ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "General Rafael Reyes Prieto" Colombia

FORMATO INFORME PARCIAL Y/O FINAL DE SUPERVISIÓN BIENES Y/O SERVICIOS

RADICADO No. 0124 123208/ MDN-COGFM-ESDEG-SBESG-VIADM-DEADM

Bogotá, Fecha: 23/12/2024

Señor Teniente Cornel
ELIECER SUAREZ SANCHEZ
Jefe Departamento Administrativo y Ordenador del Gasto
Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá, D.C.

ASUNTO: INFORME DE SUPERVISIÓN ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 167-MDN-COGFM-ESDEG-2024

Con toda atención me dirijo al Señor Teniente Coronel Jefe Departamento Administrativo y Ordenador del Gasto de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", con el fin de presentar el informe de supervisión y seguimiento al contrato relacionado en el asunto, correspondiente a las actividades del proceso, teniendo en cuenta la siguiente información:

1. DATOS GENERALES

INFORME DE SUPERVISIÓN	01
PERIODO REPORTADO	ENTRE 25 DE SEPTIEMBRE DE 2024 AL 26 DE DICIEMBRE 2024
TIPO DE PROCESO	Mínima cuantía
CDP (Certificado de Disponibilidad Presupuestal) No.	19824 CON FECHA: 09-08-2024 VALOR $ 67.830.000
RP (Registro Presupuestal) No.	67324 CON FECHA: 2024-09-25 VALOR $44.890.000,00
RUBRO PRESUPUESTAL	A-02-02-02-008-003 SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS (EXCEPTO LOS SERVICIOS DE INVESTIGACION, URBANISMO, JURÍDICOS Y DE CONTABILIDAD)
RECURSO	10
TIPO DE CONTRATO	PRESTACION DE SERVICIOS
OBJETO	EL SERVICIO DE AUDITORIA ENERGÉTICA PARA LAS INSTALACIONES ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"
FECHA DE SUSCRIPCIÓN	24 de septiembre de 2024
FECHA DE INICIO	25 de septiembre de 2024
FECHA DE TERMINACIÓN	Hasta el 26 de diciembre de 2024
VALOR INICIAL (INCLUIDO IVA)	CUARENTA Y CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA MIL PESOS M/CTE ($44.890.000,00)
MODIFICATORIO - ADICION-REDUCCION (SI APLICA)	
VALOR FINAL (INICIAL + ADICION)	N/A

TIPO DE MODIFICATORIO	MODIFICATORIO No.	FECHA	CLAUSULA MODIFICADA No.	RESUMEN DEL MODIFICATORIO
ADICIÓN	N/A	N/A	N/A	N/A
REDUCCION	N/A	N/A	N/A	N/A

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

FORMA Y CONDICIONES DE PAGO	El valor del contrato se cancelará en UN PAGO TOTAL CONTRA ENTREGA TOTAL del servicio objeto del contrato, dentro de los sesenta (60) días calendario siguientes al acta de recibo a satisfacción suscrita por el supervisor del contrato y el contratista o su delegado y presentación de la respectiva factura, entrada al almacén (cuando aplique); previa disponibilidad de PAC (disponibilidad de recursos); y cumplimiento de los demás trámites administrativos a que haya lugar, de conformidad con la ley 2024 del 23 de julio de 2020 "Por medio de la cual se adoptan normas de pago en plazos justos en el ámbito mercantil y se dictan otras disposiciones en materia de pago y facturación". Si la factura no ha sido correctamente elaborada, no cumple con las normas aplicables o no se acompañan los documentos requeridos para el pago y/o se presentan de manera incorrecta, el término para éste sólo empezará a contarse desde la fecha en que se aporte el último de los documentos y/o se presenten en debida forma. Las demoras que se presenten por estos conceptos serán responsabilidad del contratista y no tendrán por ello derecho al pago de interés o compensación de naturaleza alguna.
CONTRATISTA	TERAO COLOMBIA S.A.
REPRESENTANTE LEGAL O PROPIETARIO DE ESTABLECIMIENTO DE COMERCIO	ANDRES JULIAN MENESES AVELLA
No. DE IDENTIFICACIÓN	1.052.409.483
DIRECCIÓN	Kr 14B Bis N° 69A Sur 31
TELÉFONO DE CONTACTO	3229462352
CORREO ELECTRÓNICO	adminco@terao.fr.
PLAZO DE EJECUCIÓN INICIAL	De conformidad con la necesidad planteada por el Departamento Administrativo de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" y avalada con la suscripción del presente, será a partir del cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento conforme lo descrito en el art 41 ley 80 de 1993, (expedición del registro presupuestal y aprobación de garantías), y hasta el 26 de diciembre de 2024. Entre las partes, se debera suscribir acta de inicio. NOTA 1: El acta de inicio deberá contener los datos indicados en las especificaciones técnicas adicionales del presente documento. La omisión en la inclusión de algún dato no eximirá la responsabilidad de las funciones que son inherentes al supervisor del contrato de realizar el seguimiento del contrato. NOTA 2: Art 23, Ley 1150 de 2007, dispone: El proponente y el contratista deberán acreditar que se encuentran al día en el pago de aportes parafiscales relativos al Sistema de Seguridad Social Integral, así como los propios del Sena, ICBF y Cajas de Compensación Familiar, cuando corresponda.

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

	PARÁGRAFO 1o. El requisito establecido en la parte final del inciso segundo de este artículo deberá acreditarse para la realización de cada pago derivado del contrato estatal. El servidor público que sin justa causa no verifique el pago de los aportes a que se refiere el presente artículo, incurrirá en causal de mala conducta, que será sancionada con arreglo al régimen disciplinario vigente.
MODIFICATORIO - PRORROGA	
PLAZO DE EJECUCIÓN FINAL	N/A
SUPERVISOR	Numero de Resolución de Nombramiento: No. 021 con fecha 13/02/2024 Cargo-Nombre: CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA Jefe Sección Servicios Técnicos correo institucional: rahim.cucunuba@esdeg.edu.co numero de celular: 317 4003809

TIPO DE MODIFICATORIO	MODIFICATORIO No.	FECHA	CLAUSULA MODIFICADAS No.	RESUMEN DEL MODIFICATORIO
PRORROGA	N/A	N/A	N/A	N/A
SUSPENSIÓN	N/A	N/A	N/A	N/A

2. GARANTÍAS

2.1 PÓLIZAS (RELACIONAR LAS POLIZAS SOLICITADAS EN EL CONTRATO)

ASEGURADORA	POLIZA No.	FECHA EXPEDICIÓN	No. ACTA DE APROBACIÓN DE POLIZA	FECHA ACTA DE APROBACIÓN	AMPAROS	VALOR ASEGURADO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA
Mundial de seguros SA	NB-100346384	24-09-2024	323/MDN-COGFM-JEMCO-ESDEG-DIESG-SBESG-VIADM-DEADM-SESCO	25-09-2024	CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	$ 6.733.500	24/09/2024	30/04/2025
					CALIDAD DE LOS SERVICIOS	$ 6.733.500	24/09/2024	30/06/2025
					PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES LABORALES	$ 2.244.500	24/09/2024	30/12/2027

2.2 MODIFICATORIO A GARANTÍAS

ASEGURADORA	POLIZA No.	FECHA DE EXPEDICIÓN	No. ACTA DE APROBACIÓN DE POLIZA	FECHA ACTA DE APROBACIÓN	AMPAROS	VALOR ASEGURADO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

2.3 GARANTÍA TÉCNICA Y TERMINO DE RESPUESTA DE LA GARANTIA TECNICA (DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN EL CONTRATO)

No Aplica

3. PONDERABLES TÉCNICOS (SI APLICA DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN EL CONTRATO)

No Aplica

4. ACTAS DE RECIBO

Mediante el acta de recibo a satisfacción que se relaciona a continuación, EL CONTRATISTA entregó dentro del plazo establecido en el contrato, al MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO, los bienes/servicios (SEGÚN EL CASO), así:

MES: _____DICIEMRBE_____

FACTURA No.	FECHA	ACTA DE RECIBO A SATISFACCIÓN No	FECHA DEL ACTA
TC - 318	16/12/2024	1	23/10/2024

ITEM (*)	BIENES O SERVICIOS RECIBIDOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO SIN IMPUESTOS	VALOR IMPUESTOS	VALOR TOTAL	CUMPLE	NO CUMPLE
1	SERVICIO DE AUDITORIA ENERGETICA PARA LAS INSTALACIONES DE LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA	UN	1	37.722.689,08	7.167.310,92	44.890.000,00	SI	

NOTA: EN CASO DE QUE SE MANEJEN VARIOS RUBROS DEBE SER DISCRIMINADO LOS ITEMS TANTO POR RUBRO COMO POR RECURSO.

5. DESCRIPCION DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES CONTRACTUALES

5.1 OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA

ITEM	DESCRIPCION	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Prestar el servicio objeto del presente contrato al Comando General de las Fuerzas Militares - Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", de conformidad con las especificaciones Técnicas contratadas y dentro del plazo establecido para la ejecución.	Informe de supervisión. Entrega de listado de personal y pago de planillas de seguridad social.	si	
2	Rendir los informes relacionados con las actividades desarrolladas en relación con el objeto contratado, que le sean solicitados por el MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL FUERZAS MILITARES-ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO", a través del supervisor del contrato, cuando a ello hubiere lugar.	El contratista allega dos informes.	Si	

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

3	Contratar al personal necesario para la perfecta ejecución del contrato.	Informe de supervisión, el contratista allega hojas de vida del personal. Entrega de listado de personal y pago de planillas de seguridad social.	si	
4	Estarán a cargo del Contratista los costos de transporte, movilización, fletes, que se causen con motivo de la ejecución del contrato. Estos costos se entenderán incorporados al valor total del contrato que llegase a celebrar, incluyendo los impuestos	El contratista allega certificación.	si	
5	Garantizar el cambio de los profesionales, cuando se presenten inconformidades de los mismos.	Informe de supervisión.	si	
6	Las demás que tengan relación directa con el objeto del contrato y que sean autorizadas por el supervisor.	Informe de supervisión.	si	
7	Las demás propias de la naturaleza del contrato.	Informe de supervisión.	si	

5.2 CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTRATO

ITEM	DESCRIPCION	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLE	NO CUMPLE
1	LAVADO Y DESINFECCIÓN TANQUE DE AGUA POTABLE SUBTERRÁNEO EDIFICIO ADMINISTRATIVO.	Con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos establecidos en el contrato, el contratista allega la siguiente documentación: 1. Cronograma de ejecución de actividades. 2. Plan de trabajo. 3. Informe de auditoría energética (Ed. Aulas y Ed. Administrativo) 4. Certificación personal capacitado. 5. Certificación compromiso a sufragar todos los costos de transporte. 6. Certificación no uso de plástico de un solo uso. 7. Certificado calibración equipos ONAC.	Si	

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

		8. Certificado implementación SG-SST. 9. certificado de compromiso al cumplimiento de las normas de SST. 10. Soportes de entrega de EPP. 11. Hoja de vida Auditor líder. 12. Hoja de Vida Profesional de apoyo a la auditoria. 13. Hoja de vida Analista de datos.		

5.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

AUDITORIA ENERGÉTICA				
				

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."



6. CUMPLIMIENTO PARA FISCALES

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

ITEM	FECHA CERTIFICACIÓN	NUMERO DE PLANILLA DE PAGO	OBSERVACIONES	FIRMADA POR	NUMERO DE TARJETA PROFESIONAL
1	12 de diciembre de 2024	82471983 81824607 31732660	El contratista certifica que la empresa Soluciones Integrales Industriales y Empresariales SAS, estipula encontrarse al día en el pago al Sistema de Seguridad Social en Pensiones y en Salud, riesgos profesionales, aportes a las Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Se anexa certificado del cumplimiento por parte del contratista. Establece bajo la gravedad de juramento que el personal a cargo y el personal que prestó el servicio y oferto para la ejecución del contrato se encuentra al día con los aportes al sistema de seguridad social y parafiscal.	ANDRES JULIAN MENESES AVELLA	No aplica

6.1 RELACIÓN DEL PERSONAL OFERTADO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO (SI APLICA)

No.	NOMBRES Y APELLIDOS	NUMERO DE CEDULA
1	ANDRES JULIAN MENESES AVELLA	1.052.409.483
2	FRANK RIVERO NIEBLA	599.493
3	DANIEL LEONARDO ESLAVA	1.002.393.035

NOTA: EN CASO DE CAMBIAR EL PERSONAL ESTABLECIDO DENTRO DEL CONTRATO, SE DEBERÁ ANEXAR HOJA DE VIDA DEL NUEVO PERSONAL, EL CUAL DEBE TENER IGUALES O MEJORES

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

CONDICIONES DE ACUERDO A LO OFERTADO. EL CONTRATISTA DEBERÁ ELEVAR UNA SOLICITUD AL SUPERVISOR INFORMANDO LOS RESPECTIVOS CAMBIOS PARA SU APROBACIÓN, ASI MISMO, EL SUPERVISOR DEBERÁ DAR RESPUESTA A DICHA SOLICITUD DANDO SU ACEPTACIÓN O RECHAZO

7. TRAMITE DE FACTURAS

Las facturas tramitadas al corte del presente informe se detallan a continuación:

FACTURA NO.	FECHA	VALOR
TC-318	16/12/2024	44.890.000,00
TOTAL FACTURAS		$44.890.000,00

NOTA 1: EN ESTE CUADRO DEBERÁN RELACIONARSE LAS FACTURAS GENERADAS MES A MES (ANTERIORES Y ACTUAL).

8. BALANCE DEL CONTRATO

BALANCE BIENES/SERVICIOS RECIBIDOS		
VALOR INICIAL DEL CONTRATO		$44.890.000,00
VALOR ADICIÓN		$0
VALOR REDUCCION		$0
PRIMERA ENTREGA	$44.890.000,00	
SEGUNDA ENTREGA	$0	
PENDIENTE POR RECIBIR	$0	
TOTAL VALOR DEL CONTRATO (SUMAS IGUALES)	$44.890.000,00	$44.890.000,00

NOTA 2: EN CASO EN EL QUE SE DEBA REALIZAR ALGUNA REDUCCIÓN AL VALOR TOTAL DE CONTRATO, EL SUPERVISOR DEBERÁ JUSTIFICAR EL MOTIVO POR CUAL SE SOLICITA LA REDUCCION, SI EL VALOR A REDUCIR ES SUPERIOR A $1.000.000 DEBERÁ REALIZAR MODIFICATORIO AL CONTRATO INFORMANDO AL JURIDICO CORRESPONDIENTE.

1. EJECUCIÓN DEL CONTRATO

VALOR TOTAL	% EJECUCIÓN DEL CONTRATO	%EJECUCIÓN PRESUPUESTAL
$44.890.000,00	100%	100 %

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

2. ANEXOS AL INFORME DE SUPERVISIÓN

ANEXO	No. FOLIO
CERTIFICADO DE APORTES PARAFISCALES	En 01 folios
ENTRADA AL ALMACEN SI APLICA	OMITIDO
PLANILLAS DE PAGO DE LOS APORTES DE LA EMPRESA O DE LA PERSONA NATURAL	En 03 folios
FORMATO PARA ASIGNACIÓN DE VIDA ÚTIL	OMITIDO
BORRADOR ACTA DE LIQUIDACIÓN (SE ANEXA EN EL INFORME DE SUPERVISIÓN FINAL)	En 05 folios
ACTA DE INICIO (SI APLICA)	Omitido

CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA
Cargo: JEFE SERVICIOS TÉCNICOS
Supervisor Contrato No. 167-MDN-COGFM-ESDEG -2024
Celular:3174003809

Archivado en: 15103.12.1 Comunicación de Aceptación de Oferta 2024

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

FORMATO ACTA DE RECIBO A SATISFACCION
PARCIAL ____ TOTAL__X__ 2024

Acta No. 1 _____

Lugar y fecha: Bogotá D.C. 23 de diciembre del 2024

INTERVIENEN

ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 167-MDN-COGFM-ESDEG-2024

CONTRATISTA TERAO COLOMBIA S.A.S
NIT: 900.732.796-1
Señora ANDRES JULIAN MENESES AVELLA
Representante Legal
Identificado con Cedula de Ciudadanía No. 1.052.409.483 Duitama (B)

SUPERVISOR CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA
Jefe Sección Servicios Técnicos
Supervisor Aceptación de No. 167-MDN-COGFM-ESDEG-2024

ASUNTO: TRATA DEL RECIBO A SATISFACCIÓN TOTAL DE LOS SERVICIOS/BIENES CONTRACTUALES PACTADOS EN LA ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 167-MDN-COGFM-ESDEG-2024

1. DATOS GENERALES ACTUALIZAR

INFORME DE SUPERVISIÓN No	01
PERIODO REPORTADO	ENTRE 25 DE SEPTIEMBRE DE 2024 AL 26 DE DICIEMBRE 2024
TIPO DE PROCESO	Mínima cuantía
CDP (Certificado de Disponibilidad Presupuestal) No.	19824 CON FECHA: 09-08-2024 VALOR $ 67.830.000
RP (Registro Presupuestal) No.	67324 CON FECHA: 2024-09-25 VALOR $44.890.000,00
RUBRO PRESUPUESTAL	A-02-02-02-008-003 SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TÉCNICOS (EXCEPTO LOS SERVICIOS DE INVESTIGACION, URBANISMO, JURÍDICOS Y DE CONTABILIDAD)
RECURSO	10
TIPO DE CONTRATO	PRESTACION DE SERVICIOS
OBJETO	EL SERVICIO DE AUDITORIA ENERGÉTICA PARA LAS INSTALACIONES ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"
FECHA DE SUSCRIPCIÓN	24 de septiembre de 2024
FECHA DE INICIO	25 de septiembre de 2024
FECHA DE TERMINACIÓN	Hasta el 26 de diciembre de 2024
VALOR INICIAL (INCLUIDO IVA)	CUARENTA Y CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA MIL PESOS M/CTE ($44.890.000,00)
MODIFICATORIO - ADICION-REDUCCION (SI APLICA)	TIPO DE MODIFICATORIO / MODIFICATORIO No. / FECHA / CLAUSULA MODIFICADA No. / RESUMEN DEL MODIFICATORIO ADICIÓN: N/A / N/A / N/A / N/A REDUCCION: N/A / N/A / N/A / N/A
VALOR FINAL (INICIAL + ADICION)	N/A

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial como documento no controlado."

FORMA Y CONDICIONES DE PAGO	El valor del contrato se cancelará en UN PAGO TOTAL CONTRA ENTREGA TOTAL del servicio objeto del contrato, dentro de los sesenta (60) días calendario siguientes al acta de recibo a satisfacción suscrita por el supervisor del contrato y el contratista o su delegado y presentación de la respectiva factura, entrada al almacén (cuando aplique); previa disponibilidad de PAC (disponibilidad de recursos); y cumplimiento de los demás trámites administrativos a que haya lugar, de conformidad con la ley 2024 del 23 de julio de 2020 "Por medio de la cual se adoptan normas de pago en plazos justos en el ámbito mercantil y se dictan otras disposiciones en materia de pago y facturación". Si la factura no ha sido correctamente elaborada, no cumple con las normas aplicables o no se acompañan los documentos requeridos para el pago y/o se presentan de manera incorrecta, el término para éste sólo empezará a contarse desde la fecha en que se aporte el último de los documentos y/o se presenten en debida forma. Las demoras que se presenten por estos conceptos serán responsabilidad del contratista y no tendrán por ello derecho al pago de interés o compensación de naturaleza alguna.
CONTRATISTA	TERAO COLOMBIA S.A
REPRESENTANTE LEGAL O PROPIETARIO DE ESTABLECIMIENTO DE COMERCIO	ANDRES JULIAN MENESES AVELLA
No. DE IDENTIFICACIÓN	1.052.409.483
DIRECCIÓN	Kr 14B Bis N° 69A Sur 31
TELÉFONO DE CONTACTO	3229462352
CORREO ELECTRÓNICO	adminco@terao.fr.
PLAZO DE EJECUCIÓN INICIAL	De conformidad con la necesidad planteada por el Departamento Administrativo de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" y avalada con la suscripción del presente, será a partir del cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento conforme lo descrito en el art 41 ley 80 de 1993, (expedición del registro presupuestal y aprobación de garantías), y hasta el 26 de diciembre de 2024. Entre las partes, se debera suscribir acta de inicio. NOTA 1: El acta de inicio deberá contener los datos indicados en las especificaciones técnicas adicionales del presente documento. La omisión en la inclusión de algún dato no eximirá la responsabilidad de las funciones que son inherentes al supervisor del contrato de realizar el seguimiento del contrato. NOTA 2: Art 23, Ley 1150 de 2007, dispone: El proponente y el contratista deberán acreditar que se encuentran al día en el pago de aportes parafiscales relativos al Sistema de Seguridad Social Integral, así como los propios del Sena, ICBF y Cajas de Compensación Familiar, cuando corresponda.
MODIFICATORIO - PRORROGA	

TIPO DE MODIFICATORIO	MODIFICATORIO No.	FECHA	DIAS/MES/AÑO MODIFICADO	RESUMEN DEL MODIFICATORIO
PRORROGA	N/A	N/A	N/A	N/A
SUSPENSIÓN	N/A	N/A	N/A	N/A

PLAZO DE EJECUCIÓN FINAL	N/A

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

SUPERVISOR	Numero de Resolución de Nombramiento: No. 051 con fecha 27/03/2024 Cargo-Nombre: CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA Jefe Sección Servicios Técnicos correo institucional: rahim.cucunuba@esdeg.edu.co numero de celular: 317 4003809

2. RECIBO DE BIENES Y/O SERVICIOS

En Bogotá el día 30 de septiembre de 2024 se reunieron el señor: CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA, en su calidad de supervisor de la aceptación de oferta No. 167-MDN-COGFM-ESDEG-2024 y el Señor ANDRES JULIAN MENESES AVELLA quien actúa como Representante Legal de la empresa TERAO COLOMBIA S.A. identificada con NIT: 900.732.796-1 en su calidad de contratista; con el fin de dejar constancia del recibo a satisfacción parcial/ total del objeto del contrato y de conformidad con los términos de iniciación y de ejecución relacionados anteriormente, se describe de manera detallada los bienes y/o servicios asi

2.1 DESCRIPCIÓN DE BIENES/SERVICIOS ENTREGADOS

MES: OCTUBRE

ITEM (*)	DESCRIPCIÓN DE BIENES O SERVICIOS RECIBIDOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO SIN IMPUESTOS	VALOR IMPUESTOS	VALOR TOTAL
1	SERVICIO DE AUDITORIA ENERGETICA PARA LAS INSTALACIONES DE LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA	UN	1	37.722.689,08	7.167.310,92	44.890.000,00
TOTALES				37.722.689,08	7.167.310,92	44.890.000,00

2.2 RECIBO DE FACTORES DE PONDERACIÓN (SI APLICA)

El Contrato tuvo bienes o servicios adicionales o ponderables Si ____ No __X__
Si aplica diligencie la siguiente tabla así:

3. CONSTANCIA

El supervisor hace constar que los bienes y/o servicios contratados han sido entregados de manera parcial/total por el contratista, de acuerdo con las especificaciones técnicas y las especificaciones técnicas adicionales de obligatorio cumplimiento establecidas en el contrato.

4. BALANCE GENERAL DEL CONTRATO

BALANCE BIENES/SERVICIOS RECIBIDOS		
VALOR INICIAL DEL CONTRATO		$44.890.000,00
VALOR ADICIÓN		$0
VALOR REDUCCION		$0

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

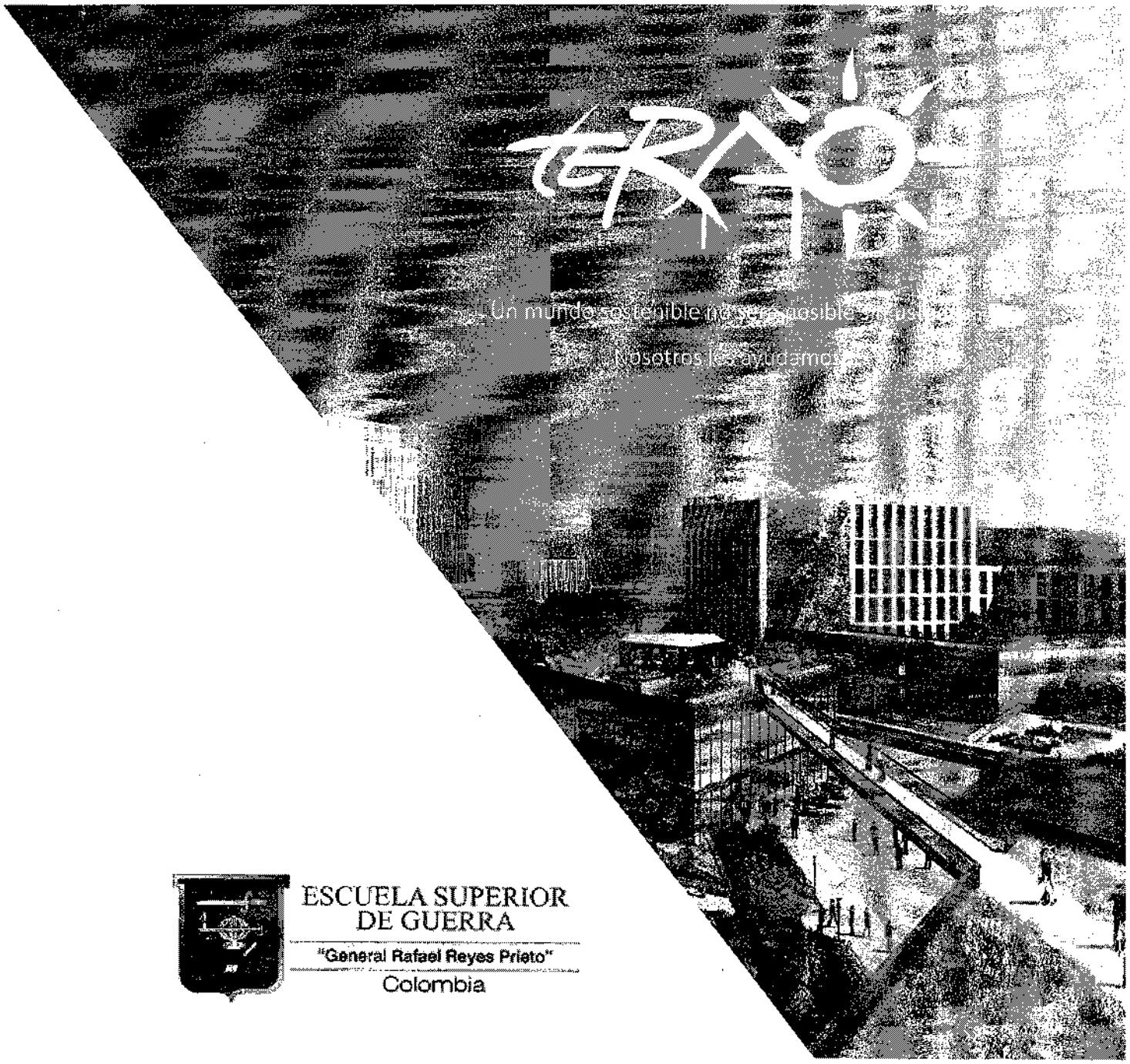
PRIMERA ENTREGA	$44.890.000,00	
SEGUNDA ENTREGA	$0	
PENDIENTE POR RECIBIR	$0	
TOTAL VALOR DEL CONTRATO (SUMAS IGUALES)	$44.890.000,00	$44.890.000,00

5. EJECUCIÓN DEL CONTRATO

VALOR TOTAL	% EJECUCIÓN DEL CONTRATO	%EJECUCIÓN PRESUPUESTAL
$44.890.000,00	100%	100 %

EN CONSTANCIA, FIRMAN QUIENES INTERVINIERON	
TERAO COLOMBIA S.A.S NIT: 900.732.796-1 Representante legal: ANDRES JULIAN MENESES AVELLA C.C. 1.052.409.483 DUITAMA (B)	CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA Jefe Sección Servicios Técnicos Supervisor contrato No 107-MDN-COGFM-ESDEG-2024

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."



ESCUELA SUPERIOR
DE GUERRA
"General Rafael Reyes Prieto"
Colombia

Informe de Auditoría energética

Escuela Superior de Guerra – Bogotá

Edificio Aulas

15/12/2024

© TERAO 2021 – No divulgar

Referencia	TR24CO157_ESDEG-Aulas_ Auditoría Energética _V.1
Distribución	TERAO, ESDEG
Versión - Fecha	V.1 15/12/2024
Redactado por	Eduard Ochoa / Carlos Santamaria / Andrés Meneses
Validado por	Andrés Meneses
Historico de las versiones	N.A.

Resumen ejecutivo

Datos administrativos

Dirección: Carrera 11 No 102 – 50
Fecha de construcción: 2019
Tipo: Educativo
Superficie auditoría: 8 267 m2
Ocupación: 757 personas.
Obras e intervenciones más relevantes:

Año	Cambio
Corto plazo	Renovación equipos ofimáticos
	Instalación paneles fotovolta

El edificio

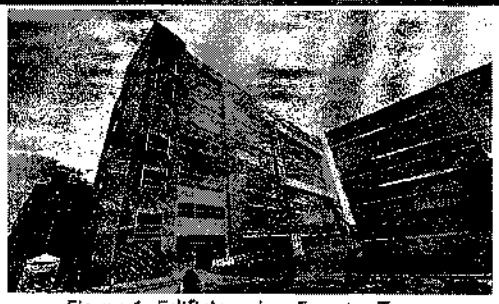


Figura 1. Edificio aulas. Fuente: Terao

Características Bioclimáticas

Contexto y comportamiento térmico: El clima es frío, los vientos ideales para la ventilación natural provienen del Este. El rango de 9,6 °C entre el día y la noche, junto con la facilidad de ventilación nocturna en todos los espacios, permitiría enfriar fácilmente el edificio.

Comportamiento térmico: El edificio tiene pocas ganancias internas y externas de calor y óptimos sistemas de ventilación natural haciendo que el edificio sea tenga una temperatura de confort para los operarios.

Orientaciones de las fachadas: La orientación del edificio es favorable, evitando la radiación directa del sol. Esto reduce el deslumbramiento y el calentamiento del edificio, ya que la radiación ingresa de manera difusa sobre las fachadas más extensas. Se recomienda aprovechar esto por medio de sensores luz día para ahorrar energía en el uso de luminarias.

Envolvente: El edificio tiene altos porcentajes de ventanería (>50% en toda la fachada y eficientes protecciones solares, lo que permite un alto aprovechamiento de la iluminación natural.
Las propiedades térmicas de cubierta, muros y ventanería son bajas y facilitan la transferencia de calor entre el exterior y el interior, lo que puede incrementar la necesidad de aire acondicionado o calefacción.
El edificio cuenta con eficientes protecciones solares externas como lamas y voladizos que evitan el deslumbramiento y calentamiento del edificio.

Ocupación Mediana/Densa: .Hay mayor ganancia de calor por ocupación en las oficinas abiertas y menores en las oficinas cerradas.

Temperaturas y confort: El rango de confort está entre 19,5 y 24,5°C, las mediciones de temperatura mostraron la eficiencia del edificio, manteniendo un rango de 18,9 a 20,1 °C durante el horario de ocupación (8:00 a 18:00) reduciendo así las necesidades de aire acondicionado o calefacción.

Equipos técnicos

Iluminación

- El 96% de la potencia instalada utiliza iluminación LED de alta eficiencia.
- La densidad de potencia instalada es ineficiente (4,4 W/m²) comparada con estándares internacionales, puede optimizarse cuando se renueve iluminación.
- Hay sensores que apagan la iluminación en pasillos y baños
- La sectorización actual facilita la implementación de equipos de gestión de la iluminación, sensores de presencia y sensores luz día.
- Se observaron aulas oficinas cerradas y pasillos que usan eficientemente la iluminación natural. Sin embargo, hay espacios desocupados y otros que podrían sustituir las luminarias con luz natural, pero mantienen las luces encendidas.

Aire Acondicionado (AA) y ventilación mecánica (VM)

- Hay uso de AA únicamente en cuarto de datos (2% del área)
- Los equipos de AA son modernos, algunos no se han usado desde que se instalaron, usan refrigeración ecológica.
- En cuartos técnicos se utilizan temperaturas de 20°C. Se recomienda ajustar la temperatura de operación a 26°C para limitar consumos de acuerdo con estándares internacionales.
- Los equipos de AA utilizan refrigerante R410A, con un impacto importante de calentamiento global durante su operación

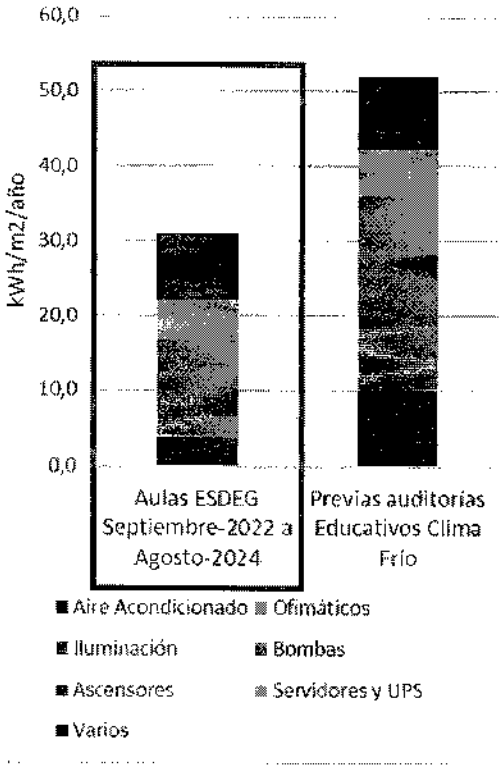
Ofimáticos y servidores:

- Existe una mayor densidad de equipos de torre que consumen más que los portátiles.

Otros consumos

- Los ascensores se implementaron hace menos de 10 años.Se recomienda campañas de sensibilización para el uso de equipos eléctricos.

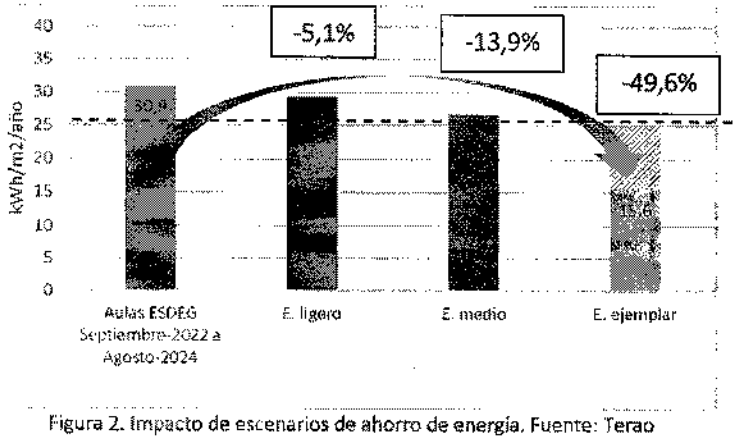
Distribución del consumo



Análisis – Costos y consumos

- El periodo de línea base es entre **sep-2022 y ago-2024**, ya que reflejan las condiciones típicas de uso del edificio. La línea base se estableció de acuerdo con la res. 016 de 2024 de la UPME, el promedio mensual es de 21 **316 kWh/mes** o el equivalente a 255 793 kWh/año o 30,**9 kWh/m²/año.**
  - Este consumo es **40,4%** inferior respecto a indicadores promedio de previas auditorías en edificios del tipo educativos en **la misma zona climática.**
  - **La iluminación y los equipos varios son los mayores consumidores de energía**. Implementar **acciones en esta área ofrecerá los mayores ahorros energéticos.**
- **Por ley según el PND 2022-2026** se deben reducir los consumos energéticos en un **15% en un plazo de un año.** La meta de consumo energético para el primer año es de 18 118 KWh/mes o 26,3 kWh/m²/año.
- Existe un alto potencial para el **mejoramiento del desempeño energético.**
- En 2024el precio del kWh fue de 855 COP, creció un 27% respecto a 2023, aumentando los gastos asociados al consumo de energía en 47,0 MCOP/año
- La facturación anual de energía es 217,8 MCOP.

Escenarios de ahorro de energía



26,3 kWh/m2/año

PND 2022-2026

Alcanzar un ahorro del -15% respecto a la línea base.

Metas/objetivos de ahorro energético			
Años	Año 1	Año 2	Año 3
Metas de ahorro respecto a la LBEn	15%	2%	2%

Figura 2. Impacto de escenarios de ahorro de energía. Fuente: Terao

Las metas y objetivos de ESDEG son reducir el 15% el primer año, 2% el segundo año, y 2% el tercer año respecto a la línea base actual, para llegar a un total del 19% respecto a la línea base actual.

Estrategias de ahorro de energía								
	Propuestas de Mejoría	Inversión ($)	Ahorro (kWh/Año)	Retorno (años)	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	Programa de sensibilización en el uso de equipos varios, ofimáticos y ascensores.		6 085	0	★★★★★			
2	Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de servidores.		6 958	0	★★★★★			
4	Implementación de sensores de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación	148 288 000	22 635	8	★★★★			
5	Implementación de sistemas de medición y monitoreo	31 000 000	5 116	7	★★★★			
6	Transición de equipos de torre a equipos portátiles	598 500 000	10 906	>10	★★★			
7	Implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta	260 185 679	76 592	4	★★			

**Valores de referencia que pueden variar a la hora de realizarse un estudio de mercado*

Escenario	Inversión ($)	Ahorros financieros ($/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Retorno (Años)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero		11 152 101	13 043	Inmediato	5 310
Medio	148 288 000	30 505 501	35 679	5	14 525
Ejemplar	1 037 973 679	108 409 799	126 794	> 10	51 618

**Valores de referencia que pueden variar a la hora de realizarse un estudio de mercado*

*La estrategia de renovación de equipos ofimáticos presenta una alta inversión y un elevado retorno en el escenario ejemplar. Aunque genera un ahorro significativo, se recomienda implementarla de manera progresiva o si los equipos se renuevan porque ya cumplieron su ciclo de vida.

Índice

Resumen ejecutivo 3

1. Introducción 8

1.1. Contexto 8

1.2. Etapas de la auditoría energética 9

1.3. Limitaciones de la recopilación de la información 10

1.4. Síntesis de la metodología 11

2. Datos generales 12

2.1. Datos generales 12

2.2. Evolución del edificio 15

2.3. Clima 16

3. Características bioclimáticas 18

3.1. Enfoque Bioclimático 18

3.2. Características de la envolvente 20

3.3. Ventilación Natural 22

4. Uso del edificio 24

4.1. Ocupación del edificio 24

4.2. Ofimáticos 25

4.3. Mantenimiento del edificio 27

4.4. Condiciones de confort 29

5. Equipos técnicos 31

5.1. Electricidad 31

5.2. Iluminación 32

5.3. HVAC 36

5.4. Plomería 38

5.5. Ascensores 38

5.6. Equipos de usos varios 38

6. Análisis energético 40

6.1. Facturas y análisis de los consumos reales 40

6.2. Comparación de los datos de consumo 43

6.3. Distribución de consumos 45

7. Plan de eficiencia energética 47

7.1. Resumen de las propuestas y priorización de las mejorías 48

7.2. Acciones de renovación 50

1.1.1. programa de Sensibilización en el uso de equipos varios, iluminación y ofimáticos 50

2.1.1. Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de SERVIDORES 52

3.1.1. Implementación de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación 54

4.1.1. Implementación de sistema de medición y monitoreo 56

5.1.1. Transición de equipos de torre a equipos portátiles 58

6.1.1. Implementación de paneles fotovoltaicos conectado a la red instalada 59

8. Anexos 61

8.1. Clima 61

8.2. Diagrama unifilar 66

8.3. Equipos de medición 67

8.4. Zona de confort 68

8.5. Mediciones de temperatura con dataloggers 70

8.6. Inventario luminarias 71

8.6. Niveles de iluminancia 72

8.7. Densidad de potencia instalada 73

8.8. Mediciones niveles de iluminación 74

8.9. Inventario de equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica 75

8.10. Normas a propósito del R22 76

8.11. Reglamento técnico de etiquetado en Colombia en equipos de aire acondicionado 77

8.12. Norma para cuartos técnicos según ASHRAE 78

8.13. Resolución 016 de 2024 79

8.14. Mediciones de Energía 87

8.15. Matriz de diagnóstico RETIE y RETILAP 92

8.16. Incentivos tributarios 94

8.17. El Equipo 95

1. Introducción

1.1. Contexto

La Escuela Superior de Guerra, tiene como misión impulsar el desarrollo y formación de militares y civiles nacionales e internacionales para afrontar los desafíos a la Seguridad y Defensa Nacionales, a través de programas interdisciplinarios de educación

TERAO es una empresa francesa de consultoría e ingeniería internacional con más de 30 años de experiencia ofreciendo soluciones en sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en edificios y proyectos urbanos. En América Latina, ha estado presente desde el año 2014, colaborando en proyectos de gran importancia para el desarrollo sostenible.

En Colombia, ha llevado a cabo proyectos de auditoría energética en todas las zonas climáticas. Es destacable que en todos estos escenarios se han identificado potenciales de ahorro significativos, facilitando así el cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética.

El presente informe de auditoría energética se centra en el análisis exhaustivo del **consumo y la eficiencia energética del edificio Aulas sede del ESDEG.**

Por otra parte, la entidad implementa este estudio, en el marco del cumplimiento de la Ley 2294 de 2023, por la cual se expide el plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia potencia mundial de la vida", que en su artículo 237 indica:

"EDIFICIOS PERTENECIENTES A LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. El Gobierno nacional, y el resto de las administraciones públicas, en un término no superior a un (1) año, a partir de la entrada en vigor de la presente Ley realizarán una auditoría energética de sus instalaciones, con una periodicidad de cada cuatro (4) años y establecerán objetivos de ahorro de energía a ser alcanzados a través de medidas de eficiencia energética y la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable -FNCER-. Cada entidad deberá implementar en el siguiente año posterior a las auditorías energéticas, estrategias que permitan un ahorro en el consumo de energía de mínimo 15% respecto del consumo del año anterior, y a partir del segundo año, metas sostenibles definidas por la auditoría y a ser alcanzadas a más tardar en el año 2026"

TERAO fue seleccionado para llevar a cabo la auditoría energética del edificio. Para esto se ha desarrollado el estudio que se presenta en este documento.

A nivel general, este documento se desarrolla en 3 fases:

- Diagnóstico de las instalaciones y caracterización energética de la sede.
- Análisis energético, caracterización de los usos de la energía.
- Resultados de la auditoría, escenarios/planes de eficiencia energética.

Las actividades de auditoria energética se darán por completadas una vez se hayan socializado los resultados del presente estudio

1.2. Etapas de la auditoria energética

En la siguiente tabla se presentan las fechas para cada una de las fases de la auditoría energética:

Etapas	Fecha o periodo
Firma de acta de inicio	6 de octubre de 2024
Reunión de inicio	7 de octubre de 2024
Recopilación de información	7 de mes 10 a 21 de mes de 10
Visitas, mediciones en el edificio e intercambios con los usuarios	Visita: 20 de mes, Mediciones: 20 – 22 de mes
Análisis y diagnostico	Noviembre- diciembre 2024
Propuestas de primeras acciones de mejoramiento	Tercera semana de mes de diciembre
Reporte de auditoria energética	20 de diciembre
Reunión de presentación	20 de diciembre

Tabla 1. Etapas de la auditoría energética

Los actores de la auditoria energética son:

- Representante legal de la entidad auditada: Edgar Ceballos Mendoza
- Responsable de la auditoria por parte del cliente: Eliecer Suarez Sánchez
- Interlocutores de apoyo a la auditoria por parte del cliente: Alejandra Garzón Bustamante
- Responsable de la auditoria por parte de TERAO: Andrés Meneses
- Desarrollo técnico del proyecto TERAO: Carlos Eduard Ochoa / Santamaria / Andrés Meneses

1.3. Limitaciones de la recopilación de la información

La cantidad y la calidad de los datos entregados por parte del cliente más los datos recopilados durante las visitas técnicas del sitio han permitido:

- Hacer un pronóstico general del edificio desde el punto de vista energético y
- presentar estrategias de ahorro que se ajusten a las necesidades del proyecto.

La información recopilada está completa y permitió tener un buen conocimiento general del edificio.

