Recarga de cajeros	VRF	Cassette	Otro	-	-	-	-	-	-	-	1	200,0	0,2
Computo	VRF	Cassette	Otro	-	-	-	-	-	-	-	1	200,0	0,2
Área de credito	VRF	Cassette	Otro	Trane	-	-	-	-	-	-	1	200,0	0,2
Comedor	Split	Pared alta	On / off	Daikin	FTKS60FVMA	60 000,0	-	9,0	23,0	R410-A	1	6 700,0	6,7
Condensadora 1	Condensadora	N/A	No identificado	-	-	60 000,0	-	8,6	23,0	R410-A	1	6 900,0	6,9
Condensadora 2	Condensadora	N/A	No identificado	-	-	60 000,0	-	8,6	23,0	R410-A	1	6 900,0	6,9
											8		**21,5**

Tabla 11.4 Inventario de equipos de refrigeración y consumo estimado

Ubicación		Características			Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
2	Comedor	Refrigerador	Telstar	TEV411210MD	1	260	0.26
							0.26

☎ 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: **Banco Nacional Río Claro** — **Aire Acondicionado**

OCE # 1 Modificar condiciones de uso de AC

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

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	111,64
	kWh/año		1 786,73
	$/año		319,23
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0,0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0,0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento	
( ) Aumentarán (US $/año):	0
( ) Disminuirán (US $/año):	0
Vida útil estimada (años):	5
Valor de rescate (US $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624,86
Costo capital BP	8,16%
Valor Presente Neto	**$ 1 259,61**
Tasa Interna de Retorno (%)	

Ahorro total MBTU/año:	0	
Ahorro total kWh/año:	1 786,73	
Ahorro total US$/año	**$**	**319,23**
Costo total US$	**$**	**-**
Periodo simple de de recuperación (años)	**0,0**	

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	0	Imprevistos ($)	10%	0
Compra Materiales y Equipos ($):	0	Ingeniería ($):	0%	0
Alquileres ($):		Inspección ($):	0%	0
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	0	**COSTO TOTAL ($):**		**0,00**

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

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 1

Empresa: **Banco Nacional Río Claro** — **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	₡	111,64
	kWh/año		3 104,90
	$/año		554,74
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 $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624,86
Costo capital (%):	8,16%
Valor Presente Neto	**$ -1 862,03**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-10,55%**

Ahorro total	MBTU/año:	0
Ahorro total	kWh/año:	3 104,90
Ahorro total	US$/año	**$ 554,74**
Costo total	US$	**$ 4 193,19**
Periodo simple de de recuperación (años)		**7,56**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**82**	Imprevistos ($)	10%	**349**
Compra Materiales y Equipos ($):	**3 225**	Ingeniería ($):	5%	**175**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**175**
Otros ($)	**187**			
SUBTOTAL ($):	**3 494**	**COSTO TOTAL ($):**		**4 193,19**

☎ 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 60000 Btu/h	1,0	3 225,0		3 225,0
			Subtotal sin Impuestos	3 225,0
Impuesto de ventas incluido en precios				
Total Materiales y Equipos				**3 225,0**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	1,0	1,0	41,2	41,2
Eléctrico	1,0	1,0	41,2	41,2
Obra gris				
Peon			31,5	0,0
Albañil			36,9	0,0
Maestro de obras			42,4	0,0
Total mano obra				**82,3**
Estimacion costo diario	Técnico	Peón	Albañil	Maestro Obras
	Colones	Colones	Colones	Colones
Salario mensual técnico:	445 819	341 309	399577,29	459769,37
más costo sociales	668 729	511 964	599 366	689 654
Mano obra costo diario:	**25 720**	**19 691**	**23 053**	**26 525**

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

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

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0,0**	**554,7**	**571,4**	**588,5**	**606,2**	**624,4**	**2 945,2**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,03		554,7	571,4	588,5	606,2	624,4	**2 945,2**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**4 193,2**	**645,0**	**645,0**	**645,0**	**645,0**	**645,0**	**7 418,2**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	82,3						**82,3**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	3 225,0						**3 225,0**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	187,0						**187,0**
SUBTOTAL ($):		**3 494,3**						**3 494,3**
Imprevistos ($)		349,4						**349,4**
Ingeniería ($):		174,7						**174,7**
Inspección ($):		174,7						**174,7**
Depreciaciones ($)			645,0	645,0	645,0	645,0	645,0	**3 225,0**
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		**-4 193,2**	**-90,3**	**-73,6**	**-56,5**	**-38,8**	**-20,6**	**-4 473,0**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-4 193,2**	**-90,3**	**-73,6**	**-56,5**	**-38,8**	**-20,6**	**-4 473,0**
Depreciación			645,0	645,0	645,0	645,0	645,0	**3 225,0**
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		**-4 193,2**	**554,7**	**571,4**	**588,5**	**606,2**	**624,4**	**-1 248,0**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$4 193,2**	**-$3 680,3**	**-$3 191,9**	**-$2 726,8**	**-$2 283,8**	**-$1 862,0**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-86,77%**	**-55,88%**	**-33,96%**	**-19,85%**	**-10,55%**
		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: **Banco Nacional Río Claro** — **Iluminación**