Durante la fase de recopilación de información, se obtuvieron los siguientes datos, fueron obtenidos mediante la realización de visitas técnicas y la comunicación a través de correo electrónico:

Recopilación de información		Recibido [S/N]	Comentarios/Notas
1.El sitio, arquitectura, Planos y esquemas			
General	Área del lote y área construida, planos arquitectónicos	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Materiales de construcción	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Planos HVAC, iluminación, eléctricos, hidráulicos, energías alternativas, etc.	☒	Intercambio con el interlocutor principal
Estudios existentes	Archivo climático del último año del sitio	☐	No disponible
	Plan de inversión plurianual	☐	No fue compartido
	Historial de trabajos realizados (foco en acciones de desempeño energético)	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Auditorías energéticas preexistentes + otros diagnósticos técnicos (ej. Auditoría eléctrica) + otros estudios (HQE, BIU, ISO 50001, CPE, etc.)	☐	No se han desarrollado estudios
Facturas y consumos			
Facturas	Facturas de electricidad de los últimos 3 años	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Facturas de combustible: gas, petróleo, calefacción/refrigeración urbana en los últimos 3 años	☐	No aplica
	Producción energías renovables y costos de mantenimiento asociados		No aplica
	Facturas de agua en los últimos 3 años	☐	No aplica
Ocupación y producción			
Ocupación	Número de trabajadores, horarios y calendarios de ocupación	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Número de visitantes, horarios y calendarios de ocupación	☐	Intercambio con el interlocutor principal
Producción	Seguimiento de alguna variable de producción	☐	No aplica
Operación y Mant.	Planes de mantenimiento anual	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Manuales de Mantenimiento	☐	
	Manual de operaciones de sistemas	☐	

Tabla 2 Recopilación de información

1.4. Síntesis de la metodología

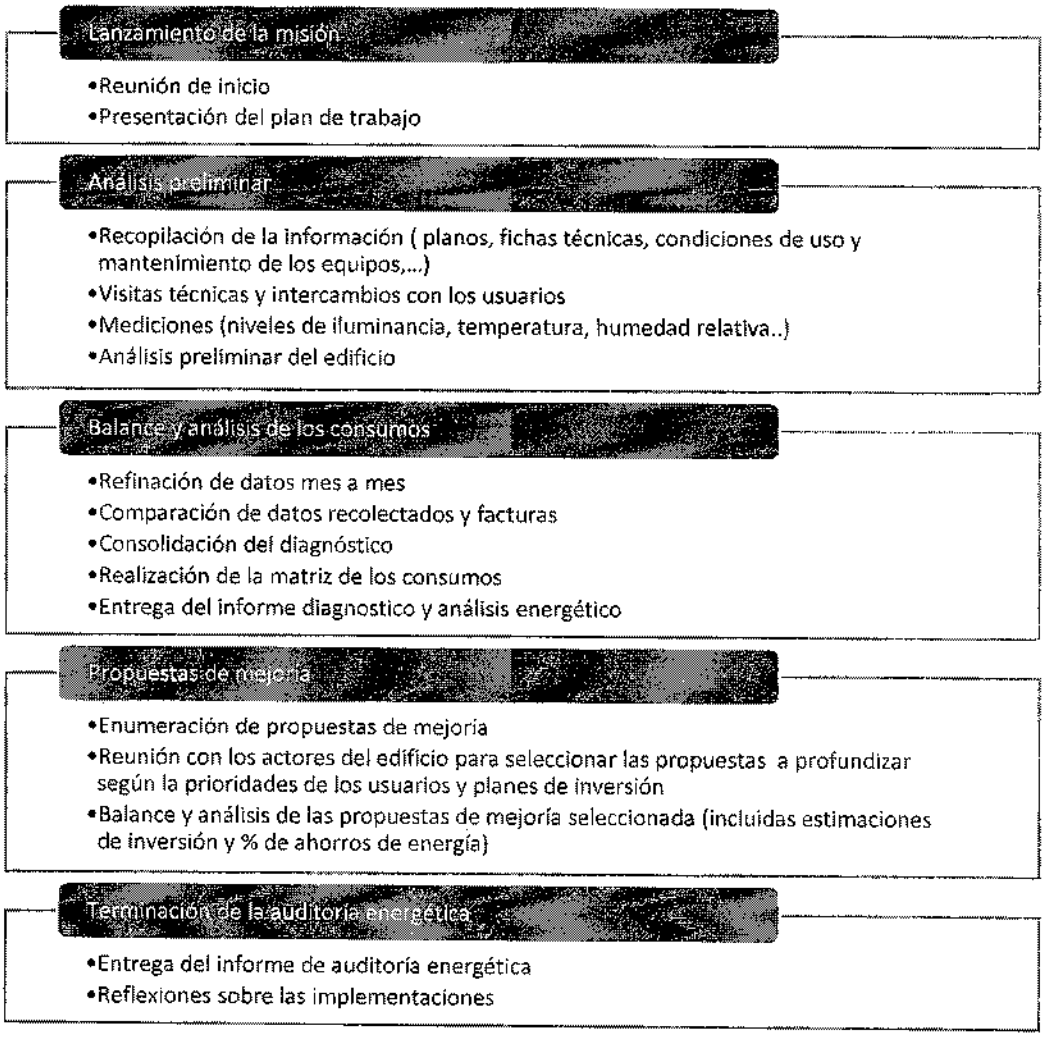
Con base en los objetivos trazados, es necesario realizar el análisis de auditoría energética mediante pasos secuenciales, empezando con el análisis preliminar que constituye la reunión de inicio y la recopilación de información, con el objetivo de comprender el edificio en términos de uso, consumo y eficiencia energética, así como establecer un diagnóstico general.

En seguida, se examinan las facturas y se lleva a cabo la comparación de los datos recopilados, lo que posibilita generar indicadores de desempeño energético y consolidar el diagnóstico.

También se produce una primera descomposición de los consumos de energía para identificar las principales pérdidas energéticas, con el objetivo de tener una precisión del 10% a nivel del mes y del 5% durante el año. Para luego establecer las mejoras y cuantificar sus impactos en términos de costos operativos y de inversión.

De acuerdo con la norma ISO 50 002, La presente auditoría energética es de tipo 3, se clasifica en esta categoría teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, el análisis efectuado mediante indicadores de desempeño, las mediciones y verificación de la información y el nivel de detalle en la descripción de las oportunidades de mejora.

La síntesis de la metodología, teniendo en cuenta dicha norma, se presenta a continuación:



2. Datos generales

2.1. Datos generales

El edificio se encuentra ubicado en Carrera 11 No 102 – 50, Edificio de Aulas, Bogotá.

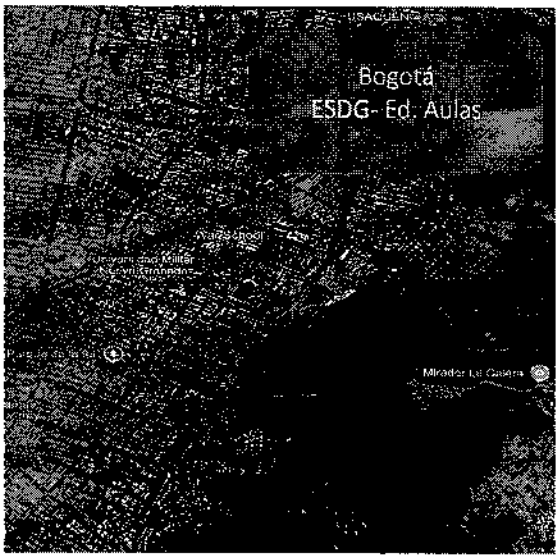


Figura 3. Ubicación satelital del edificio en la ciudad. Fuente: Google maps

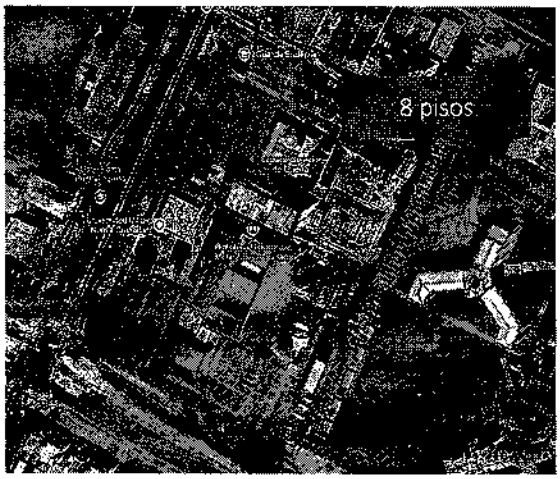


Figura 4. Toma satelital del edificio. Fuente: Google maps

La zona de estudio comprende desde el sótano hasta el piso 7, totalizando 8 niveles. Las dimensiones del edificio son 60.28 metros de frente por 21.73 metros de fondo. En las siguientes tablas se determina el área por uso de los espacios en cada uno de los pisos del edificio.

A continuación, se presenta el área por uso de los espacios en cada uno de los pisos del edificio.

Piso	Oficinas abiertas	Oficinas cerradas	Pasillos	Sala de confere	Baños / Vestier	Cuartos técnicos	Áreas de comidas	Bodegas	Aulas	Total
S	0	0	132,6	0	0	294,8	0	74,1	0	501,5
1	188,9	167,4	465,7	0	73,9	58	149,7	4,6	149,8	1258,0
2	0	0	369,6	0	73,9	23,2	0	4,6	563,6	1093,9
3	0	0	356,6	0	73,9	23,2	0	4,6	635,6	1202,1
4	0	0	356,6	0	73,9	23,2	0	4,6	743,8	1204,8
5	0	18,1	356,6	176,9	73,9	41,1	0	4,6	533,6	1203,8
6	0	132,1	403,1	0	73,9	23,2	0	4,6	566,9	768,8
7	0	13,8	263,6	59,4	273,2	84,5	32,1	42,4	0	501,5
T	188,9	331,4	2704	236,3	716,6	571,2	181,8	144,1	3193,3	8267,8

Tabla 3. Clasificación áreas del edificio. Fuente: TERAO

Área del lote	N/A
Área construida	9 134,53 m²
Área del edificio considerada para la Auditoría energética	8 267,9 m²

Tabla 4. Resumen áreas del edificio. Fuente: TERAO

El valor del área considerada para la auditoría energética excluye terrazas, parqueaderos y zonas verdes (resaltados en gris en la tabla anterior) ya que son espacios grandes con un uso energético poco representativo. **De esta manera se puede comparar los resultados del estudio con otros edificios de la misma tipología.**

A continuación, se presentan la distribución porcentual del área en función del uso de los espacios.

El uso más representativo del área de estudio es aulas con 39%. **Estos espacios suelen tener bajas necesidades energéticas** dado que en estos espacios hay menor densidad de equipos eléctricos y los periodos de ocupación son menores

Otro uso representativo es en pasillos con 33%. En los pasillos el consumo asociado es por iluminación, además se tienen altos consumos por la baja presencia de equipos y alto nivel de ocupación.

En general, se espera que el edificio tenga bajas necesidades energéticas.

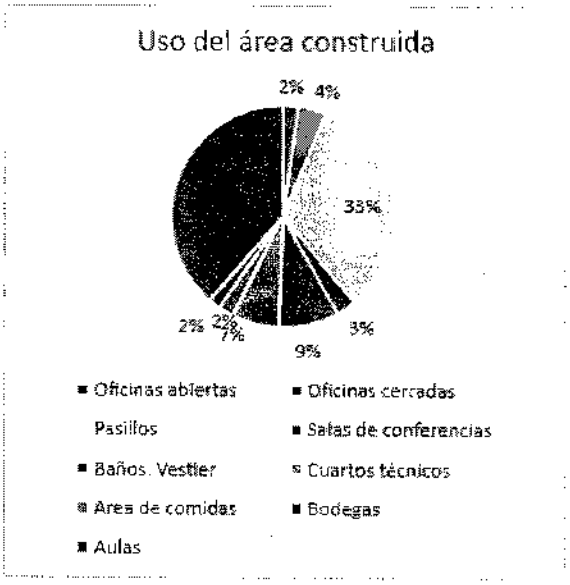


Figura 5. Uso de las áreas tenidas en cuenta para la auditoría energética. Fuente: Terao

Las fotos a continuación ilustran el sitio estudiado, identificando características de fachadas, entorno y uso.



Figura 6. Fachadas Este y Norte del edificio. Fuente: Terao visita técnica



Figura 7. Fachadas Oeste y Sur del edificio. Fuente: Terao visita técnica

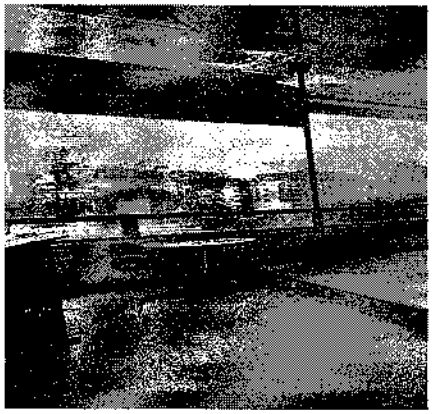


Figura 8. Accesos de iluminación natural. Fuente: Terao visita técnica



Figura 9. Aulas. Fuente: Terao, visita técnica



Figura 10. Salas de juntas/reuniones. Fuente: Terao visita técnica



Figura 110. Cubierta. Fuente: Terao visita técnica

2.2. Evolución del edificio

En la tabla a continuación, se detallan los trabajos ya ejecutados y los que son objeto de planificación para los próximos años.

Año	Cambio	Optimización de la eficiencia energética
Mediano plazo- 2025	Implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta **Comentario:** Permite disminuir el consumo por red eléctrica disminuyendo, así mismo los costos de mensuales asociados al consumo eléctgrico.	Alto
2025	Se planea la compra de aproximadamente 250 equipos de cómputo entre el edificio Administrativo y Aulas. **Comentario:** Esta renovación podría tener un impacto positivo en el consumo energético global de la entidad, ya que permitirá la transición hacia equipos más eficientes que reduzcan el consumo total.	Alto

Tabla 5. Evolución del edificioreco

2.3. Clima

En la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio se definen los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Por otra parte, en esta Resolución se clasifican los climas en Colombia los cuales son: cálido-húmedo, cálido-seco, frío y templado.

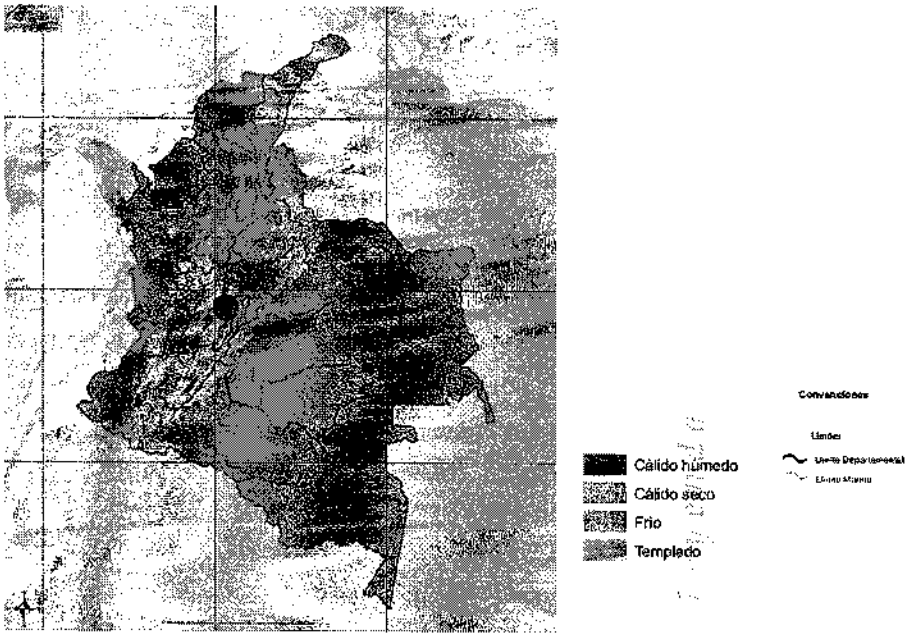


Figura 11. Mapa de climas en Colombia. Fuente: Resolución 549 de 2015

Teniendo en cuenta la clasificación anterior, el proyecto está localizado en una zona climática fría, lo que significa que el edificio tendrá bajas necesidades energéticas debido a la menor prioridad de abordar los problemas de inconfort por calor respecto a un edificio de clima cálido.

El análisis del clima se basa en las mediciones obtenidas en la estación meteorológica No 802220 del aeropuerto el Dorado de la ciudad de Bogotá, de donde se registra una temperatura media de 13,6°C, asimismo, la humedad relativa es alta con un valor promedio de 78 %.

Estas condiciones de temperatura y de humedad relativa hacen que la sensación de calor sea baja, situación que permite prescindir de sistemas de aire acondicionado para mantener niveles de confort óptimos. El rango de temperaturas entre el día y la noche es de 9,6°C, esto permite aprovechar las temperaturas de la noche para refrescar el edificio y reducir las necesidades de refrigeración en el día siguiente.

Viento

La dirección predominante del viento es del Este, con una velocidad promedio de 2,1 m/s, lo que constituye una ventaja para la implementación de mecanismos de ventilación natural. Esta se puede utilizar de manera directa cuando la velocidad oscila entre 1,5 y 3 m/s. Si supera los 3 m/s, es necesario controlarla con vegetación alrededor del edificio o mediante rejillas que dirijan los flujos de aire.

Radiación solar

Colombia, al encontrarse en proximidad al paralelo del Ecuador, disfruta de un clima tropical a lo largo del año.

Además, dada su ubicación geográfica, **el sol alcanza una elevación rápida, situándose de manera perpendicular sobre las cubiertas de los edificios, ocasionando que la radiación sobre estos espacios sea fuerte**. Esta condición

puede generar problemas de calor, especialmente en climas cálidos. Esta situación se puede controlar con estrategias como la aplicación de aislamiento térmico, el uso de pintura atérmica o la implementación de cubiertas verdes.

En esta ubicación, los valores promedio de radiación anual son de 1 288 kWh/m2/año. Esto incentiva la adopción de estrategias adicionales en las cubiertas en el ámbito de la eficiencia energética, como la instalación de paneles solares para el aprovechamiento de la energía solar en forma eléctrica o térmica. Que además sirven como estrategia de sombreamiento para controlar el fuerte impacto de radiación solar en la cubierta.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que además de las cubiertas de los edificios, las fachadas reciben considerable radiación que puede derivar en problemas de calor.

Para mitigar estos efectos se utilizan las protecciones solares, las cuales son elementos diseñados para controlar la entrada de luz solar y radiación térmica, para disminuir las ganancias de calor.

Existen principalmente tres tipos de protecciones solares, como se muestra a continuación:

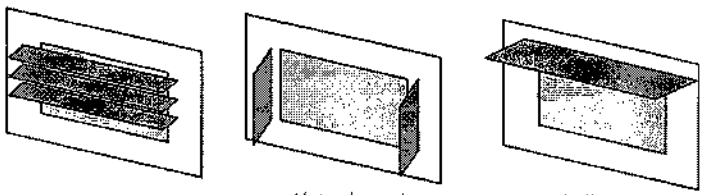


Figura 12. Tipos de protecciones solares. Fuente: Design builder

Teniendo en cuenta estas configuraciones y la trayectoria solar, es importante utilizar el tipo voladizo en las fachadas Norte y Sur, dado que la iluminación sobre estas fachadas proviene desde la parte superior todo el año.

En las fachadas Este y Oeste se recomiendan protecciones tipo lamas, dado que la radiación en estas fachadas llega de manera directa.

Para ver más información del clima, dirigirse al anexo 8.1.

Para recordar - Datos generales:

- **El área de estudio es de tipo aulas. El área total tenida en cuenta para la auditoría es de 8 267,8m². El 39% de los espacios corresponden a aulas las cuales concentran bajos consumos energéticos**
- Ya que el edificio tiene una fecha de construcción menor a 10 años, las renovaciones están más relacionadas a los equipos ofimáticos como cambio de computadores para el edificio de aulas y administrativo.
- El edificio está ubicado en **zona tropical con un clima frío**.
  - El impacto de la radiación solar es fuerte, particularmente sobre los elementos horizontales (cubierta) y las fachadas este y oeste. Con un promedio anual de radiación horaria que oscila los 1 288 kWh/m2/año.
  - Las temperaturas del lugar permiten controlar el confort con facilidad, lo que permite evitar el uso de climatización, reduciendo las necesidades energéticas.
- La orientación predominante del viento es Este.

3. Características bioclimáticas

3.1. Enfoque Bioclimático

A continuación, se muestra el análisis del impacto de las condiciones climáticas relevantes sobre el edificio.



Figura 123. Trayectoria del sol sobre el edificio. Fuente: Sunearthtools

Nota: F-NO (Fachada Noroeste), F-NE (Fachada Noreste), F-SO (Fachada Suroeste) y F-SE (Fachada Sureste).

Criterio	Características	Fotos	Desempeño
Orientación	• Las fachadas más largas se orientan hacia el Noreste y suroeste. Comentarios: • La orientación es poco favorable, debido a que todas las fachadas reciben radiación solar directa en algún momento del año, lo que resulta en deslumbramiento para muchos usuarios y provoca un mayor calentamiento del edificio. • El desempeño en este criterio es medio, ya que el edificio presenta mayor deslumbramiento respecto a un edificio cuyas fachadas más largas estén orientadas al Norte y Sur.	 Figura 14. Radiación solar directa. Fuente: Terao	

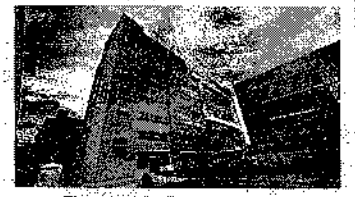
Entorno	• Alrededor del edificio no existe vegetación por la fachada • Alrededor del edificio no existe otras edificaciones que generan sombra significativa en las fachadas Comentarios: • La falta de vegetación y edificios alrededor del edificio aumenta su exposición a la radiación solar, lo que incrementa el deslumbramiento en las fachadas expuestas y las ganancias de calor. Sin embargo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, no se generan necesidades de consumo de aire acondicionado ni de ventilación mecánica.	 Figura 15. Entorno del edificio Fuente: Google Maps	Medio
Protecciones solares exteriores	• En las fachadas del edificio no existen protecciones solares externas. Comentarios: • La ausencia de protecciones solares provoca una incidencia directa de la radiación solar, lo que resulta en deslumbramiento y un aumento significativo en las ganancias de calor.	 Figura 13. Protecciones exteriores. Fuente: Terao visita técnica	Bajo
Protecciones solares interiores	En la fachada Noreste y Sureste existen protecciones solares internas del tipo blackouts y películas de protección solar en vidrios. Comentarios: • El blackout normalmente se utiliza evitar el ingreso de luz natural y usar el video beam.	 Figura 14. Protecciones internas, cortinas. Fuente: Terao visita técnica	Alto
	• En la fachada Suroeste no hay ventanearía o es muy poca, por consiguiente, no aplica analizar este criterio.	N/A	N/A

Tabla 6. Criterios de enfoque bioclimático del edificio. Fuente: Terao

3.2. Características de la envolvente

3.2.1. Forma y compacidad

La zona de estudio tiene una forma principalmente rectangular. Debido a esta configuración, el índice de compacidad es bajo, con un valor aproximado de 0,15 m2/m3. Esto significa que el edificio es compacto y tiene menor superficie para la transferencia de calor por unidad de volumen. En consecuencia, el edificio puede retener el calor, lo cual puede implicar:

- Que en las noches el edificio no pierda calor y se evite las necesidades de calefacción en las mañanas.
- Que durante el día en el edifico se calienten los espacios y se aumenten las necesidades de uso de aire acondicionado o ventilación mecánica. Sin embargo, por las condiciones climáticas, mediante ventilación natural se puede controlar este efecto.

En las siguientes figuras se muestra la forma del edificio y los accesos de iluminación.

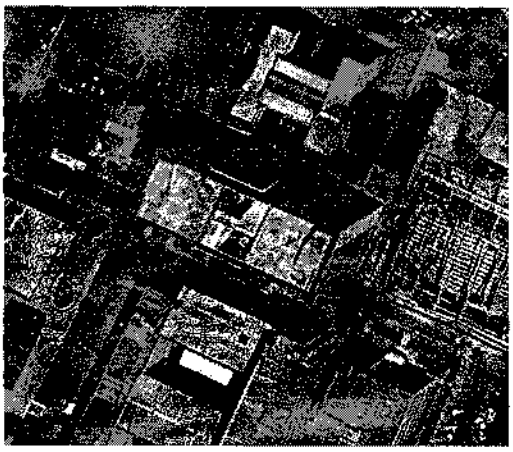


Figura 15. Forma del edificio. Fuente: Google maps

Forma del edificio

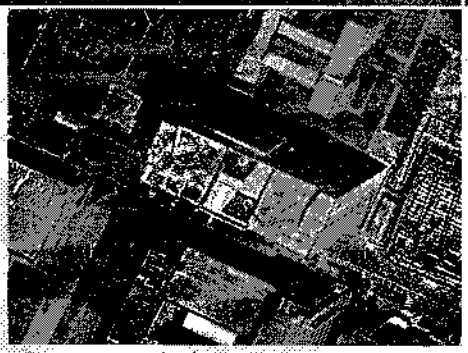
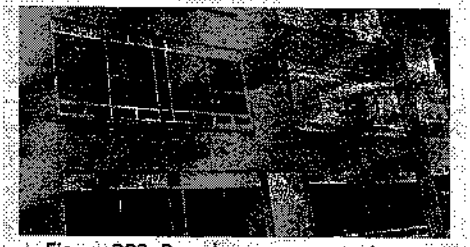


Figura 16. Accesos de iluminación. Fuente: Terao, visita técnica

3.2.2. Descripción térmica de la envolvente

A continuación, se detallan las características de la envolvente que intervienen en el desempeño energético del edificio.

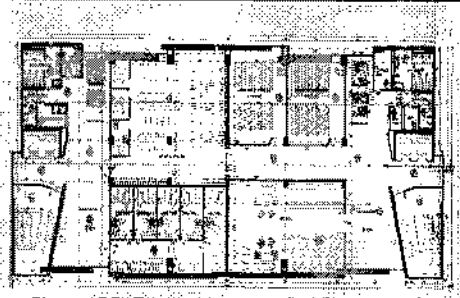
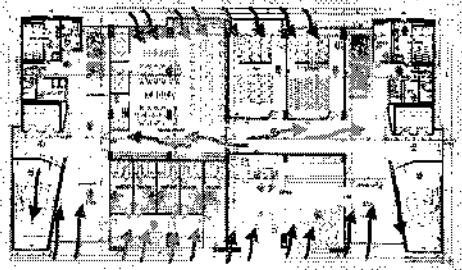
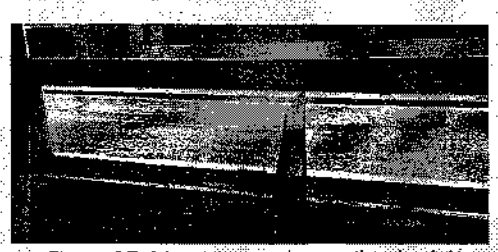
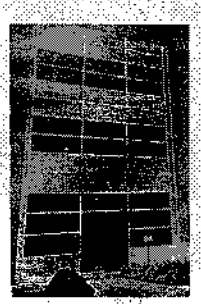
	Material	Composición	Eficiencia
Cubierta	 Figura 17. Techo/cubierta. Fuente: TERAO	**Cubierta tipo 1 (40%)** - Policarbonato- 6mm U-value estimado: 3,6 W/m²/k Comentarios: • Aunque estas cubiertas tienen un desempeño térmico bajo no afectan el significativamente el confort interior de los espacios de ocupación continua, pero si ofrecen una ventaja desde el punto de vista del aprovechamiento de la luz natural en pasillos interiores.	Alto

Material	Composición	Eficiencia
Techo/cubierta	 Figura 18. Techo/cubierta. Fuente: TERAO **Cubierta tipo 1 (70%)** - Sustrato 25 cm - Placa de concreto 25 cm U-value estimado: 2,5 W/m²/k Comentarios: **Cubierta tipo 2 (30%)** - Piso laminado 7 mm - Teja policarbonato 0,7mm U-value estimado: 1,92 W/m²/k **Comentarios:** El desempeño de la cubierta genera ganancias de calor en los pisos altos, lo que podría aumentar la necesidad de utilizar aire acondicionado o ventilación mecánica.	Medio
Pisos y techos interiores	 Figura 19. Pisos y techos interiores. Fuente: TERAO **Pisos y techos interiores tipo 1 (50%)** - Baldosa 1 cm (color interior negro) - Mortero 2 cm - Concreto: 10 cm U-value estimado: 1,54 W/m²/K **Pisos y techos interiores tipo 2 (50%)** - Laminado 1 cm (color interior marrón grisáceo) - Mortero 2 cm - Concreto 10 cm U-value estimado: 1,7 W/m²/K **Comentarios:** La composición del piso y techo controla las ganancias de calor gracias a la masa térmica del concreto, conservando la temperatura interior. Además, el color marrón grisáceo de la baldosa reduce la reflectividad, evitando deslumbramientos, debido al alto ingreso de iluminación diurna.	N/A
Muros	 Figura 203. Paredes, muros exteriores. Fuente: TERAO **Muros exteriores** **Orientación: Todas las fachadas** - Ladrillo Macizo 15 cm U-value estimado: 2,5 W/m²/K **Comentarios:** El material de los muros exteriores de la fachada Este actúa como amortiguador térmico, es decir, durante el día absorbe parte del calor por radiación incidente ayudando a mantener el interior más fresco, y lo libera cuando la temperatura exterior disminuye.	Medio
Ventanas	 Figura 21. Ventanas. Fuente: TERAO - Vidrio de 8mm - 60% de relación ventana muro - 20% de ventana operable para ventilar, - Transmisión de luz: 0,65 - SHGC: 0,3 - U value 2,5 W/m²/K **Comentarios:** Permite un alto aprovechamiento de la iluminación natural, sin embargo, no tiene buenas propiedades térmicas. Lo que permite una alta transferencia de calor entre el interior y el exterior.	Medio

abla 7. Descripción térmica de la envolvente

3.3. Ventilación Natural

Durante el año, los vientos provienen con mayor frecuencia del Este. La orientación y forma del edificio beneficia el aprovechamiento de los mecanismos de ventilación natural.

Criterio	Condición	Fotos	Desempeño
Uso de ventilación natural	La entidad utiliza principalmente la ventilación natural como método para garantizar el confort de sus ocupantes, lo cual es un punto positivo para el desempeño energético del edificio. **Comentarios:** Todas las zonas de oficinas utilizan ventilación natural, permitiendo la renovación constante de aire de los espacios.	 Figura 25. Zonas con ventilación natural - Fuente: Terao	Alto
Mecanismo de ventilación natural y renovación del aire	Se utiliza ventilación cruzada y ventilación por efecto chimenea para la ventilación natural. **Comentarios:** El sistema de ventilación natural facilita la renovación constante del aire, lo que contribuye a una mejor calidad del aire interior. **Ventilación por efecto chimenea:** Utiliza la diferencia de densidad entre el aire caliente y frío. El caliente tiende a subir, llevando el aire viciado y ayudando a entrar aire fresco. **Ventilación cruzada:** Corriente de aire que atraviesa de un lado a otro el edificio.	 principal acceso de ventilación natural, corrientes escape de aire por efecto chimenea, corrientes de escape de aire por ventilación cruzada. Figura 26. Ventilación natural - Fuente: TERAO	Alto
Mecanismos para el ingreso y escape del aire	Para el ingreso de aire se cuenta con mecanismos operables por los usuarios (ventanillas/puertas). **Comentarios:** Las puertas principales suelen estar abiertas y permiten el ingreso de aire, sin embargo, los caudales y las corrientes de aire pueden ser insuficientes para renovar el aire necesario en todos los espacios.	 Figura 27. Mecanismos de ventilación del edificio: Fuente: TERAO	Alto
Ventilación natural nocturna	El edificio no utiliza ventilación natural en las noches. **Comentarios:** Debido a que la temperatura del edificio por debajo de confort (19,26) en las noches en un rango de confort, no requiere de ventilación nocturna. Se recomienda limitarla, teniendo en cuenta que podría ser susceptible a problemas de frío para la jornada del día siguiente.	 Figura 27. Mecanismos de ventilación del edificio: Fuente: TERAO	Alto

Para recordar - Bioclimática y envolvente:

- La orientación Noreste/Suroeste del edificio es poco favorable, ya que todas las fachadas reciben radiación solar directa en algún momento del año, lo que resulta en deslumbramiento para muchos usuarios y provoca un mayor calentamiento del edificio.
- El edificio no cuenta con protecciones solares externas, lo que resulta en deslumbramiento y un aumento significativo en las ganancias de calor. Las fachadas del edificio limitan la implementación de protecciones solares externas.
- Durante la visita, se observó que las aulas vacías permanecían con el blackout cerrado y con luminarias apagadas, permitiendo controlar el impacto de la radiación solar directa y regulando la temperatura de los espacios.
- El edificio tiene una forma principalmente rectangular. Debido a esta configuración, el índice de compacidad es bajo. Esto significa que el edificio es compacto y tiene menor superficie para la transferencia de calor por unidad de volumen. En consecuencia, el edificio puede retener el calor, lo cual implica:
  - Que en las noches el edificio no pierda calor y se eviten las necesidades de calefacción en las mañanas.
  - Que durante el día en el edificio se calienten los espacios y se aumenten las necesidades de uso de aire acondicionado o ventilación mecánica. Sin embargo, por las condiciones climáticas, mediante ventilación natural se puede controlar este efecto.
- Al tener el mayor porcentaje de la cubierta en concreto esto podría generar mayor ganancia de calor en los pisos altos, afectando el confort de los usuarios en dicha zona.
- **Es necesario controlar la ventilación natural nocturna**, aunque actualmente no se utiliza ni es necesaria debido a que las temperaturas nocturnas descienden significativamente (<17°C), lo que podría enfriar en exceso el edificio.

4. Uso del edificio

4.1. Ocupación del edificio

El uso principal que se le da a las instalaciones del edificio es para labores educativas y administrativas con espacios tipo aulas y oficinas. Los periodos de desocupación son los domingos y festivos según el calendario nacional.

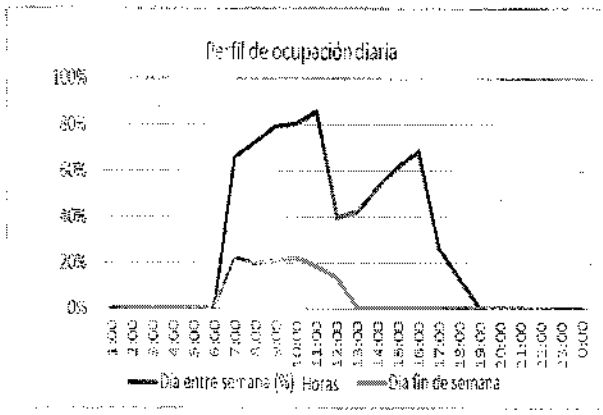


Figura 28. Perfil de ocupación diario del edificio. Fuente: Terao

Ocupación del edificio (N° de personas)			
	Horario	Personal Administrativo/ estudiantes	Visitantes
Lunes a Viernes	7:00-18:00	435	-
Sábados	7:00-13:00	150	-
Domingo	N/A	N/A	N/A

Tabla 8. Horarios y personal en el edificio. Fuente: Terao

Las vacaciones de estudiantes se toman en mitad de año, diciembre y enero, por lo que se tiene un impacto notorio sobre la ocupación y por consiguiente en el consumo eléctrico del edificio.

Modo de ocupación

La siguiente tabla permite tener valores indicativos sobre la densidad de ocupación de usuarios en los espacios y así, definir los espacios más sensibles a cargas térmicas por ocupación.

Rangos de densidad de ocupación [puestos de trabajo/100 m²]		Zonas concernidas	Porcentaje (%)
Ligera	6,5	Oficinas cerradas, oficinas abiertas	4%
Mediana	8,5		0%
Mediana densa	11		0%
Densa	13	Aulas	96%

* Este porcentaje fue calculado en función de las áreas de ocupación continua del edificio.

El 96% de los espacios de ocupación continua tienen una ocupación densa, lo que implica que se generan importantes cargas térmicas por ocupación.

4.2. Ofimáticos

4.2.1. Equipos de trabajo de los usuarios

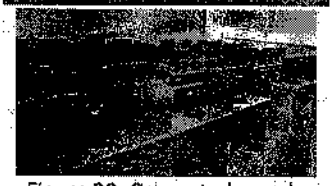
Ofimáticos	Características	Fotografía	Eficiencia
Computadores	• Tipo de computador y cantidad: Torre (91), portátil (0), todo en uno (42). • Apagado automático de pantalla: No • Suspensión automática del equipo: Parcial **Comentario**: Se tiene una alta densidad de equipos de torre, los cuales tienen un mayor consumo que los portátiles. Es importante dar buen uso y asegurar la vida útil de estos equipos. Para futuras renovaciones o compras se recomienda elegir portátiles con sellos de alta eficiencia.	 Figura 29. Computadores de torre. Fuente: Terao	
Impresoras/ Fotocopiadoras	• Tipo de fotocopiadora: Lexmark • Potencia (kW): 0,45 • Cantidad: 4 **Comentarios:** Durante la visita se observa que los equipos estaban apagados, por lo que se observa un uso responsable.	 Figura 30. Fotocopiadoras – Fuente: Terao	

Tabla 9. Ofimáticos. Fuente: Terao

Nota: La suspensión automática de equipos ofimáticos es una función de gestión de energía que permite ponerlos en un estado de bajo consumo energético después de un periodo de inactividad.

4.2.2.Racks - Servidores y UPS

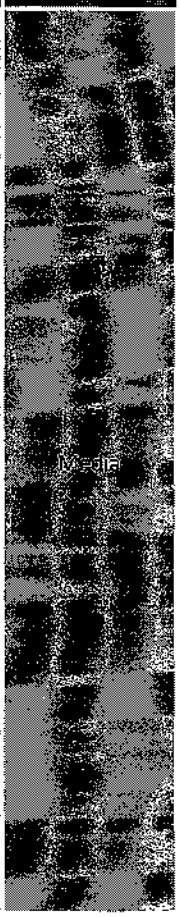
Cuarto	Características	Fotografía	Eficiencia
Pisos 1 al 7	**Servidores** • Tipo de servidores: almacenamiento (datos), comunicaciones (CCTV, WIFI) • Cantidad:3 • Potencia de los servidores [kW]: * • Instalaciones renovadas[S/N]: N • Potencia del sistema de aire acondicionado [kW]: 22,70 • Temperatura del aire acondicionado: 20°C **UPS** • UPS • Capacidad UPS (kVA): 160 kVA (sótano) • Instalaciones renovadas(S/N): N **Comentarios:** • El cuarto del primer piso tiene en funcionamiento el AA 24/7, no obstante, en los pisos 3, 5 y 6 los servidores tienen AA, pero no se tiene en uso. No hay registro de uso en más de un año. • No se cuenta con información de potencia de la UPS instalada en el piso 1 o 3		

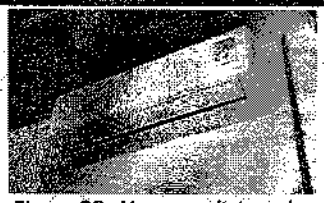
Figura 31. Servidores y UPS – Fuente: Terao visita técnica

Tabla 10. Servidores y UPS

4.3. Mantenimiento del edificio

El objetivo del mantenimiento es garantizar la disponibilidad, seguridad y calidad del servicio que prestan los equipos con los que se realizan cotidianamente las actividades laborales. Dependiendo de la importancia de los equipos técnicos y su impacto en la operación del edificio, se ejecutan diferentes tipos y frecuencias de mantenimiento.

El programa de mantenimiento de la Escuela Superior de Guerra tiene oportunidades de mejora en el sistema de AA, implementando una frecuencia de mantenimiento que permita asegurar el buen desempeño de los equipos del edificio. A continuación, se presentan los aspectos más importantes de las actividades de mantenimiento realizadas a los equipos técnicos del edificio.

Equipos técnicos	Características	Fotografía	Eficiencia
Aire Acondicionado	• Personal dedicado o Contrato de mantenimiento (S/N): No hay mantenimiento • Buen aspecto y estado de los equipos y/o conductos (S/N): Si • Frecuencia de mantenimiento: o Aire acondicionado de respaldo: No se realiza • Tipo de mantenimiento: Correctivo. **Comentarios:** • El mantenimiento actual se centra en acciones correctivas, lo cual puede ser insuficiente. Para asegurar la eficiencia de los equipos, es importante llevar a cabo jornadas preventivas periódicas, actualizaciones tecnológicas y revisiones de indicadores de diseño eficiente. Se sugiere incluir estos criterios en los planes de mantenimiento.	 Figura 32. Aire acondicionado, tercer piso – Fuente: Terao	
Iluminación	• Personal dedicado o contrato de mantenimiento (S/N): Sí, personal de la entidad. • Limpieza de las luminarias (S/N): Sí • Frecuencia de mantenimiento al año: Semestral **Comentarios:** • Se realiza el reemplazo de las luminarias cuando se dañan. Esto es una práctica favorable debido a que se asegura la vida útil de estos elementos.	 Figura 33. Iluminación – Fuente: Terao	
Planta eléctrica y subestación	• Personal dedicado o contrato de mant. (S/N): Sí • Frecuencia de mantenimiento: Mensual	Figura 34. Planta eléctrica – Fuente: Terao	

	• Tipo de mantenimiento: preventivo y correctivo • El equipo de mantenimiento conoce la gestión de los equipos: Sí **Comentarios:** • Para garantizar la eficiencia de estos equipos, se deben realizar inspecciones visuales periódicas, limpieza, lubricación, reemplazo de filtros y aceite, calibración de sensores y pruebas de funcionamiento.	
Ascensores	• Personal dedicado o contrato de mant. (S/N): Si • Frecuencia de mantenimiento: Mensual **Comentarios:** • Para asegurar la eficiencia de los equipos, es clave realizar inspecciones periódicas, limpieza y lubricación. La frecuencia de mantenimiento preventivo actual es adecuada, dado su uso continuo, lo que garantiza la disponibilidad de los ascensores y permite monitorear el desgaste de los componentes móviles, prolongando su vida útil.	 Figura 35. Interior del ascensor – Fuente: Terao
Motobombas, y sistema contraincendios.	• Personal dedicado o contrato de mant. (S/N): Si • Frecuencia de mantenimiento al año: Mensual • Tipo de mantenimiento: preventivo y correctivo **Comentarios:** • El mantenimiento de este equipo, orientado a garantizar su disponibilidad para emergencias, tiene una frecuencia adecuada. Es fundamental seguir realizando las jornadas periódicas de mantenimiento para asegurar su operatividad.	 Figura 36. Bombas – Fuente: Documento de mantenimiento de bombas.

Tabla 11. Mantenimiento del edificio. Fuente: Terao, visita técnica

4.4. Condiciones de confort

Las temperaturas consideradas dentro del rango de confort se determinan conforme a estándares internacionales, los cuales evalúan las condiciones adecuadas para los ocupantes teniendo en cuenta factores como la humedad relativa, la velocidad del aire y la vestimenta de las personas. Para obtener información detallada, se sugiere consultar el anexo 8.4.

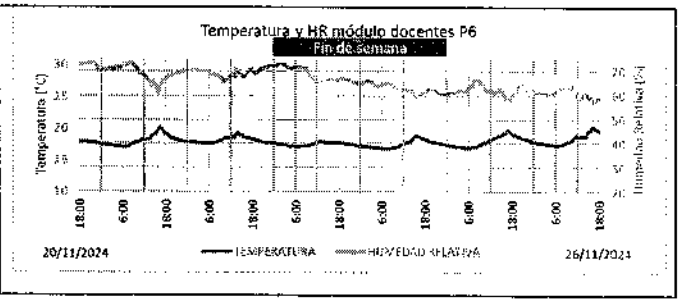
A continuación, se presenta los rangos de temperatura adecuados para garantizar el confort en los espacios en las zonas con ventilación natural y zonas con Aire acondicionado:

Tipo de acondicionamiento	Rango de confort (°C)
Ventilación natural	[19,5-24,5]
Ventilación natural + ventiladores	[19,5-26,3]
Aire Acondicionado	[21-25]
Aire acondicionado + ventiladores	[25-27,5]

En el marco de la auditoría energética, TERAO implementó 1 datalogger termohigrómetro en el edificio de la entidad durante 7 días con mediciones cada 10 min para evaluar la evolución del confort del edificio. Los puntos de medición fueron: Lo resultados se encuentran en el anexo 8.5.

El equipo empleado para realizar la medición de las temperaturas se muestra en el Anexo 8.3.2

Zona	Temperatura (°C)					
	Entre semana			Fin de semana		
	Max	Pro	Min	Max	Pro	Min
Piso 6	20,10	20,10	18,90	18,9	17,75	16,9



De acuerdo con los resultados se observó:

Entre semana,

- La temperatura máxima registrada fue de 20,1 °C, no obstante, el promedio de esta se encuentra en un 19,26°C, fuera del rango de confort por ventilación natural.
- Por las noches, la temperatura tiene una mínima de 18,5°C en el piso 6. Esta temperatura, al estar fuera del rango de confort incita al uso de aires acondicionados, calefacción o el uso de equipos para elevar de manera artificial la temperatura del ambiente de los espacios.

Los fines de semana:

- La temperatura los fines de semana, se establece entre los rangos 18,9°C y 16,9°C, con una variación de 2°C, si bien no es alto este valor, se mantiene fuera de los rangos de confort. Se evidencia el impacto de térmico de la cantidad personal que ingresa y el tiempo de ocupación.

Los valores de temperatura medidos fuera del rango de confort. Dadas las condiciones climáticas y el análisis bioclimático del edificio, se podría mejorar el confort con medidas pasivas.

Las medidas pasivas son estrategias de diseño arquitectónico que aprovechan recursos naturales para optimizar la eficiencia energética de un edificio, reduciendo la dependencia de sistemas mecánicos.

Para recordar: Uso del edificio

- El 96% de los espacios con ocupación continua presentan una alta densidad de ocupación, lo que genera cargas térmicas significativas.
- Se observa un mayor número de equipos ofimáticos tipo torre, que consumen más energía que los portátiles. Se recomienda sensibilizar a los encargados sobre el uso eficiente de los equipos (apagado de pantalla y suspendido automático) y, en futuras adquisiciones, optar por modelos con mejores características de consumo energético.
- Se recomienda sensibilizar a los ocupantes sobre la selección de temperaturas óptimas de operación, como 26°C según estándares de confort. Es fundamental verificar que los termostatos y los equipos mantengan las condiciones de confort requeridas.
- Se evidencia que en promedio el edificio permanece fuera de la zona de confort (>19,5) debido a su ventilación natural por las noches.
- El rango de confort se encuentra entre 19,5 °C y 24,5°C según ASHRAE 55, de acuerdo con las mediciones realizadas, las temperaturas registradas se encuentran entre 19,7 °C y 22,2 °C, manteniéndose dentro de los rangos de confort en los periodos de ocupación.

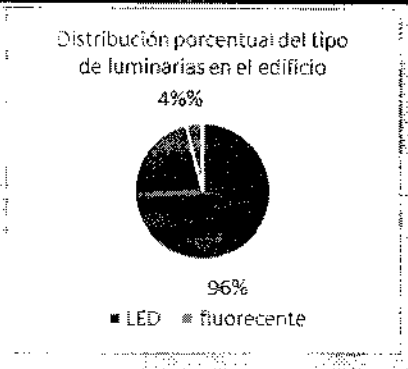
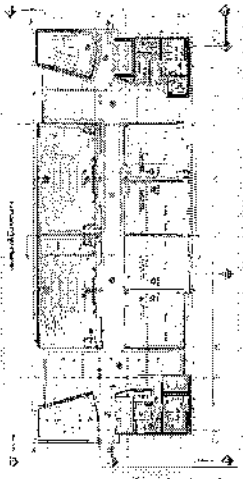
5. Equipos técnicos

5.1. Electricidad

Sistema	Características	Foto	Eficiencia
Subestación	• Potencia del transformador [kVA]: 300 • Cantidad: 1 **Comentarios:** La alimentación eléctrica del edificio se lleva a cabo mediante la subestación eléctrica que alberga el transformador de 500 KVA ubicado en el sótano. La corriente ingresa mediante un circuito de la empresa prestadora del servicio eléctrico.	 Figura 36. Transformador edificio de Aulas – Fuente: TERAO	
Distribución / Diagrama unifilar	• Lógica de distribución: El edificio de aulas tiene una acometida principal, para la cual sale una línea para tomas normales y otra para UPS, de las tomas normales sale una línea por piso y además una línea para ascensores costado Oeste y otra para costado Este, además, se cuenta con una acometida para las bombas, en cuanto a la línea regulada, sale una línea por piso, serían 7 en total. **Comentarios:** No es posible realizar un diagrama unifilar debido a que no se cuenta con la información asequible en cada tablero.		Medio
Revisión general RETIE	Para verificar el cumplimiento con las normativas RETIE y RETILAP 2024, se elaboró la matriz de diagnóstico general, en la cual se verificó la conformidad de la instalación eléctrica y la seguridad operativa. Si bien el edifico tiene menos de 10 años de construido, se encuentran oportunidades de mejora notables en los siguientes aspectos. Temperatura y HR: • La temperatura promedio de ambiente registrada en el piso 6, oscila en 19,26 Celsius. La humedad sobrepasa el 50%		

Tabla 12. Electricidad. Fuente: Terao

5.2. Iluminación

Criterio	Características	Fotos	Eficiencia
Tipo de luminarias	• Iluminación eficiente: 96 % • Iluminación ineficiente: 4% • Uso de luminarias dimerizables en zonas con luz natural (S/N): No **Nota:** Las luminarias dimerizables son luces que pueden ajustar su brillo mediante un regulador, permitiendo controlar la intensidad de la luz según preferencias o necesidades específicas.	 Figura 37. Sectorización de la iluminación para un piso tipo – Fuente: TERAO Inventario en anexo 0	
Sectorización de la iluminación	• Las luminarias se agrupan por pequeñas zonas(S/N): Si • Las luminarias se agrupan para aprovechar la luz natural (S/N): Sí **Comentarios**: • La sectorización funciona según la separación de los espacios tal como: oficinas abiertas, oficinas cerradas, salas de juntas/reuniones, cuartos técnicos, baños. • Se evidenció que las oficinas próximas a la ventanearía, pueden aprovechar en mayor proporción la iluminación diurna, mediante la dimerización de las luminarias, lo que permite tener ahorros significativos de energía.	 Figura 38. Sectorización de la iluminación para un piso tipo – Fuente: TERAO	
Gestión de la iluminación	• Sensores de presencia (S/N): Si • Sensores luz día(S/N): No • Programación horaria (S/N): No **Comentarios** La iluminación se gestiona mediante sensores de movimiento de techo con tecnología infrarroja y ultrasonido, ubicados en pasillos, baños de todos los pisos (76% del área). **Nota**: Las cargas vampiro son la energía que los equipos, en este caso las luminarias, siguen consumiendo cuando están apagados. Aunque las luminarias son LED y el consumo asociado a estas cargas es muy pequeño, a largo plazo puede ser significativo.	 Figura 39 Sensor de movimiento. – Fuente: TERAO	

Potencia instalada promedio del edificio (LPD)	• Potencia instalada (W): 36 277 • Densidad de potencia instalada (W/m2): 4,4 **Comentarios:** • La densidad de potencia instalada es un 34,5 % menor que los límites máximos permitidos por estándares internacionales, tomando como referencia para oficinas un valor de 6,7 W/m2. Se considera eficiente estar un 30 % por debajo de este límite, es decir 4,7 W/m2. • Algunas zonas como pasillos tienen demasiadas luminarias o luminarias de mayor potencia de la necesaria, lo que incrementa la potencia instalada y el consumo energético.
Potencia instalada espacio por espacio, usando indicadores de ASHRAE 90.1 de 2022	• Espacios con potencia instalada eficiente: Pasillos, Baños, vestier • Espacios con potencia instalada aceptable: Sala de conferencias, oficinas cerradas • Espacios con potencia instalada ineficiente: Bodega, aulas, oficinas abiertas

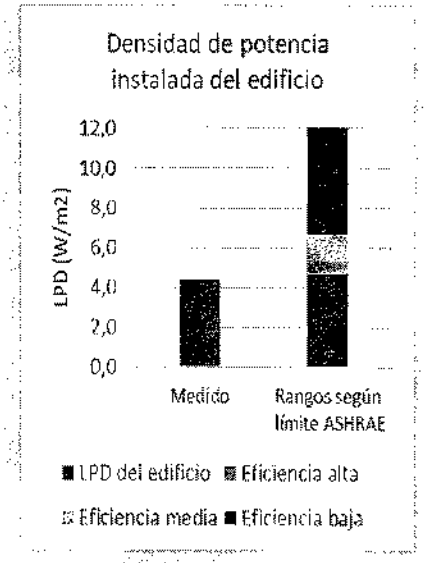


Figura 40. Densidad de potencia instalada del edificio – Fuente: TERAO

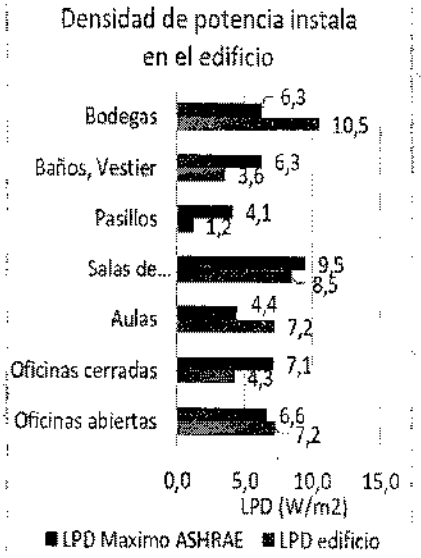


Figura 41. Densidad de potencia instalada del edificio vs LPD MAXIMO ASHARE – Fuente: TERAO

Niveles de iluminación

Cada espacio necesita un nivel de iluminación apropiado para permitir la realización efectiva de las tareas sin causar fatiga visual. En Colombia, estos niveles están definidos por la norma RETILAP y a nivel internacional, se toma como referencia la norma EN 12464-1.
Niveles óptimos de iluminación permiten garantizar el confort y la salud de los ocupantes, previniendo el cansancio visual y problemas como dolor de cabeza
En aulas que es el uso principal de la edificación:

- Área con niveles óptimos: 0
- Área con niveles bajos: 9%
- Área con niveles ineficientes: 1%

Comentarios:

- La mayoría de los espacios son aulas, los cuales, según la norma RETILAP, requieren entre 300 y 500 Luxes. Para el edificio se recomienda un nivel promedio de 350 Luxes en zonas circundantes al área de trabajo según la normatividad y la experiencia adquirida con previas auditorías, y utilizar alumbrado localizado adicional como lámparas individuales para alcanzar 500 luxes en las oficinas (según prácticas internacionales).
- El 60% de los espacios tiene niveles de iluminación altos debido al alto potencial de aprovechamiento de iluminación diurna. Esta condición puede ser aprovechada para obtener ahorros energéticos mediante implementación de sensores luz día.
- El 95% de los espacios como pasillos, cuartos técnicos y baños, debido a que tienen menos del 10 % de luz natural aprovechable. Así mismo, la potencia y/o cantidad de luminarias por metro cuadrado en dichos espacios puede tener un dimensionamiento menor al requerido bajo norma.

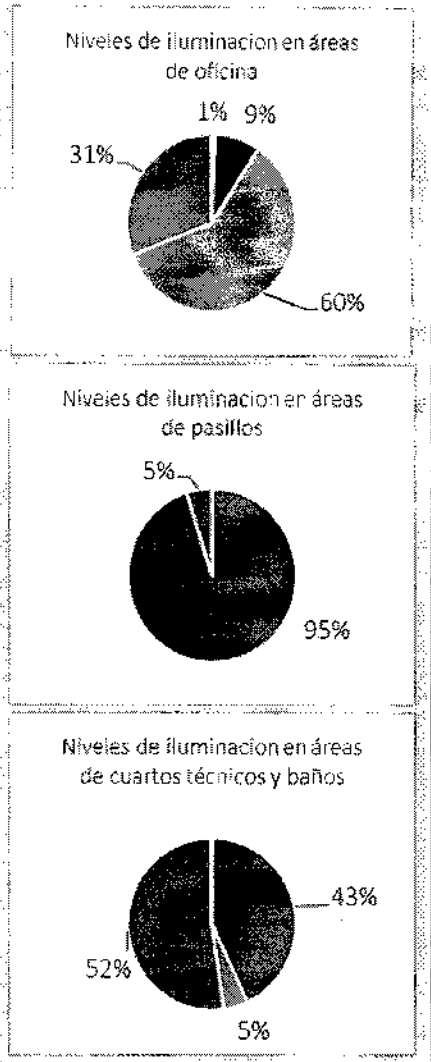


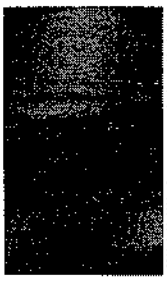
Figura 42. Porcentaje de área según los rangos de iluminación. Fuente: Terao

Detalle sobre las normas RETILAP y EN 12465 en el anexo 0
Información sobre el equipo de medición utilizado en el anexo 8.3.1.

Revisión general Retilap

El edificio no presenta renovaciones en el sistema de iluminación del edificio, esto conlleva a que, desde su apertura en el 2019, sigue en uso el mismo sistema. No obstante, el edificio cuenta con gran cantidad de luz natural para aprovechar en las aulas; por

Medio



medio de tecnología de sensores de luz solar y dimerizadores los espacios con luz natural tendrían mayor impacto energético y optimizando el consumo de energía supliendo los luxes adecuados para el espacio requerido.

En el anexo 8.16 de revisión RETIE y RETILAP, se presentan las recomendaciones de acuerdo con las conclusiones.

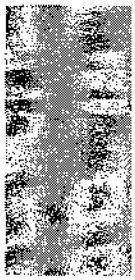


Tabla 13. Iluminación. Fuente: Terao

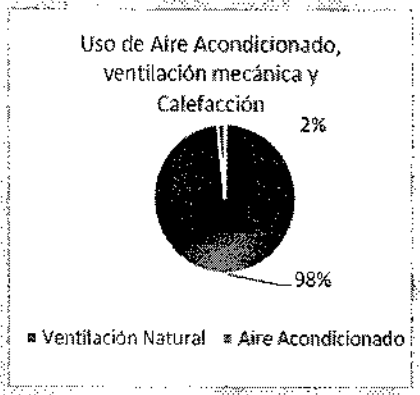
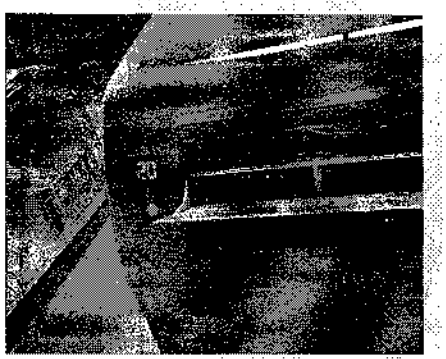
Para recordar: Iluminación

- La iluminación LED corresponde al 96% de la potencia instalada en el edificio, usada principalmente en los espacios de ocupación continua. La tecnología actual de las luminarias, no cuentan con los drivers para hacer instalación de los dimerizadores, implementar este sistema de dimerización permite obtener ahorros significativos.
- Entre los pisos 1 y 7 la iluminación de pasillos y baños se gestiona mediante sensores de movimiento de techo con tecnología infrarroja infrarroja, ubicados en los techos.
- Durante la visita técnica se observó que, en algunos espacios con buen acceso de iluminación diurna, se desconectan algunas luminarias, lo cual es buena práctica, porque se reduce el consumo eléctrico.
- La densidad de potencia instalada es un 34,5 % menor que los límites máximos permitidos por estándares internacionales, tomando como referencia para oficinas un valor de 6,7 W/m2. Se considera eficiente estar en 4,7 W/m2. Se recomienda implementar la tecnología de dimerización entre los pisos 1 y 7. Adicionalmente, se recomienda renovar y redistribuir las luminarias ajustando cantidad y tipo según el uso y los niveles de iluminación necesarios.
- El 31% de los puestos de trabajo presenta niveles de iluminación elevados (>550 lx), lo que incrementa el consumo eléctrico. En contraste, el 9% de los espacios tiene niveles bajos de iluminación debido a la ubicación. Renovar y reorganizar las luminarias según la disposición de los puestos mejorará la iluminación y optimizará la densidad de potencia, el confort y el consumo energético.

5.3. HVAC

HVAC corresponde a Heating Ventilation and Air Conditioned que en español significa Calefacción ventilación y aire acondicionado, en adelante se utilizarán estas siglas. Para el caso de estudio, ya que no hay uso de calefacción, las siglas harán referencia a ventilación mecánica (VM) y aire acondicionado (AA).

En la siguiente tabla se describen las características principales de los equipos de aire acondicionado del edificio.

Criterio	Características	Fotos	Desempeño
Aire acondicionado y ventilación mecánica	• En el edificio se utiliza: o Aire Acondicionado (AA): 2% • Equipos con eficiencia < 3,2 COP: 100% **Comentarios:** • El porcentaje de uso de aire acondicionado es típico en esta zona climática. • El consumo está representado por los equipos del Data center en el primer piso, dos unidades con funcionamiento constante. • Adoptar estrategias bioclimáticas y de máximo aprovechamiento de la ventilación natural permiten continuar evitando el uso de sistema de aire acondicionado y evitar incrementos del consumo energético. En el anexo 8.9 se presenta el listado de equipos de los sistemas HVAC.	 Figura 44. Uso de HVAC. Fuente: Terao	
Gestión de los equipos de aire acondicionado y Ventilación mecánica	Aire acondicionado para confort • Temperaturas de consigna: N/A • Horarios de uso y frecuencia: N/A **Comentarios:** Aunque el edificio cuenta con equipos para confort en dos ubicaciones, no se tiene consigna de que se usen. Las condiciones climáticas del lugar permiten seguir evitando su uso. Cuartos técnicos • Temperaturas de consigna: 20°C • Horarios de uso y frecuencia: 24/7 **Comentarios:** • Los aires usados en los cuartos técnicos están ubicados en los pisos 1 (dos unidades), piso 3 (una unidad), piso 5 (2 unidades) y piso 6 (1 unidad) No obstante, los únicos funcionales son los del piso 1. Los otros pisos permanecen apagados por tiempo indefinido.	N/A  Figura 45. Temperatura de uso AA. Fuente: Terao	Medio

	• La temperatura operativa de estos cuartos es baja. Según ASHRAE TC9.9 esta temperatura se podría incrementar a 26°C para reducir consumos energéticos sin afectar las condiciones operativas de los equipos. (Ver anexo 8.12).
Tipo de refrigerante en equipos de Aire acondicionado	• Equipos con refrigerante R-22: 0% • Equipos con refrigerante R-410/R-134: 100% **Comentarios:** En futuras renovaciones se recomienda seleccionar la clase A o B, que según RETIQ, corresponden a eficiencias superiores a 3,5 W/W en equipos individuales y 4,4 W/W en equipos centrales.
Unidades exteriores	• Ubicación de las unidades exteriores: Cubierta • Tres de ellas no están en funcionamiento • Equipos expuestos a radiación directa (S/N): Si **Comentarios:** • La mayoría de las unidades exteriores están expuestas a la radiación solar directa, reduciendo su eficiencia. Se recomienda instalar cubiertas en los equipos que no las tienen, con una separación adecuada, y ajustar las existentes para generar una sombra más efectiva.

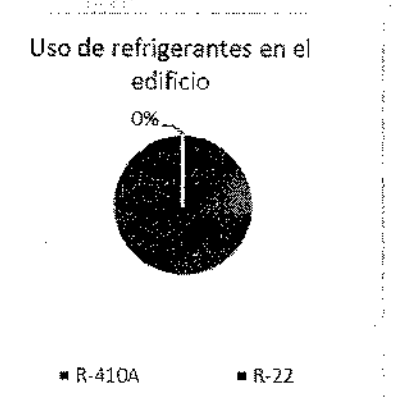


Figura 46. Distribución del tipo de refrigerante utilizado – Fuente: TERAO



Figura 47. Ficha técnica de condensador– Fuente: TERAO

Tabla 14. Sistemas HVAC del edificio. Fuente: Terao

Para recordar: Aire acondicionado

- El edificio cuenta con AA en el 2% de su área. El data center aporta el mayor consumo energético asociado, teniendo en cuenta que se utiliza 24/7.
- Los equipos de aire acondicionado en el centro de datos se operan en 20°C. Se recomienda una temperatura de operación de 26°C para limitar los consumos energéticos.
- No hay participación del refrigerante R-22 en ningún AA, esto permite tener mayor eficiencia en los equipos sin agentes tóxicos para el medio ambiente y ocupantes. Los equipos de AA utilizan refrigerante R410A, con alto impacto de calentamiento global durante su operación.
- Las unidades exteriores están expuestas a la radiación solar directa, lo cual es desfavorable dado que evita que se deterioren y que se reduzca su eficiencia.

5.4. Plomería

A continuación, se presentan las características de los equipos del sistema hidrosanitario y contraincendios.

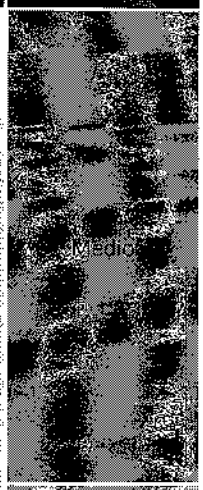
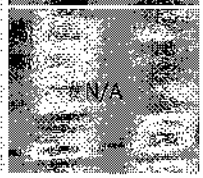
Bombas	Características	Fotos	Desempeño
Bombas hidrosanitarias	Tipo 1: Bomba agua potable • Potencia: 2 HP (1,49 kW), • Cantidad: 4 Tipo 2: Bomba aguas lluvias • Potencia: 1 HP (0.702 kW) (HIPOTESIS) • Cantidad: 4 **Comentarios:** Las bombas de agua potable funcionan de manera alterna de acuerdo con la demanda de los usuarios sin variadores de velocidad, mientras que las de aguas lluvias solo se encienden cuando el nivel de agua es alto.	 Figura 48. Placa bomba hidrosanitaria. Fuente: Hoja de vida equipos ESDEG	 Medio
Bombas sistema contraincendios	Bomba principal **Comentarios:** Este equipo está configurado para funcionar en casos de emergencia, por lo tanto, no es una fuente de consumo significativa.	N/A	 N/A

Tabla 15. Equipos de plomería. Fuente: Terao

5.5. Ascensores

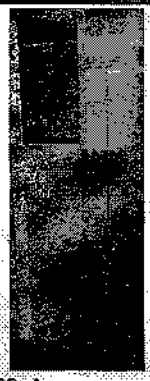
Ascensores	Características	Fotos	Desempeño
Ascensores	• Cantidad: 2 • Marca: CANNY ESCALA • Capacidad: 10 personas (700 kg) • Potencia: 8KW • Tipo de motor: Síncrono • Mecanismo de regeneración: No • Número de paradas: 8 • Año fabricación/instalación: 2018 **Comentarios:** Se recomienda continuar con campañas de sensibilización para usar el ascensor solo en recorridos mayores a 4 pisos e implementar jornadas sin ascensor, acompañadas de material visual sobre el ahorro energético. Además, se debe garantizar el cumplimiento de la vida útil del ascensor, que puede superar los 30 años con un buen mantenimiento, incluso puede ser superior.	 Figura 50. Ascensores. Fuente: Terao, visita técnica	 Medio

Tabla 16. Ascensores del edificio. Fuente: Terao, visita técnica

5.6. Equipos de usos varios

Equipos	Características	Fotos	Desempeño
Equipos varios	Televisores • Potencia: 3 kW • Cantidad: 30 Microondas • Potencia: 1 kW • Cantidad: 3 Nevera • Potencia: 0,7 kW • Cantidad: 2 Pantallas • Potencia: 9,1 kW • Cantidad: 91 VideoBeam • Potencia: 20 kW • Cantidad: 25 Fotocopiadora/impresora • Potencia: 40 kW • Cantidad: 5 **Comentarios:** • Los equipos se utilizan de manera responsable, las personas están sensibilizadas a encender los equipos únicamente cuando es necesario.	  Figura 51 Equipos de usos varios en el edificio – Fuente: TERAO	Medio

Tabla 17. Equipos de usos varios. Fuente: Terao, visita técnica

Para recordar:

- Se recomienda implementar **campañas de sensibilización** por ejemplo con **material visual o lúdico** para el adecuado uso de los ascensores y de los equipos de uso poco frecuente.
- El ascensor tiene una **antigüedad de alrededor de 7 años**, y su cambio no es indispensable en lo que respecta a temas de eficiencia energética. Es importante continuar con las campañas de sensibilización para uso con recorridos superiores a 7 pisos. Los ascensores no cuentan con tecnología de regeneración.
- Los equipos varios que corresponden a televisores, microondas, cafeteras, etc. se utilizan de manera responsable, las personas están sensibilizadas a encender los equipos únicamente cuando es necesario.
- Se recomienda crear un inventario detallado de equipos y prácticas de uso eficiente, tanto para equipos de audiovisuales, salas de estudio y salas de conferencias.

6. Análisis energético

6.1. Facturas y análisis de los consumos reales

6.1.1. Análisis del consumo energético

La empresa comercializadora de energía es Codensa. El edificio es un usuario regulado. La factura eléctrica es única en toda la entidad.

La siguiente figura permite observar la evolución del consumo mensual de las oficinas entre 2021 y 2024.

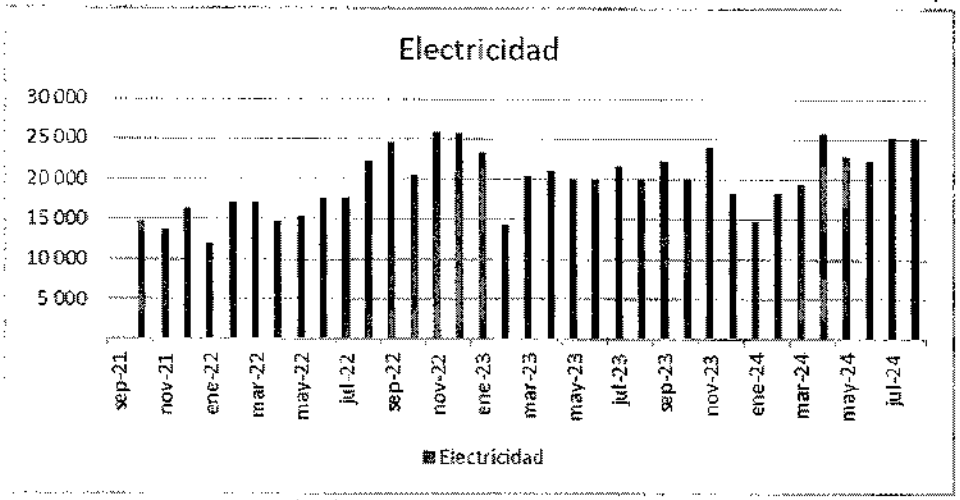


Figura 52. Evolución consumo mensual del edificio. Fuente: Terao

Para establecer la línea base de consumo, se tiene la metodología expuesta en la Resolución 016 de 2024 de la UPME, donde se recomienda contemplar los registros de tres años. Por otra parte, se debe verificar que los datos analizados representen las condiciones normales de operación del edificio. Por tal motivo se establece el periodo de línea base entre 2022-2024. Para más información de la resolución y metodología de cálculo ver anexo 8.13.

Mes	2021 (kWh)	2022 (kWh)	2023 (kWh)	2024 (kWh)
Enero		11 970		
Febrero		17 100	14 390	
Marzo		17 100	20 520	
Abril		14 820	21 090	
Mayo		15 390	19 950	
Junio		17 670	19	
Julio		17 670	21	
Agosto		22 230	19	
Septiembre				
Octubre	14 820			
Noviembre	13 699	25 650		
Diciembre	16 421	25 650		

Año 1
Año 2

Tabla 183. Evolución de los consumos entre 2021 y 2024. Fuente: ESDG

Tomando este periodo de dos años, se tiene certeza que los datos representan las condiciones normales de operación del edificio. En la siguiente figura se presenta la línea base que corresponde al promedio del mes y la línea meta que representa los ahorros por mejor desempeño energético.

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Promedio	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Ahorro	
Enero	23 236	14 172	18 704	16 834	20 575	14 172	4 532	24%
Febrero	14 390	17 443	15 916	14 325	17 508	14 390	1 526	10%
Marzo	20 520	19 380	19 950	17 955	21 945	19 380	570	3%
Abril	21 090	25 650	23 370	21 033	25 707	21 090	2 280	10%
Mayo	19 950	22 800	21 375	19 238	23 513	19 950	1 425	7%
Junio	19 950	22 230	21 090	18 981	23 199	19 950	1 140	5%
Julio	21 669	25 080	23 375	21 037	25 712	21 669	1 706	7%
Agosto	19 950	23 984	21 967	19 770	24 164	19 950	2 017	9%
Septiembre	24 510	22 230	23 370	21 033	25 707	22 230	1 140	5%
Octubre	20 520	19 950	20 235	18 212	22 259	19 950	285	1%
Noviembre	25 850	23 940	24 895	22 406	27 385	23 940	955	4%
Diciembre	25 650	17 443	21 546	19 392	23 701	17 443	4 104	19%
Promedio	21 440	21 192	21 316	19 185	23 448	19 510	1 807	9%

Tabla 19. Potencial de ahorro. Fuente: Terao

La tabla y gráfica anterior presentan la **línea base energética del edificio: 21 316 kWh/mes o el equivalente a 255 793 kWh/año o 31 kWh/m²/año.**

Además, se puede concluir que en cada mes hay por lo menos un dato por debajo de la línea base o promedio, por lo que el edificio puede reducir su consumo al periodo donde operó con mayor eficiencia. El valor promedio de potencial de ahorro mensual ajustado es de 9 %.

6.1.2.Análisis del precio del kWh

Por medio de las facturas expedidas por ENEL empresa prestadora de servicio eléctrico, se identifica la evolución del precio del kWh de los últimos años.

Precio del kWh en facturas			
COP/kWh	2022	2023	2024
Ene		587	881
Feb		596	922
Mar		609	859
Abr		621	791
May		629	753
Jun		636	936
Jul		641	918
Ago		645	779
Sep	577	780	
Oct	580	764	
No	576	673	
Dic	477	876	
Prom.	554	671	855

Tabla 20. Precio del KWh en facturas. Fuente: Terao

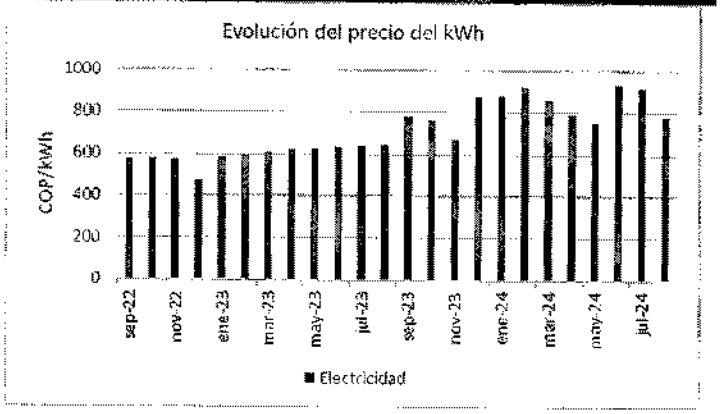


Figura 22. Evolución del precio del kWh. Fuente: Terao

- El precio promedio del kWh en las facturas eléctricas ha aumentado un 27% entre 2023 y 2024.
- Ante el aumento constante del costo del kWh, es crucial implementar estrategias de ahorro en los distintos consumos eléctricos del edificio para limitar los gastos energéticos.

Para obtener un cálculo más preciso de los ahorros financieros en las estrategias de eficiencia energética, se utilizará el precio promedio del kWh de las facturas eléctricas entre enero y agosto de 2024, que es de 855 COP.

En el mercado regulado, el valor de la tarifa por cada kWh se determina por una fórmula tarifaria establecida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, entidad encargada de regular el sector eléctrico en la Resolución 119 de diciembre de 2007. Esta fórmula depende de los componentes de la generación, transmisión, comercialización, pérdidas reconocidas y restricciones. El componente de generación es el más variable, depende del comportamiento de la hidrología, que determina la composición de la oferta entre la energía de origen hídrico y la de origen térmico que es más costosa.

Con una mayoría de generación de electricidad por hidrología, los fenómenos climáticos impactan directamente el precio de la energía en Colombia.

6.1.3. Análisis de los costos del consumo energético

A continuación, se estudian los costos mensuales relacionados con el consumo de energía. Los valores incluyen la suma de la energía activa, la energía reactiva y las contribuciones.

Mes	2022	2023	2024
Enero	5 985 759	13 630 491	12 481 570
Febrero	8 680 313	8 576 393	16 086 340
Marzo	8 809 542	12 486 679	16 644 700
Abril	7 772 365	13 090 202	20 300 825
Mayo	8 216 586	12 555 981	17 174 893
Junio	9 603 666	12 694 097	20 814 900
Julio	9 795 739	13 884 405	23 016 080
Agosto	12 570 145	12 859 654	18 695 292
Septiembre	14 136 579	17 337 760	
Octubre	11 906 287	15 243 970	
Noviembre	14 882 858	16 103 354	
Diciembre	12 237 017	15 282 540	
Promedio mensual	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Promedio anual	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabla 57. Evolución costos de energía. Fuente: Terao

En los últimos tres años el costo energético fue de 13 548 656 COP/mes o el equivalente a 162 583 868 COP/Año.

Aunque los consumos han aumentado un 4,8 % en 2024 en comparación con 2023, los costos asociados han experimentado un incremento mucho más significativo del 33%, debido al aumento en el precio del kWh. **Por el incremento del precio del kWh en este periodo de tiempo, la entidad incrementó sus gastos asociados al consumo eléctrico en alrededor de 47 MCOP/año.**

6.2. Comparación de los datos de consumo

Para tener un punto de vista sobre los datos de consumo, se hizo una comparación con otros indicadores de edificios tipo educativo en clima frío:

- Previas auditorías.
- La resolución 549 que aplica para edificios nuevos.
- Las metas de ahorro del PND.

En de las auditorías realizadas por TERAO y estudios de casos específicos (más de 47 estudios de auditorías energéticas en Colombia), se establece una base de consumos promedios observados en los edificios ya estudiados entre 2012 y 2021. El consumo promedio de los ya estudiados en esa zona climática para edificios tipo oficinas es de 80 kWh/m^2-año.

La línea-base en la **resolución 549 de 2015** de consumos para edificios tipo oficinas que aplica para edificios nuevos en clima frio (recuadro rojo) es de 40 kWh/m2-año.

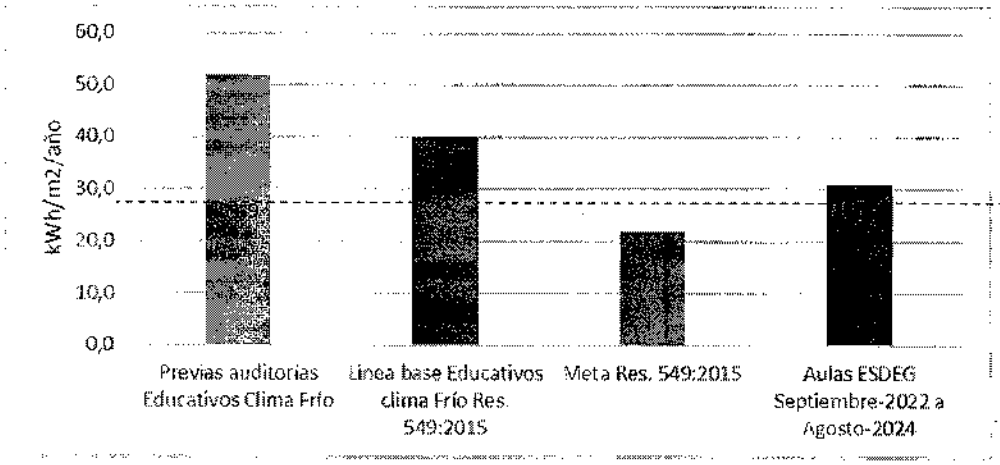
kWh/m²-año	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Hoteles	96,1	151,3	132,5	217,8
Hospitales	249,6	108,3	344,1	344,1
Oficinas	81,2	132,3	318,2	221,3
Centros comerciales	403,8	187,8	187,8	231,5
Educativos	40,0	44,0	72,0	29,8
Vivienda no VIS	46,5	48,3	36,9	50,2
Vivienda VIS	44,6	44,0	34,6	49,3
Vivienda VIP	48,1	53,3	44,9	50,6

Figura 58. Línea base de consumo de energía en edificios nuevos. Fuente: Resolución 549 de 2015

De acuerdo a la resolución 549 de 2015, para una edificación tipo oficinas en clima frío, se debe alcanzar un ahorro de 30%, teniendo como indicador un consumo de 22 kWh/m²/año.

Hay que tener en cuenta que la Resolución 549 solo se aplica para edificios nuevos y que solo se usan aquí esos datos como valores indicativos.

La modificación realizada en el *artículo 30* de la ley 1715 de 2014 mediante la ley 2294 de 2023 permite trazar metas claras, que conducirán a reducir los daños ocasionados al ambiente por los altos consumos y generar ahorros considerables a las edificaciones en términos energéticos y económicos.



26,3 kWh/m²-año

PND 2022-2026

Lograrse un ahorro en el consumo del -15% respecto del consumo del año anterior

Figura 239. Comparación del consumo anual del edificio según otros datos en el mismo clima. Fuente: Terao

En comparación con previas auditorias, y la resolución 549 (que aplica para construcciones nuevas) los datos permiten evidenciar que el consumo del edificio es un 40,4% menor respecto a indicadores de edificios de tipología educativos en la misma zona climática.

No obstante, existe un potencial de disminución de los consumos de energía a través de las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico.

Para cumplir con los objetivos del PND 2022-2026 se deberá reducir el consumo en un 15%, es decir, alcanzar un consumo energético final de 18 118 kWh/mes, o 26,3 kWh/m²/año.

6.3. Distribución de consumos

A continuación, se presenta la distribución del consumo de energía por categoría. Para servidores y UPS, se establecieron los datos de consumo a partir de las mediciones de energía realizadas en la entidad (ver anexo 8.14). Para las demás categorías el consumo se estimó según el inventario de equipos junto con sus características operacionales, con lo que fue posible hacer una reconstrucción de los consumos facturados.

Categorías	Distribución teórica (%)	Consumo promedio anual por m2 (kWh/m²-año)	Consumo anual teórico por categoría (kWh)	Valor facturado anual estimado por categoría* (COP)
HVAC	11,8	3,7	30 253	25 866 707
Ofimáticos	9,1	2,8	23 204	19 839 962
Iluminación	27,7	8,6	70 735	60 479 375
Bombas	4,7	1,5	12 133	10373479, 5
Ascensores	0,8	0,2	2 058	1759455, 2
Servidores y UPS	17,1	5,3	43 837	37 481 253
Varios	28,8	8,9	73 573	62 905 548
Total energía	100	30,9	255 793	218 725 900

Tabla 21. Distribución de consumos y precios por categoría. Fuente: Terao

* Se tomó como precio del kWh el correspondiente entre enero y agosto de 2024 (855 COP)

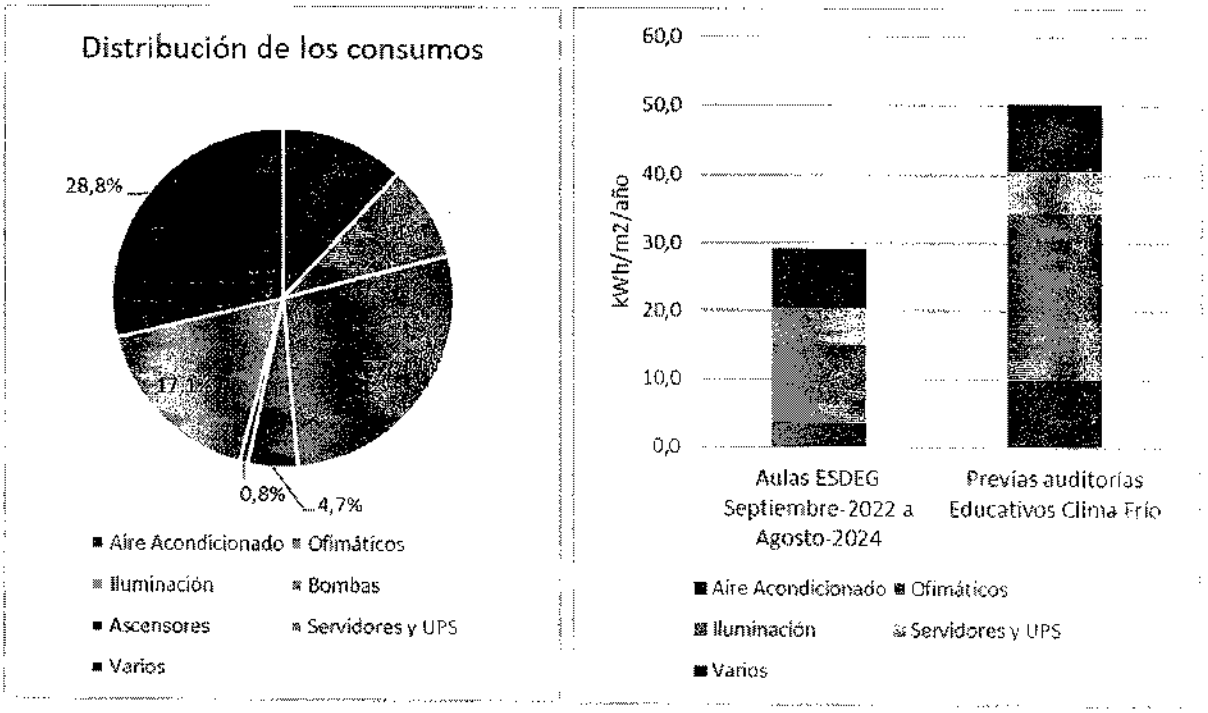


Figura 240. Estimación de la distribución de los consumos del edificio vs indicadores de previas auditorías. Fuente: Terao

Análisis

- El edificio tiene un consumo de 31 kWh/m²/año, siendo 40,4% menor a indicadores de auditorías previas en edificios educativos de la misma zona climática. Esto sugiere que el consumo actual no es elevado,

sin embargo, se identificaron oportunidades de mejora que pueden ser implementadas para alcanzar un mejor desempeño energético.

- El consumo de equipos varios es el más representativo, corresponde al 28,8%, en este uso de la energía se pueden obtener ahorros al implementar buenas prácticas de uso y sensibilización.
- Los consumos de iluminación representan el 27,7%, Este valor es debido a que las luminarias son utilizadas de manera intensiva. Las acciones sobre este consumo permitirán obtener importantes ahorros energéticos.
- Los consumos de servidores y UPS corresponden al 17,1% es similar respecto a indicadores de previas auditorías. Actuar sobre la eficiencia de estos equipos resulta tener menor costo beneficio y de intervenciones importantes.
- Los consumos de ofimáticos equivalen al 9,1% del consumo del edificio, este valor es menor respecto a indicadores de previas auditorías energéticas, dada la baja densidad de equipos.

Para recordar - Consumos:

- Como **línea base de consumo se tomó el periodo comprendido entre septiembre de 2022 y agosto de 2024**, ya que reflejan las condiciones típicas de uso del edificio.
- El consumo de **línea base se estimó de acuerdo con la metodología de la Res. 016**. La línea base promedio mensual es de 21 316 kWh/mes o el equivalente 255 793 kWh/año o **31 kWh/m2/año.**
  - Este último valor es un 40,4% inferior respecto a indicadores de previas auditorías de edificios educativos en el mismo clima.
  - No obstante, existe un potencial de disminución de los consumos de energía a través de las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico.
- **El costo del kWh ha aumentado 27% entre 2023 y 2024**, esto ocasionó un incremento de 47 MCOP/año.
- **Por ley según el PND 2022-2026, se deben reducir los consumos energéticos en un 15% en un plazo de un año.** La meta de consumo energético para el primer año es de 26,3 kWh/m2/año.
- El consumo de equipos varios es el más representativo, corresponde al 28,8%, en este uso de la energía se pueden obtener ahorros al implementar buenas prácticas de uso y sensibilización.
- Los consumos de iluminación representan el 27,7%, Este valor es debido a que las luminarias son utilizadas de manera intensiva. Las acciones sobre este consumo permitirán obtener importantes ahorros energéticos.

7. Plan de eficiencia energética

El diagnóstico permitió destacar acciones de ahorro de energía en varios aspectos.

- Acciones sobre los equipos
- Acciones sobre el uso del edificio y sus equipos
- Acciones de sensibilización a los usuarios
- Acciones sobre el uso de energías renovables

Los GEI corresponden a los Gases de Efecto Invernadero.

Para calcular los equivalentes de los kWh en kgCO2/año Nos hemos apoyado en la Resolución 320 de 2022 de la UPME por medio de la cual se actualiza el factor de emisión del sistema interconectado Nacional del año 2021 para inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y proyectos de mitigación de GEI.

Según la Resolución, el factor de emisión para inventario de GEI es **0,126 tonCO2eq/MWh**.

Para la estimación de los ahorros financieros, se tomó en cuenta en valor del kWh promedio observado entre enero y agosto de 2024: $ 855/kWh.

Los precios estimados en la siguiente parte incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Para apoyar a las entidades colombianas en la implementación de Energías No convencionales y propuestas de gestión eficiente de la Energía, la ley 1715 de 2014 ha permitido la creación del fondo FENOGE a cuál las entidades pueden aplicar para la financiación de proyectos con fondos reembolsables o no reembolsables.

Se detalla el funcionamiento del FENOGE en el anexo 8.13.1

7.1. Resumen de las propuestas y priorización de las mejorías

Estrategias de ahorro de energía

	Propuestas de Mejoría	Inversión ($)	Ahorro (kWh/Año)	Retorno (años)	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	Programa de sensibilización en el uso de equipos varios, ofimáticos y ascensores.		6 085	0	★★★★★			
2	Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de servidores.		6 958	0	★★★★★			
4	Implementación de sensores de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación	148 288 000	22 635	8	★★★★			
5	Implementación de sistemas de medición y monitoreo	31 000 000	5 116	7	★★★★			
6	Transición de equipos de torre a equipos portátiles	598 500 000	10 906	>10	★★★			
7	Implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta	260 185 679	76 592	4	★★			

El programa de eficiencia nivel LIGERO se enfoca en propuestas de mejoría del uso y la sensibilización de los usuarios.

El programa de eficiencia nivel MEDIO incluye obras enfocadas a la eficiencia de los sistemas, como renovación de iluminación fluorescente por tecnología LED, implementación de luminarias con dimerización, control de los sistemas, etc.

El programa de eficiencia nivel EJEMPLAR, implica intervenciones que impactan el edificio en sus instalaciones físicas pero sus resultados se ven reflejados en ahorros energéticos considerables a mediano plazo como paneles fotovoltaicos y sistemas de medición y monitoreo.

Cada escenario y propuestas están detallados en las páginas siguientes:

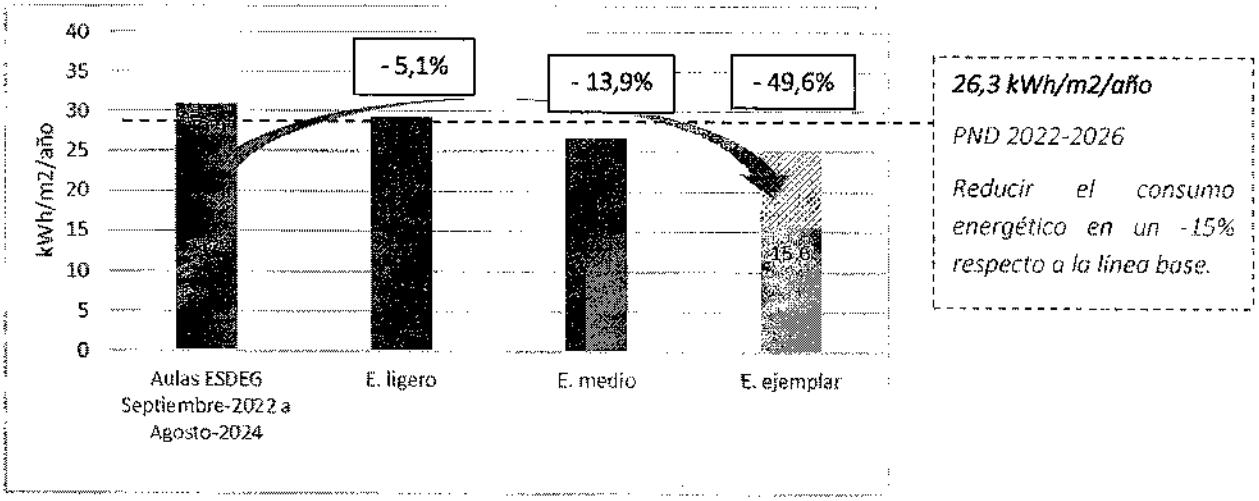


Figura 25. Impacto de escenarios de ahorro de energía. Fuente: Terao

Nota: En el escenario ejemplar se reduce el consumo del sistema interconectado en un 29,9% por energía fotovoltaica (PV) y 19,6% por eficiencia energética (EE), reduciendo el consumo a 15,6 kWh/m²/año, a partir del año de implementación de las estrategias.

Escenario	Inversión* ($)	Ahorros financieros ($/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Retorno (Años)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero		11 152 101	13 043	Inmediato	5 310
Medio	148 288 000	30 505 501	35 679	5	14 525
Ejemplar	1037 973 679	108 409 799	126 794	11	51 618

Tabla 22. Escenarios de mejoría. Fuente: Terao

*La estrategia de renovación de equipos ofimáticos presenta una alta inversión y un elevado retorno en el escenario ejemplar. Aunque genera un ahorro significativo, se recomienda implementarla de manera progresiva o si los equipos se renuevan porque ya cumplieron su ciclo de vida.

7.2. Acciones de renovación

1. Sensibilización en el uso de equipos varios, iluminación y ofimáticos

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Para fomentar buenas prácticas de ahorro energético en el lugar de trabajo, se propone una campaña de sensibilización con los siguientes aspectos clave:

1. **Sensibilización en el uso de equipos varios**

Los equipos varios representan un importante porcentaje del consumo del edificio, incluyendo sobreconsumos derivados de su uso en periodos de desocupación y de las llamadas "cargas vampiro", que corresponden al consumo en modo reposo.

Para reducir este consumo, se recomienda sensibilizar a los usuarios sobre la desconexión de equipos no esenciales, como dispensadores de agua, pantallas informativas, durante la noche y los fines de semana. También puede asignarse al personal operativo (mantenimiento, aseo o vigilancia) la responsabilidad de desconectar estos equipos de manera conjunta.

La estrategia debe basarse en el inventario de equipos de este estudio, definiendo horarios de operación y estableciendo un protocolo claro para el uso y desconexión, con responsables asignados.



Figura 26. Equipos varios – Fuente: TERAO

2. **Apagado automático pantallas de ofimáticos:**

Los equipos ofimáticos cuentan con opciones de ahorro energético mediante modos de apagado, suspensión e hibernación, que logran hasta un 15% de ahorro en torres y un 7% en portátiles y equipos "todo en uno". Se recomienda:

- ✓ Apagado de pantalla: después de 5 minutos sin actividad.
- ✓ Suspensión del equipo: después de 10 minutos o menos.
- ✓ Sensibilizar a los usuarios sobre desconectar los equipos en pausas o periodos de inactividad, dada la alta densidad de dispositivos.