PEE # 2 Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Ahorros anuales proyectados

Electricidad	col/kw-h	₡	111,64
	kWh/año		6 142,47
	$/año		1 097,45
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0,0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0,0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Ahorro total	MBTU/año:		0
Ahorro total	kWh/año:		6 142
Ahorro total	US$/año	**$**	**1 097,45**
Costo total	US$	**$**	**3 176,01**

Costos de operación y mantenimiento

( ) Aumentarán (US $/año):	0
( ) Disminuirán (US $/año):	0
Vida útil estimada (años):	5
Valor de rescate (US $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624,86
Costo capital (%):	8,16%
Valor Presente Neto	**$ 1 154,33**
Tasa Interna de Retorno (%)	**21,51%**
Periodo simple de de recuperación (años)	**2,89**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**576**	Imprevistos ($)	10%	**265**
Compra Materiales y Equipos ($):	**2 070**	Ingeniería ($):	5%	**132**
Alquileres ($):	**0**	Inspección ($):	5%	**132**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**2 647**	**COSTO TOTAL ($):**		**3 176,01**

☎ 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"	151,0	10,2		1 545,9
Conector adaptador LED	178,0	0,5		86,7
LED Compacto 9 W	37,0	1,9		72,1
Tubo LED T8, 24"	27,0	4,7		127,5
			Subtotal sin Impuestos	1 832,2
Impuesto de ventas		13%		*238,2*
Total Materiales y Equipos				**2 070,4**

Estimacion costo mano de obra				
Materiales y equipos	**# personas**	**Duración (días)**	**Costo M.O (US$/dia)**	**Costo total ($)**
Técnico				
Mecánico			41,2	0,0
Eléctrico	2,0	7,0	41,2	576,3
Obra gris				
Peon	0,0		31,5	0,0
Albañil	0,0		36,9	0,0
Maestro de obras	0,0		42,4	0,0
Total mano obra				**576,3**
Estimacion costo diario	Técnico	Peón	Albañil	Maestro Obras
	Colones	Colones	Colones	Colones
Salario mensual técnico:	445 819	341 309	399577,29	459769,37
más costo sociales	668 729	511 964	599 366	689 654
Mano obra costo diario:	**25 720**	**19 691**	**23 053**	**26 525**

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

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

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0,0**	**1 097,5**	**1 097,5**	**1 097,5**	**1 097,5**	**1 097,5**	**5 487,3**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,00		1 097,5	1 097,5	1 097,5	1 097,5	1 097,5	**5 487,3**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**3 176,0**	**414,1**	**414,1**	**414,1**	**414,1**	**414,1**	**5 246,4**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	576,3						**576,3**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	2 070,4						**2 070,4**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	0,0						**0,0**
SUBTOTAL ($):		**2 646,7**						**2 646,7**
Imprevistos ($)		264,7						**264,7**
Ingeniería ($):		132,3						**132,3**
Inspección ($):		132,3						**132,3**
Depreciaciones ($)			414,1	414,1	414,1	414,1	414,1	**2 070,4**
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		**-3 176,0**	**683,4**	**683,4**	**683,4**	**683,4**	**683,4**	**240,9**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-3 176,0**	**683,4**	**683,4**	**683,4**	**683,4**	**683,4**	**240,9**
Depreciación			414,1	414,1	414,1	414,1	414,1	**2 070,4**
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		**-3 176,0**	**1 097,5**	**1 097,5**	**1 097,5**	**1 097,5**	**1 097,5**	**2 311,3**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$3 176,0**	**-$2 164,1**	**-$1 231,0**	**-$370,6**	**$422,8**	**$1 154,3**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-65,45%**	**-21,45%**	**1,82%**	**14,33%**	**21,51%**
		Años	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**

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

Anexo 4: Fichas técnicas de los equipos de medición CIRE S.A.

(Archivo adjunto titulado A-11.4_Fichas técnicas medidores_CIRE)

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

Tabla 11.5 Resumen equipos de medición utilizadas

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

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

Anexo 5: Archivos digitales mediciones eléctricas

(Archivo adjunto titulado A-11.5_MC_BN_Rio_Claro)

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