Ahorros

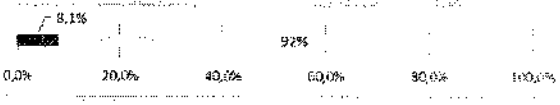
Ahorros financieros por año: 5 202 725 COP/año

Ahorros sobre:

Equipos Varios



Ofimáticos



Ahorros energéticos por año 6 085 kWh/año

Ahorros de emisión GEI 2 477 kgCO2/año

Comentarios:

1. Determinar de manera precisa el ahorro alcanzado en equipos varios es retador, debido a que se deben considerar variables relacionadas con la gestión del uso por parte de los usuarios. Según la UPME el rango de ahorro por buenas prácticas está entre 5 y 15% del total de la energía. Para esta estrategia se tomará un valor pesimista de ahorro de 6%. Valores que se han podido alcanzar en previos proyectos en los que TERAO ha acompañado su implementación, el ahorro se aplica únicamente sobre el consumo de equipos varios.
2. Actualmente, el 85,4% del consumo de equipos ofimáticos corresponde a equipos de torre, y el resto a portátiles y "todo en uno". Se estima que el 60% y el 40% respectivamente de estos equipos no tienen configurados tiempos óptimos de apagado de pantalla y suspensión. Ajustar la pantalla a 5 min y la suspensión a 10 min podría reducir el consumo en un 15% para equipos de torre y en un 7% para portátiles y todo en uno.

Tipo de equipo	Porcentaje sobre ofimáticos	Ahorro	% Equipos aplicables	% ahorro sobre consumo ofimáticos
Equipos de torre	85,4%	15%	60%	7,7%
Portátiles	14,6%	7%	40%	0,4%
Ahorro total				8,0%

Factibilidad

Perturbación Sin perturbación

Posibilidad de planeación de implementación La implementación puede ser inmediata.

Costos y retorno	Cant	Precio Unitario	Total
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Inversión total (COP) $ 0

Periodo de retorno de la inversión Inmediato

Comentarios: Esta estrategia no tiene costo directo asociado puesto que puede ser implementada directamente por el equipo de mantenimiento y/o T.I.

2- Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de servidores.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Según ASHRAE TC9.9 "Data Center power Equipment Thermal Guidelines and best Practices" o en español *Directrices térmicas y mejores prácticas de equipos de energía para centros de datos* las condiciones recomendadas en zonas de servidores o UPS son entre 18 y 27°C – 60% de humedad relativa y las condiciones permitidas alcanzan los 32°C como máximo con una humedad relativa del 80%.

Class[a]	Equipment Environmental Specifications for Air Cooling						
	Product Operations[b,c]					Product Power Off[c,d]	
	Dry-Bulb Temperature[e,g] °C	Humidity Range, Non-Condensing[h,i,j]	Maximum Dew Point[k] °C	Maximum Elevation[e,i,l,m] m	Maximum Temperature Change[f] in an Hour (°C)	Dry-Bulb Temperature °C	Relative Humidity[k] %
Recommended (Suitable for all 4 classes)							
A1 to A4	18 to 27	-9°C DP to 15°C DP and 60% RH					
Allowable							
A1	15 to 32	-12°C DP & 8% RH to 17°C DP and 80% RH	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80

Figura 27. Especificaciones de aire acondicionado para data centers y salas de servidores

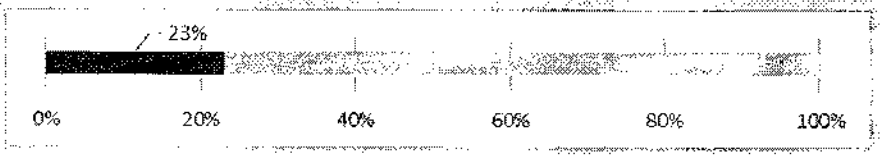
Cada °C en que se reduzca la temperatura de operación del aire acondicionado, incrementa considerablemente el consumo eléctrico, por consiguiente, se recomienda que en los cuartos eléctricos y de racks se implementen temperaturas de 26°C. Esta temperatura esta 1°C por debajo del rango recomendable y 6°C del rango permitido.

La temperatura media actual en los cuartos de racks es de 20°C. Se sugiere ajustarla gradualmente con previa aprobación del equipo de sistemas. Idealmente, debería llegar a 26 °C para minimizar el consumo energético.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 5 949 300 COP/año

Ahorros sobre: **Aire Acondicionado**



Ahorros energéticos por año **6 958 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **2 833 kgCO2/año**

Comentarios: TERAO estimó en base a simulaciones energéticas el consumo de un equipo de aire acondicionado en un cuarto de datacenter según su temperatura de operación. Realizando una variación de la temperatura desde 18°C aumentado en 1°C hasta llegar a 26°C.

Cálculo del porcentaje de ahorro por variación de la temperatura de operación de los equipos.

Temperatura de operación (°C)	Porcentaje de áreas a aplicar	Ahorro
20->26	100%	[redacted]

Tabla 23. Porcentajes de ahorro según la variación de temperatura

Como se observa, aumentar unos pocos grados la temperatura de funcionamiento de AA disminuye el consumo energético de los equipos considerablemente.

Factibilidad	
Perturbación	Sin perturbación
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser inmediata, dado que consiste en la configuración de la temperatura de operación del aire acondicionado

Costos y retorno	Cant	Precio Unitario	Total
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Inversión total (COP)			**$ 0**
Periodo de retorno de la inversión			**Inmediato**

Comentarios: Esta estrategia no tiene costo directo asociado puesto que puede ser implementada directamente por el equipo de mantenimiento y/o T.I.

3- Implementación de sensores de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación

Oportunidad: ★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Como complemento a la estrategia anterior, se propone implementar sensores de presencia y de luz diurna tipo On/Off, que aseguren el apagado de los espacios durante los periodos de desocupación.

A continuación, se muestra la fotografía del sistema de programación de los dispositivos de uno de los sensores de presencia. Para su implementación, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

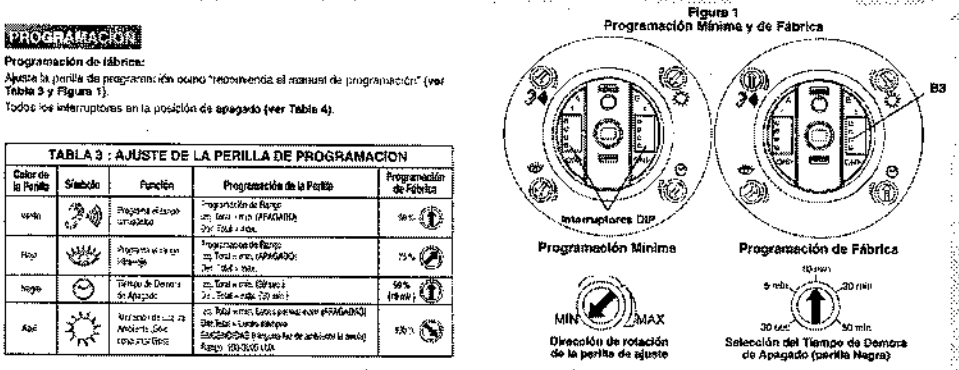


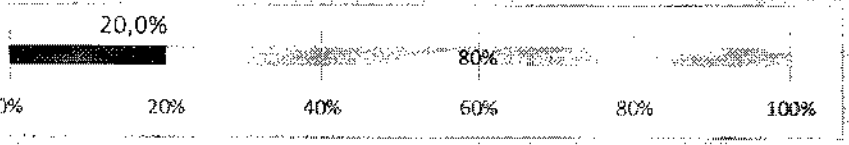
Figura 28. Especificaciones sensores de presencia

- Perilla verde (ultrasónica): Ajusta el rango de detección por movimiento. Detecta personas únicamente cuando se mueven; si permanecen quietas, el sensor no las reconoce. En oficinas, se recomienda configurar el rango al mínimo, mientras que en áreas de circulación debe ser el principal foco de ajuste.
- Perilla roja (infrarroja): Ajusta el rango de detección por cambios en la luz infrarroja, como el calor corporal. Detecta personas incluso si están inmóviles. Este ajuste debe ser prioritario y adaptado a cada espacio para limitar la cobertura a la zona de trabajo deseada.
- Perilla negra (tiempo de apagado): Controla el tiempo de demora antes de apagar las luces. Se sugiere programarla en el mínimo, 30 segundos.
- Perilla azul (luz ambiente): Regula las luces en función de la iluminación natural. Se recomienda ajustarla para un nivel de 500 lx, lo que equivale aproximadamente a un 16% de apertura.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 19 353 400 COP/año

Ahorros sobre: **Iluminación**



Ahorros energéticos por año **22 635 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **9 215 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado:

Ahorros por sensor de presencia: Estimar los ahorros mediante cálculos matemáticos o modelaciones es complejo, por lo que se debe recurrir a un modelo estadístico, por ejemplo, el utilizado por el estándar en eficiencia energética ASHRAE 90.1, que sugiere un ahorro del 7% en las zonas intervenidas.

Ahorros por sensor de luz diurna: Este tipo de sistemas sí puede ser simulado con programas de modelación dinámica de edificios. TERAO ha realizado simulaciones energéticas que muestran que los ahorros en las zonas intervenidas alcanzan el 40% cuando los sensores ajustan las luminarias (dimerización), y el 25% cuando operan con tecnología on/off, como los dispositivos instalados en el edificio.

Los ahorros aplicarían para la totalidad de los consumos de iluminación.

Ahorros por	Porcentaje de la zona intervenida sobre sobre iluminación	Ahorro	% ahorro sobre consumo iluminación
Sensor de presencia	100%	7,0%	7%
Sensor luz día	100%	25,0%	25%
Ahorro total			

Factibilidad	
Perturbación	Sin perturbación en las actividades normales de la organización
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación es inmediata y las estrategias están pensadas en mantener las condiciones de confort y operatividad de los equipos intervenidos.

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
Sensor de presencia OSC05-M0W, mano de obra y materiales de instalación	331	448 000	148 288 000
Inversión total (COP)			148 288 000 **COP**
Periodo de retorno de la inversión			**8 años**

4- Implementación de sistemas de medición y monitoreo

Oportunidad: ★★★

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Esta estrategia busca implementar un sistema de gestión del edificio, la implementación se puede dividir de la siguiente manera:

Sistema de Medición y Monitoreo: Esta permitirá al equipo técnico del edificio monitorear, analizar y actuar sobre las variables del consumo energético, identificando posibles problemas en el uso u operación de los equipos.

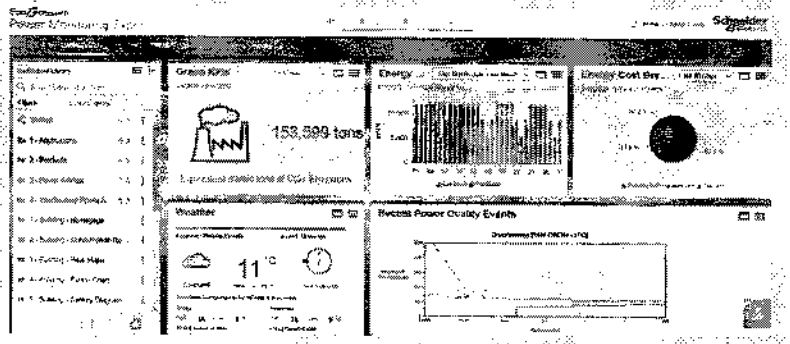


Figura 29. Plataforma de gestión de la energía de un edificio. Fuente: Schneider

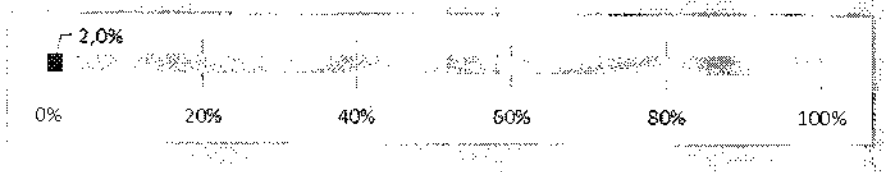
El monitoreo se podrá realizar por piso y por tipo de consumo energético (aire acondicionado, iluminación, ascensores equipos varios y de laboratorios,).

Además, permitirá hacer seguimiento de la calidad de la energía y gestionar eficazmente las estrategias de eficiencia energética a través de una plataforma interactiva que genera reportes y análisis, facilitando la toma de decisiones para el equipo de mantenimiento y operación. Aunque su implementación no genera ahorros energéticos directos, los ahorros dependerán de la correcta gestión energética por parte de los administradores del edificio.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 4 374 100 COP/año

Ahorros sobre: **Total Energía**



Ahorros energéticos por año **5 116 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **2 083 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado: Con base en el diagrama unifilar eléctrico del edificio, se establecieron las siguientes hipótesis: Se implementará un medidor de rango medio en el totalizador, en la UPS del sotano y uno para las tomas normales y otro para iluminación.
El monitoreo y seguimiento de los consumos permitirá identificar posibles sobreconsumos debido al uso de los equipos y tomar las acciones necesarias. Se estima un ahorro del 2% en los consumos globales, un valor conservador, ya que en casos similares de implementación, los usuarios han reportado ahorros superiores.

Factibilidad	
Perturbación	Perturbación media
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planificar a mediano plazo o en fases durante los fines de semana, considerando las interrupciones en el servicio eléctrico. Esta estrategia es escalable e implementable por etapas

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Medidor de rango medio-Clase 0,5s	4 ud	4 000 000	16 000 000
Plataforma gestión y licenciamiento	1ud	10 000 000	10 000 000
Ingeniería y supervisión (incluidos planos)	1 ud	5 000 000	5 000 000
Inversión total (valor de referencia)			**31 000 000**
Periodo de retorno de la inversión			**7 años**

5 Transición de equipos de torre a equipos portátiles

Oportunidad: ★★★

Planificación de Trabajo: Corto plazo

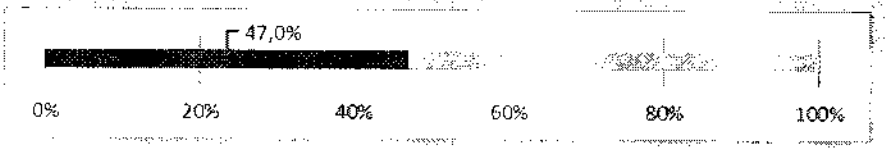
Resumen de la propuesta de mejoría

Actualmente el edificio cuenta con una alta densidad de equipos ofimáticos de Torre, los cuales consumen más energía que los equipos portátiles, por medio de esta estrategia se evaluará el impacto energético que conlleva hacer la transición de equipos de torre a equipos portátiles, ya que lo recomendable es que estos equipos sean utilizados hasta cumplir su ciclo de vida, es decir que si aún permiten a los funcionarios desarrollar sus actividades con normalidad y calidad no sean remplazados aún.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 9 324 800 COP/año

Ahorros sobre: **Ofimáticos**



Ahorros energéticos por año **10 906 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **4 440 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado: Actualmente, el 71,0% del consumo de equipos ofimáticos corresponde a equipos de torre, mientras que el resto corresponde a portátiles y "todo en uno". La variación en el consumo entre un equipo de torre y un equipo portátil depende de varios factores, pero se puede estimar que, en promedio, un equipo portátil consume un 52,5% menos energía que uno de torre.

Tipo de equipo	Porcentaje sobre ofimáticos	Ahorro	% ahorro sobre consumo ofimáticos
Equipos de torre	71,0%	52,5%	47,0%

Factibilidad

Perturbación Sin perturbación

Posibilidad de planeación de implementación La implementación puede ser implementada de manera progresiva o por etapas

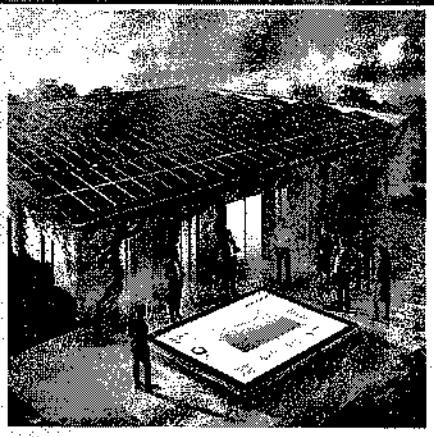
Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Equipo portátil	133	4 500 000	598 500 000
Inversión total			**598 500 000**
Periodo de retorno de la inversión			**> 10 años**

6- Implementación de paneles fotovoltaicos conectado a la red

Oportunidad: ★★★

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría



Es importante nombrar el orden de implementación ideal de estrategias de eficiencia energética. Se propone el siguiente orden de priorización:

1. Sensibilización y buenas prácticas,
2. Diseño bioclimático y medidas pasivas. (medidas como los aleros en las fachadas, uso de pinturas de alta reflectividad, sensibilización de los usuarios, etc.).
3. Usar equipos eficientes. (Implementación de iluminación LED, ascensores eficientes (idealmente Gearless y regenerativos), equipos de AA con alta eficiencia, etc.)
4. Implementación de energías renovables.

De ese modo se implementarán energías renovables cuando los consumos se han reducido al máximo y se garantiza que la energía producida por el sistema fotovoltaico es utilizada de manera eficiente.

Por el clima y la radiación solar que se observa en Bogotá, paneles fotovoltaicos son una alternativa interesante de implementación.

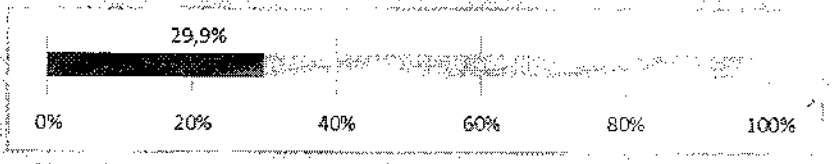
Para garantizar un sistema eficiente de generación solar se debe tener en cuenta:

- Eficiencia de los paneles fotovoltaicos.
- Orientación de los paneles para captar la mayor radiación solar.
- Matriz/perfil de consumos (mensual, diario y horario).
- Área de cubierta disponible.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **65 486 900 COP/año**

Ahorros sobre: **Consumo total**



Producción energética por año **76 592 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **31 181 kgCO2/año**

Comentarios: El área útil disponible en la cubierta permite instalar una planta solar con una potencia pico de 58 kWp. Este sistema es diseñado para usar el área de cubierta disponible a nivel del suelo.

De acuerdo con la información suministrada por el estudio y diseño de la planta, se tendría una producción de **76 592 kWh/año** (29,9% del consumo total anual de la línea base).

Factibilidad	
Perturbación	Mediana
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a mediano plazo, se requerirá la intervención sobre la cubierta e interrupciones en el circuito eléctrico.

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
Desarrollo e implementación llave en mano de un sistema solar fotovoltaico de autogeneración, conectado a la red, con una potencia instalada de 58 kWp	1 ud	$ 260 185 700	$ 260 185 700
Inversión total (COP)			**$ 260 185 700**
Periodo de retorno de la inversión			**4 años**

8. Anexos

8.1. Clima

8.1.1. Zonas climáticas colombianas

Según su localización, un edificio puede funcionar de manera muy distinta. En efecto, según la altura y la geolocalización, las condiciones climáticas cambian mucho en Colombia.

La Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio que regula el Decreto 1077 de 2015. Establece parámetros y lineamientos para la construcción sostenible, incluyendo la adopción de la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Además, se resumen las variables principales que definen el clima en Colombia, clasificándolas de acuerdo con cada zona climática, como se muestra a continuación:

Tipo de clima	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Ciudad representativa
Frío	12 - 18	2000m - 2999m	Bogotá (2625m)
Templado	18 - 24	1000m - 1999m	Medellín (1495m)
Cálido seco	> 24; HR < 75%	< 1000m	Cali (997m)
Cálido húmedo	> 24; HR > 75%		Barranquilla (18m)

Figura 30. Tabla de presentación de los diferentes climas. Fuente: Resolución 549 de 2015

Para el análisis del clima, se tiene en cuenta la información de la estación meteorológica No. 802220 del aeropuerto el Dorado, en Bogotá

8.1.2. Temperaturas

A continuación, se muestran los valores de temperatura mínimo, promedio y máximo, junto con la amplitud promedio diaria en cada mes. Además, se sintetizan estos datos en el perfil de temperatura anual.

Mes	Min (°C)	Prom (°C)	Max (°C)	Amplitud Térmica Día (°C)
Ene	[illegible]	13,4	[illegible]	10,3
Feb	[illegible]	13,7	[illegible]	12,4
Mar	[illegible]	13,9	[illegible]	9,2
Abr	[illegible]	13,9	[illegible]	8,9
May	[illegible]	13,6	[illegible]	7,6
Jun	[illegible]	13,6	20,9	8,6
Jul	[illegible]	13,4	20,9	9,0
Ago	[illegible]	13,6	[illegible]	9,7
Sep	[illegible]	13,8	[illegible]	10,9
Oct	[illegible]	13,5	[illegible]	9,0
Nov	[illegible]	13,5	[illegible]	10,1
Dic	7,2	13,3	[illegible]	9,9
Anual	5,9	13,6	25,2	9,6

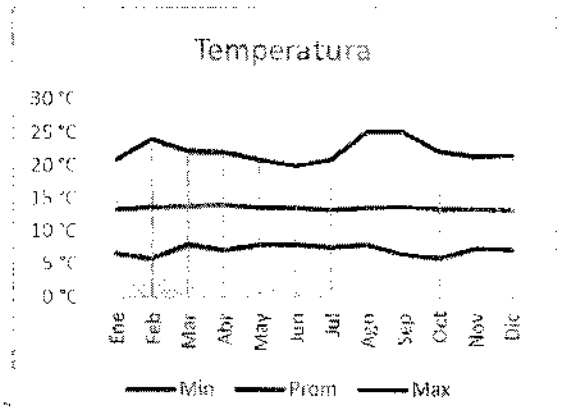


Tabla 24. Comportamiento de la temperatura. Fuente: Terao

Según la información, las temperaturas mínimas que corresponden a la madrugada oscilan entre 5,9 °C en febrero y 8 °C en marzo, mayo, junio y agosto. Las temperaturas máximas que son alcanzadas en la tarde varían

entre 20 °C en junio y 25,2 °C en agosto. Estos datos sugieren que el clima experimenta cambios ligeros, respaldados por los valores prácticamente constantes de la temperatura promedio a lo largo del año.

Dado que las temperaturas máximas observadas no son altas, es decir, no se salen de las condiciones óptimas de confort, no existen necesidades urgentes de enfriamiento, si se considera un punto de ajuste de temperatura de enfriamiento de 26°C. Las temperaturas mínimas observadas no son lo suficientemente bajas como para producir algunas necesidades de calefacción.

En la figura de la derecha se evidencian las frecuencias de cada rango de temperatura. Esto permite comprender el tiempo durante el cual ocurre un cierto rango de temperatura. Por ejemplo, aproximadamente el 70% del tiempo la temperatura es inferior a 16 °C, datos que confirman que en general, el confort térmico es adecuado para prescindir de la implementación constante de sistemas de ventilación y aire acondicionado.

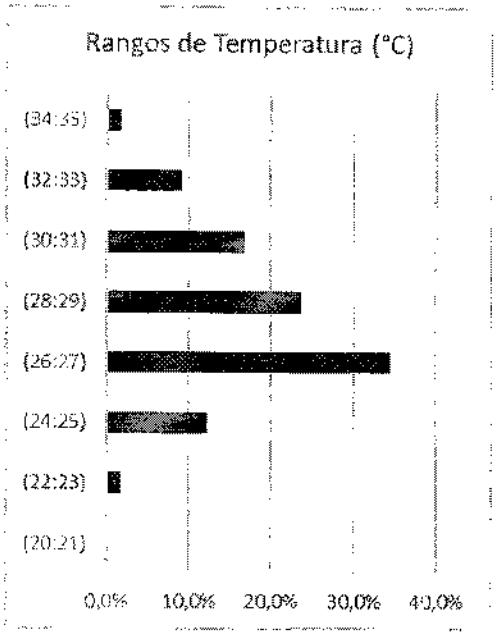
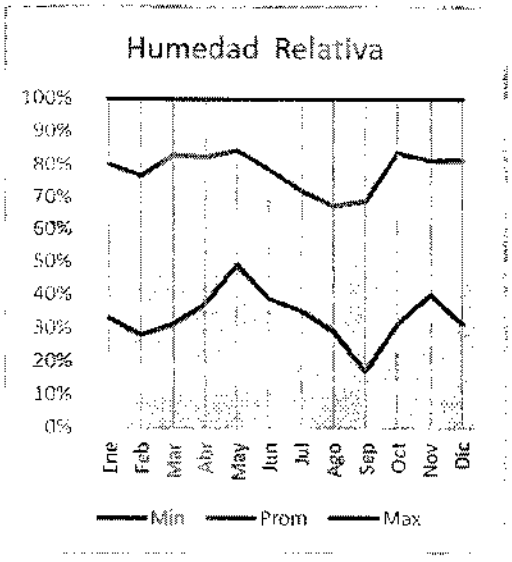


Figura 31. Rangos de temperatura. Fuente: TERÃO

8.1.3. Humedad relativa

A continuación, se muestran los valores mínimo, promedio y máximo. Los niveles medios indican una humedad relativa alta y poca variación en cada mes. Además, observando los valores mínimos y máximos, se concluye que durante el día hay menos niveles de humedad respecto a la noche, por lo que las condiciones de confort son diferentes tanto para el día como para la noche.

Mes	Min	Prom	Max
Ene	22%	80%	100%
Feb	25%	77%	100%
Mar	31%	83%	100%
Abr	37%	82%	100%
May	49%	84%	100%
Jun	59%	79%	100%
Jul	45%	72%	100%
Ago	39%	67%	100%
Sep	41%	69%	100%
Oct	46%	84%	100%
Nov	40%	81%	100%
Dic	31%	81%	100%
Anual	33%	78%	100%



8.1.4.Trayectoria del sol

Mediante la página web SunEarth Tooi, se analiza la trayectoria del sol en la ubicación del proyecto.

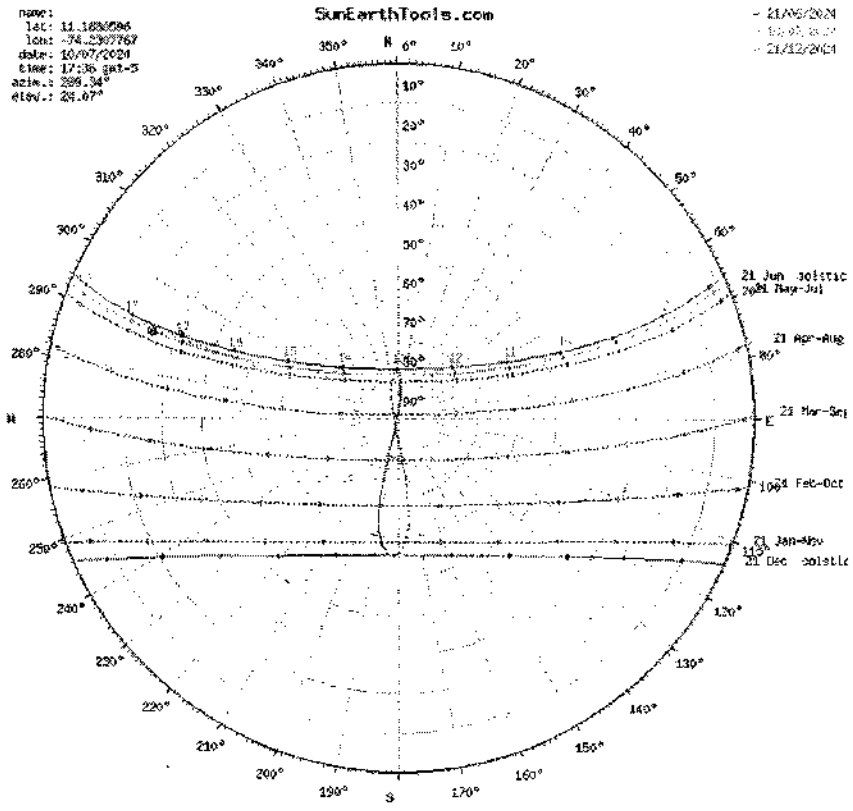


Figura 32. Trayectoria solar. Fuente: Sunearthtools.com

Interpretación de la figura

El diagrama solar permite conocer la posición del sol en el cielo según la latitud. El centro del círculo representa el punto de observación y la circunferencia el horizonte.

El disco es la proyección de una media esfera centrado en este punto que representa la bóveda celeste. Las curvas de los meses son arcos de círculos centrados en el eje vertical que muestra las trayectorias del sol el día 21 de cada mes. Siete de ellos aparecen aquí: El más alto es el solsticio de verano (21 de junio) y el más bajo es el solsticio de invierno (21 de diciembre). Cada una de las curvas negras intercaladas corresponde a un mes: se pueden leer de arriba abajo (junio, mayo-julio, abril-agosto, marzo-septiembre) o de abajo a arriba (diciembre, enero-noviembre, febrero-octubre, marzo-septiembre).

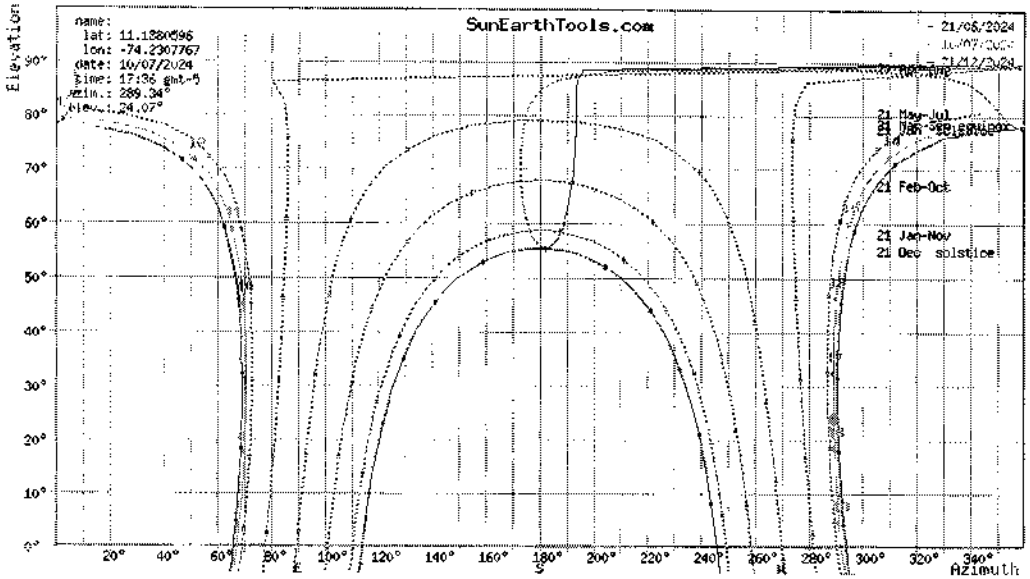
Las horas son representadas por puntos sobre las curvas de los meses, en el centro del grafico se observa la intersección de las 12:00 del mediodía para todos los meses del año.

Los círculos concéntricos representan la elevación del sol, el círculo de mayor radio representa la elevación del sol a 0°, al este cuando amanece y al Oeste para el atardecer.

La trayectoria solar permite observar que, entre abril y agosto, el sol brilla desde el norte y en el resto del año el sol brilla desde el sur.

Asimismo, el sol brilla fuerte durante sobre las fachadas Este durante las mañanas y Oeste durante la tarde. Durante esas horas se puede generar inconfort para los usuarios del edificio porque la radiación solar es directa.

Por otra parte, la siguiente gráfica permite analizar la elevación del sol en función del mes del año. De acuerdo con esta información, el sol alcanza una elevación rápida, su ángulo es superior a 45° entre las 10:00 y las 14:00.



Lo anterior se traduce en un impacto directo y muy fuerte del sol sobre los elementos horizontales como techos y terrazas. La curva más alta al sur corresponde al equinoccio de marzo/ septiembre. Y la más baja es el solsticio de invierno (21 de diciembre)

8.1.5.Radiación solar directa y difusa

La radiación solar directa y difusa es alta. Las áreas más afectadas por esta radiación directa son las superficies expuestas, especialmente las cubiertas, debido al rápido ascenso del sol, tal como se mencionó anteriormente.

En cuanto a la radiación difusa, según los datos se aprecia que los valores son consistentemente altos durante todos los meses, lo que constituye, incluso en esta situación, una condición favorable para la iluminación natural de los espacios interiores.

Radiación solar directa

Mes	Total	Horas	Max
	kWh	h	kW
Ene		322	0,828
Feb		308	0,889
Mar		340	0,903
Abr		313	0,702
May	74	336	0,567
Jun	85	337	0,641
Jul	101	340	0,662
Ago	115	340	0,737
Sept	115	306	0,750
Oct		338	0,886
Nov		323	0,761
Dic		310	0,866

Radiación solar difusa

Mes	Total	Horas	Max
	kWh	h	kW
Ene	51	372	0,311
Feb	52	336	0,385
Mar	65	372	0,383
Abr	67	360	0,393
May	64	391	0,372
Jun	59	367	0,400
Jul		379	0,318
Ago		372	0,356
Sept		369	0,397
Oct	63	400	0,406
Nov	57	383	0,341
Dic	54	372	0,354

Anual		3913	0,903		Anual		3913	0,406

Tabla 25. Radiación solar directa y difusa.

El perfil de radiación anual permite identificar que entre enero y marzo se presenta la mayor radiación solar directa, lo que puede contribuir a generar problemas de calor.

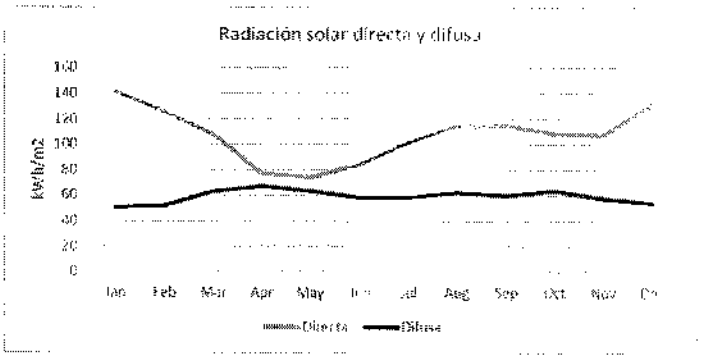


Figura 33. Comportamiento de la radiación solar directa y difusa. Fuente: Terao

8.1.6. Características de viento

El viento muestra ligeras variaciones en la velocidad a lo largo del año. La velocidad máxima alcanza los 29,3 m/s. La velocidad promedio del viento es de 2,1 m/s. Según la rosa de los vientos mostrada en la siguiente figura, la dirección predominante del viento es Este.

La velocidad óptima para la ventilación natural es de 2 m/s, es decir, la velocidad promedio es favorable. Sin embargo, en algunas temporadas, la velocidad del viento es alta, lo que requiere la adopción de medidas de control y redireccionamiento, como la implementación de vegetación alrededor del edificio o el uso de rejillas para dirigir los flujos de aire.

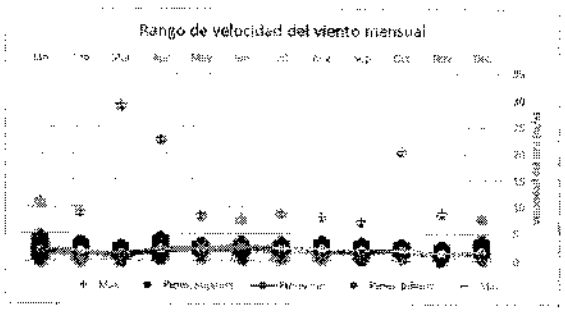


Figura 34. Comportamiento del viento en el año. Fuente: Terao

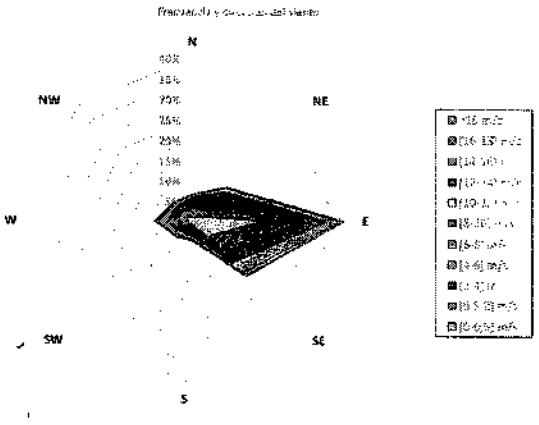
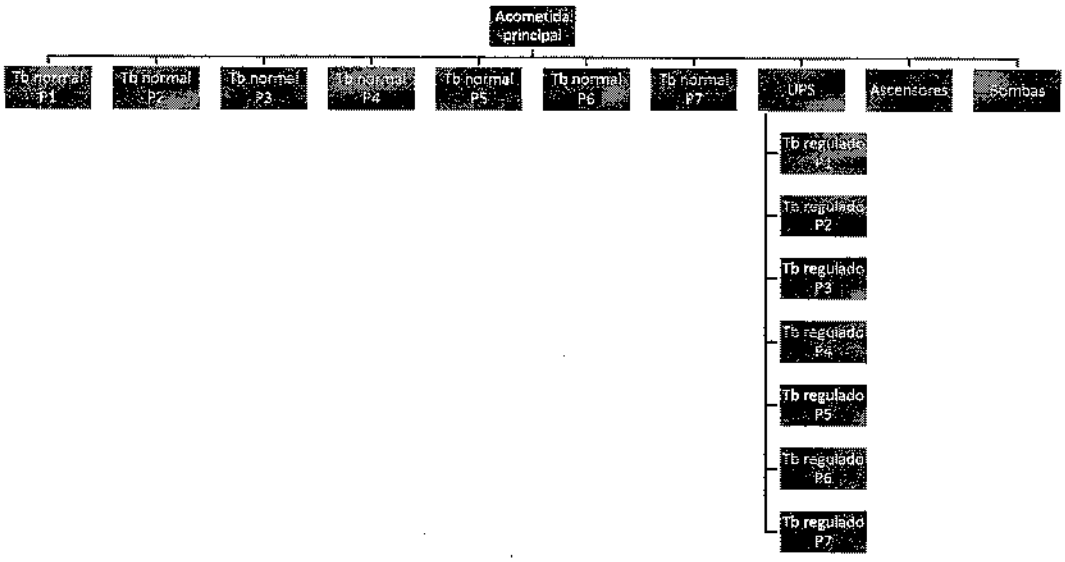


Figura 35. Rosa de vientos. Fuente: Terao

8.2. Diagrama unifilar

De acuerdo con lo observado en la visita técnica se realizó el esquema de diagrama unifilar.



8.3. Equipos de medición

8.3.1. Equipo de medición de niveles de iluminación

Los niveles de iluminación se midieron con un Luxómetro LUTRON LM-81LX, que tiene las siguientes especificaciones generales:

Pantalla	13 mm Pantalla LCD
Medición	Lux / Foot Candle
Humedad de operación	Max. 80% RH
Temperatura de operación	0 A 50°C
Peso	160 g incluyendo batería

Tabla 26. Especificaciones generales equipo de medición de iluminación. Fuente: Terao

El equipo además presenta las siguientes especificaciones eléctricas:

Medida	Rango	Resolución	Precisión
Lux	0 a 2200 Lx	1 Lx	± 5%rdg ± 8 dgt
	1800 a 20000 Lx	10 Lx	
Foot-Candle	0 a 204 Fc	0,1 Fc	
	170 a 2000 Fc	1 Fc	

Tabla 27. Especificaciones eléctricas equipo de medición de iluminación. Fuente: Terao

8.3.2. Equipo de medición de temperatura e higrometría

Las mediciones de temperatura y humedad relativa se hicieron con un USB datalogger que tiene las siguientes especificaciones:

Temperatura	
Rango	-40°C a +70°C
Resolución	0,1 °C
Prev	± 1 °C
Humedad	
Rango	0 a 100% RH
Resolución	0,1%
Prev	± 2% RH
Medición punto de rocío	Sí

Tabla 28. Especificaciones operativas equipo medición temperatura y humedad. Fuente: TERAO

Almacenamiento	
Capacidad memoria	32 000 datos
Intervalos de medición	1 segundo- 24 horas
Software de análisis y explotación	Sí
Otras especificaciones	
Dimensiones	130x30x25 mm
Peso	120 g
Alimentación	Batería de litio 3,6 V 171SI/PI/ Autonomía 3 años
Prueba de agua IP54	Sí

Tabla 29. Especificaciones generales equipo de medición temperatura y humedad. Fuente: TERAO

8.4. Zona de confort

8.4.1. Espacios con uso de aire acondicionado – Confort PMV

El estándar ASHRAE 55 aborda las condiciones de confort térmico y ambiente para la ocupación humana. Dentro de los parámetros que considera, se tiene en cuenta el valor clo (clothing insulation) es una unidad utilizada para expresar el aislamiento térmico proporcionado por prendas de vestir y conjuntos de ropa. Se considera que las personas en climas fríos utilizan las prendas adecuadas para disminuir la sensación de frío, es decir, con un clo de 1. Considerando un clo=1 se obtiene el siguiente comportamiento

.

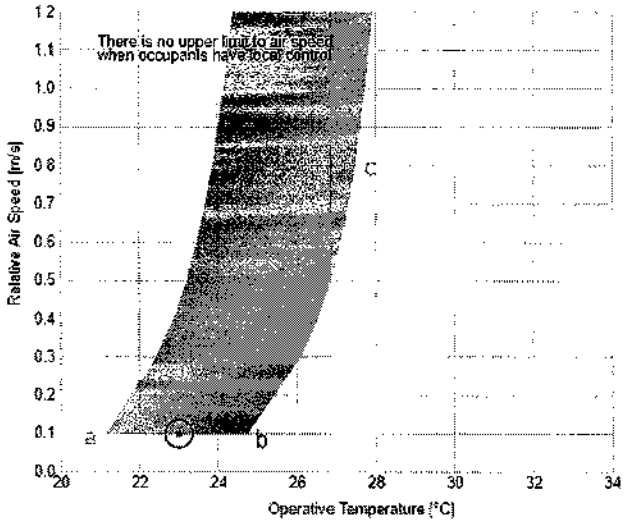


Figura 36. Zona de confort para clo=0,6. Fuente: CBE Thermal Comfort Tool

La zona de color azul representa la zona de confort según las condiciones de velocidad del aire en m/s y temperatura operativa en °C, con un rango de humedad de alrededor del 78% según la humedad relativa promedio del sitio.

El comportamiento para los rangos de confort son los siguientes según los puntos naranja (a, b) mostrados en las gráficas:

a. Se alcanza una temperatura mínima de 21°C cuando hace frio (sin viento: 0,1 m/s)
b. Se alcanza una temperatura máxima de 25° cuando hace calor (sin viento: 0,1 m/s)
c. Se alcanzarian 27,5°C con una velocidad del aire de 0.8 m/s (con uso de ventiladores).

Debido a que nos encontramos en clima frío, y de acuerdo a lo observado en el edificio el análisis se hace para el caso en que la velocidad del aire es de 0,1 m/s, es decir que los ocupantes no están expuestos a caudales de aire ya sean por ventilación natural o ventilación mecánica.

Se puede considerar 1°C menos del límite, para aumentar la aceptabilidad de los valores.
Las temperaturas óptimas corresponden a temperaturas con las cuales se logran el confort limitando los consumos de aire acondicionado.

Desde el punto de vista energético aumentar 1°C la temperatura de operación disminuye considerablemente los consumos energéticos.

Una velocidad de aire de 1 m/s aumenta 2°C la temperatura optima y el rango de confort.

Para que la velocidad del aire alcance 1 m/s, se pueden utilizar ventiladores. No se recomienda ir más allá de 1m/s por lo que puede generar molestias para los ocupantes.

8.4.2. Espacios con uso de ventilación natural – Confort adaptativo

Para ventilación natural, ASHRAE toma como referencia el confort adaptativo que depende directamente de la temperatura media del sitio.

En el siguiente gráfico:

- En el eje horizontal se muestra la temperatura media del ambiente (Temperatura media de Bogotá 13,6°C)
- En el eje vertical se lee el rango de temperatura de operación.

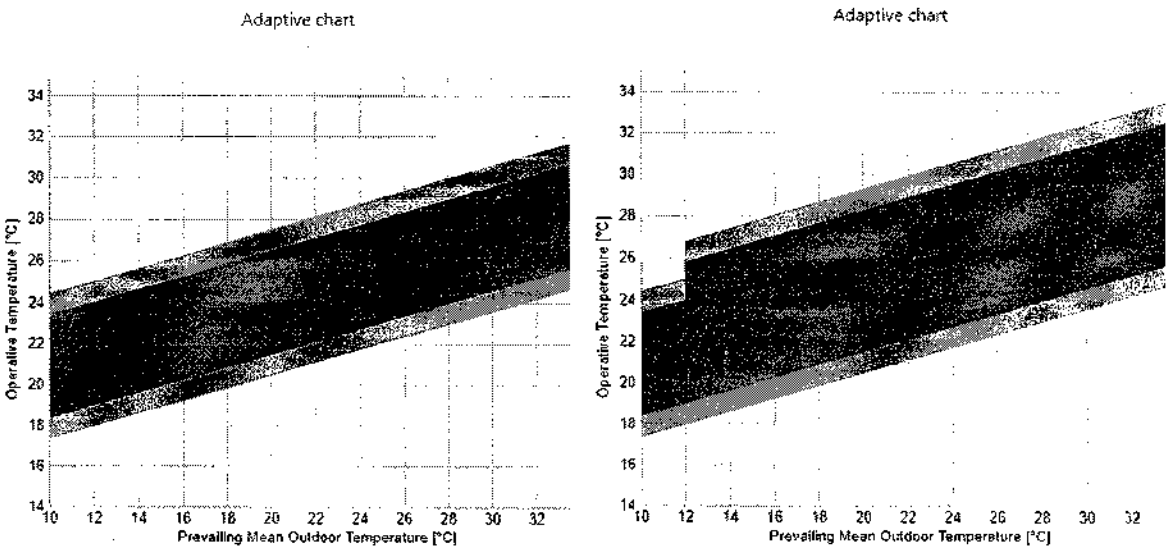


Figura 37. Zona de confort adaptativo, y zona con velocidad del aire 0.6 m/s. Fuente: CBE Thermal Comfort Tool

Este análisis toma como hipótesis que las personas al interior de los espacios tienen la posibilidad de cambiar su vestimenta, adaptándolas a temperaturas bajas como a temperaturas altas. En el gráfico de la izquierda se muestran los rangos de confort con velocidad del aire de 0,3 m/s (sin la utilización de ventiladores). Corresponden a:

- Entre 19,5 y 24,5 °C con una aceptabilidad del 90%
- Entre 18,5 y 25,5 °C con una aceptabilidad del 80%

En el gráfico de la derecha se muestra los rangos de confort con velocidad del aire de 0,9 m/s (se logra con la utilización de ventiladores). Corresponden a:

- Entre 19.5 a 26.3°C con una aceptabilidad del 90%
- Entre 18,5 y 27,3°C con una aceptabilidad del 80%

Se observa que con la utilización de ventiladores se puede alcanzar temperaturas mayores, alrededor de 2 grados más.

8.5. Mediciones de temperatura con dataloggers

El equipo empleado para realizar la medición de las temperaturas se muestra en el anexo 8.3.2. A continuación, se muestran los resultados de mediciones y la ubicación de los termómetros implementados.

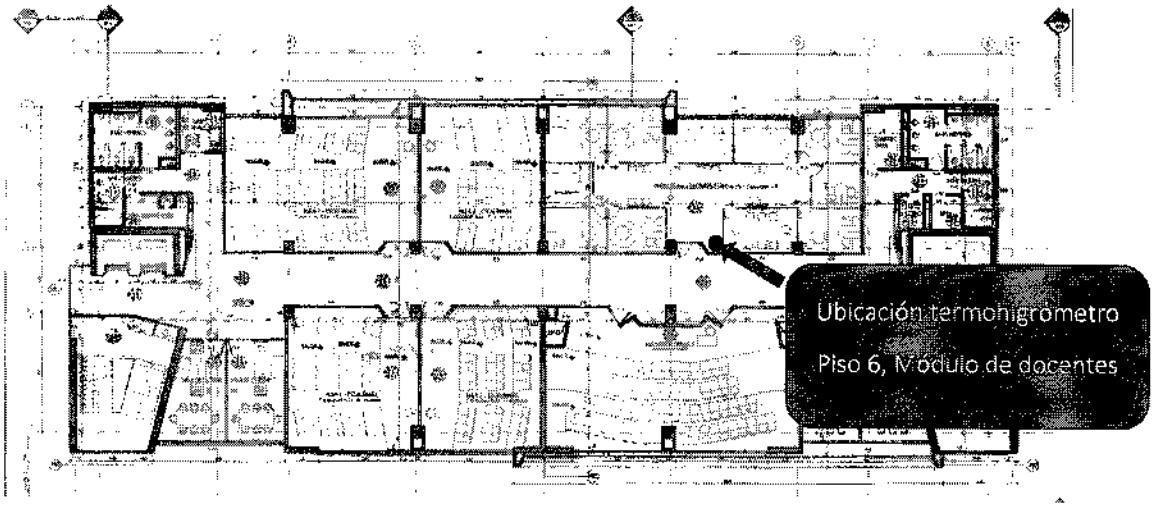


Figura 38. Ubicación termohigrómetro 1 Piso-6 Modulo de docentes. Fuente: Planos arquitectónicos, ESDEG

8.5.1. Termómetro 1: Espacio de ventilación natural– Piso 6 – fachada suroeste.

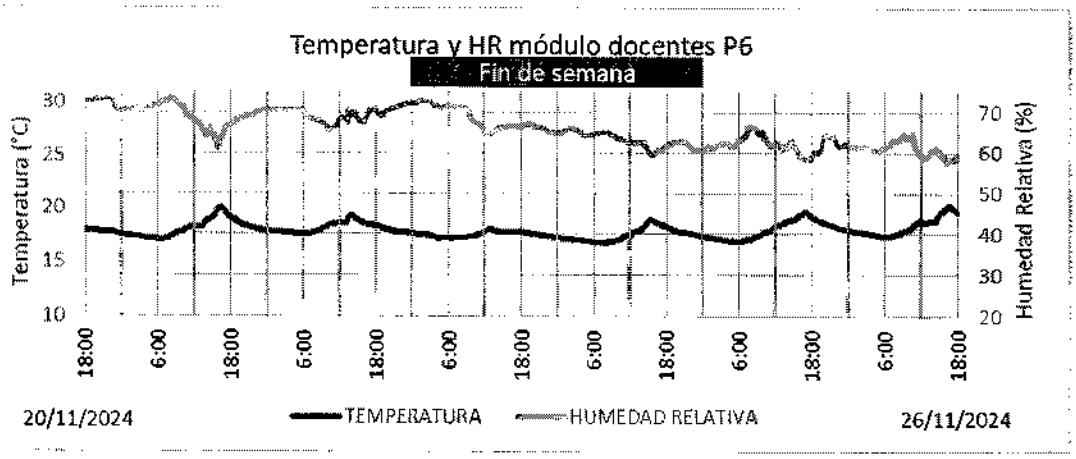


Figura 39. Resultados temperatura y humedad relativa en Piso 6- aula de docente- Edifico AULAS Fuente: Terao

- La temperatura promedio durante la semana laboral se mantiene constante, entre 18,9°C y 20,1°C. Esta estabilidad en la temperatura podría contribuir a un ambiente de trabajo más confortable, ya que evita cambios bruscos que podrían generar molestias térmicas.
- Se observa una disminución notable de la temperatura durante los fines de semana, con un mínimo de 16,90°C. Esto evidencia el impacto térmico faltante del personal circulante y la poca o nula operación de los equipos.

8.6. Inventario luminarias

En la siguiente tabla se presenta la cantidad y el tipo de luminarias existentes en el edificio. La información fue recopilada por Terao en la visita técnica

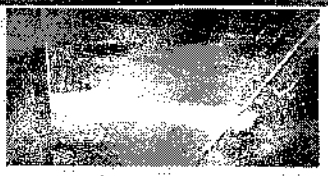
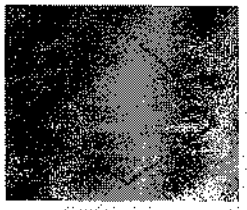
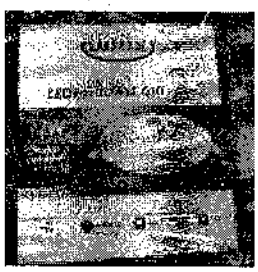
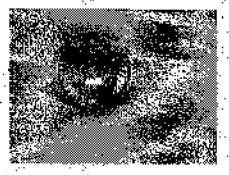
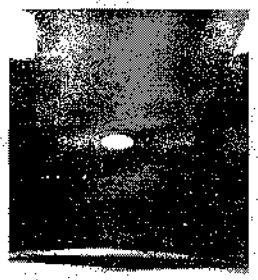
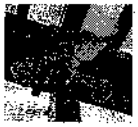
Referencia	Potencia (W)	Cantidad	Fotografía
T5 Fluorescente - 120 cm - 28W	28	163	
Panel LED - 60x60 cm - 40W	40	535	
Downlight LED - 6 pulgadas - 12W	12	716	
Dicroica LED GU10 - 5W	5	8	
Bala led	48	8	
Redonda Maxxima	48	68	

Figura 40. T5 Fluorescente. Fuente: Terao

Figura 41. Panel LED. Fuente: Terao

Figura 42. Downlight Led. Fuente: Terao

Figura 43. Dicroica Led. Fuente: Terao

Figura 58. Bala led. Fuente: Terao

Figura 44. Redonda Maxxima. Fuente: Terao

Tabla 30. Inventario de luminarias. Fuente: Terao

8.6. Niveles de iluminancia

Con el propósito de evaluar el confort visual de los espacios de trabajo, se consideran las siguientes normas:

- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP): Esta norma exige los niveles de iluminación en cada espacio según su tipología. Por ejemplo, para oficinas abiertas el rango recomendado es entre 500 y 1 000 luxes. En áreas generales de la edificación como escaleras, vestidores, baños y almacenes se propone un valor mínimo de 100 luxes.
- Norma Europea de requerimientos de iluminación (EN: 12464): Esta norma internacional recomienda para oficinas con aplicaciones de escritura, lectura y tratamiento de datos un valor requerido de 500 luxes, pudiendo alcanzar hasta 1000 luxes. La figura muestra los requisitos mínimos para una oficina según esta norma.

La norma RETILAP se adapta a los estándares internacionales. Por otra parte, considerando las experiencias previas de auditorías energéticas, un valor de 300 Luxes permite un desempeño eficiente para las tareas administrativas, en espacios tipo oficinas. Para otros espacios del edificio como almacenes y bodegas es menos exigente la norma.

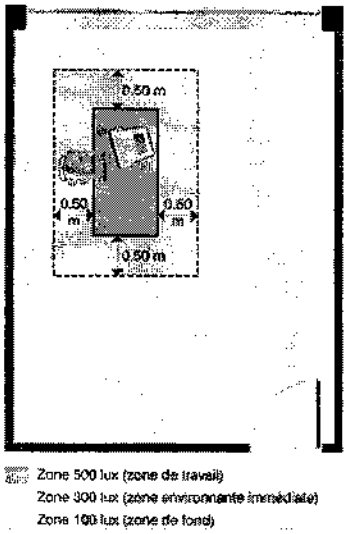


Figura 45. Requisitos de iluminación en oficinas según norma EN-12464-1

Es importante identificar que el valor óptimo de iluminación es el que corresponde a las zonas de trabajo. Para el caso de oficinas y laboratorios se debe garantizar un valor promedio de 300 luxes en todo el espacio, y mediante una luminaria en la zona de trabajo alcanzar los 500 luxes.

En la siguiente tabla se presentan los rangos de iluminación propuestos, teniendo en cuenta lo dispuesto en RETILAP, en función del espacio:

Espacio	Tipo de zona	Nivel iluminación [Luxes]				
		Muy bajo	Bajo	Óptima	Alto	Muy alto
Oficinas,	Zona de trabajo	<300	300-500	500-550	550-700	>700
Salas de conferencia	Zona circundante	<250	250-300	300-350	350-400	>400
Baños, Hall ascensores	Zona de ocupación	<150	150-200	200-250	250-300	>300
Pasillos	Zona de ocupación	<50	50-100	100-150	150-200	>200
Cuartos técnicos	Zona de ocupación	<150	150-200	200-250	250-300	>300

Tabla 31. Rangos de iluminación por zona. Fuente: RETILAP

8.7. Densidad de potencia instalada

8.7.1. LPD por edificio

Según "ASHRAE 90.1:20" "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings" la densidad de potencia instalada de iluminación (LPD por sus siglas en inglés) máxima aceptable para uso general de edificios por tipología es:

Tipo edificación	LPD, W/m²
Oficinas	6,7
Educativos	7,5
Hospitales	9,9
Laboratorios	13,0
Bibliotecas	9,0
Talleres	9,3

Tabla 32. Densidad de potencia instalada por tipología de edificio. Fuente: ASHRAE 90.1:2022

El valor de potencia instalada en laboratorios es alto y poco representativo, por lo cual se tomará como referencia para el presente proyecto el correspondiente a oficinas de 6,7 W/m² que se considera más eficiente.

8.7.2. LPD por zona

En complemento a las recomendaciones de densidad de potencia por tipo de edificio, ASHRAE propone los valores por zona, como se muestra a continuación:

Zona	LPD, W/m²
Oficinas privadas ≤13,9 m²	7,9
Oficinas privadas >13,9 y ≤27,9 m²	7,5
Oficinas abiertas	6,0
Cafetería	3,9
Gimnasio	8,8
Baños	8,0
Salón de clases	7,7
Juntas/reuniones	9,5
Pasillos (ancho <2,4 m)	4,8
Cuarto eléctrico/mecánico	7,6
Archivos ≤4,6 m²	5,2
Archivos≥13,9 m²	3,8
Ascensor	6,3
Recepción	8,6

Tabla 33. Densidad de potencia instalada de iluminación por zonas. Fuente: ASHRAE

8.8. Mediciones niveles de iluminación

Para desarrollar este procedimiento se tiene en cuenta la resolución 180540 de marzo 30 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía en su sección 490.1 Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.

- Se tomaron mediciones cada 5-10 m², según la configuración del espacio, distribución de luminarias y requerimientos de la norma correspondiente. A continuación, se muestran los valores obtenidos en cada espacio de la sede.

Los colores presentados de las mediciones de iluminación realizadas corresponden a:

- Medida con luminaria encendida.
- Medida con luminaria apagada (iluminación natural).

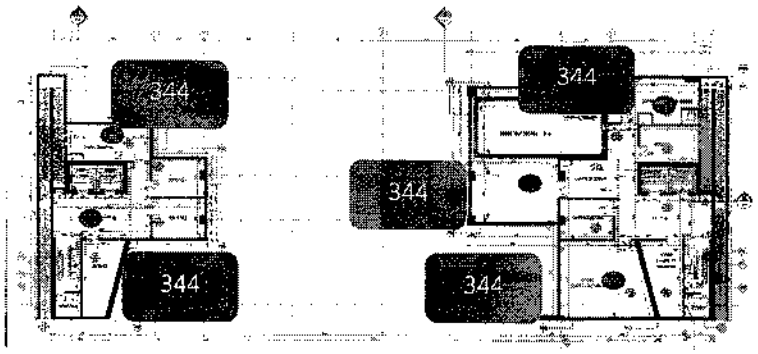


Figura.46 Niveles de iluminación en luxes de sótano. Fuente: Terao

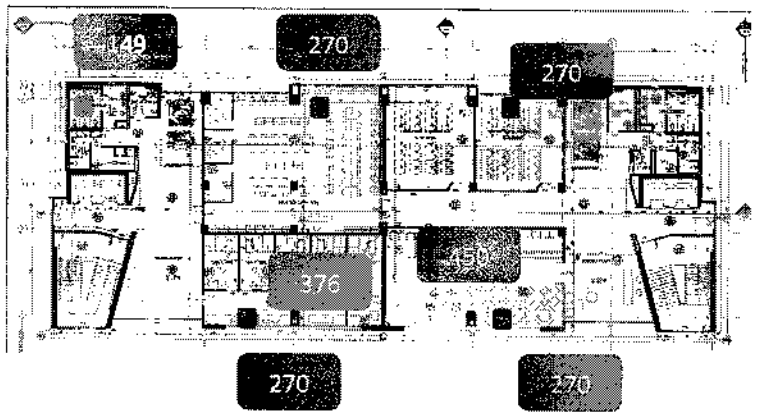


Figura.47 Niveles de iluminación en luxes de primer piso. Fuente: Terao

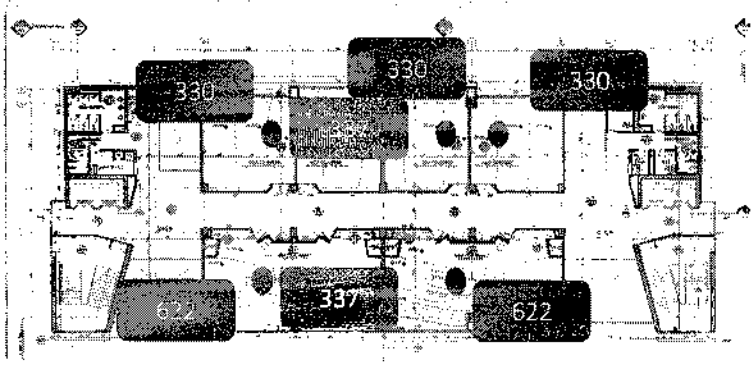


Figura.48 Niveles de iluminación en luxes de primer tres. Fuente: Terao

8.9. Inventario de equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica

Equipo	Fotografía	Ubicación /cantidad
Área: Cubierta Unidad Exterior o Marca: Daikin Capacidad: 6,4 kW Eficiencia: 3,2 W/W Cantidad: 7		- Cubierta/ 7
Área: Cubierta Capacidad: 3,5 kW Eficiencia: 3,21 W/W Cantidad: 7		- Cubierta/1

Tabla 34. Equipos sistema de aire acondicionado central. Fuente: Terao

8.10. Normas a propósito del R22

El R22 es un refrigerante usado en los equipos de aire acondicionado. Se consolidó hasta hace poco tiempo como el gas refrigerante más utilizado, tanto para instalaciones de tipo industrial como domésticas.

Sin embargo, por ser un refrigerante que pertenece al grupo del hidrociorofluorocarbonos (HCFC), **compuestos que dañan la capa de ozono se ha venido desincentivando su uso hasta su prohibición**.

La utilización del refrigerante R22 está reglamentada por el protocolo de Montreal. El protocolo recomienda la eliminación completa de HCFC en 2040 en los países en desarrollo.

En el protocolo de Montreal se estableció como fecha para la desaparición de los CFC el 1 de enero de 1996 y para los HCFC el 1 de enero de 2030, posteriormente acercada al 2014 y en Europa acordada para el 2004.

Los refrigerantes sustitutos del R22 cumplen ciertas características:

- No dañan la capa de ozono
- Ayudan al efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables

En Colombia, por medio de la ley 29 de 1992 de Colombia el congreso de Colombia aprueba el "Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono", adoptando sus medidas bajo las aclaraciones y modificaciones enunciadas en la ley enunciada anteriormente.

La Res. 2120 del 31 de octubre de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, establece medidas para controlar las importaciones de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono listadas en el Grupo I del Anexo C (HCFC) del Protocolo de Montreal.

Con base a estas leyes, los plazos programados representativos en Colombia para la aplicación del Protocolo de Montreal son:

1. Año 2010. Establecimiento de una linea base de consumo nacional que será el promedio de los años 2009 y 2010.
2. Año 2013 como fecha del congelamiento del consumo de HCFC.
3. Año 2015. La primera medida de control de eliminación del consumo, en el cual se deberá eliminar el 10% del consumo de la línea base.
4. Año 2020 se deberá eliminar el 35% de dicho consumo de HCFC.
5. Año 2025 se deberá eliminar el 67.5% de dicho consumo de HCFC.
6. Año 2030 se deberá eliminar el 97.5% de dicho consumo de HCFC.
7. Así mismo, en el período comprendido entre los años 2030 y 2040 se permitirá el uso del 2.5% del consumo de HCFC. de la linea base, para actividades de mantenimiento.

En resumen, en Colombia, se tiene que eliminar el uso del R22 hasta 2040:

- Se prohíbe la venta de equipos de aire acondicionado con refrigerante R22,
- sin embargo, al presentarse un daño de los equipos existentes, es posible la compra de pipetas de este gas para realizar las respectivas reparaciones de los equipos.
- No existe una ley que prohíba el uso de equipos de aire R22 antiguos.
- **Al remplazar un equipo funcionando con R22, se debe cambiar de tecnología de refrigerante. TERAO propone el cambio de los equipos R22 cuando su año de implementación supere los 5 años.** El cambio propuesto es realizarlo por equipos de etiqueta energética "A" o EER 3,6 como mínimo para tener tasas de retorno de inversión bajas y obtener ahorros energéticos significativos.

Referencias:

"Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución 0131 de 2014 (enero 24 de 2014)"

8.11. Reglamento técnico de etiquetado en Colombia en equipos de aire acondicionado

La implementación de esta etiqueta es reglamentada por el Ministerio de Minas y Energía (MME) y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y tiene como objetivo fomentar el uso racional y eficiente de la energía, generando un impacto energético y económico en los consumos de los usuarios

A continuación, se muestra un ejemplo de ficha técnica para aire acondicionado y los datos de interés más relevantes en temas de eficiencia energética.

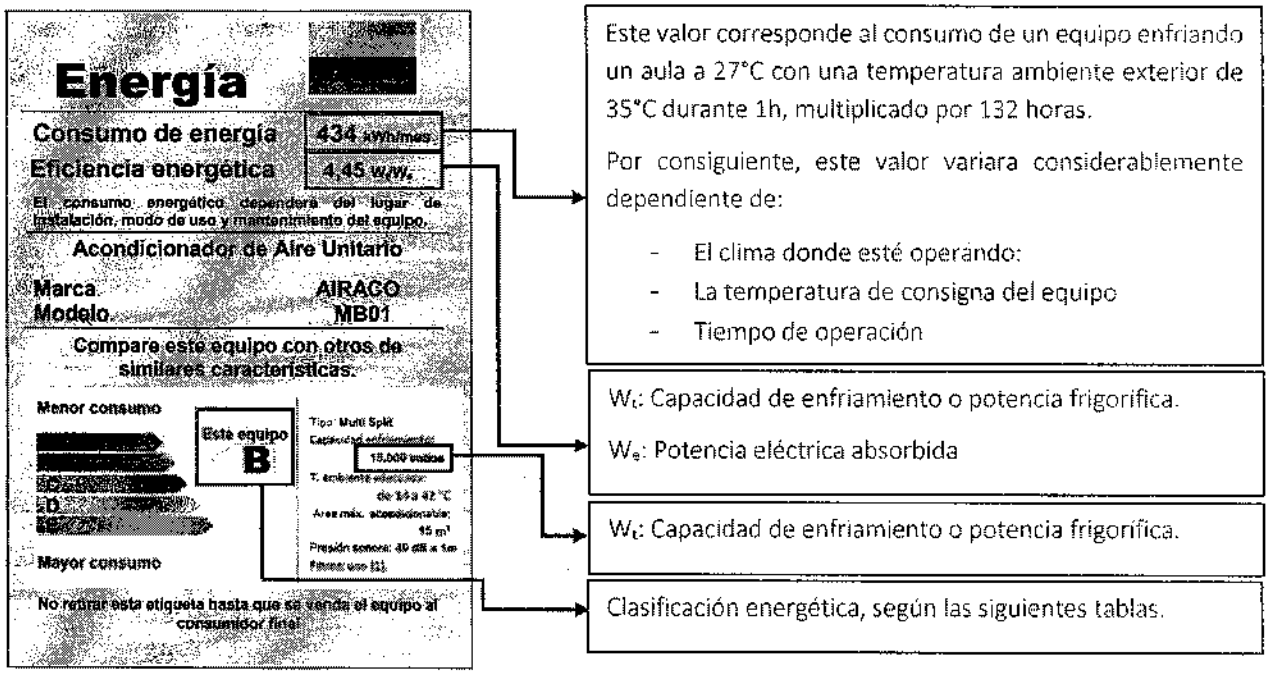


Figura 49. Etiqueta referencia para equipo de aire acondicionado. Fuente: Ministerio de Minas y Energía

El rango de eficiencia energética varía si es un equipo unitario (Ventana, mini Split o portátil) o es un equipo compacto (Cassete, Multi Split, Paquete, Piso-Techo)

RANGOS DE LA RAZÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (W_T/W_E)		
CLASE	Límite inferior (incluido)	Límite superior
A	3,75	E.E.C*.
B	3,50	3,75
C	3,25	3,50
D	3,00	3,25
E	2,75	3,00
*Eficiencia Energética de Carnot E.E.C=(273,15+Te)(Tc-Te); Donde Te: Temperatura de evaporador en °C y Tc: Temperatura de condensador en °C.		

RANGOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E.E. (W_T/W_E)		
RANGO	Límite inferior (incluido)	Límite superior
A	4,75	E.E.C *
B	4,40	4,75
C	4,05	4,40
D	3,70	4,05
E	3,35	3,70
*Eficiencia Energética de Carnot E.E.C=(273,15+Te)(Tc-Te); Donde Te: Temperatura de evaporador en °C y Tc: Temperatura de condensador en °C		

Figura 50. Rangos de eficiencia para acondicionadores de aire para recintos y unidades terminales compactas (izquierda) y para tipo unitarios (derecha). Fuente: Ministerio de Minas y Energía

8.12. Norma para cuartos técnicos según ASHRAE

Segun ASHRAE TC9.9 "Data Center power Equipment Thermal Guidelines and best Practices"

- Las condiciones recomendadas en zonas de servidores o UPS son entre 18 y 27°C – 60% de HR,
- la operación de los equipos se puede afectar cuando la temperatura es inferior a 15°C o superior a 32°C.

Class[a]	Equipment Environmental Specifications for Air Cooling						
	Product Operations[b,c]					Product Power Off[c,d]	
	Dry-Bulb Temperature[e,g] °C	Humidity Range, Non-Condensing[h,i,k,l]	Maximum Dew Point[k] °C	Maximum Elevation[e,j,m] m	Maximum Temperature Change[f] in an Hour (°C)	Dry-Bulb Temperature °C	Relative Humidity[k] %
Recommended (Suitable for all 4 classes)							
A1 to A4	18 to 27	-9°C DP to 15°C DP and 60% RH					
Allowable							
A1	15 to 32	-12°C DP & 8% RH to 17°C DP and 80% RH[k]	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80

Figura 51. Especificaciones para el aire acondicionado de data centers y sala de servidores. Fuente: ASHRAE

Según ASHRAE, en estos cuartos se puede aumentar la temperatura hasta 27°C sin dañar los equipos siguiendo las recomendaciones por norma.

8.13. Resolución 016 de 2024

Esta resolución es expedida por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), por la cual se adopta la metodología de la línea base de consumo y ahorro estimado, la cual deberá ser atendida por las entidades en la elaboración e implementación de sus medidas para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 237 de la ley 2294 de 2023.

Como parte integral de esta resolución se anexa la metodología para el cálculo de la línea base, compuesta por los siguientes pasos:

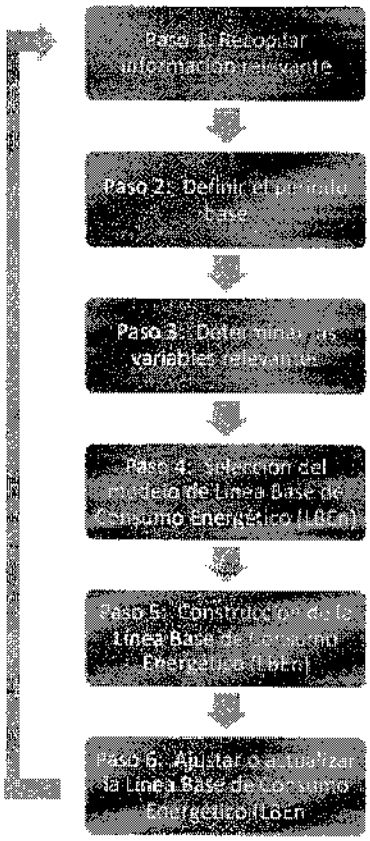


Figura 52. Pasos para construcción de línea base de consumo. Fuente: Resolución 016 de 2024

1. **Recopilación de información relevante:** Hace referencia a todos los datos importantes sobre la edificación y su consumo de energía eléctrica.
   Estos pueden ser datos históricos de consumo, áreas útiles que impliquen consumo de energía, fuentes de utilizadas, especificaciones técnicas de equipos y sistemas energéticos y horas de uso. También información sobre ocupantes (población fija y flotante), actividades u operaciones, horarios de trabajo y cualquier otro dato que pueda influir en el consumo de energía, tales como características energéticas de la envolvente de la edificación. Como mínimo, para el planteamiento de la línea base se requieren registros de facturación mensual de servicios de energía, siendo recomendable, por razones estadísticas, al menos 3 años de datos.

2. **Definir el periodo base:** El periodo base es el período de tiempo que se utilizará como referencia para la determinación de la línea base. Su extensión en cuanto al horizonte temporal (número de años) depende de la disponibilidad de la información de facturación recolectada y de la no ocurrencia de cambios

permanentes que puedan afectar el consumo habitual de energía, como el caso de modificaciones a la infraestructura energética del edificio o cambios en el uso o la ocupación de este.

3. **Determinar las variables relevantes:** Las variables relevantes son aquellas que impactan significativamente en el desempeño energético y cambian de forma rutinaria. Las mismas se refieren a parámetros operacionales, actividades de mantenimiento, eventos o actividades que cambian en la operación cotidiana de la organización. Estas variables pueden incluir el área de la edificación, la cantidad de ocupantes (población fija y flotante), número de personas o solicitudes atendidas, grados día de temperatura, tiempos de trabajo.

4. **Selección del modelo de línea base de consumo energético:** Los modelos pueden variar en función de la información disponible. Pueden ser modelos simples basados en la información histórica de consumo, pasando por modelos de regresión lineal hasta modelos más complejos que contemplan múltiples variables. Los modelos disponibles son:
   a. **Medición del valor absoluto de energía**
   b. **Cociente de los valores medidos o relación simple**
   c. **Modelo estadístico**
   d. **Modelo de ingeniería o simulación:**

5. **Construcción de la línea base de consumo energético (LBEn):** Teniendo en cuenta la información recolectada, se define el modelo para la construcción de la línea base. Es importante que la información de consumos energéticos sea normalizada a periodos mensuales de 30 día, dado que en los registros de las facturas pueden estar facturados más o menos de 30 días. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{Consumo\ mensual_{normalizado} = \frac{Consumo\ mensual_{factura}}{Días\ de\ facturación} * 30}$$

   a. **A partir del modelo de valor absoluto de energía:** La LBEn se debe calcular de forma mensual a partir del modelo simple de los consumos energéticos mensuales conocidos, así

$$\boldsymbol{LBEn_m = \frac{\sum_{i=1}^{m} Consumo\ mensual\ de\ energía_i}{m}}$$

   Donde,
   $LBEn_m$= Línea base de consumo energético para el mes m,
   Consumo de energía= Cantidad de energía consumida en el mes i
   m= número de meses.

   De esta forma se obtienen 12 valores correspondientes a los 12 periodos mensuales del año. Posteriormente se realiza una verificación de los datos, estableciendo el intervalo de confianza, estableciendo un límite superior e inferior, como se muestra a continuación:

$$Intervalo\ de\ confianza = LBEn_m * 1{,}1 < LBEn_m < LBEn_m * 0{,}9$$

   b. **A partir del modelo de cociente de valores medido o relación simple:** La LBEn en este caso es similar al paso anterior:

$$LBEn_m = \frac{\sum_{i=1}^{m} Cociente\ de\ valores\ medido_i}{m}$$

Donde,

$LBEn_m$= Línea base de consumo energético para el mes m,

Cociente de valores medido = Cantidad de energía consumida por unidad de la variable relevante en el mes i

m= número de meses.

De igual manera, se obtienen 12 datos promedio correspondientes a los periodos mensuales del año. El intervalo de confianza está dado de la misma manera al modelo de valor absoluto de energía.

6. **Ajustar o actualizar la línea base de consumo energético:** El proceso de mejora de la Línea Base Energética (LBEn) implica distinguir entre "Actualizar" y "Ajustar". La actualización implica la generación de una nueva LBEn debido a cambios significativos en la infraestructura energética o el uso del edificio. Por otro lado, el ajuste se refiere a modificar la LBEn existente para hacerla más precisa o útil en un contexto particular. Los cambios en la infraestructura energética o en el uso del edificio son razones para actualizar la LBEn, mientras que los cambios en las operaciones del edificio son razones para ajustarla. En resumen, la LBEn se actualiza cuando hay cambios importantes en las variables que influyen en el consumo de energía, y se ajusta cuando hay cambios en las condiciones que pueden afectar el consumo de energía dentro del límite de medición del edificio.

7. **Estimar potenciales de ahorro:** Para estimar los potenciales de ahorro energético se deben considerar los siguientes aspectos:
   a. Identificar el mejor desempeño energético: Para cada mes de análisis dentro del periodo base, el consumo energético que estuvo por debajo del consumo que entrega la LBEn.
   b. – Identificar oportunidades de mejora: Estas medidas pueden ser implementadas y/o adoptadas a través de buenas prácticas operacionales o de comportamiento energético (BPO), medidas pasivas, y por sustitución o reconversión tecnológica de equipamiento.

8. **Información a reportar a la UPME:** Una vez se han calculado la LBEn y el ahorro estimado, cada edificio deberá reportar a la UPME la siguiente información:
   a. A nivel general: Área útil asociada al consumo de energía, fuentes de energía utilizadas, equipos utilizados, ocupantes, actividades desarrolladas.
   b. Del modelo de valor absoluto de energía: Periodo base, valor del consumo mensual de energía de la LBEn en el periodo base, valor de la desviación estándar de todos los datos utilizados independientemente del periodo base, ahorro estimado por mes en energía y porcentaje.
   c. Del modelo de cociente de valores medidos o relación simple: Periodo base, variables utilizadas para determinar el cociente, valor del consumo mensual de energía de la LBEn en el periodo base, valor de la desviación estándar de todos los datos utilizados independientemente del periodo base, ahorro estimado por mes en energía y porcentaje.

8.13.1. Determinación de la línea base energética

Tomando como referencia la metodología de cálculo de la línea base de consumo y ahorro estimado previamente descrita, para el edificio Aulas de ESDEG se tiene:

Paso 1. Recopilación de información relevante: La información disponible, que fue suministrada por la entidad, corresponde a los registros de facturación de servicios de energía entre los años 2021 y 2024.

Paso 2. Definir el periodo base: Los aspectos a considerar para determinar el periodo base se abordan a nivel general desde dos puntos de vista, el primero de ellos es contar con una muestra representativa de datos, siendo recomendado tener el histórico de tres años. El segundo y no menos importante es que estos datos reflejen el comportamiento actual de consumo del edificio.

Al evaluar estos aspectos se encuentra apropiado tomar el periodo comprendido entre septiembre de 2022 y agosto de 2024, **quedando el año 1 septiembre de 2022 hasta agosto de 2023 y el año 2 entre septiembre de 2023 hasta agosto de 2024.** Tal como se muestra en la siguiente tabla:

Mes	2021 (Factura kWh)	2022 (Factura kWh)	2023 (Factura kWh)	2024 (Factura kWh)
Enero		11 970	23 236	18 240
Febrero		17 100	14 630	21 660
Marzo		17 100	20 520	40
Abril		14 820	24 510	25 650
Mayo		15 390	19 950	24 510
Junio		17 670	19 950	22
Julio		17 670	23 940	23
Agosto		22 230	25 650	18
Septiembre		24 510	22 230	
Octubre	14 820	20 520	19 950	
Noviembre	13 699	25 650	23 940	
Diciembre	16 421	25 650	18 240	

Año 1
Año 2

Tabla 35. Recopilación de información facturas y periodo base. Fuente: ESDEG

Paso 3. Determinar las variables relevantes: Para este caso, no se cuenta con variables que influyan en el comportamiento energético como el índice de ocupación o grados día de temperatura y por ello los registros de consumo mensuales de las facturas eléctricas constituyen la base para implementar el modelo de valor absoluto de energía.

Paso 4. Selección del modelo de línea base de consumo energético: De acuerdo a la información disponible y de los aspectos evaluados en el paso 2 y 3, la línea base energética se evalúa bajo el modelo de valor absoluto de energía. Con 24 datos mensuales se busca visualizar el comportamiento de consumo de energía y de esta manera identificar los potenciales de ahorro.

Paso 5. Construcción de la línea base de consumo energético:

La línea base corresponde al promedio mensual de los meses analizados, como se observa en la siguiente figura.

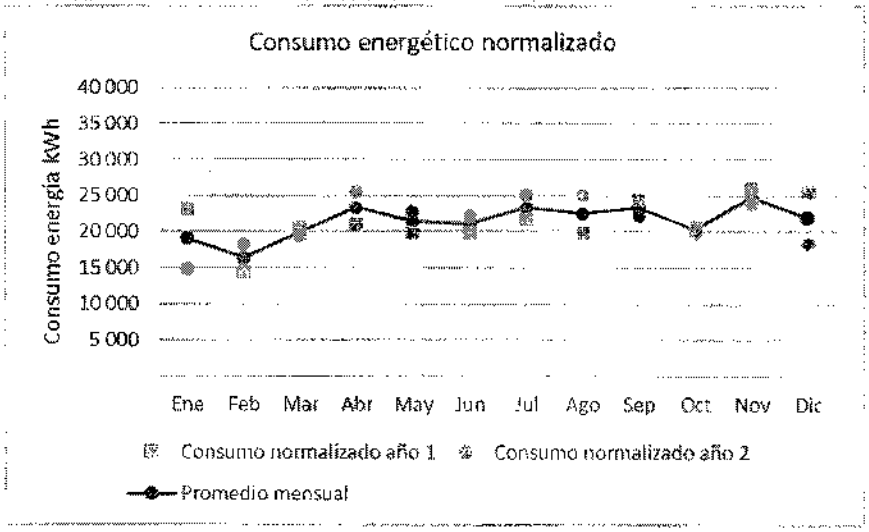


Figura 53. Línea base de consumo energético. Fuente: TERAO

A continuación, se realiza la verificación de la línea base energética a través del intervalo de confianza, donde se calcula el límite inferior y superior correspondientes al 90 % y 110% del promedio respectivamente.

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Promedio	Límite inferior	Límite superior
Enero	23 236	14 820	19 028	17 125	20 931
Febrero	14 390	18 240	16 315	14 684	17 947
Marzo	20 520	19 380	19 950	17 955	21 945
Abril	21 090	25 650	23 370	21 033	25 707
Mayo	19 950	22 800	21 375	19 238	23 513
Junio	19 950	22 230	21 090	18 981	23 199
Julio	21 669	25 080	23 375	21 037	25 712
Agosto	19 950	25 080	22 515	20 264	24 767
Septiembre	24 510	22 230	23 370	21 033	25 707
Octubre	20 520	19 950	20 235	18 212	22 259
Noviembre	25 850	23 940	24 895	22 406	27 385
Diciembre	25 650	18 240	21 945	19 751	24 140

Tabla 36. Intervalo de confianza. Fuente: TERAO

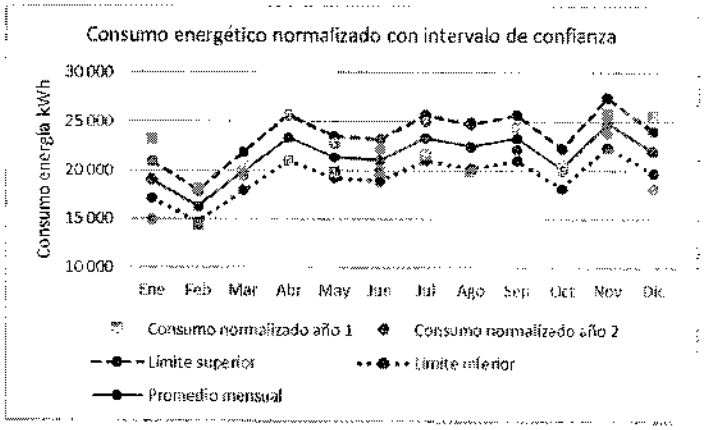


Figura 54. Intervalo de confianza línea base. Fuente: TERAO

Paso 6. Ajuste de la línea base: De acuerdo con los datos, se observa que los meses de enero y diciembre se encuentran por fuera del intervalo de confianza. Esta ligera variación no se atribuye a algún cambio en las condiciones de operación de la entidad. Sin embargo, con el objetivo de que todos los datos estén dentro del intervalo de confianza, se debe realizar un ajuste del modelo, teniendo en cuenta los siguientes pasos y la siguiente tabla:

a) Calcular promedio de consumo para meses normales del año que presentó variación
b) Calcular promedio de consumos para meses anómalos del año que presentó variación
c) Calcular la diferencia de los valores
d) Establecer la proporción entre esta diferencia y el valor promedio normal de ese año
e) Ajustar los valores de los mismos meses de los otros años con esa proporción y la siguiente fórmula

$$Ajuste = Consumo_{meses\ normales} * (1 - Proporción_{ajuste})$$

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Promedio	Límite inferior	Límite superior
Enero	23 236	14 820	19 028	17 125	20 931
Febrero	[illegible]	18 240	16 315	14 684	17 947
Marzo	[illegible]	19 380	19 950	17 955	21 945
Abril	[illegible]	25 650	23 370	21 033	25 707
Mayo	[illegible]	[illegible]	21 375	19 238	23 513
Junio	[illegible]	[illegible]	21 090	18 981	23 199
Julio	[illegible]	25 080	23 375	21 037	25 712
Agosto	[illegible]	[illegible]	22 515	20 264	24 767
Septiembre	[illegible]	[illegible]	23 370	21 033	25 707
Octubre	[illegible]	[illegible]	20 235	18 212	22 259
Noviembre	[illegible]	23 940	24 895	22 406	27 385
Diciembre	25 650	18 240	21 945	19 751	24 140

Meses anómalos
Meses normales

Tabla 37. Datos por fuera del intervalo de confianza. Fuente: TERAO

NOTA: Teniendo en cuenta que para el análisis estadístico se tomaron dos datos mensuales, el promedio que corresponde a la línea base, se encuentra equidistante a ambos valores y, por lo tanto, para los meses en que hay anomalía, los dos valores quedan por fuera del intervalo de confianza. Dicho esto, se debe seleccionar uno de los años para realizar el ajuste, dado que la variación de estos datos de consumo no se atribuye a un cambio operacional o de otra índole en el edificio.

Ajustando el año 1: En este caso se asume que el comportamiento atípico de consumo se presenta en el año 2, por ello se ajusta el año 1.

La nueva gráfica de la línea base queda de la siguiente manera:

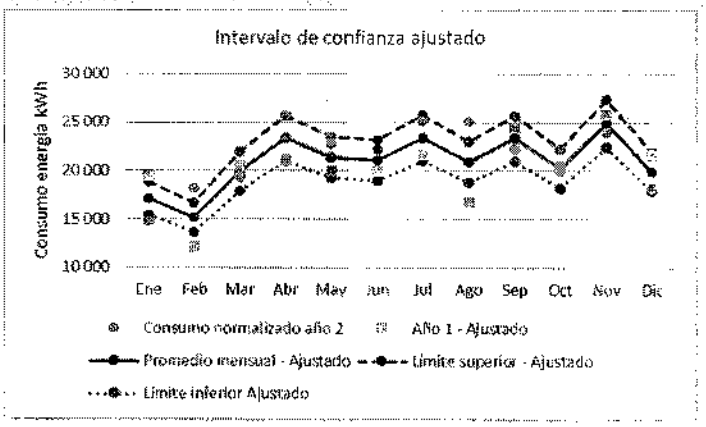


Figura 55. Línea base con año 1 ajustado. Fuente: Terao

Ajustando el año 2: En este caso se asume que el comportamiento atípico de consumo se presenta en el año 1, por ello se ajusta el año 2.

La gráfica de la línea base en este escenario es:

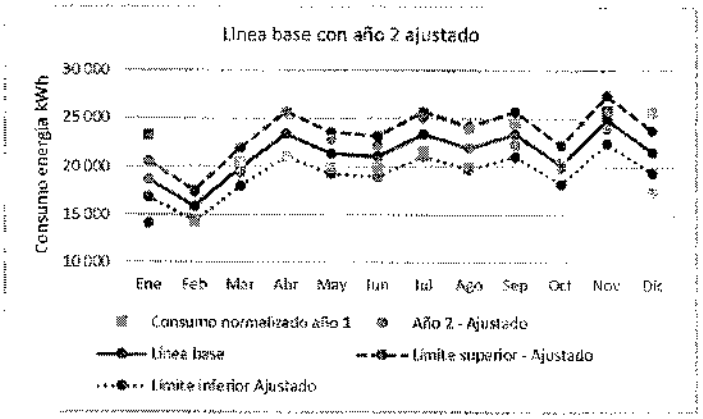


Figura 56. Línea base con año 2 ajustado. Fuente: TERAO

De acuerdo a los resultados obtenidos, al ajustar el consumo de los dos años, se siguen teniendo datos por fuera del intervalo de confianza. Para ello se toma el caso en el que menos datos queden por fuera, por lo tanto, el ajuste del año 2 se constituye como la línea base de consumo energético.

Paso 7. Estimar potenciales de ahorro: Los potenciales de ahorro se determinan a partir del mejor desempeño energético, es decir, para cada mes se selecciona el valor mínimo de consumo:

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Promedio	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Ahorro	
Enero	23 236	14 172	18 704	16 834	20 575	14 172	4 532	24%
Febrero	14 390	17 443	15 916	14 325	17 508	14 390	1 526	10%
Marzo	20 520	19 380	19 950	17 955	21 945	19 380	570	3%
Abril	21 090	25 650	23 370	21 033	25 707	21 090	2 280	10%
Mayo	19 950	22 800	21 375	19 238	23 513	19 950	1 425	7%
Junio	19 950	22 230	21 090	18 981	23 199	19 950	1 140	5%
Julio	21 669	25 080	23 375	21 037	25 712	21 669	1 706	7%
Agosto	19 950	23 984	21 967	19 770	24 164	19 950	2 017	9%
Septiembre	24 510	22 230	23 370	21 033	25 707	22 230	1 140	5%
Octubre	20 520	19 950	20 235	18 212	22 259	19 950	285	1%
Noviembre	25 850	23 940	24 895	22 406	27 385	23 940	955	4%
Diciembre	25 650	17 443	21 546	19 392	23 701	17 443	4 104	19%
Promedio	21 440	21 192	21 316	19 185	23 448	19 510	1 807	9%

Tabla 38. Potencial de ahorro. Fuente: TERAO

De la información anterior se concluye que en cada mes hay un dato por debajo del promedio o línea base, lo que quiere decir que el edificio puede reducir su consumo al mes donde operó con mayor eficiencia. La siguiente figura respalda esta conclusión.

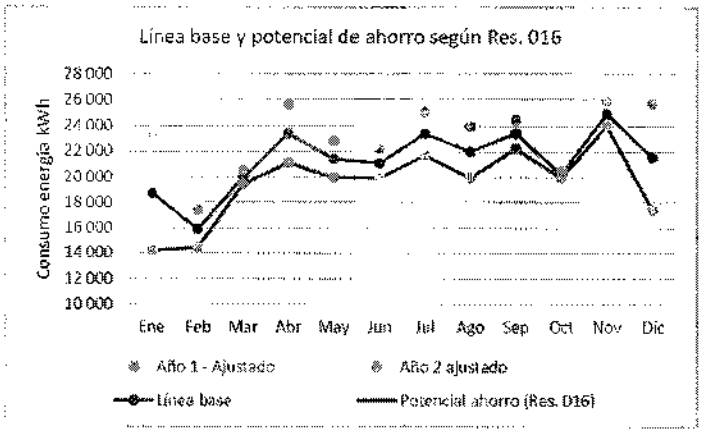


Figura 57. Línea base y potencial de ahorro. Fuente: TERAO

8.14. Mediciones de Energía

Los puntos del edificio seleccionados para realizar las mediciones de energía fueron:

- Tablero regulado del edificio ubicado en el sótano:
- Tablero general de distribución ubicado en el sótano

Las mediciones de energía permiten tener una perspectiva de consumo en áreas determinadas del edificio. Esta información obtenida se compara con las estimaciones realizadas a partir de lo observado en la visita técnica.

8.14.1. Tablero general regulado

Este punto de medición corresponde al tablero general regulado ubicado en el sótano, el cual está respaldado por una UPS de 160 kVA. De este tablero se derivan circuitos regulados para cada piso (8 en total).

Los registros fueron tomados desde el miércoles 20 de noviembre de 2024 hasta el martes 26 de noviembre de 2024. En la siguiente figura se presentan los resultados de medición de consumo obtenidos para el análisis.

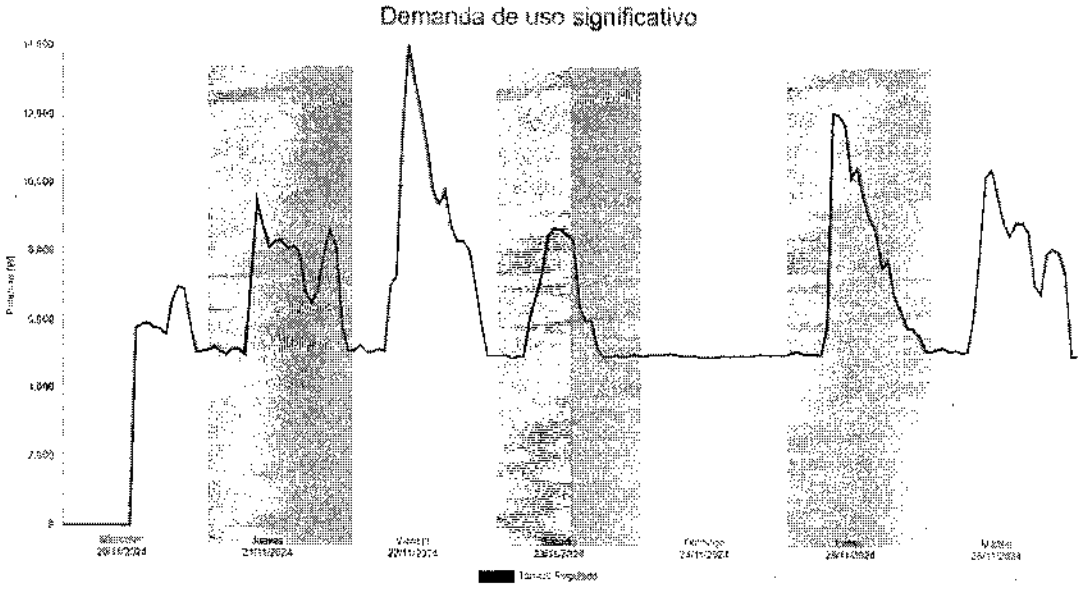


Figura 58. Comportamiento potencia circuito regulado. Fuente: Terao

A continuación, se presentan los valores de energía relacionados durante los días de medición.

		Detalle consumo diario						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Aparente [kVAh]	176,95	174,81	66,22	166,55	192,09	148,11	120,36	1 045,09
Activa [kWh]	176,95	174,81	66,22	166,55	192,09	148,11	120,36	1 045,09
Reactiva [kVARh]	0,16	0,2	0,04	0,13	0,15	0,11	0,08	0,87

Tabla 39. Valores de consumo por día. Fuente: Terao

De los datos anteriores se calcula el promedio de consumo para días hábiles (lunes a viernes) y para los fines de semana para estimar el consumo anual asociado a estos circuitos.

Periodo	Días	Promedio semanal [kWh/semana]	Consumo anual [kWh/año]
Días hábiles	Lunes: 176,95 [kWh] Martes: 174,81 [kWh] Jueves: 166,55 [kWh] Viernes: 192,09 [kWh]	177,6	9 235,2
Fines de semana	Sábado: 148,11[kWh] Domingo: 120,36 [kWh]	134,23	6 979,96
Total			16 215,16

Tabla 40. Estimación consumo anual circuitos analizados. Fuente: Terao

De acuerdo con los perfiles diarios de medición se estima la potencia promedio del circuito en las noches (6:00 pm- 6:00 am), la cual corresponde a la carga de servidores y UPS, teniendo en cuenta que durante este periodo no hay equipos ofimáticos conectados a la red. Este consumo corresponde al registrado durante los fines de semana. En la siguiente figura se presenta el perfil de potencia del tablero regulado para el día domingo 24 de noviembre:

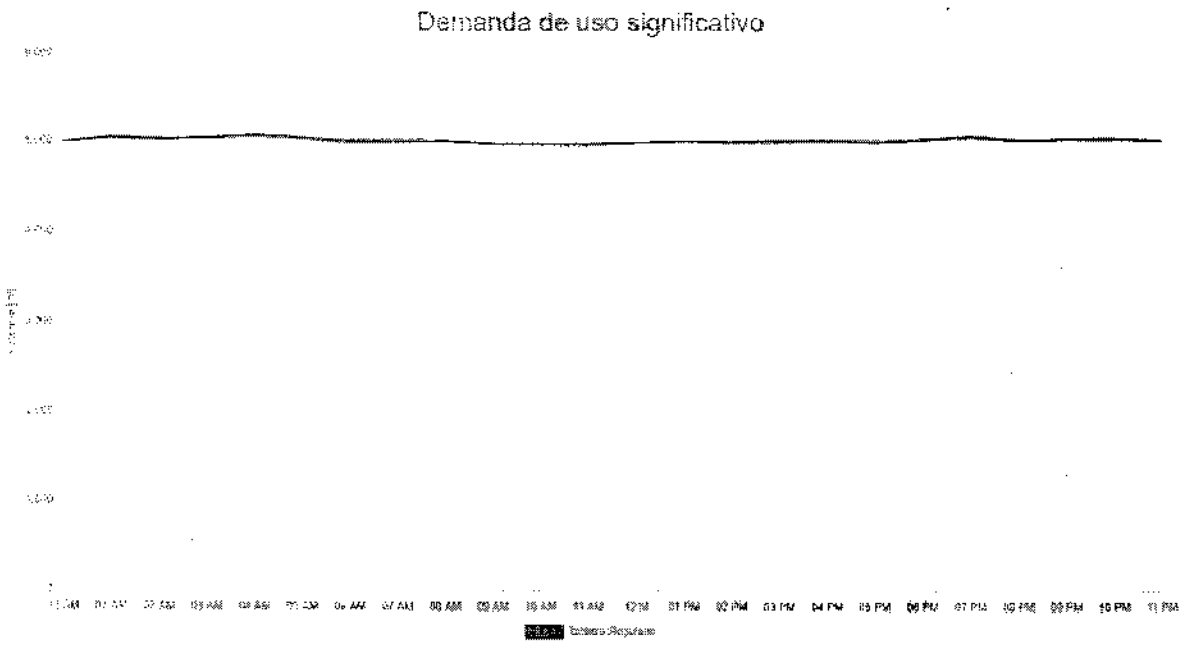


Figura 59. Perfil de potencia durante fin de semana en tablero regulado. Fuente: Terao

- Regulada, noches (lunes a viernes y fines de semana): 5 018 W

8.14.2. Tablero general de distribución ubicado en el sótano

Se realizó la medición del tablero totalizador, del que se derivan los tableros normales por piso, tablero de ascensor, tablero regulado del edificio y bombas. Los registros fueron tomados desde el miércoles 20 de noviembre de 2024 hasta el martes 26 de noviembre de 2024. En la siguiente figura se presentan los resultados de medición de consumo obtenidos para el análisis.

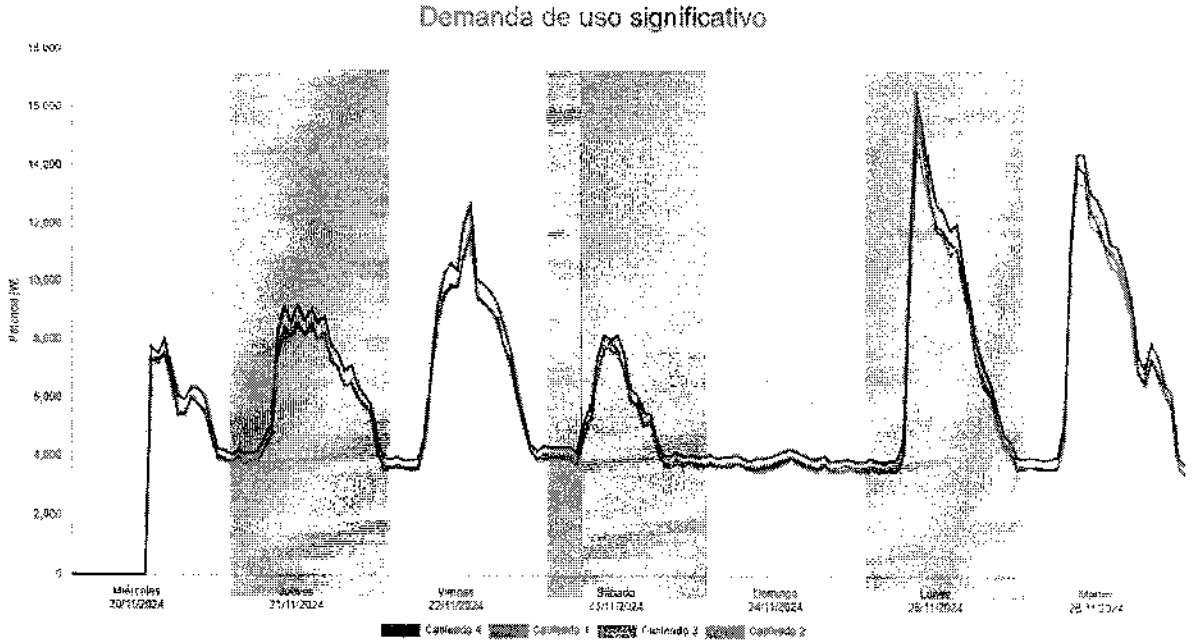


Figura 60. Comportamiento potencia tablero totalizador. Fuente: TERAO

A continuación, se presentan los valores de energía relacionados durante los días de medición.

		Detalle consumo diario						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Aparente [kVAh]	743,29	755,66	264	592,37	666,98	484,31	360,79	3 867,39
Activa [kWh]	742,98	755,36	263,88	591,66	666,46	483,88	360,42	3 864,65
Reactiva [kVARh]	21,55	21,2	7,85	28,87	26,29	20,27	16,37	142,39

Tabla 41. Valores de consumo por día. Fuente: Terao

La siguiente figura presenta la distribución de los consumos de los circuitos medidos durante todo el tiempo de monitoreo.

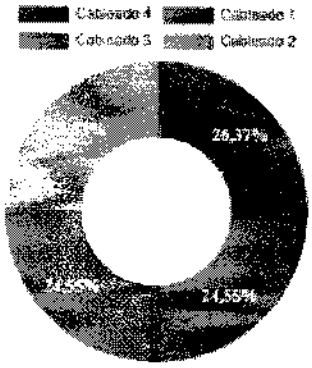


Figura 61. Participación de consumos totalizador sótano. Fuente: Terao

Cada línea representa un porcentaje de la carga total. Se evidencia que el circuito tiene las cargas balanceadas, lo cual es eficiente.

De los datos anteriores se calcula el promedio de consumo para días hábiles (lunes a viernes) y para los fines de semana para estimar el consumo anual asociado a estos circuitos.

Periodo	Días	Promedio semanal [kWh/semana]	Consumo anual [kWh/año]
Días hábiles	Lunes: 742,98 [kWh] Martes: 755,36 [kWh] Jueves: 591,66 [kWh] Viernes: 666,46 [kWh]	689,11	35 833,72
Fines de semana	Sábado: 483,88[kWh] Domingo: 360,42 [kWh]	422,15	21 951,8
Total			57 785,52

Tabla 42. Estimación consumo anual circuitos analizados. Fuente: Terao

De acuerdo con el perfil diario de medición del domingo 24 de noviembre, se evidencia la potencia promedio de los circuitos:

- Cableado 1: 4 006 W
- Cableado 2: 3 765 W
- Cableado 3: 3 691 W
- Cableado 4: 3 641 W

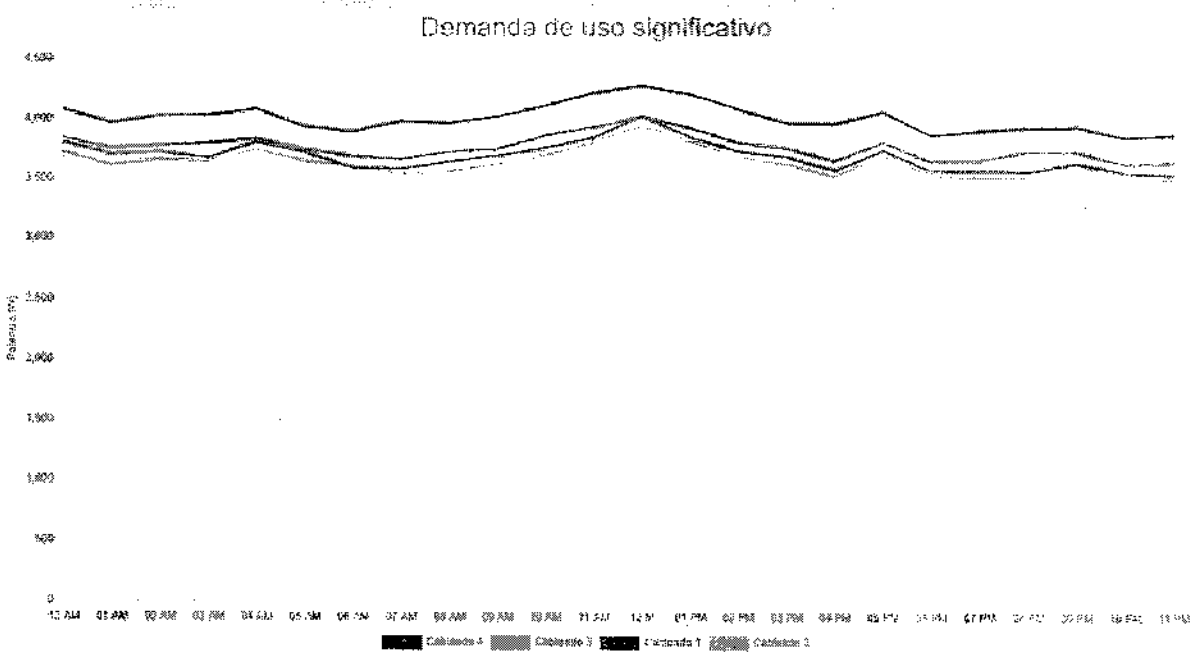


Figura 62. Carga del edificio durante fin de semana. Fuente: Terao

Estos datos sugieren que se tiene un consumo importante durante los fines de semana, principalmente los domingos, en los que no hay ocupación. De acuerdo con el análisis anterior, la carga que permanece constante es la asociada a servidores y UPS con un valor promedio de 5 018 W. Puede ser que durante los fines de semana se mantengan equipos o luminarias encendidas que provoquen este consumo constante.

8.15. Matriz de diagnóstico RETIE y RETILAP

Se evaluaron los sistemas de iluminación y calidad de energía del edificio Administrativo en la Escuela Superior de Guerra. Para verificar el cumplimiento con las normativas RETIE y RETILAP 2024, se incluyeron en el análisis aspectos como la matriz de diagnóstico general, en la cual se verificó la conformidad de la instalación eléctrica y la seguridad operativa. Esto implicó una revisión detallada de la documentación, la protección contra sobre corrientes y cortocircuitos, la puesta a tierra, la señalización, el estado de las luminarias y la calidad de la energía.

El edificio presenta varios aspectos importantes que deben atenderse para cumplir con las normas de seguridad y eficiencia energética. Actualmente, no cuentan con planos eléctricos actualizados, planes de mantenimiento o señalización adecuada para cumplir con normas de seguridad eléctrica de la instalación y su operatividad. Adicionalmente, no hay existencia de registro de pruebas de protección pudiendo suponer un riesgo tanto al personal como a los equipos.

Para analizar este criterio se elaboró una matriz de diagnóstico
Con los valores tomados en periodos de y 7 (siete) días en diferentes tableros normalizados y regulados en diferentes pisos del edificio, se puede identificar primordialmente:

La edificación no cumple **Diseño y Documentación** y **Calidad de energía** con los criterios para las normas RETIE y RETILAP 2024, debido a que no hay documentación de planos eléctricos y unifilares, no se tiene los diseños de sistemas de puesta a tierra o pruebas realizadas en la construcción.
De acuerdo con los datos recopilados en la **calidad de la energía**, el edificio de Aulas presenta consumos adecuados en el tablero regulado medido, siendo la acometida principal del edificio. El factor de potencia se mantiene en el rango (0,9-0,95) idóneo de acuerdo con las mediciones realizadas, esto permite tener un mínimo de energía reactiva consumida.
Se recomienda desconectar equipos que no tengan un uso constante para evitar consumo vampiro.
Los **materiales e instalación,** no cumple, si bien no se evidencian empalmes expuestos, los conductores no tienen desgaste, no hay tubería o partes energizadas expuestas, no obstante, no cuenta con la rotulación en los equipos por código de colores.
En cuanto a la **iluminación,** hay aspectos positivos, como el uso de luminarias LED sin embargo se requiere de la presencia de controles de iluminación para el edificio como la tecnología de dimerización.
Adicionalmente, los luxes no son adecuados para las siguientes zonas debido a que se obtuvieron valores fuera del rango solicitado por norma RETILAP:- Baños 200-300
- Pasillos 100-200
- Oficinas cerradas 500-800
- Oficinas abiertas 300- 500
Las aulas, si cuentan con la iluminación adecuada entre 300 y 500 luxes
En los criterios **PROTECCIÓN CONTRA SOBRE CORRIENTES, PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS Y PROTECCIÓN CONTRA FUGAS A TIERRA,** se concluye que requieren pruebas para los sistemas y evaluación de cada protección en su correcto funcionamiento, adicionalmente, no se cumplen las especificaciones ya que se encontraron masas energizadas.
La **señalización,** cumple parcialmente debido a que los tableros, equipos eléctricos, interruptores y tomas tienen la señalización adecuada para tratamiento. La señalización de emergencia no se evidencia con los símbolos requeridos.
Los espacios cumplen con las **condiciones ambientales** requeridas bajo la norma, manteniendo valores óptimos en temperatura y humedad adecuada para su correcto funcionamiento.
El **mantenimiento** se cumple en la especificación plan de mantenimiento, la limpieza de los equipos o cuartos eléctricos y el estado físico de los mismos, no obstante, el Item repuestos y refacciones no cumple ya que no hay en existencia.

Diseño y Dimensionado	Recorrido de cables eléctricos, accesibles y respetan	Planos, cálculos, pruebas	No cumple	No existen planos eléctricos o esquemas unifilares del local.	Diseñar las líneas eléctricas en redes de cobre, fibra óptica, coaxial, garantizando la capacidad y sección óptima de conductores para asegurar la demanda de energía eléctrica.
	Cálculos de carga para cubrir la demanda	Planos, cálculos, pruebas	No cumple	No hay cálculos de carga	
	Ubicación de cuadros y equipos acorde a las normas	Planos, cálculos, pruebas	No cumple	No hay mantenimiento	
	Diseño de circuitos de puesta a tierra eficaces	Planos, cálculos, pruebas	No cumple	No hay diseño de puesta a tierra	
	Documentación de las pruebas realizadas durante la construcción	Planos, cálculos, pruebas	No cumple	No hay documentación	
Materiales e Instalación	Calidad y estado de la canalización adecuados y en buen estado	Inspección visual y técnica	Cumple	Buen estado	Verificar y documentar que los materiales eléctricos cumplan con las normativas de calidad y estén certificados para su uso.
	Conductores, aislantes y terminales en condiciones adecuadas	Inspección visual técnica	Cumple	Cumple parcialmente, no hay empalmes expuestos.	
	Cajas de empalme y distribución correctamente instaladas	Inspección visual técnica	Cumple	No hay evidencia expuesta a la vista	
	Protección de mecanismos eléctricos en buen estado	Inspección visual técnica	Cumple	No hay alertas energizadas expuestas	
	Identificación clara de los circuitos y elementos eléctricos	Inspección visual técnica	No cumple	No cuenta con diagrama unifilar.	
Protección contra sobrecargas	Disyuntores de protección térmica y magnética operativos y correctamente dimensionados	Prueba de disparo		Se recomiendan pruebas de funcionamiento cada 6 meses	Realizar pruebas de funcionamiento en los dispositivos de protección para confirmar su operación correcta ante sobrecargas.
	Diferenciales de protección contra fugas a tierra	Prueba de disparo		Se recomiendan pruebas de funcionamiento cada 6 meses	
	Tiempo de respuesta adecuado de los dispositivos de protección	Inspección visual		Se recomiendan pruebas de funcionamiento cada 6 meses	
	Señalización clara de los dispositivos de protección	Inspección visual		Se recomiendan pruebas de funcionamiento cada 6 meses	
	Señalización clara de los dispositivos de protección	Inspección visual	No cumple	No hay señalización de riesgos eléctricos visual	
Protección contra contactos directos e indirectos	Disyuntores diferenciales (DR) instalados en los circuitos necesarios	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y sensibilidad	Realizar pruebas para confirmar la correcta operación de los dispositivos de protección diferencial, asegurando la actualización de planos, mantenimiento y pruebas periódicas para garantizar seguridad eléctrica.
	Sensibilidad adecuada de los DR	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y sensibilidad	
	Coordinación entre los DR y otros dispositivos de protección	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y sensibilidad	
	Pruebas periódicas de los DR	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y sensibilidad	
	Prueba pulsador de los DR	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y sensibilidad	
Protección contra el contacto indirecto	Sistema de puesta a tierra efectivo y correctamente conectado a todas las masas metálicas	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y sensibilidad	Debe existir un diseño completo de sistemas de puesta a tierra que cumpla con los marcos RETIE (Resolución 40117 del 2 de abril de 2024) y RETILAP (Resolución 40116 del 31 de mayo de 2024), realizando pruebas periódicas y asegurar su efectividad.
	Resistencia de la puesta a tierra dentro de los rangos permitidos	Inspección visual		Se requieren pruebas de medición para verificar los valores	
	Continuidad de la puesta a tierra	Inspección visual		Se requieren pruebas de medición para verificar los valores	
	Conexión adecuada de los equipos a la puesta a tierra	Inspección visual		Se requieren pruebas de medición para verificar los valores	
	Inspección visual del sistema de puesta a tierra	Inspección visual	No cumple	No existe un sistema de puesta a tierra	
Señalización	Señalización clara y visible de los elementos eléctricos (interruptores, tomas, tableros)	Inspección visual	Cumple	No hay evidencia de señalización clara y adecuada en tableros, equipos o sistemas de emergencia	Diseñar una señalización clara y visible en elementos eléctricos, incluyendo advertencias de peligro y símbolos reconocibles, implementar etiquetas claras y estandarizadas en todos los circuitos y equipos para una fácil identificación y mantenimiento.
	Uso de símbolos normalizados para la identificación	Inspección visual	Cumple		
	Ubicación de la señalización en lugares accesibles	Inspección visual	Cumple		
	Señalización de peligro eléctrico	Inspección visual	Cumple		
	Señalización de emergencia	Inspección visual	No cumple		
Iluminación	Nivel de iluminación adecuado a las tareas	Medición de niveles de iluminación (lux)	No cumple	Aspecto 3	Cambio a tecnología de iluminación LED (recomendado), sustituir luminarias obsoletas y ajuste de % de iluminación en zonas que lo permitan.
	Eficiencia energética de las luminarias	Medición de niveles de iluminación (lux/W)	No cumple		
	Distribución uniforme de la luz	Luxómetro (lx)	No cumple		
	Protección de luminarias contra impactos y humedad	Grado de protección (IP), inspección visual	No cumple		
	Control de la iluminación (encendido/apagado, regulación de intensidad)	Funcionamiento, respuesta	No cumple		
Calidad de la energía	Tasa diaria de fallas de los equipos conectados	Medición con energía especializada	Cumple	Aspecto 2	La energía consumida en edificios genera pérdidas por un factor de 1/η, donde η es 0,50 o 0,95. Se aplican dos medidas para mejorar THD y Potencia(Factor de potencia) y
	Factor de potencia	Mediante con equipos especializados	Cumple		
Condiciones Ambientales	Temperatura	Termómetro	Cumple	Aspectos 1 y 3	Se recomienda mantener los equipos y sistemas en rangos de temperatura ambiente entre 18 y 25 °Celsius y 30% y 60% de humedad relativa, evitando exposición por 20 a 25 Celsius.
	Humedad	Termómetro	Cumple		
Mantenimiento	Plan de mantenimiento	Documentos y pruebas	No cumple	Se recomienda un plan de mantenimiento activo para las instalaciones eléctricas del edificio.	Realizar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo periódico, asegurando que los equipos estén libres de polvo y una inspección. Crear un cronograma de apertura y cierre de equipos para evitar tiempos de inactividad y garantizar una operación segura para todos. Asegurarse de que los equipos cuenten con impermeabilización y señalización de zonas de peligro.
	Calidad de cables	Inspección visual	Cumple	Buen estado	
	Pruebas funcionales	Mediante con equipos especializados		Se recomienda realizar un funcionamiento para todos los equipos conectados y evaluar los resultados	
	Limpieza	Mantenimiento y permisos	Cumple		
	Repuestos y refacciones	Inventario	No cumple	No cuenta con repuestos o refacciones para cambio en partes dañadas o defectuosas.	

Figura 59. Matriz diagnostico RETIE y RETILAP. Fuente: Terao

8.16. Incentivos tributarios

La ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional. Esta ley establece los lineamientos para la aplicación de incentivos.

8.16.1. FENOGE

Adicionalmente, esta ley por medio del artículo 10 crea el fondo **FENOGE (Fondo de Energías No convencionales y Gestión Eficiente de la Energía)** para financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía y facilita la venta de excedentes de electricidad por parte de auto y cogeneradores.

El Fondo está reglamentado por el **Ministerio de Minas y Energía** y según el manual operativo, los recursos del fondo podrán financiar parcial o totalmente de forma **reembolsable o no reembolsable**:

- para la implementación de soluciones y autogeneración a pequeña escala,
- para la mejora de eficiencia energética,
- igualmente se podrán financiar estudios y auditorías energéticas, adecuaciones locativas, disposición final de equipos sustituidos y costos de administración e interventoría de los programas y/o proyectos.

El FENOGE aplica para los siguientes sectores: Publico /comercial /servicios/ industrial /sector residencial (principalmente estratos 1,2 y3)

En el marco del proyecto y de la presente auditoria energética, se supone que la entidad podría aplicar al fondo para los siguientes ítems establecidos en el FENOGE para la implementación de las propuestas de mejoría seleccionadas:

Planes /programas/proyectos para la implementación de plantas de generación con FNCER (Fuentes No Convencionales de **Energías Renovables**)

- Planes /programas/proyectos basados en implementación de medidas de **gestión eficiente de la energía**
- **Sistema de gestión de información energética/monitoreo/evaluación y seguimiento.**

NOTA:

- Los criterios para determinar el Carácter de la Financiación (Reembolsable/NO Reembolsable), están disponibles en el Numeral 3.1 del Manual Operativo del FENOGE.
- Los criterios de elegibilidad según el carácter de la financiación (reembolsable/No reembolsable), lo cual se encuentra en el numeral 2.4 del Título II del Manual Operativo.
- El mecanismo de presentación en forma directa a la UPME o el IPSE, se encuentra en el Numeral 2.1.1 del Título II del Manual Operativo.
- Los documentos y requisitos para la presentación de planes y proyectos ante el Fondo, están disponibles en el los numerales 2.2 y 2.3 del Título II del Manual Operativo.

8.16.2. Resolución 463

Por la cual se establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energética/gestión eficiente de la energía que se presenten para acceder a los beneficios tributarios sobre el IVA y/o la Renta

Para tener más información, se recomienda las siguientes páginas Web:

Información general:	www.fenoge.com
	https://fenoge.com/normatividad/
Normatividad:	https://www.minenergia.gov.co/fenoge
Manual operativo:	https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/47633-res_41407_121217.pdf

8.17. El Equipo

Andrés Meneses,

Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia, Auditor Interno en ISO 50001:2018 Sistema De Gestión Energética Y Auditorías Energéticas ISO 50002:2014, con experiencia en: ejecución auditorías energéticas, implementación del estándar ASHRAE90.1, modelación energética, proyectos de certificación ambiental HQE Internacional. **Andrés actuará como ingeniero de proyecto e interlocutor principal. Estará a cargo de la realización de los informes.**

Carlos Santamaria,

Ingeniero Mecánico y Especialista en Desarrollo y Gestión Integral de Proyecto de la de la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Auditor Interno en ISO 50001:2018 Sistema De Gestión Energética Y Auditorías Energéticas ISO 50002:2014, con experiencia en área de mantenimiento para OiL & GAS, análisis de datos y gestión y dirección de proyectos. **Carlos actuará como ingeniero de proyecto, auditor de apoyo y estará a cargo de análisis de la información y de la realización de los informes.**

Nuestra Identidad

TERAO, una oficina de diseño pionera en medioambiente aplicado a la edificación, participa en el desarrollo de edificios y barrios sostenibles, combinando innovaciones tecnológicas, medioambientales y sociales.

Consultoría
E Ingeniería
Pionera desde hace 28 años

50
Personas
París, Lyon, Asia, América

Soluciones
Multidisciplinario
Por la edificación y la ciudad sostenible

Nuestros trabajos

TERAO interviene en todo el ciclo de vida del edificio, y despliega sus competencias en ingeniería, de edificio a la ciudad pasando por los eco-barrios gracias a expertos de rango internacional, interviniendo en los 5 continentes:

Asistencia técnica
Desarrollo sostenible e innovación: **Diseño**

Asesoría Ambienta
Desarrollo sostenible e innovación: **Edificios**



Eficiencia energética
Operación sostenible

- Eco-barrios, proyectos de edificación urbana, zonas de actividad: TERAO contribuye a las estrategias y acciones para la neutralidad en carbono, la naturaleza en la ciudad, la eficiencia energética, la salud y el bienestar, la resiliencia al cambio climático y la lucha contra el efecto isla de calor urbano.
- TERAO actúa como experto y consultor independiente sobre el comportamiento energético y medio ambiental de los edificios. Apoyamos a las partes interesadas en el posicionamiento de sus proyectos, el establecimiento de un Programa Ambiental y su seguimiento desde el diseño hasta la puesta en marcha, si es necesario, pero no solo, a través de etiquetas y certificaciones ambientales. La neutralidad de carbono, la calidad de uso, la resiliencia climática... son el núcleo de nuestra experiencia.
- TERAO forma parte de los equipos de diseño para garantizar la traducción operativa de objetivos de alta calidad y desempeño energético y ambiental en los Proyectos, en los mercados privados, en leyes de construcción sostenible e incluso alineados con objetivos internacionales de desarrollo sostenible.

TERAO Groupe

contact@terao.fr
Siège social - 10 Cité de Trévise
75009 - Paris
01 42 46 06 03

TERAO America

admin@terao.fr
www.terao.com.co
+57 322 946 2352

www.terao.fr



ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA
"General Rafael Reyes Prieto"
Colombia

Informe de Auditoría energética

Escuela Superior de Guerra – Bogotá

Edificio Administrativo

15/12/2024

© TERAO 2024 – No divulgar

Referencia	TR24CO157_ESDG-Administrativo_ Auditoría Energética _V.1
Distribución	TERAO
Versión - Fecha	V.1 15/12/2024
Redactado por	Eduard Ochoa / Carlos Santamaría / Andrés Meneses
Validado por	Andrés Meneses
Histórico de las versiones	N.A.

Resumen ejecutivo

Datos administrativos

Dirección: Cra 11 No 102 – 50, Edf Administrativo, Bogotá
Fecha de construcción: 1991
Tipo: Oficinas
Superficie auditoría: 7 439.71 m2
Ocupación: 200 administrativos.
Obras e intervenciones más relevantes:

Año	Cambio
2017-2019	Renovación computadores e iluminación
2025	Renovación computadores

El edificio



Figura 1. Edificio administrativo- ESDEG. Fuente: TERAO

Características Bioclimáticas

Contexto y comportamiento térmico:
El clima es frío, los vientos ideales para la ventilación natural provienen del Este.
El rango de 9,6 °C entre el día y la noche, junto con la facilidad de ventilación nocturna en todos los espacios, permitiría enfriar el edificio durante

Comportamiento térmico: El edificio tiene altas ganancias internas y externas de calor y óptimos sistemas de ventilación natural haciendo que el edificio sea tenga una temperatura de confort para los operarios.

Orientaciones de las fachadas: La orientación del edificio es favorable, evitando la radiación directa del sol. Esto reduce el deslumbramiento y el calentamiento del edificio, ya que la radiación ingresa de manera difusa sobre las fachadas más extensas. Se recomienda aprovechar esto por medio de sensores luz día para ahorrar energía en el uso de luminarias

Envolvente: Hay altos porcentajes de ventanería (>50% en toda la fachada y eficientes protecciones solares, lo que permite un alto aprovechamiento de la iluminación natural.
Las propiedades térmicas de cubierta, muros y ventanería son bajas y facilitan la transferencia de calor entre el exterior y el interior. Se puede mejorar esta condición con estrategias de aislamiento térmico
El edificio cuenta con eficientes protecciones solares externas como lamas y voladizos que evitan el deslumbramiento y calentamiento del edificio.

Ocupación Mediana/Densa: Hay mayor ganancia de calor por ocupación en las oficinas abiertas y menores en las oficinas cerradas.

Temperaturas y confort: El rango de confort está entre 19,5 y 24,5°C, las mediciones de temperatura mostraron la eficiencia del edificio, manteniendo un rango de 17,3 a 22,9 °C durante el horario de ocupación (8:00 a 18:00) reduciendo así las necesidades de aire acondicionado o calefacción.

Equipos técnicos

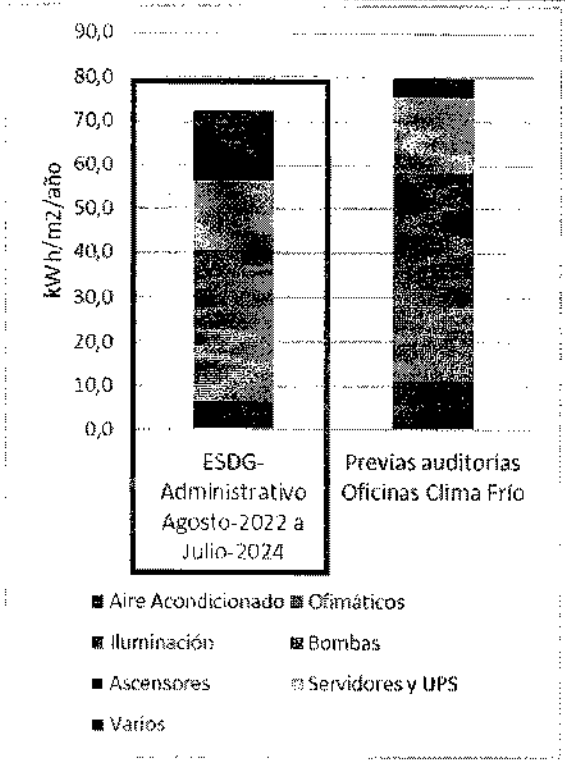
Iluminación
- El 98% de la potencia instalada utiliza iluminación LED de alta eficiencia.
- La densidad de potencia instalada es de eficiencia media (4,9 W/m^2) comparada con estándares internacionales.
- El 34% de los espacios tiene niveles de iluminación altos que generan consumos innecesarios
- La sectorización actual facilita la implementación de equipos de gestión de la iluminación, sensores de presencia y sensores luz día.
- Se observaron oficinas y pasillos que usan eficientemente la iluminación natural. Sin embargo, hay espacios desocupados y otros que podrían sustituir las luminarias con luz natural, pero mantienen las luces encendidas.

Aire Acondicionado (AA) y ventilación mecánica (VM)
- Hay uso de AA únicamente en cuarto de datos y puntualmente en una sala de reunión y una oficina.
- Dadas las condiciones climáticas de sitio, los usos de aire acondicionado podrían alcanzarse con ventilación natural o mecánica y así reducir los consumos energéticos.
- Las temperaturas en cuarto de racks (16°C) incrementan el consumo energético. Según estándares ASHRAE, se recomienda ajustar a 26°C y sensibilizar a los usuarios
- Los aires acondicionados usan R-410A, un refrigerante con impacto de calentamiento global. Se recomienda priorizar ventilación natural o equipos con refrigerantes como R-290 o HFO en futuras renovaciones.

Ofimáticos y servidores:
- Existe una mayor densidad de equipos de todo en uno que consumen más que los portátiles.

Otros consumos
- Los ascensores se implementaron hace más de 10 años, lo cual no cuenta con tecnología de regeneración por frenado. Se recomiendan políticas de sensibilización para su uso.
- Los equipos varios (televisores, impresoras, cafeteras, etc.) tienen consumo en periodos de desocupación o pueden quedar encendidos en periodos de desocupación.

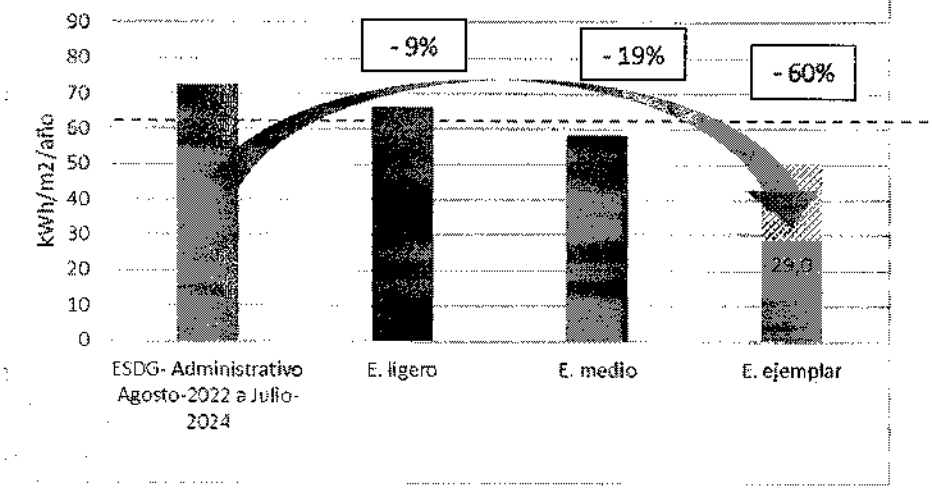
Distribución del consumo



Análisis – Costos y consumos

- El periodo de línea base es entre **ago-2022 y jul-2024**, ya que reflejan las condiciones típicas de uso del edificio. La línea base se estableció de acuerdo con la res. 016 de 2024 de la UPME, el promedio mensual es de **26 289 kWh/mes** o el equivalente a 315 469 kWh/año o 72**,5 kWh/m²/año.**
  - Este consumo es similar respecto a indicadores promedio de previas auditorias en edificios de oficinas en **la misma zona climática.**
  - La iluminación y ofimáticos son usos significativos. Implementar **acciones en esta área ofrecerá los mayores ahorros energéticos.**
- **Por ley según el PND 2022-2026** se deben reducir los consumos energéticos en un **15% en un plazo de un año.** La meta de consumo energético para el primer año es de 22 345 KWh/mes o 61,6 kWh/m²/año.
- Existe un alto potencial para el **mejoramiento del desempeño energético.**
- En 2024 el precio del kWh ha sidio de 729 COP, creció un 14% respecto a 2023, aumentando los gastos asociados al consumo de energía en 26,9 MCOP/año
- La facturación anual de energía es 221,9 MCOP.

Escenarios de ahorro de energía



61,6 kWh/m2/año

PND 2022-2026

Reducir el consumo energético en un -15% respecto a la línea base.

Figura 2. Impacto de escenarios de ahorro de energía. Fuente: Terao

Nota: En el escenario ejemplar se reduce el consumo del sistema interconectado en un 29,7% por energía fotovoltaica (PV) y 30,3% por eficiencia energética (EE), reduciendo el consumo a 29,0 kWh/m²/año, a partir del año de implementación de las estrategias.

Estrategias de ahorro de energía								
	Propuestas de Mejoría	Inversión ($)	Ahorro (kWh/Año)	Retorno (años)	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	Programa de sensibilización en el uso de equipos varios y ofimáticos.		9 884	0	★★★★★			
2	Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de servidores.		6 409	0	★★★★★			
3	Eliminación del uso de AA en cuartos de servidores en horarios de la noche.		13 933	0	★★★★			
4	Eliminación de la ventanería en los cuartos de racks (piso 3 y piso 4)	4 250 000	4 180	1	★★★★			
5	Implementación de variadores de velocidad en bombas del sistema principal y bomba de nivel del invernadero.	19 680 000	7 431	4	★★★★			
6	Optimización de la densidad de potencia instalada: Programa de renovación de luminarias y redistribución de la iluminación	50 059 500	10 080	7	★★★★			
7	Implementación de sensores de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación	77 952 000	17 464	6	★★★★			
8	Implementación de sistemas de medición y monitoreo	35 000 000	6 309	8	★★★★			
9	Transición de equipos de torre a equipos portátiles	900 000 000	32 699	> 10	★★★★			
10	Implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta	317 149 650	93 759	5	★★★★			

Tabla 1. Estrategias de ahorro de energía

Escenario	Inversión ($)	Ahorros financieros ($/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Retorno (Años)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero		19 688 615	27 021	Inmediato	11 000
Medio	151 941 500	43 994 623	60 379	3	24 580
Ejemplar	1 404 091 150	138 031 843	189 439	> 10	77 121

Tabla 2. Escenarios de mejoría. Fuente: Terao

*La estrategia de renovación de equipos ofimáticos presenta una alta inversión y un elevado retorno en el escenario ejemplar. Aunque genera un ahorro significativo, se recomienda implementarla de manera progresiva o si los equipos se renuevan porque ya cumplieron su ciclo de vida.

Índice

Resumen ejecutivo 3

1. Introducción 8
   - 1.1. Contexto 8
   - 1.2. Etapas de la auditoria energética 9
   - 1.3. Limitaciones de la recopilación de la información 9
   - 1.4. Síntesis de la metodología 11
2. Datos generales 12
   - 2.1. Datos generales 12
   - 2.2. Evolución del edificio 15
   - 2.3. Clima 16
3. Características bioclimáticas 18
   - 3.1. Enfoque Bioclimático 18
   - 3.2. Características de la envolvente 20
   - 3.3. Ventilación Natural 23
4. Uso del edificio 25
   - 4.1. Ocupación del edificio 25
   - 4.2. Ofimáticos 26
   - 4.3. Mantenimiento del edificio 27
   - 4.4. Condiciones de confort 30
5. Equipos técnicos 32
   - 5.1. Electricidad 32
   - 5.2. Iluminación 33
   - 5.3 HVAC 37
   - 5.4. Plomería 39
   - 5.5. Ascensores 40
   - 5.6. Equipos de usos varios 40
6. Análisis energético 42
   - 6.1. Facturas y analisis de los consumos reales 42
   - 6.2. Comparación de los datos de consumo 46
   - 6.3. Distribución de consumos 48
7. Plan de eficiencia energética 50
   - 7.1. Resumen de las propuestas y priorización de las mejorias 51
   - 7.2. Acciones de renovación 53

1.1.1. programa de Sensibilización en el uso de equipos varios, iluminación y ofimáticos 53
2.1.1. Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de SERVIDORES 55
3.1.1. Eliminación del uso del aire acondicionado en las noches 57
4.1.1. Reducción del área acristalada en data center 58
5.1.1. Implementación de variadores de velocidad en bombas e implementación de sistema de alternancia 59
6.1.1. Optimización de la densidad de potencia instalada 60
7.1.1. Implementación de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación 62
8.1.1. Implementación de sistema de medición y monitoreo 64
9.1.1. Transición de equipos de torre a equipos portátiles 66
10.1.1. Implementación de paneles fotovoltaicos conectado a la red instalada 67
8. Anexo 69
8.1. Clima 69
8.2. Equipos de medición 74
8.3. Zona de confort 75
8.4. Mediciones de temperatura con dataloggers 77
8.5. Inventario luminarias 79
8.6. Niveles de iluminancia 80
8.7. Densidad de potencia instalada 81
8.8. Mediciones niveles de iluminación 81
8.9. Inventario de equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica 83
8.10. Normas a propósito del R22 84
8.11. Reglamento técnico de etiquetado en Colombia en equipos de aire acondicionado 85
8.12. Norma para cuartos técnicos según ASHRAE 86
8.13. EDGE 87
8.14. Resolución 016 de 2024 88
8.15. Mediciones de Energía 94
8.16. Matriz de diagnóstico RETIE y RETILAP 99
8.17. Incentivos tributarios 101
8.18. El equipo 102

1. Introducción

1.1. Contexto

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA, tiene como misión impulsar el desarrollo y formación de militares y civiles nacionales e internacionales para afrontar los desafíos a la Seguridad y Defensa Nacionales, a través de programas interdisciplinarios de educación

TERAO es una empresa francesa de consultoría e ingeniería internacional con más de 30 años de experiencia ofreciendo soluciones en sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en edificios y proyectos urbanos. En América Latina, ha estado presente desde el año 2014, colaborando en proyectos de gran importancia para el desarrollo sostenible.

En Colombia, ha llevado a cabo proyectos de auditoría energética en todas las zonas climáticas. Es destacable que en todos estos escenarios se han identificado potenciales de ahorro significativos, facilitando así el cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética.

El presente informe de auditoría energética se centra en el análisis exhaustivo del **consumo y la eficiencia energética del edificio PALMA REAL sede del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.**

Por otra parte, la entidad implementa este estudio, en el marco del cumplimiento de la Ley 2294 de 2023, por la cual se expide el plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia potencia mundial de la vida", que en su artículo 237 indica:

"EDIFICIOS PERTENECIENTES A LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. El Gobierno nacional, y el resto de las administraciones públicas, en un término no superior a un (1) año, a partir de la entrada en vigor de la presente Ley realizarán una auditoría energética de sus instalaciones, con una periodicidad de cada cuatro (4) años y establecerán objetivos de ahorro de energía a ser alcanzados a través de medidas de eficiencia energética y la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable -FNCER-. Cada entidad deberá implementar en el siguiente año posterior a las auditorías energéticas, estrategias que permitan un ahorro en el consumo de energía de mínimo 15% respecto del consumo del año anterior, y a partir del segundo año, metas sostenibles definidas por la auditoría y a ser alcanzadas a más tardar en el año 2026"

TERAO fue seleccionado para llevar a cabo la auditoría energética del edificio. Para esto se ha desarrollado el estudio que se presenta en este documento.

A nivel general, este documento se desarrolla en 3 fases:

- Diagnóstico de las instalaciones y caracterización energética de la sede.
- Análisis energético, caracterización de los usos de la energía.
- Resultados de la auditoría, escenarios/planes de eficiencia energética.

Las actividades de auditoria energética se darán por completadas una vez se hayan socializado los resultados del presente estudio

1.2. Etapas de la auditoria energética

En la siguiente tabla se presentan las fechas para cada una de las fases de la auditoría energética:

Etapas	Fecha o periodo
Firma de acta de inicio	6 de octubre de 2024
Reunión de inicio	7 de octubre de 2024
Recopilación de información	7 de mes 10 a 21 de mes de 10
Visitas, mediciones en el edificio e intercambios con los usuarios	Visita: 20 de noviembre Mediciones: 20 - 22 de mes noviembre
Análisis y diagnostico	Noviembre- diciembre de 2024
Propuestas de primeras acciones de mejoramiento	Tercera semana de mes de diciembre
Reporte de diagnóstico + caracterización energética	11 de diciembre de 2024
Reporte de auditoria energética (diagnostico)	11 de diciembre de 2024
Reunión de presentación	Diciembre

Tabla 3. Etapas de la auditoría energética

Los actores de la auditoria energética son:

- Representante legal de la entidad auditada: Edgar Ceballos Mendoza
- Responsable de la auditoria por parte del cliente: Eliecer Suarez Sánchez
- Interlocutores de apoyo a la auditoria por parte del cliente: Alejandra Garzón Bustamante
- Responsable de la auditoria por parte de TERAO: Andrés Meneses
- Desarrollo técnico del proyecto TERAO: Carlos Santamaria / Andrés Meneses

1.3. Limitaciones de la recopilación de la información

La cantidad y la calidad de los datos entregados por parte del cliente más los datos recopilados durante las visitas técnicas del sitio han permitido:

- Hacer un pronóstico general del edificio desde el punto de vista energético y
- presentar estrategias de ahorro que se ajusten a las necesidades del proyecto.

La información recopilada está completa y permitió tener un buen conocimiento general del edificio.

Durante la fase de recopilación de información, se obtuvieron los siguientes datos, fueron obtenidos mediante la realización de visitas técnicas y la comunicación a través de correo electrónico:

Recopilación de información		Recibido [S/N]	Comentarios/Notas
1.El sitio, arquitectura, Planos y esquemas			
General	Área del lote y área construida, planos arquitectónicos	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Materiales de construcción	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Planos HVAC, iluminación, eléctricos, hidráulicos, energías alternativas, etc.	☒	Intercambio con el interlocutor principal
Estudios existentes	Archivo climático del último año del sitio	☐	No disponible
	Plan de inversión plurianual	☐	No fue compartido
	Historial de trabajos realizados (foco en acciones de desempeño energético)	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Auditorías energéticas preexistentes + otros diagnósticos técnicos (ej. auditoría eléctrica) + otros estudios (HQE, BIU, ISO 50001, CPE, etc.)	☐	No se han desarrollado estudios
Facturas y consumos			
Facturas	Facturas de electricidad de los últimos 3 años	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Facturas de combustible: gas, petróleo, calefacción/refrigeración urbana en los últimos 3 años	☐	No aplica
	Producción energías renovables y costos de mantenimiento asociados		No aplica
	Facturas de agua en los últimos 3 años	☐	No aplica
Ocupación y producción			
Ocupación	Número de trabajadores, horarios y calendarios de ocupación	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Número de visitantes, horarios y calendarios de ocupación	☐	Intercambio con el interlocutor principal
Producción	Seguimiento de alguna variable de producción	☐	No aplica
Operación y Mant.	Planes de mantenimiento anual	☒	Intercambio con el interlocutor principal
	Manuales de Mantenimiento	☐	
	Manual de operaciones de sistemas	☐	

Tabla 4 Recopilación de información

1.4. Síntesis de la metodología

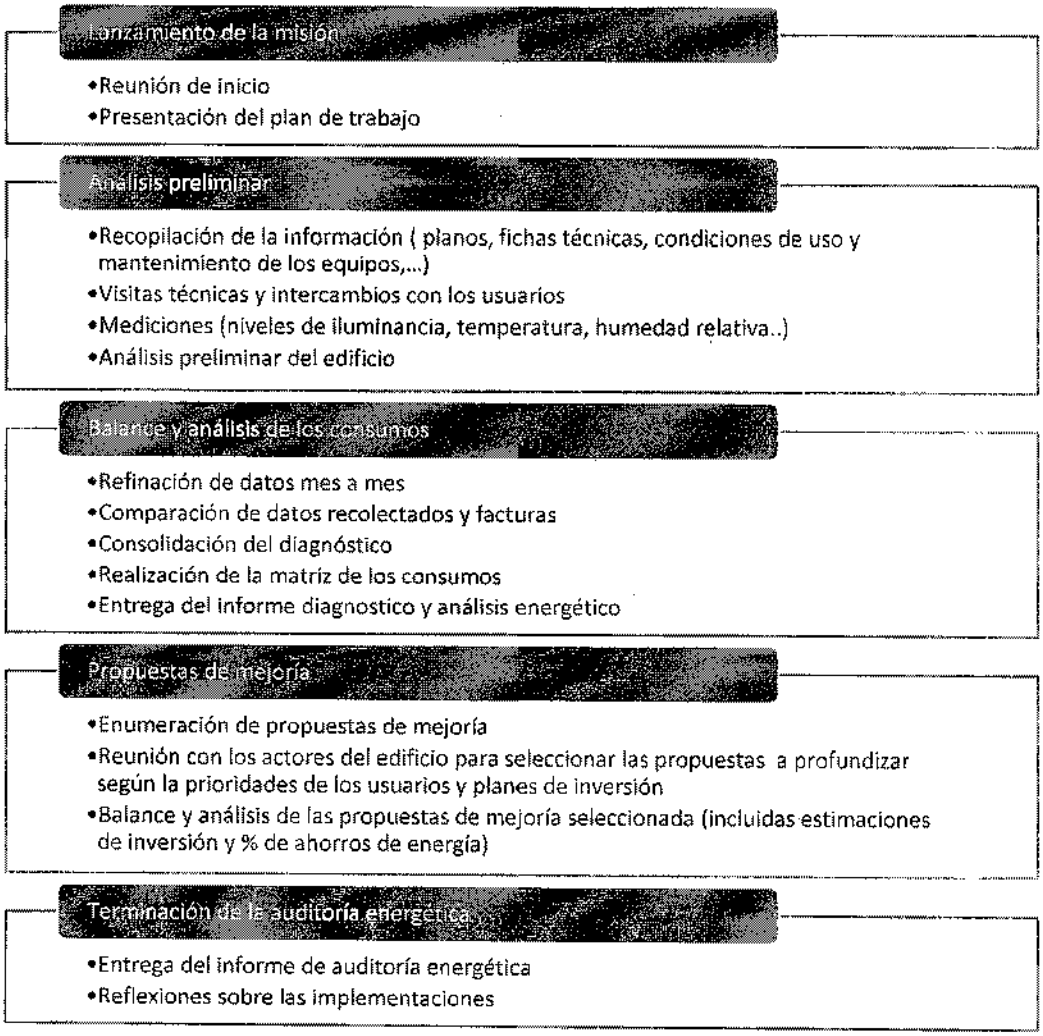
Con base en los objetivos trazados, es necesario realizar el análisis de auditoría energética mediante pasos secuenciales, empezando con el análisis preliminar que constituye la reunión de inicio y la recopilación de información, con el objetivo de comprender el edificio en términos de uso, consumo y eficiencia energética, así como establecer un diagnóstico general.

En seguida, se examinan las facturas y se lleva a cabo la comparación de los datos recopilados, lo que posibilita generar indicadores de desempeño energético y consolidar el diagnóstico.

También se produce una primera descomposición de los consumos de energía para identificar las principales pérdidas energéticas, con el objetivo de tener una precisión del 10% a nivel del mes y del 5% durante el año. para luego establecer las mejoras y cuantificar sus impactos en términos de costos operativos y de inversión.

De acuerdo con la norma ISO 50 002, La presente auditoría energética es de tipo 3, se clasifica en esta categoría teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, el análisis efectuado mediante indicadores de desempeño, las mediciones y verificación de la información y el nivel de detalle en la descripción de las oportunidades de mejora.

La síntesis de la metodología, teniendo en cuenta dicha norma, se presenta a continuación:



2. Datos generales

2.1. Datos generales

El edificio se encuentra ubicado en Carrera 11 No 102 – 50, Edificio Administrativo, Bogotá.

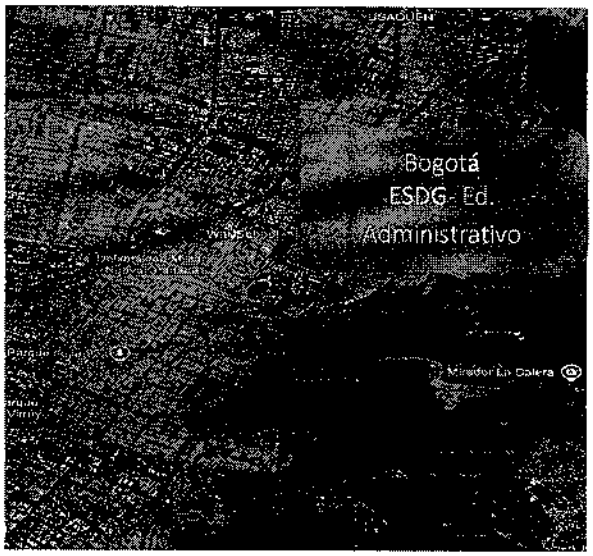


Figura 3. Ubicación satelital del edificio en la ciudad. Fuente: Google maps

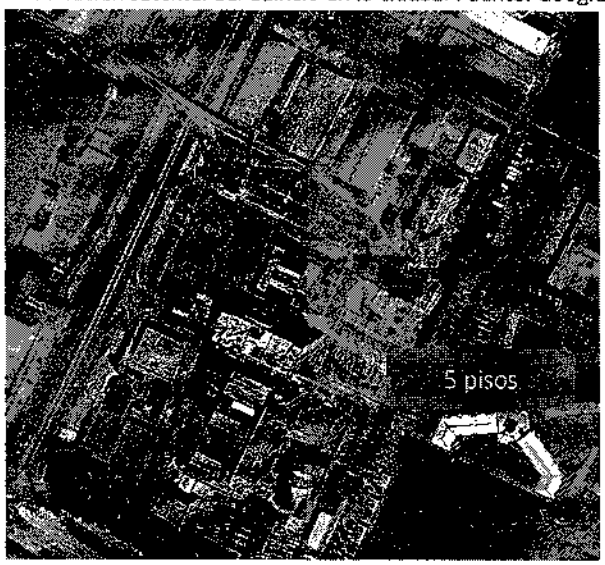


Figura 4. Toma satelital del edificio. Fuente: Google Earth

La zona de estudio comprende desde el sótano hasta el piso 5, totalizando 6 niveles. Las dimensiones del edificio son 59.51 metros de frente por 21.37 metros de fondo. En las siguientes tablas se determina el área por uso de los espacios en cada uno de los pisos del edificio.

A continuación, se presenta el área por uso de los espacios en cada uno de los pisos del edificio.

Piso	Oficinas abiertas	Oficinas cerradas	Pasillos	Sala de conferencia	Baños / Vestier	Cuartos técnicos	Áreas de comidas	Archivo	Habitación	Total
S	382,8	37,4	198,5	83,3	9,6	19,2	16,2	38,8	59,5	845,3
1	421,7	190,8	286,6	0,0	48,6	0,0	0,0	0,0	0,0	947,7
2	506,7	64,2	155,3	36,5	40,0	9,6	0,0	15,3	0,0	827,6
3	377,0	95,2	147,5	0,0	40,0	12,4	164,4	0,0	0,0	836,5
4	258,7	145,9	122,7	87,0	24,8	0,0	19,9	0,0	0,0	659,0
5	0,0	0,0	0,0	182,4	8,7	30,8	0,0	0,0	14,7	236,6
Total	1946,9	533,5	910,6	389,2	171,7	72,0	200,5	54,1	74,2	4352,6

Tabla 5. Clasificación áreas del edificio. Fuente: TERAO

Área del lote	N/A
Área construida	4 352,6 m
Área del edificio considerada para la Auditoria energética	4 352,6m

Tabla 6. Resumen áreas del edificio. Fuente: TERAO

El valor del área considerada para la auditoría energética excluye terrazas, parqueaderos y zonas verdes (resaltados en gris en la tabla anterior) ya que son espacios grandes con un uso energético poco representativo. **De esta manera se puede comparar los resultados del estudio con otros edificios de la misma tipología.**

A continuación, se presentan la distribución porcentual del área en función del uso de los espacios.

El uso más representativo del área de estudio es oficinas abiertas con 45%. **Estos espacios suelen tener altas necesidades energéticas** dado que en estos espacios hay mayor densidad de equipos eléctricos.

Otro uso representativo es en pasillos y oficinas cerradas con 21 % y 12 % respectivamente. En los pasillos se esperan bajos consumos dado que el consumo asociado es por iluminación, además de la baja presencia de equipos eléctricos. En las oficinas cerradas se espera bajos consumos energéticos ya que la densidad de ocupación y de equipos eléctricos suele ser menor.

En general, se espera que el edificio tenga bajas necesidades energéticas.

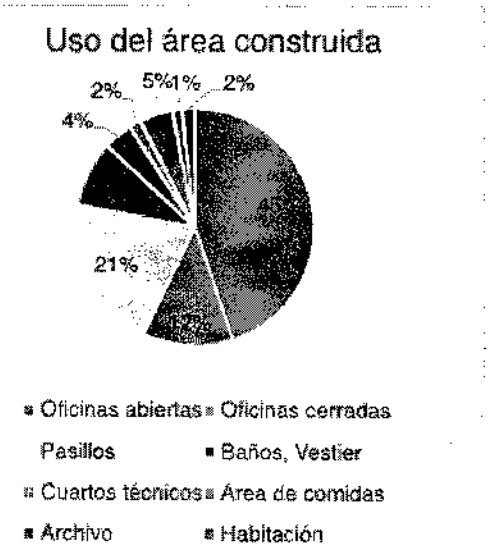


Figura 5. Uso de las áreas tenidas en cuenta para la auditoría energética. Fuente: Terao

Las fotos a continuación ilustran el sitio estudiado, identificando características de fachadas, entorno y uso.



Figura 6. Fachadas Este y Norte del edificio. Fuente: Terao visita técnica



Figura 7. Fachadas Sur y Oeste del edificio. Fuente: Terao visita técnica



Figura 8. Accesos de iluminación natural. Fuente: Terao visita técnica



Figura 9. Oficinas abiertas. Fuente: Terao, visita técnica



Figura 10. Salas de juntas/reuniones. Fuente: Terao visita técnica



Figura 11. Cubierta. Fuente: Terao visita técnica

2.2. Evolución del edificio

En la tabla a continuación, se detallan los trabajos ya ejecutados y los que son objeto de planificación para los próximos años.

Año	Cambio	Optimización de la eficiencia energética.
2017-2018	Renovación de equipos de computo **Comentario:** Mejora el impacto energético para los equipos de uso constante como los computadores, Todo en uno, torres o portátiles.	Alta
2018-2019	Transición a iluminación LED en alrededor del 95% de la iluminación. **Comentario:** Al cambiar a tecnología LED, se tiene un impacto positivo en el consumo de energía ya que el consumo es menor.	Alta
2025	Se planea la compra de aproximadamente 250 equipos de cómputo entre el edificio Administrativo y Aulas. **Comentario:** Esta renovación podría tener un impacto positivo en el consumo energético global de la entidad, ya que permitirá la transición hacia equipos más eficientes que reduzcan el consumo total.	Alta

Tabla 7. Evolución del edificio

2.3. Clima

En la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio se definen los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Por otra parte, en esta Resolución se clasifican los climas en Colombia los cuales son: cálido-húmedo, cálido-seco, frío y templado.

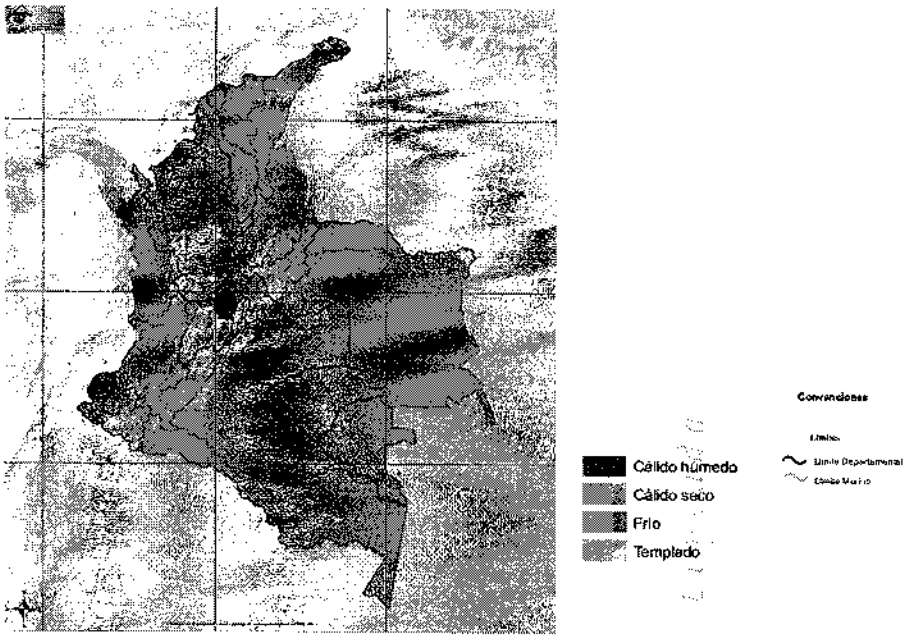


Figura 12. Mapa de climas en Colombia. Fuente: Resolución 549 de 2015

Teniendo en cuenta la clasificación anterior, el proyecto está localizado en una zona climática fría, lo que significa que el edificio tendrá bajas necesidades energéticas debido a la menor prioridad de abordar los problemas de inconfort por calor respecto a un edificio de clima cálido.

El análisis del clima se basa en las mediciones obtenidas en la estación meteorológica No 802220 del aeropuerto el Dorado de la ciudad de Bogotá, de donde se registra una temperatura media de 13,6°C, asimismo, la humedad relativa es alta con un valor promedio de 78 %.

Estas condiciones de temperatura y de humedad relativa hacen que la sensación de calor sea baja, situación que permite prescindir de sistemas de aire acondicionado para mantener niveles de confort óptimos. El rango de temperaturas entre el día y la noche es de 9,6°C, esto permite aprovechar las temperaturas de la noche para refrescar el edificio y reducir las necesidades de refrigeración en el día siguiente.

Viento

La dirección predominante del viento es del Este, con una velocidad promedio de 2,1 m/s, lo que constituye una ventaja para la implementación de mecanismos de ventilación natural. Esta se puede utilizar de manera directa cuando la velocidad oscila entre 1,5 y 3 m/s. Si supera los 3 m/s, es necesario controlarla con vegetación alrededor del edificio o mediante rejillas que dirijan los flujos de aire.

Radiación solar

Colombia, al encontrarse en proximidad al paralelo del Ecuador, disfruta de un clima tropical a lo largo del año.

Además, dada su ubicación geográfica, **el sol alcanza una elevación rápida, situándose de manera perpendicular sobre las cubiertas de los edificios, ocasionando que la radiación sobre estos espacios sea fuerte**. Esta condición

puede generar problemas de calor, especialmente en climas cálidos. Esta situación se puede controlar con estrategias como la aplicación de aislamiento térmico, el uso de pintura atérmica o la implementación de cubiertas verdes.

En esta ubicación, los valores promedio de radiación anual son de 1 288 kWh/m2/año. Esto incentiva la adopción de estrategias adicionales en las cubiertas en el ámbito de la eficiencia energética, como la instalación de paneles solares para el aprovechamiento de la energía solar en forma eléctrica o térmica. Que además sirven como estrategia de sombreamiento para controlar el fuerte impacto de radiación solar en la cubierta.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que además de las cubiertas de los edificios, las fachadas reciben considerable radiación que puede derivar en problemas de calor.

Para mitigar estos efectos se utilizan las protecciones solares, las cuales son elementos diseñados para controlar la entrada de luz solar y radiación térmica, para disminuir las ganancias de calor.

Existen principalmente tres tipos de protecciones solares, como se muestra a continuación:

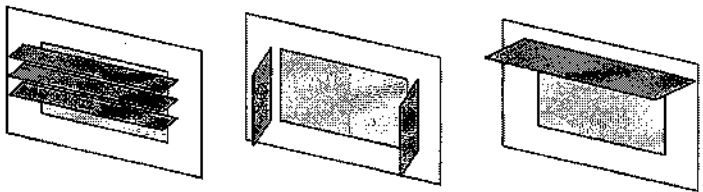


Figura 13. Tipos de protecciones solares. Fuente: Design builder

Teniendo en cuenta estas configuraciones y la trayectoria solar, es importante utilizar el tipo voladizo en las fachadas Norte y Sur, dado que la iluminación sobre estas fachadas proviene desde la parte superior todo el año.

En las fachadas Este y Oeste se recomiendan protecciones tipo lamas, dado que la radiación en estas fachadas llega de manera directa.

Para ver más información del clima, dirigirse al anexo 8.1.

Para recordar - Datos generales:

- **El área de estudio es de tipo tipología oficinas. El área total tenida en cuenta para la auditoria es de 4 433.75m². El 45% de los espacios corresponden a tipología oficinas abiertas las cuales concentran altos consumos energéticos** representados por ofimáticos e iluminación.
- Al corto y mediano plazo se planea la renovación de equipos ofimáticos y la implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta.
- El edificio esta ubicado en **zona tropical con un clima frio**.
  - El impacto de la radiación solar es fuerte, particularmente sobre los elementos horizontales (cubierta) y las fachadas este y oeste. Con un promedio anual de radiación horaria que oscila los 1 288 kWh/m2/año.
  - Las temperaturas del lugar permiten controlar el confort con facilidad, lo que permite evitar el uso de climatización reduciendo las necesidades energéticas.
- La orientación predominante del viento es Este.

3. Características bioclimáticas

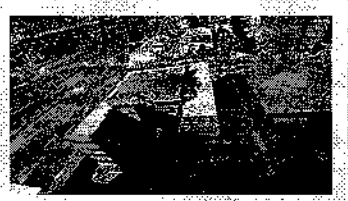
3.1. Enfoque Bioclimático

A continuación, se muestra el análisis del impacto de las condiciones climáticas relevantes sobre el edificio.



Figura 14. Trayectoria del sol sobre el edificio. Fuente: Sunearthtools

Nota: F-NO (Fachada Noroeste), F-NE (Fachada Noreste), F-SO (Fachada Suroeste) y F-SE (Fachada Sureste).

Criterio	Características	Fotos	Desempeño
Orientación	Las fachadas se orientan con una exposición uniforme a la radiación solar. Comentarios: • La orientación es poco favorable, debido a que todas las fachadas reciben radiación solar directa en algún momento del año, lo que resulta en deslumbramiento para muchos usuarios y provoca un mayor calentamiento del edificio. • El desempeño en este criterio es medio, ya que el edificio presenta mayor deslumbramiento respecto a un edificio cuyas fachadas más largas estén orientadas al Norte y Sur pero menor que un edificio que sus fachadas más largas se orientan hacia el Este/Oeste.	 Figura 15. Orientación. Fuente: Terao	Medio

Entorno	• Alrededor del edificio no existe bastante vegetación sobre las fachadas en general del edificio. • Alrededor del edificio existe otras edificaciones (EDIFICIO DE AULAS) que generan sombra en la fachada Suroeste durante una parte del año. Comentarios: • El entorno genera poco sombreamiento aumentando su exposición a la radiación solar, lo que incrementa el deslumbramiento en las fachadas expuestas.	 Figura 16. Protecciones exteriores. Fuente: Terao visita técnica	Medio
Protecciones solares exteriores	En la fachada Noroeste existen protecciones solares externas del tipo lamas, siendo aproximadamente el 20% de la misma. **Comentarios:** Las protecciones solares existentes controlan parcialmente la incidencia de radiación solar directa evitando deslumbramiento y ganancias de calor. Reduciendo las necesidades energéticas para iluminación. En las fachadas Noreste, Sureste y Noreste no existen protecciones solares externas del tipo lamas- aletas laterales- voladizo. **Comentarios:** La ausencia de protecciones solares provoca una incidencia directa de la radiación solar, lo que resulta en deslumbramiento (inconfort visual para los ocupantes).	 Figura 17. Protecciones exteriores. Fuente: Terao visita técnica	Bajo Bajo
Protecciones solares interiores	En todas las fachadas de la edificación existen protecciones solares internas del tipo persianas y blackouts. Comentarios: • Estas protecciones solares permiten controlar eficientemente la radiación solar directa. Evitando el deslumbramiento y reduciendo las ganancias de calor. • Es importante sensibilizar a los usuarios o automatizar estos elementos para evitar que permanezcan cerrados cuando la radiación solar es difusa para así tener un mayor aprovechamiento de la luz natural.	 Figura 18. Protecciones internas. Fuente: Terao visita técnica	Alto

Tabla 8. Criterios de enfoque bioclimático del edificio. Fuente: Terao

3.2. Características de la envolvente

3.2.1. Forma y compacidad

La zona de estudio es principalmente con secciones rectangulares con forma general en "H". mayor aprovechamiento de la iluminación y ventilación de los espacios. Debido a esta configuración, el índice de compacidad es bajo, con un valor aproximado de 0,40 m2/m3. Esto significa que el edificio es compacto y tiene menor superficie para la transferencia de calor por unidad de volumen. En consecuencia, el edificio puede retener el calor, lo cual puede implicar:

- Que en las noches el edificio no pierda calor y se evite las necesidades de calefacción en las mañanas
- Que durante el día en el edifico se calienten los espacios y se aumenten las necesidades de uso de aire acondicionado o ventilación mecánica. Sin embargo, por las condiciones climáticas, mediante ventilación natural se puede controlar este efecto.

En las siguientes figuras se muestra la forma del edificio y los accesos de iluminación.

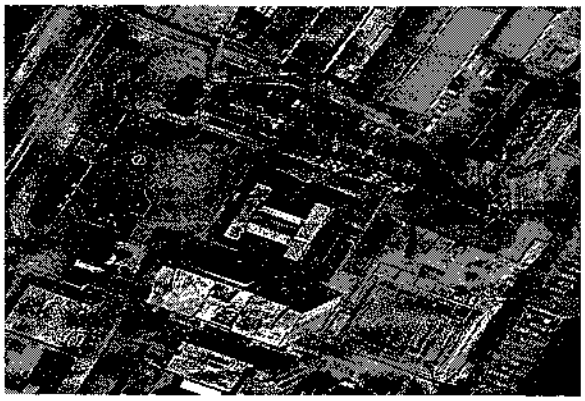


Figura 19. Forma del edificio. Fuente: Google maps
Forma del edificio



Figura 20. Accesos de iluminación. Fuente: Terao, visita técnica

3.2.2. Descripción térmica de la envolvente

A continuación, se detallan las características de la envolvente que intervienen en el desempeño energético del edificio.

	Material	Composición	Eficiencia
Cubierta	 Figura 21. Techo/cubierta. Fuente: TERAO	**Cubierta tipo 1 (40%)** - Policarbonato- 6mm U-value estimado: 3,6 W/m²/k Comentarios: • Aunque estas cubiertas tienen un desempeño térmico bajo no afectan el significativamente el confort interior de los espacios de ocupación continua, pero si ofrecen una ventaja desde el punto de vista del aprovechamiento de la luz natural en pasillos interiores.	Alto

Material	Composición	Eficiencia
	Cubierta tipo 2 (60%) - Teja Eternil 1 cm - Plenum de aire: 25 cm - Cielo raso (Drywall) U-value estimado: 1,7 W/m²/k Comentarios: • La cubierta de fibrocemento con claraboyas aumenta el calentamiento de los espacios y así el consumo energético del aire acondicionado. Es muy importante mejorar las propiedades térmicas de esta cubierta, por ejemplo, eliminando la claraboya e implementando cielo raso.	Baja
Pisos y techos interiores	**Pisos interiores tipo 1 (50%)** - Cerámico de tráfico pesado - Mortero: 2cm - Concreto 10 cm - Plenum de aire 25 cm - DRYWALL 12,7mm U-value estimado: 1,2 W/m2/K Comentarios: • El impacto del desempeño térmico de los entrepisos no toma rgran relevancia dado que no hay diferentes zonas térmicas entre los diferentes niveles.	N/A
	Techos interiores tipo 2 (50%) - Piso laminado 1cm. - Mortero: 2cm - Concreto 10 cm - Plenum de aire 25 cm - DRYWALL 12,7mm U-value estimado: 1,3 W/m²/K Comentarios: • El impacto del desempeño térmico de los entrepisos no toma rgran relevancia dado que no hay diferentes zonas térmicas entre los diferentes niveles.	N/A
Muros	**Muros exteriores** **Orientación: Este/Oeste/Norte/Sur** - Ladrillo de arcilla, macizo, 15 cm U-value estimado: 2,5 W/m²/K Comentarios: • El material de los muros exteriores de la fachada Este actúa como amortiguador térmico, es decir, durante el día absorbe parte del calor por radiación incidente ayudando a mantener el interior más fresco, y lo libera cuando la temperatura exterior disminuye.	Alta



Figura 22. Techo/cubierta. Fuente: TERAO

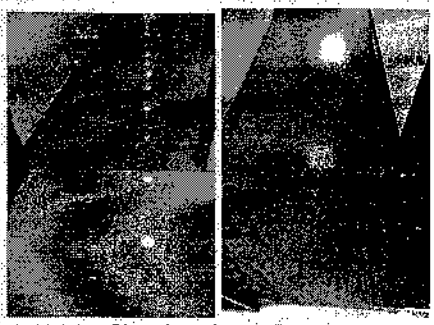


Figura 23. Pisos interiores. Fuente: TERAO



Figura 24. Techos interiores. Fuente: TERAO



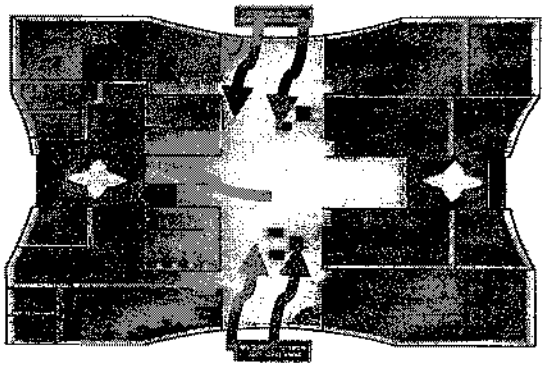
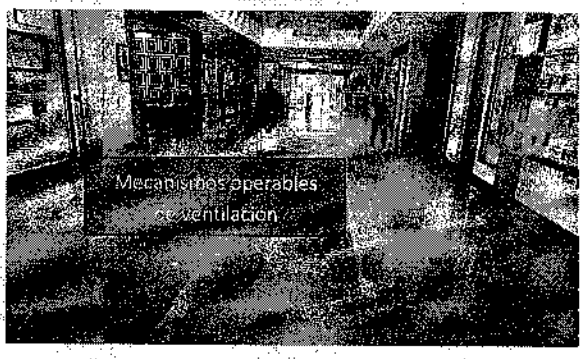
Figura 25. Paredes, muros exteriores. Fuente: TERAO

Material		Composición	Eficiencia
Ventanas	 Figura 26. Ventanas. Fuente: TERAO	- Vidrio sencillo - 45% de relación ventana muro - 0% de ventana operable para ventilar, - Transmisión de luz: 60% - SHGC: 0,45 - U value: 3,5 W/m^2/K Comentarios: • Los muros cuentan con altos porcentajes de ventanería, esto significa una alta transferencia de calor con el ambiente exterior, generando espacios fríos. • El vidrio sencillo, claro con película de protección solar permite un alto aprovechamiento de la iluminación natural, sin embargo, no tiene buenas propiedades térmicas. Lo que permite una alta transferencia de calor entre el interior y el exterior.	Muro

Tabla 9. Descripción térmica de la envolvente

3.3. Ventilación Natural

Durante el año, los vientos provienen con mayor frecuencia del Este. La orientación y forma del edificio beneficia el aprovechamiento de los mecanismos de ventilación natural.

Criterio	Condición	Fotos	Desempeño
Uso de ventilación natural	La entidad **utiliza principalmente ventilación natural por medio de las puertas orientadas al oeste y este, e internamente se moviliza por el balcón central y escaleras laterales.** Comentarios: El edificio utiliza ventilación natural como método para garantizar el confort de sus ocupantes, lo cual es un punto positivo para el desempeño energético del edificio.	 **Figura 27. Zonas con ventilación natural - Fuente: TERAO**	Alto
Mecanismo de ventilación natural y renovación del aire	Se utiliza ventilación cruzada y ventilación por efecto chimenea para la ventilación natural, asegurando una renovación constante del aire. Comentarios: Los mecanismos de ventilación podrían funcionar eficientemente, sin embargo, hace falta optimizar el acceso y escape de las corrientes de aire. El sistema de ventilación actual podría ocasionar problemas de calidad del aire.	 principal acceso de ventilación natural, corrientes escape de aire s por efecto chimenea, corrientes de escape de aire por ventilación cruzada. **Figura 28. Ventilación natural - Fuente: TERAO**	Medio
Mecanismos para el ingreso y escape del aire	Para el ingreso de aire se cuenta con mecanismos operables por los usuarios (balcones/puertas). Comentarios. Las puertas principales suelen estar abiertas y permiten el ingreso de aire, sin embargo, los caudales y las corrientes de aire pueden ser insuficientes	 Mecanismos operables de ventilación	Medio

Ventilación natural nocturna	para renovar el aire necesario en todos los espacios. El edificio no utiliza ventilación natural en las noches. Comentarios: Debido a que la temperatura del edificio se estabiliza en las noches en un rango de confort, no requiere de ventilación nocturna. Se recomienda limitarla, teniendo en cuenta que podría ser susceptible a problemas de frío para la jornada del día siguiente.	Alto

Figura 29. Mecanismos de ventilación del edificio: Fuente: TERAO



Figura 30. Mecanismos de ventilación nocturna: Fuente: TERAO

Para recordar - Bioclimática y envolvente:

- **La orientación es poco favorable, debido a que todas las fachadas reciben radiación solar directa en algún momento del año, lo que resulta en deslumbramiento para muchos usuarios y provoca un mayor calentamiento del edificio.**
- Se cuenta con iluminación natural central en todo el edificio, permitiendo iluminar los casillos centrales hasta el primer piso.
- El edificio carece de **protecciones solares externas, como lamas y voladizos, aumentando la exposición a la radiación solar directa** sobre las ventanas, produciendo el deslumbramiento y el calentamiento del edificio.
- Durante la visita, se observó varias **persianas cerradas incluso cuando la radiación solar no es directa**, lo que limita el uso de la iluminación natural. Se recomienda sensibilizar a los usuarios sobre el uso de la luz natural o implementar estrategias de automatización para la operación de luces y persianas.
- **Las propiedades térmicas de la envolvente pueden mejorarse**. Aunque actualmente no impactan directamente el consumo energético debido al uso limitado de aire acondicionado, su optimización podría ser necesaria para mejorar el confort térmico del edificio y evitar la necesidad de aire acondicionado o calefacción.
- **El diseño de ventilación natural actual del edificio podría generar baja calidad del aire**, pero podría resolverse con la instalación de rejillas o ventanas operables. Automatizarlas evitaría mal uso y afectaría el confort higrotérmico.
- **Es necesario controlar la ventilación natural nocturna**, aunque actualmente no se utiliza no es necesaria debido a que las temperaturas nocturnas descienden significativamente (<10°C), lo que podría enfriar en exceso el edificio.

4. Uso del edificio

4.1. Ocupación del edificio

El uso principal que se le da a las instalaciones del edificio es para labores administrativas con espacios tipo oficinas.

Los periodos de desocupación son los sábados a partir del mediodía, domingos y los días festivos según el calendario nacional.

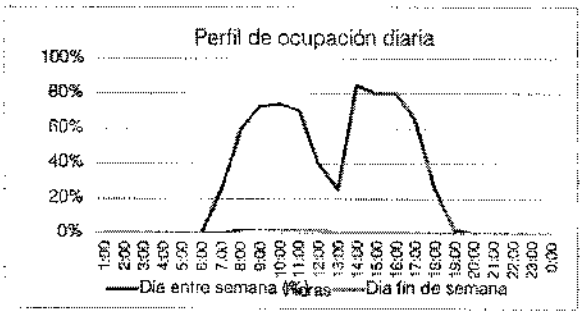


Figura 31. Perfil de ocupación diario del edificio. Fuente: Terao

Ocupación del edificio (N° de personas)			
	Horario	Personal administrativo	Visitantes
Lunes a viernes	7:00 - 18:00	160	10-15
Sábados	7:00- 13:00	2-5	-
Domingo	No hay servicio	No hay servicio	No hay servicio

Tabla 10. Horarios y personal en el edificio. Fuente: Terao

Las vacaciones de los funcionarios se toman en diferentes periodos por lo que no tiene un impacto notorio sobre la ocupación del edificio, por lo que se considerara que la ocupación de los edificios es uniforme durante el año.

Modo de ocupación

La siguiente tabla permite tener valores indicativos sobre la densidad de ocupación de usuarios en los espacios y así, definir los espacios más sensibles por cargas térmicas por ocupación.

Rangos de densidad de ocupación [puestos de trabajo/100 m²]		Zonas concernidas	Porcentaje (%)
Ligera	0	Oficinas abiertas y cerradas	0
Mediana	207.3	Oficinas abiertas y cerradas	31%
Mediana densa	143.4*	Oficinas abiertas y cerradas	21%
Densa	324,25	Oficinas abiertas y cerradas	48%

* Este porcentaje fue calculado en función de las áreas de ocupación continua del edificio.

El 48% de los espacios de ocupación continua tienen una ocupación densa lo que implica que se podrían generar importantes cargas térmicas por ocupación.

4.2. Ofimáticos

4.2.1. Equipos de trabajo de los usuarios

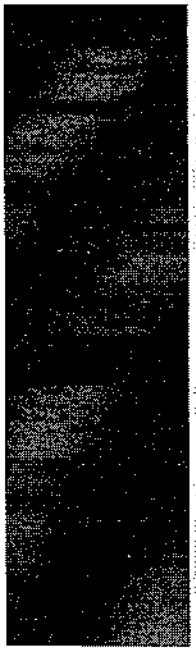
Ofimáticos	Características	Fotografía	Eficiencia
Computadores	• Tipo de computador y cantidad: Torre (27), portátil (0), todo en uno (173). • Apagado automático de pantalla: No • Suspensión automática del equipo: Parcial **Comentario:** Se tiene una alta densidad de equipos todo en uno, los cuales tienen un consumo mayor respecto a los portátiles, lo que representa un impacto negativo en la eficiencia energética	 Figura 32.Equipos de cómputo Fuente: Terao	Media
Impresoras/ Fotocopiadoras	• Tipo de impresora: Multifunción • Cantidad: 25 **Comentarios:** Durante la visita se observa que el equipo estaba apagado, haciendo referencia a uso responsable.	 Figura 33. Impresoras – Fotocopiadoras Fuente: Terao	Media

Tabla 11. Ofimáticos. Fuente: Terao

Nota: La suspensión automática de equipos ofimáticos es una función de gestión de energía que permite ponerlos en un estado de bajo consumo energético después de un periodo de inactividad.

4.2.2. Racks - Servidores y UPS

Cuarto	Características	Fotografía	Eficiencia
Ubicación del cuarto de racks	**Servidores** • Tipo de servidores: Base de datos • Cantidad: 7 incluido el exagrid • Potencia de los servidores*[kW]: 7,323 • Instalaciones renovadas[S/N]: N • Potencia del sistema de aire acondicionado [kW]: 21,8 • Temperatura del aire acondicionado: 20 °C **UPS** • Capacidad UPS (kVA): 2 de 30 kVA, 1 de 15 kVA • Instalaciones renovadas(S/N): No se posee información.		Media



Comentarios:

-Dado que estos cuartos mantienen el aire acondicionado encendido 24/7, se recomienda mejorar la envolvente térmica mediante el aislamiento de muros, cielorraso y la instalación de una puerta atérmica para optimizar la eficiencia energética.

Se evidencio en las visitas que los cuartos de racks tienen ventanas. Las ventanas al tener un alto coeficiente térmico afectarían el rendimiento de los aires acondicionados. Se recomienda sellar el espacio de los racks para tener mejores beneficios con los AA y a su vez, disminuir el consumo energético de los mismo.

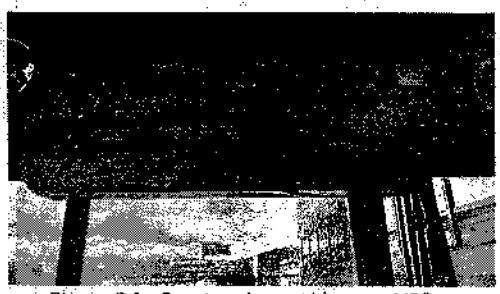


Figura 34. Cuartos de servidores y UPSs - Fuente: Terao



Tabla 12. Servidores y UPS

*La potencia de los servidores y UPS fue identificada por el equipo de Sistemas de la ESDEG.

Virtualización: La virtualización de servidores es una tecnología que permite crear múltiples servidores virtuales, gestionados a partir de un solo servidor físico. Los beneficios asociados al implementar esta tecnología incluyen mayor eficiencia en el uso de los recursos, flexibilidad, disponibilidad y agilidad para acceder a los datos. Además, permite adecuar la infraestructura de TI, es decir, crear o eliminar servidores virtuales en función de las necesidades.

4.3. Mantenimiento del edificio

El objetivo del mantenimiento es garantizar la disponibilidad, seguridad y calidad del servicio que prestan los equipos con los que se realizan cotidianamente las actividades laborales.

Dependiendo de la importancia de los equipos técnicos y su impacto en la operación del edificio, se ejecutan diferentes tipos de mantenimiento siendo correctivo, preventivo y predictivo, por ejemplo, para las luminarias por lo general se le aplica mantenimiento correctivo. Por el contrario, **para ascensores y equipos de aire acondicionado la filosofía de mantenimiento debe ser preventiva**, por motivos de seguridad y confort. Conservando una rutina de revisión en periodos acorde con su funcionamiento.

El edificio tiene bien estructurado el programa de mantenimiento para cada uno de los sistemas del edificio. Este programa funciona bien, acorde a sus frecuencias establecidas, lo que se ve reflejado en el buen desempeño de los equipos.

A continuación, se presentan los aspectos más importantes de las actividades de mantenimiento realizadas a los equipos técnicos del edificio.

Equipos técnicos	Características	Fotografía	Eficiencia
Aire Acondicionado	• Personal dedicado o Contrato de mantenimiento (S/N): N • Buen aspecto y estado de los equipos y/o conductos (S/N): N • Frecuencia de mantenimiento: No se realiza mantenimiento • Tipo de mantenimiento: No se realiza **Comentarios:** El mantenimiento actual se centra en acciones correctivas, lo cual puede ser insuficiente. Para asegurar la eficiencia de los equipos, es importante llevar a cabo jornadas preventivas periódicas, actualizaciones tecnológicas y revisiones de indicadores de diseño eficiente. Se sugiere incluir estos criterios en los planes de mantenimiento. Los equipos requieren mantenimiento frecuente debido a sus condiciones de operación. Los ocupantes señalan que no cumplen con las temperaturas deseadas. Se sugiere reducir las ganancias de calor con estrategias pasivas para mejorar su funcionamiento.	 Figura 35. – Fuente: Terao, visita técnica	Baja
Iluminación	• Personal dedicado o contrato de mantenimiento (S/N): Sí, contrato de mantenimiento • Limpieza de las luminarias (S/N): S • Frecuencia de mantenimiento al año: Semestral. Mantenimiento preventivo (limpieza) **Comentarios:** Se realiza el reemplazo de las luminarias cuando se dañan. Esto es una práctica favorable debido a que se asegura la vida útil de estos elementos.	 Figura 36. – Fuente: Terao, visita técnica	Alta
Planta eléctrica y subestación	• Personal dedicado o contrato de mantenimiento (S/N): Sí • Frecuencia de mantenimiento: Mensual • Tipo de mantenimiento: preventivo y correctivo • El equipo de mantenimiento conoce la gestión de los equipos: Sí **Comentarios:** Para garantizar la eficiencia de estos equipos, se deben realizar inspecciones visuales periódicas, limpieza, lubricación, reemplazo de filtros y aceite,	 Figura 37. – Fuente: Terao, visita técnica	Alta

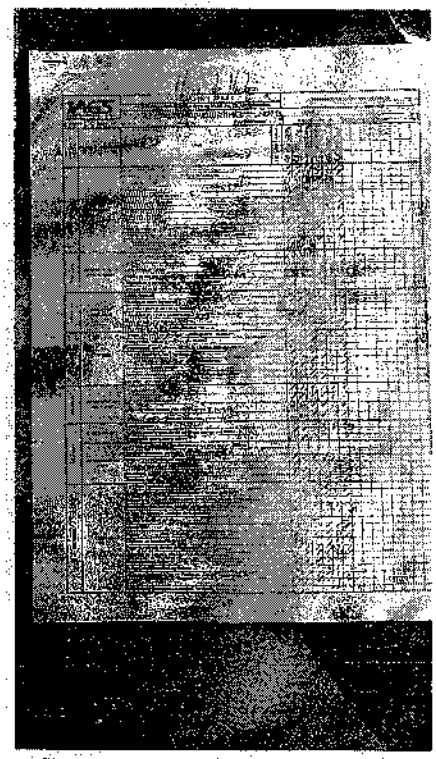
	calibración de sensores y pruebas de funcionamiento.		
Ascensores	• Personal dedicado o contrato de mantenimiento. (S/N): Sí • Frecuencia de mantenimiento: Mensual • Tipo de mantenimiento: preventivo y correctivo • El equipo de mantenimiento conoce la gestión de los equipos: Sí **Comentarios:** Además de modernizar los ascensores con tecnologías más eficientes como los regenerativos, es importante realizar concientización para promover el uso de escaleras. Algunos aspectos de mantenimiento para asegurar la eficiencia de los equipos son: inspecciones periódicas, limpieza, lubricación.		Alta
		Figura 38. Mantenimiento ascensor– Fuente: TERAO	
Motobombas, y sistema contraincendios.	• Personal dedicado o contrato de mantenimiento. (S/N): Sí. • Frecuencia de mantenimiento al año: Semestral. • Tipo de mantenimiento: preventivo y correctivo **Comentarios:** El mantenimiento de este equipo, orientado a garantizar su disponibilidad para emergencias, tiene una frecuencia adecuada. Es fundamental seguir realizando las jornadas periódicas de mantenimiento para asegurar su operatividad.		Alta
		Figura 39. – Fuente: Terao, visita técnica.	

Tabla 13. Mantenimiento del edificio. Fuente: Terao, visita técnica

4.4. Condiciones de confort

Las temperaturas consideradas dentro del rango de confort se determinan conforme a estándares internacionales, los cuales evalúan las condiciones adecuadas para los ocupantes teniendo en cuenta factores como la humedad relativa, la velocidad del aire y la vestimenta de las personas. Para obtener información detallada, se sugiere consultar el anexo 8,3.

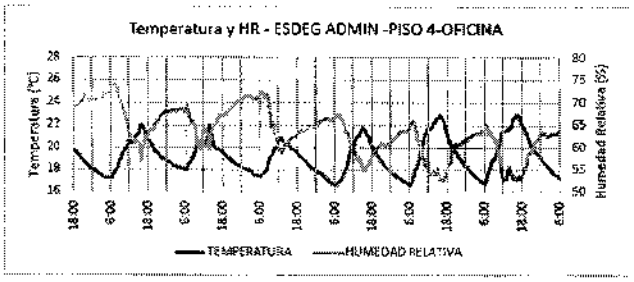
A continuación, se presenta los rangos de temperatura adecuados para garantizar el confort en los espacios en las zonas con ventilación natural y zonas con Aire acondicionado:

Tipo de acondicionamiento	Rango de confort (°C)
Ventilación natural	[19,5-24,5]
Ventilación natural + ventiladores	[19,5-26,3]
Aire Acondicionado	[21-25]
Aire Acondicionado - Ventiladores	[25-27,5]

En el marco de la auditoría energética, TERAO implementó 2 dataloggers termohigrómetros en el edificio de la entidad durante 7 días con mediciones para la monitorear la evolución del confort del edificio. Los puntos de medición fueron: En la oficina de gestión ambiental (sótano) y oficina de Dirección (piso 4). Lo resultados se encuentran en el anexo 8.4

El equipo empleado para realizar la medición de las temperaturas se muestra en el Anexo 8,2

Zona	Temperatura (°C)					
	Entre semana			Fin de semana		
	Max	Pro	Min	Max	Pro	Min
Sótano	21,0	19,9	18,2	19,3	19,0	18,4
Piso 4	22,9	20,6	17,3	21,8	19,7	16,8



De acuerdo con los resultados se observó:

Entre semana:

- El control horario funciona eficientemente. El resultado de la temperatura media en el piso del sótano es de 19,9°C y en el piso 4 de 20,6°C, una diferencia de 0,7°C atribuida a la mayor exposición solar por la altura del piso 4.
- Por las noches, la temperatura disminuye a 18,2°C en el sótano y a 17,3°C en el piso 4. No se requiere de ventilación nocturna debido a que se encuentra debajo del rango de confort; el ventilarlo disminuiría más la temperatura interna del edificio, lo que resultaría en que el edificio en las mañanas este muy frio.
- Los valores promedio de temperatura medidos se encuentran dentro del rango de confort.

Los fines de semana:

- En el Sótano, no se utiliza sistemas de aire acondicionados para regular las zonas del personal por impacto solar, no obstante, se evidencia el impacto en la disminución de la temperatura máxima por la falta de personal, con una variación de 1,7°C
- Al estar más expuesto el Piso 4 a luz solar, varia la temperatura en 0,9°C, demostrando el choque térmico del personal al transitar y el uso de los equipos como computadores, televisores y demás.

Durante la visita se indicó por parte de los usuarios y de los interlocutores del edificio, no existen problemas de calor en los espacios de ocupación continua, por lo que las estrategias para limitar las ganancias de calor no son un objetivo de este proyecto.

Para recordar: Uso del edificio

- El 48% de los espacios con ocupación continua presentan una alta densidad de ocupación, lo que genera cargas térmicas significativas.
- Se observa un mayor número de equipos ofimáticos tipo todo en uno (173 unidades), que consumen más energía que los portátiles. Se recomienda sensibilizar a los empleados sobre el uso eficiente de los equipos (apagado de pantalla y suspendido automático) y, en futuras adquisiciones, optar por modelos con mejores características de consumo energético.
- Se recomienda sensibilizar a los ocupantes sobre la selección de temperaturas óptimas de operación, entre 23,5°C y 24,5°C según estándares de confort ASHRAE 55. Es fundamental verificar que los termostatos y los equipos mantengan las condiciones de confort requeridas.
- Los niveles de temperatura registrados tienen un mínimo de 21,8°C y 22,9°C, manteniéndose dentro de los rangos de confort en los periodos de ocupación.
- Los ventiladores mejoran la sensación térmica en 2-3°C y consumen alrededor de 20 veces menos energía que un aire acondicionado. Se recomienda implementar estos equipos para:
  - Evitar el uso de aire acondicionado en los periodos en que sea posible.
  - Operar el aire acondicionado con temperaturas entre 26°C y 28°C con el uso simultaneo de ventiladores. Cada °C que se sube la temperatura del AA ahorra alrededor de un 8% en electricidad.

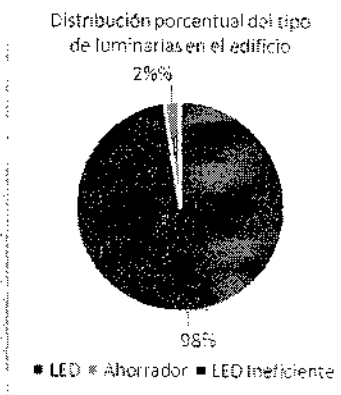
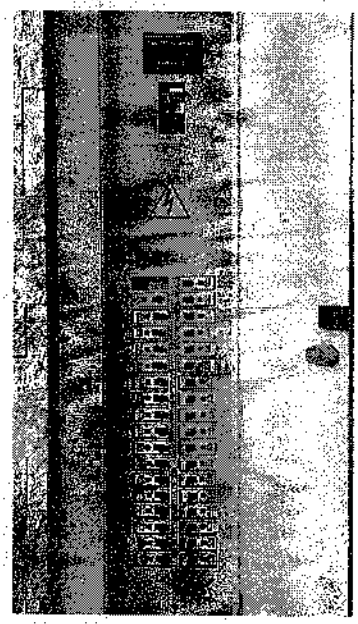
5. Equipos técnicos

5.1. Electricidad

Sistema	Características	Foto	Eficiencia
Transformador	• Potencia del transformador [kVA]: 300 • Cantidad: 1 **Comentarios:** La alimentación eléctrica del edificio se lleva a cabo mediante la subestación eléctrica que alberga los transformadores de 300 KV. En caso de algún problema en este circuito, o corto en el suministro de energía, el edificio dispone de una planta eléctrica de respaldo de 320, las cuales son utilizadas pocas horas al mes.	 Figura 40. – Fuente: Terao, visita técnica.	Alto
Distribución / Diagrama unifilar	• Lógica de distribución: La energía llega principalmente a la acometida principal, y se distribuye a los tableros normales y de iluminación por piso existe una línea para la UPS de servidores y tomas regulado. **Comentarios:** No es posible realizar un diagrama unifilar debido a que no se cuenta con la información asequible en cada tablero.	 Figura 41. Tablero principal de distribución– Fuente: Terao, visita técnica.	Bajo

Tabla 14. Electricidad. Fuente: Terao

5.2. Iluminación

Criterio	Características	Fotos	Eficiencia
Tipo de luminarias	• Iluminación eficiente: 98 % • Iluminación ineficiente:2 % • Uso de luminarias dimerizables en zonas con luz natural (S/N): No Comentarios: Existe un gran avance en la transición de iluminación fluorescente a LED. En zonas con altos ingreso de iluminación natural, se puede usar luces dimerizables que se ajustan según la luz natural, reduciendo así el consumo de energía. Inventario en anexo 8,5	 Figura 42. Uso de luminarias – Fuente: TERAO	Medio
Sectorización de la iluminación	• Las luminarias se agrupan por pequeñas zonas(S/N): Sí • Las luminarias se agrupan para aprovechar la luz natural (S/N): Parcialmente **Comentarios:** La sectorización funciona según la separación de los espacios tal como: oficinas abiertas, oficinas cerradas, pasillos, cuartos técnicos baños. Se evidenció que algunas oficinas cerradas que están ubicadas próximas a las ventanas, pueden aprovechar en mayor proporción la iluminación natural, mediante dimerización de luminarias. La sectorización actual permite ahorrar energía ya que se pueden encender las luces por zonas, además, facilita la implementación de equipos de gestión de la iluminación, sensores de presencia y sensores luz día.	 Figura 43. Sectorización de la iluminación para un piso tipo – Fuente: TERAO	Alto
Gestión de la iluminación	• Sensores de presencia (S/N): Si • Sensores luz día(S/N): No • Programación horaria (S/N): No **Comentarios:** Durante la visita se observaron espacios desocupados o con suficiente iluminación natural, pero con las luces encendidas, lo que genera consumos innecesarios. Durante la visita se observó que en general los usuarios gestionan la iluminación de manera responsable.	 Figura 44. – Fuente: TERAO, visita técnica	Bajo

Durante la visita técnica se observó que, en algunos espacios con buen acceso de iluminación natural, se desconectan algunas luminarias, lo cual es buena práctica, porque se reduce el consumo energético, incluido el asociado a las cargas vampiro.

Nota: Las cargas vampiro es la energía que los equipos, en este caso luminarias siguen consumiendo cuando está apagada. Dado que las luminarias son LED, el consumo asociado a estas cargas se considera muy pequeño, sin embargo, a largo plazo puede ser considerable.

Potencia instalada promedio del edificio (LPD)

- Potencia instalada (W): 21 355
- Densidad de potencia instalada (W/m2): 4,9

Comentarios:

- La densidad de potencia instalada es un 27% menor que los límites máximos permitidos por estándares internacionales, tomando como referencia para oficinas un valor de 6,7 W/m2. Se considera eficiente estar un 35% por debajo de este límite, es decir 4,7 W/m2.
- Algunas zonas tienen demasiadas luminarias o luminarias de mayor potencia de la necesaria, lo que incrementa la potencia instalada y el consumo energético.
- Los objetivos de densidad de potencia instalada se alcanzarán cuando:
  - Se complete la transición total a luminarias LED,
  - Se redistribuyan las luminarias de los puestos y las zonas de trabajo.
  - Se optimice el número y tipo de luminarias en función del uso de los espacios y de los requerimientos de los niveles de iluminación óptimos.
  - La eficiencia de la densidad de potencia instalada en un espacio depende de la potencia, el área iluminada, la cantidad y el rendimiento de las luminarias. En este caso, el edificio no es eficiente, ya que en algunos espacios pequeños se han instalado luminarias de alta potencia

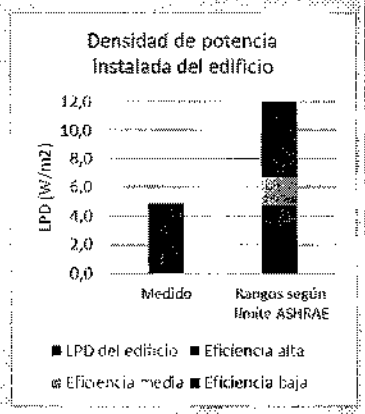


Figura 45. Densidad de potencia instalada del edificio según la ASHRAE – Fuente: TERAO

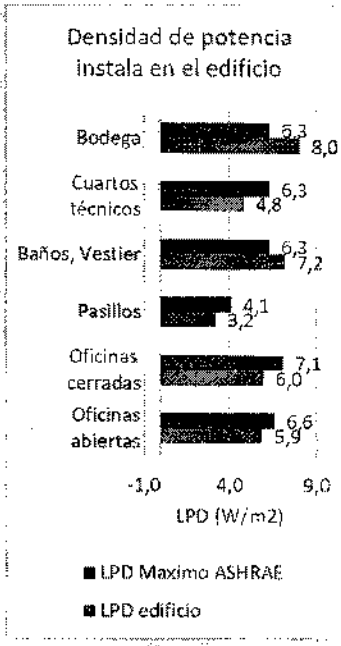
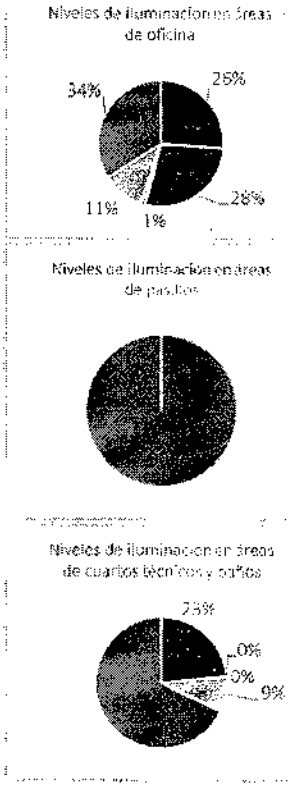
Potencia instalada espacio por espacio, usando indicadores de ASHRAE 90.1 de 2019	• Espacios con potencia instalada eficiente: Pasillos • Espacios con potencia instalada aceptable: Pasillos y baños y vestier • Espacios con potencia instalada ineficiente: Bodegas, cuartos técnicos, oficinas abiertas, oficinas cerradas.	 **Figura 46. Densidad de potencia instalada del edificio según la ASHRAE – Fuente: TERAO**	Medio
Niveles de iluminación	Cada espacio necesita un nivel de iluminación apropiado para permitir la realización efectiva de las tareas sin causar fatiga visual. En Colombia, estos niveles están definidos por la norma RETILAP y a nivel internacional, se toma como referencia la norma EN 12464-1. Niveles óptimos de iluminación permiten garantizar el confort y la salud de los ocupantes, previniendo el cansancio visual y problemas como dolor de cabeza En oficinas que es el uso principal de la entidad: • Área con niveles óptimos: 1% • Área con niveles bajos: 54% • Área con niveles ineficientes: 45% **Comentarios:** El 35% de los puestos de trabajo presentan niveles de iluminación bajos debido a una ubicación inadecuada de las luminarias; reorganizarlas según la disposición de los puestos mejorará la iluminación, optimizando la densidad de potencia, el confort y el consumo energético. Detalle sobre las normas RETILAP y EN 12465 en el anexo 8,6 Información sobre el equipo de medición utilizado en el anexo 8,2		Media

Tabla 15. Iluminación. Fuente: Terao

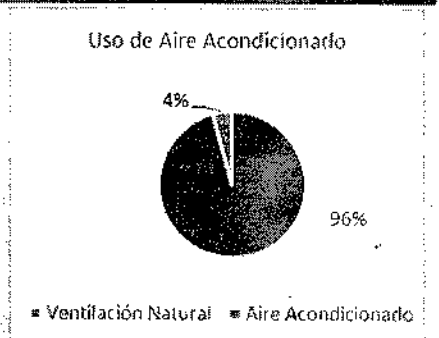
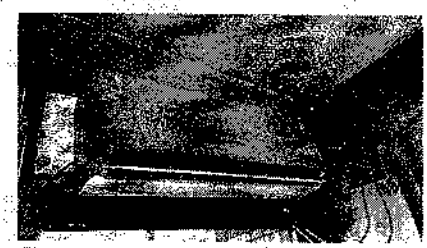
Para recordar: Iluminación

- Se hizo la transición de iluminación fluorescente a tecnología LED a finales de 2018 y 2029, la iluminación LED corresponde al 98% de la potencia instalada en el edificio usada principalmente en los espacios de ocupación continua.
- El 2% de las luminarias son ahorradoras remplazarlas tendrá un alto impacto energético, se recomienda un cambio progresivo para aprovechar toda su vida útil.
- Se usan los interruptores para gestionar la iluminación en las diferentes áreas, los baños cuentan con tecnología de sensores para iluminación automática y no tener consumo cuando no hay personal en circulación. Se evidenciaron oficinas con luces prendidas, desocupadas y persianas cerradas sin darle entrada a luz natural, afectando el consumo de energía.
- La **densidad de potencia instalada** en el edificio es eficiente 4,9 W/m². Al hacer un análisis por uso de los espacios se observó que:
  - En pasillos y baños/ vestier la densidad de potencia instalada es aceptable.
  - Los valores sobrepasan los límites recomendados en:
    - Las oficinas cerradas, oficinas abiertas, cuartos técnicos
    - Se sobrepasa por el exceso de luminarias que se tiene por metro cuadrado.
- El 34% de los puestos de trabajo presenta niveles de iluminación elevados (>600 lx), lo que incrementa el consumo eléctrico. En contraste, el 26% de los espacios tiene niveles bajos de iluminación debido a una mala ubicación de las luminarias. Reorganizar las luminarias según la disposición de los puestos mejorará la iluminación y optimizará la densidad de potencia, el confort y el consumo energético.

5.3. HVAC

HVAC corresponde a *Heating Ventilation and Air Conditioned* que en español significa Calefacción ventilación y aire acondicionado, en adelante se utilizarán estas siglas. Para el caso de estudio, ya que no hay uso de calefacción, las siglas harán referencia a ventilación mecánica (VM) y aire acondicionado (AA).

En la siguiente tabla se describen las características principales de los equipos de aire acondicionado del edificio.

Criterio	Características	Fotos	Desempeño
Aire acondicionado y ventilación mecánica	• En el edificio se utiliza: o Aire Acondicionado (AA): 4% • Equipos con eficiencia < 3,2 COP: 75% **Comentarios:** • El porcentaje de uso de AA puede considerarse ineficiente ya que las condiciones climáticas permiten evitar el uso de estos sistemas. En el anexo 8,9 se presenta el listado de equipos de los sistemas HVAC.	 **Figura 47. Uso de Aire acondicionado – Fuente: TERAO**	Alto
Gestión de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica.	Aire acondicionado para confort • Temperaturas de consigna: N/A • Horarios de uso y frecuencia: N/A **Comentarios:** El edificio no cuenta con equipos de aire acondicionado para el confort, lo que se considera eficiente y por consiguiente este numeral no aplica. Cuartos técnicos • Temperaturas de consigna: 17°C • Horarios de uso y frecuencia: 24/7 **Comentarios:** El cuarto del piso 2 contaba con los aires acondicionado-apagados, en el piso 3 se utilizan temperaturas bajas.	N/A  **Figura 48.Equipos de aire acondicionado con temperatura de 16°C – Fuente: TERAO**	N/A Medio

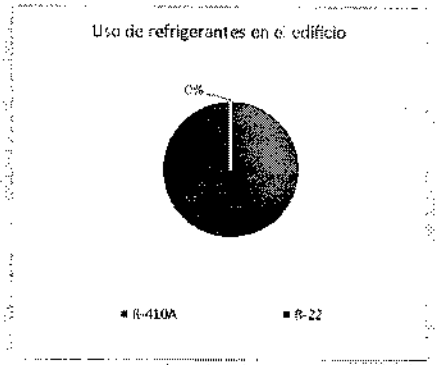
Tipo de refrigerante en equipos de Aire acondicionado	• Equipos con refrigerante R-22: 0% • Equipos con refrigerante R-410/R-134: 100% • Equipos con refrigerantes naturales o el tipo HFO: 0% Comentarios: En futuras renovaciones se recomienda seleccionar la clase A o B, que según RETIQ, corresponden a eficiencias superiores a 3,5 W/W en equipos individuales y 4,4 W/W en equipos centrales.	 Figura 48. Porcentaje de uso de refrigerantes	Alto
Unidades exteriores	• Ubicación de las unidades exteriores: 4 • Equipos expuestos a radiación directa (S/N): No **Comentarios:** • Las unidades exteriores cuentan con las protecciones adecuadas para su funcionamiento, siendo protegidas por un marco,	 Figura 49. Porcentaje de uso de refrigerantes	Alto

Tabla 16. Sistemas HVAC del edificio. Fuente: Terao

Para recordar: Aire acondicionado

- El edificio cuenta con 4 % de AA en el total de su área. 50% de los aires se utilizan en regular la potencia de los RACKS ubicados en el piso 2 y 4, representando el mayor consumo energético debido a su funcionamiento 24 horas al día los 7 días de la semana.
- Se tiene un 100% de los AA funcionando con refrigerante R-410ª, siendo el idóneo para la operación por sus propiedades de enfriamiento y eficiencia energética.
- **El edificio contaba con AA únicamente en el centro de Datos** (1% del área total del edificio). Los demás cuartos de racks se benefician de ventilación natural eficiente, que garantiza temperaturas operativas óptimas para el uso de estos espacios (inferiores a 26°C).
  - **Esta práctica optimiza el desempeño energético de la edificación**, ya que es común observar que aun en climas fríos los edificios implementan aire acondicionado en los cuartos de racks.

5.4. Plomería

En la siguiente tabla se presentan las características de los equipos de plomería que corresponden al sistema hidrosanitario y contraincendios.

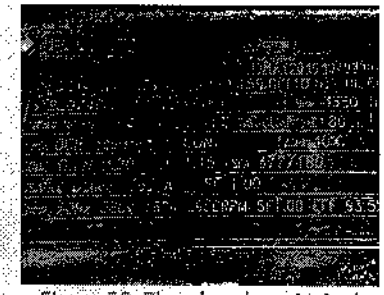
Bombas	Características	Fotos	Desempeño
Bombas hidrosanitarias	Tipo 1: Bomba agua potable • Potencia: 10 HP (7,46 kW), • Cantidad: 3 • Marca: Barnez Tipo 2: Bomba aguas negras (SUMERGIDA) • Potencia: 1 HP (0.702 kW) (HIPOTESIS) • Cantidad: 2 • Marca: IHM **Comentarios:** Estas bombas funcionan de manera alterna en función de la demanda. Según las mediciones realizadas, los variadores de velocidad evitan que los equipos trabajen a máxima potencia, manteniendo consumos de energía muy bajos a lo largo del tiempo. Sin estos equipos, los consumos de bombas serían representativos.	 Figura 49. Placa bomba hidrosanitaria. Fuente: Terao, visita técnica	
Bombas sistema contraincendios	Bomba principal • Potencia: 2 HP (1.404 kW) • Cantidad: 1 • Marca: IHM Comentarios: Este equipo está configurado para funcionar en casos de emergencia, por lo tanto, no es una fuente de consumo significativa.	 Figura 50. Placa bomba principal contraincendios. Fuente: Terao, visita técnica	N/A

Tabla 17. Equipos de plomería. Fuente: Terao

5.5. Ascensores

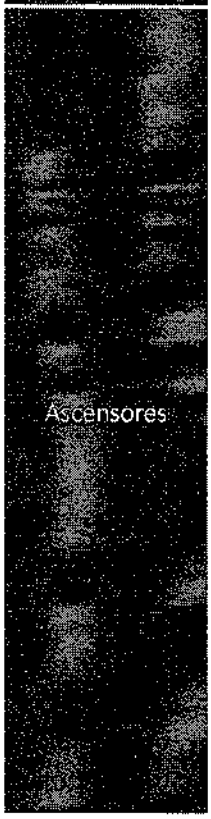
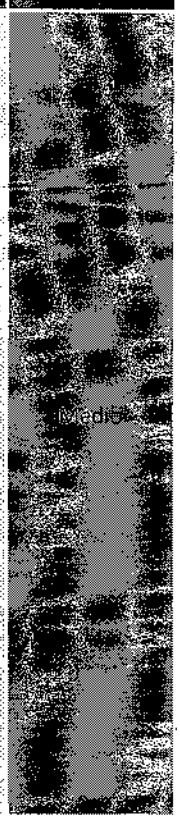
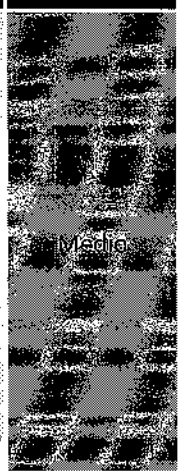
Ascensores	Características	Fotos	Desempeño
	• Cantidad: 1 • Marca: Integral • Capacidad: 10 personas (700 kg) • Potencia: 8 kW • Mecanismo de regeneración: No • Número de paradas: 6 • Año fabricación/instalación: 1997 **Comentarios:** • Se recomienda continuar con campañas de sensibilización para usar el ascensor solo en recorridos mayores a 4 pisos e implementar jornadas sin ascensor, acompañadas de material visual sobre el ahorro energético. Además, se debe garantizar el cumplimiento de la vida útil del ascensor, que puede superar los 30 años con un buen mantenimiento, incluso puede ser superior.	 Figura 51. Motor para el ascensor	

Tabla 18. Ascensores del edificio. Fuente: Terao, visita técnica

Nota: Los ascensores regenerativos aprovechan la energía cinética generada durante el frenado para convertirla en electricidad, la cual puede ser devuelta a la red eléctrica o para alimentar otros equipos. Esta tecnología permite reducir el consumo eléctrico y sus costos asociados.

5.6. Equipos de usos varios

Equipos	Características	Fotos	Desempeño
	Televisores • Potencia: 0,2 kW • Cantidad: 41 Microondas • Potencia: 1 kW • Cantidad: 22 Dispensador de agua fría y caliente • Potencia: 0,12 kW • Cantidad: 1 Nevera • Potencia: 0,35 kW (máxima) • Cantidad: 8 Pantallas	 	

- Potencia: 0,2 kW
- Cantidad: 2

Ventilador

- Potencia: 0,06 kW
- Cantidad: 6

Purificador de aire

- Potencia: 0,06 kW
- Cantidad: 2

Fotocopiadora

- Potencia: 0,2-0,5 kW
- Cantidad: 20

Greca

- Potencia: 1,6 kW
- Cantidad: 4

VideoBeam

- Potencia: 3,2 kW
- Cantidad: 0,5

Cafetera eléctrica

- Potencia: 0,6 kW

Comentarios:

- Se identificaron equipos encendidos sin uso, que podrían permanecer así durante periodos de desocupación o generar consumo energético debido a cargas en reposo.

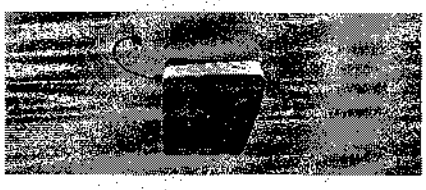






Figura 51 Equipos de uso varios en el edificio – Fuente: TERAO

Tabla 19. Equipos de usos varios. Fuente: Terao, visita técnica

Para recordar:

- La red hidrosanitaria cuenta con **3 bombas de 10 HP (7,021 kW) las cuales operan para todo el edificio** para el análisis energético, se estimó el consumo de los equipos multiplicado por el coeficiente de variación de la manzana Liévano
- Para el análisis energético, las bombas función directamente por la demanda diaria del personal del edificio. Implementar un variador de velocidad, permitiría que la potencia sea regulada respecto al consumo de agua que se requiera.
- Los ascensores al tener un año de construcción a 20 años, no cuenta con tecnología de regeneración, no obstante, se recomiendan políticas de concientización para evitar el uso entre pisos menores a 4 pisos de diferencia.
- Los equipos varios tienen alta densidad, principalmente en cafetería (microondas) y oficinas (televisores), siendo un uso representativo en el consumo energético.

6. Análisis energético

6.1. Facturas y análisis de los consumos reales

6.1.1. Análisis del consumo energético

La empresa comercializadora de energía es ENEL. El edificio es un usuario regulado. La factura eléctrica es única en toda la entidad.

La siguiente figura permite observar la evolución del consumo mensual de las oficinas entre 2021 y 2024.

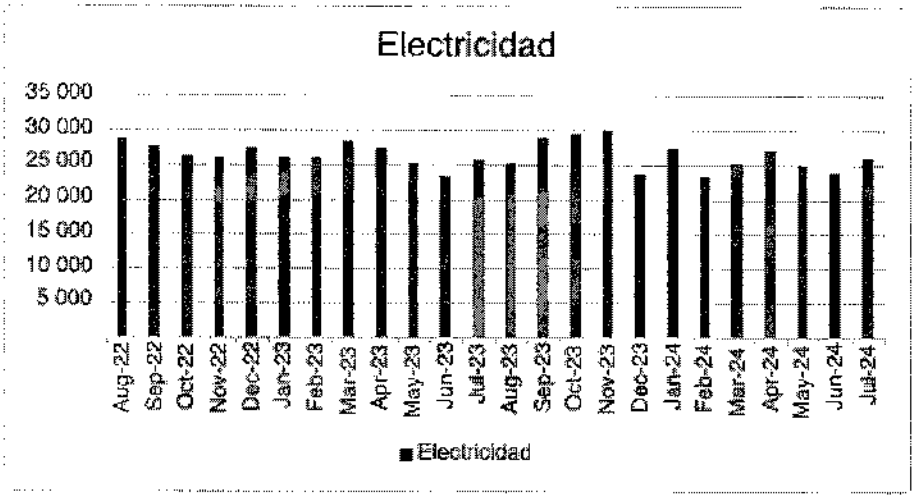


Figura 52. Evolución consumo mensual del edificio. Fuente: Terao

Para establecer la linea base de consumo, se tiene la metodología expuesta en la Resolución 016 de 2024 de la UPME. A partir de esta metodología se establece el periodo de línea base entre 2022-2024. Para más información de la resolución y metodología de cálculo ver anexo 8,13

Mes	2022 (kWh)	2023 (kWh)	2024 (kWh)
Enero	28 940		
Febrero	28 728		
Marzo	33 174		
Abril	29 754		
Mayo	30 438		
Junio	29 754		
Julio	32 832		
Agosto	28 728		
Septiembre	27 702		
Octubre	28 334		
Noviembre	29 922		
Diciembre	27 360	23 598	

Año 1
Año 2

Tabla 20. Evolución de los consumos (Facturas) entre 2022 y 2024. Fuente: ESDEG

Tomando este periodo de dos años, se tiene certeza que los datos representan las condiciones normales de operación del edificio. En vista de lo anterior, y tomando el método de valor absoluto de energía para establecer la línea base, los consumos quedan organizados de la siguiente manera:

Mes	Año 1 [kWh]	Año 1 normalizado [kWh]	Año 2 [kWh]	Año 2 normalizado [kWh]
Enero	25 992	25 992	27 360	27 360
Febrero	25 982	25 982	23 255	23 255
Marzo	28 334	28 334	25 308	25 308
Abril	27 360	27 360	27 018	27 018
Mayo	25 191	25 191	24 966	25 827
Junio	23 340	23 340	23 940	23 940
Julio	25 650	24 823	25 950	25 113
Agosto	28 728	28 728	25 308	26 181
Septiembre	27 702	27 702	29 070	25 650
Octubre	26 334	26 334	29 508	30 526
Noviembre	25 922	25 922	30 096	30 096
Diciembre	27 360	27 360	23 598	23 598
Promedio mensual	26 491	26 422	26 281	26 196

Tabla 21. Periodos línea base y consumos normalizados. Fuente: TERAO

La columna de consumo normalizado corresponde a un arreglo que se realiza para ajustar los valores a un periodo fijo de 30 días, teniendo en cuenta que los días de facturación pueden ser mayores o menores a 30 días. Para la construcción de la línea base se tienen en cuenta los datos normalizados.

Teniendo en cuenta los datos del promedio mensual, se determina el intervalo de confianza que corresponde a ± 10% del promedio. A continuación, se presenta los consumos normalizados y el intervalo de confianza:

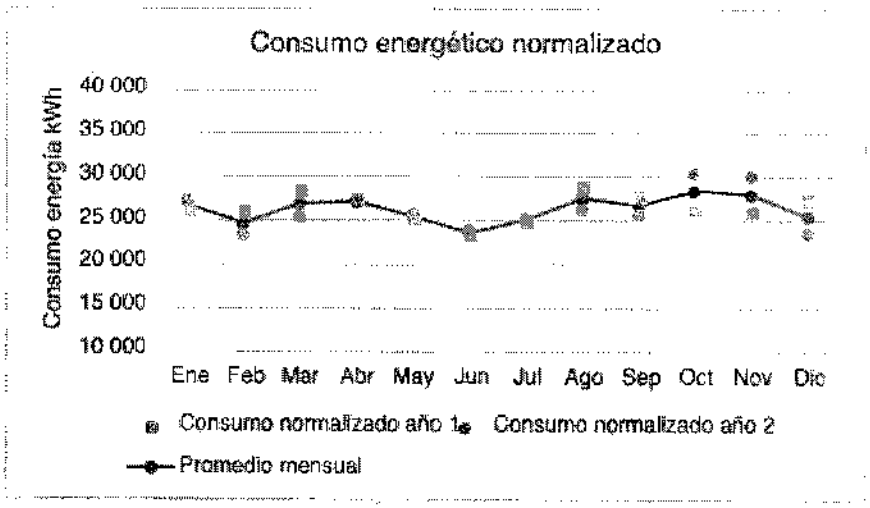


Figura 53. Intervalo de confianza. Fuente: TERAO

Teniendo en cuenta los datos del promedio mensual, se determina el intervalo de confianza que corresponde a ± 10% del promedio, como se muestra a continuación:

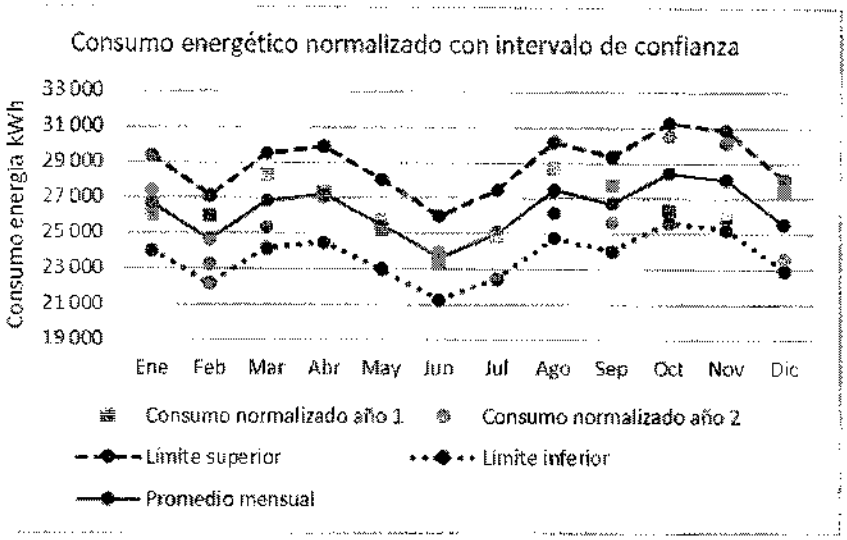


Figura 54. Intervalo de confianza. Fuente: TERAO

Como se observa en la figura anterior, todos los datos normalizados del periodo base están dentro del rango de confianza, por lo tanto, se considera que representan un dato significativo de consumo de la energía en dicho periodo.

Posteriormente, se identifica el potencial de ahorro teniendo en cuenta el valor mínimo por mes. En la siguiente figura se presenta la línea base que corresponde al promedio del mes y la línea meta que representa los ahorros por mejor desempeño energético.

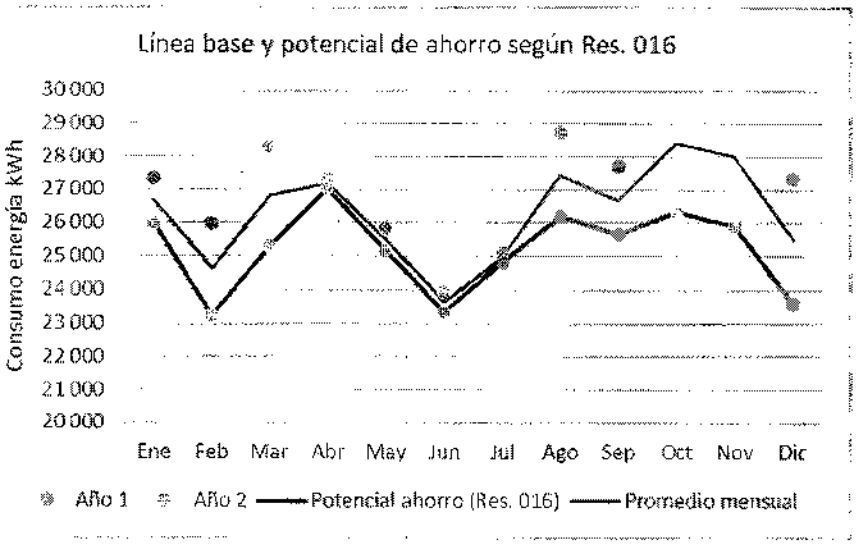


Figura 55. Potencial de ahorro. Fuente: Terao

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Promedio	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Ahorro	
Enero	25 992	27 360	26 676	24 008	29 344	25 992	684	3%
Febrero	25 982	23 255	24 619	22 157	27 080	23 255	1 364	6%
Marzo	28 334	25 308	26 821	24 139	29 503	25 308	1 513	6%
Abril	27 360	27 018	27 189	24 470	29 908	27 018	171	1%

Mayo	25 191	25 827	25 509	22 958	28 060	25 191	318	1%
Junio	23 340	23 940	23 640	21 276	26 004	23 340	300	1%
Julio	24 823	25 113	24 968	22 471	27 465	24 823	145	1%
Agosto	28 728	26 181	27 454	24 709	30 200	26 181	1 274	5%
Septiembre	27 702	25 650	26 676	24 008	29 344	25 650	1 026	4%
Octubre	26 334	30 526	28 430	25 587	31 273	26 334	2 096	7%
Noviembre	25 922	30 096	28 009	25 208	30 810	25 922	2 087	7%
Diciembre	27 360	23 598	25 479	22 931	28 027	23 598	1 881	7%
Promedio	26 422	26 156	26 289	23 660	28 918	25 218	1 072	4%

Tabla 22. Potencial de ahorro. Fuente: Terao

La tabla y gráfica anterior presentan la **línea base energética del edificio: 26 289 kWh/mes, o 315 469kWh/año, o 72 kWh/m2/año.** Además, se puede concluir que en cada mes hay por lo menos un dato por debajo de la línea base o promedio, por lo que el edificio puede reducir su consumo al periodo donde operó con mayor eficiencia. El valor promedio de potencial de ahorro mensual ajustado es de 4 %.

6.1.2.Análisis del precio del kWh

Por medio de las facturas expedidas por CODENSA, empresa prestadora de servicio eléctrico, se identifica la evolución del precio del kWh de los últimos años.

Precio del kWh en facturas

COP/kWh	2022	2023	2024
Ene		597	702
Feb		596	729
Mar		666	704
Abr		621	729
May		629	728
Jun		704	780
Jul		790	729
Ago	565	539	
Sep	577	736	
Oct	579	544	
No	582	675	
Dic	580	698	
Prom.	576	664	729

Tabla 23. Precio del KWh en facturas. Fuente: Terao

Precio del kWh considerando energía fotovoltaica

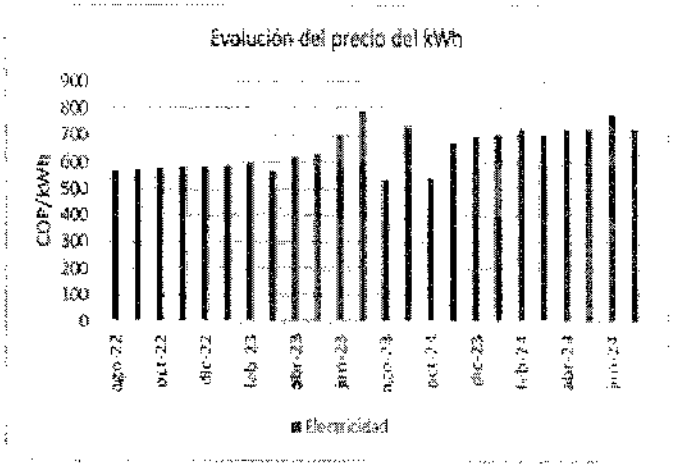


Figura 56. Evolución del precio del kWh. Fuente: Terao

- El precio del kWh en las facturas eléctricas ha aumentado un 14% entre 2023 y 2024.
- La forma más efectiva de reducir el consumo energético es mediante eficiencia energética. Se recomienda implementar medidas progresivas y, como último paso, instalar paneles fotovoltaicos, ya que la energía más económica es la que no se consume.
- Ante el aumento constante del costo del kWh, es crucial implementar estrategias de ahorro en los distintos consumos eléctricos del edificio para limitar los gastos energéticos.

Para obtener un cálculo más preciso de los ahorros financieros en las estrategias de eficiencia energética, se utilizará el precio promedio del kWh de las facturas eléctricas entre enero y julio de 2 024, que es de 729 COP.

En el mercado regulado, el valor de la tarifa por cada kWh se determina por una fórmula tarifaria establecida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, entidad encargada de regular el sector eléctrico en la Resolución 119 de diciembre de 2007. Esta fórmula depende de los componentes de la generación, transmisión, comercialización, pérdidas reconocidas y restricciones. El componente de generación es el más variable, depende del comportamiento de la hidrología, que determina la composición de la oferta entre la energía de origen hídrico y la de origen térmico que es más costosa.

Con una mayoría de generación de electricidad por hidrología, los fenómenos climáticos impactan directamente el precio de la energía en Colombia.

6.1.3. Análisis de los costos del consumo energético

A continuación, se estudian los costos mensuales relacionados con el consumo de energía. Los valores incluyen la suma de la energía activa, la energía reactiva y las contribuciones.

Mes	2022	2023	2024
Enero		15 247 191	19 217 800
Febrero		15 491 146	16 944 409
Marzo		16 024 571	17 808 590
Abril		16 981 884	19 686 263
Mayo		15 854 523	18 806 508
Junio		16 435 230	18 680 040
Julio		19 615 980	18 298 213
Agosto	16 244 495	14 108 808	
Septiembre	15 977 622	18 888 260	
Octubre	15 239 735	16 608 340	
Noviembre	15 081 297	20 244 216	
Diciembre	15 875 049	16 476 490	
Promedio anual	15 683 640	[illegible]	18 491 689
Promedio mensual	188 203 675	$261 976 639	221 900 266

Tabla 24. Evolución costos de energía. Fuente: Terao

En los últimos tres años el costo energético fue de 17 076 527 COP/mes o el equivalente a 204 918 329 COP/Año.

Aunque los consumos han disminuido un 3,86 % en 2024 en comparación con 2023, los costos asociados han experimentado un incremento mucho más significativo del 10%, debido al aumento en el precio del kWh. **Por el incremento del precio del kWh en este periodo de tiempo, la entidad ha incrementado sus gastos asociados al consumo eléctrico en alrededor de 26,9 MCOP/año.**

6.2. Comparación de los datos de consumo

Para tener un punto de vista sobre los datos de consumo, se hizo una comparación con otros indicadores de edificios tipo oficinas en clima frío:

- Previas auditorías.
- La resolución 549 que aplica para edificios nuevos.
- Las metas de ahorro del PND.

En de las auditorías realizadas por TERAO y estudios de casos específicos (más de 47 estudios de auditorías energéticas en Colombia), se establece una base de consumos promedios observados en los edificios ya estudiados entre 2012 y 2021. El consumo promedio de los ya estudiados en esa zona climática para edificios tipo oficinas es de 80 kWh/m²-año.

La línea-base en la **resolución 549 de 2015** de consumos para edificios tipo oficinas que aplica para edificios nuevos en clima frio (recuadro rojo) es de 81,2 kWh/m2-año.

kWh/m²-año	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Hoteles	96,1	151,3	132,5	217,8
Hospitales	249,6	108,3	344,1	344,1
Oficinas	81,2	132,3	318,2	221,3
Centros comerciales	403,8	187,8	187,8	231,5
Educativos	40,0	44,0	72,0	29,8
Vivienda no VIS	46,5	48,3	36,9	50,2
Vivienda VIS	44,6	44,0	34,6	49,3
Vivienda VIP	48,1	53,3	44,9	50,6

Figura 57. Línea base de consumo de energía en edificios nuevos. Fuente: Resolución 549 de 2015

De acuerdo con la resolución 549 de 2015, para una edificación tipo oficinas en clima frio, se debe alcanzar un ahorro de 30%, teniendo como indicador un consumo de 57 kWh/m2-año.

Hay que tener en cuenta que la Resolución 549 solo se aplica para edificios nuevos y que solo se usan aquí esos datos como valores indicativos.

La modificación realizada en el *artículo 30* de la ley 1715 de 2014 mediante la ley 2294 de 2023 permite trazar metas claras, que conducirán a reducir los daños ocasionados al ambiente por los altos consumos y generar ahorros considerables a las edificaciones en términos energéticos y económicos.

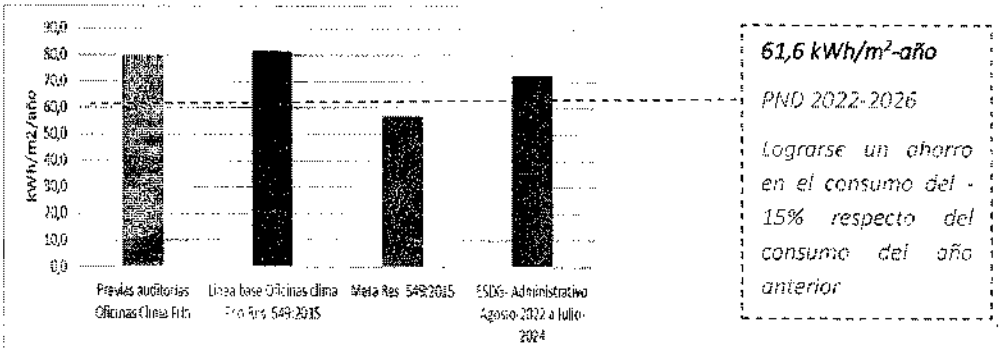


Figura 58. Comparación del consumo anual del edificio según otros datos en el mismo clima. Fuente: Terao

En comparación con previas auditorias, y la resolución 549 (que aplica para construcciones nuevas) los datos permiten evidenciar que el consumo del edificio es un 9,4 % menor respecto a indicadores de edificios de tipología de oficinas en la misma zona climática.

No obstante, existe un potencial de disminución de los consumos de energía a través de las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico.

Para cumplir con los objetivos del PND 2022-2026 se deberá reducir el consumo en un 15%, es decir, alcanzar un consumo energético final de 22 345 kWh/mes o 61,6 kWh/m²/año.

6.3. Distribución de consumos

A continuación, se presenta la distribución del consumo de energía por categoría. Para servidores y UPS, se establecieron los datos de consumo a partir de las mediciones de energía realizadas en la entidad (ver anexo 8.15). Para las demás categorías el consumo se estimó según el inventario de equipos junto con sus características operacionales, con lo que fue posible hacer una reconstrucción de los consumos facturados.

Por otra parte, para consolidar los valores, mediante la herramienta EDGE se contemplan los valores teóricos con el objetivo de verificar la distribución (Anexo 8.13). De lo anterior, resulta la siguiente distribución de los consumos y costos:

Categorías	Distribución teórica (%)	Consumo promedio anual por m2 (kWh/m²-año)	Consumo anual teórico por categoría (kWh)	Valor facturado anual estimado por categoría* (COP)
Aire Acondicionado	7,1	5,2	22 496	16 391 500
Ofimáticos	14,8	10,8	46 798	34 098 852
Iluminación	14,1	10,2	44 480	32 409 369
Bombas	3.7	2,7	11 711	8 533 285
Ascensores	1,3	0,9	3 960	2 885 396
Servidores y UPS	21,8	15,8	68 784	50 118 295
Varios	37,2	26,9	117 240	85 425 423
Total energía	100	72,5	315 469	229 862 120

Tabla 25. Distribución de consumos y precios por categoría. Fuente: Terao

* Se tomó como precio del kWh el correspondiente entre enero y julio de 2024 (729 COP)

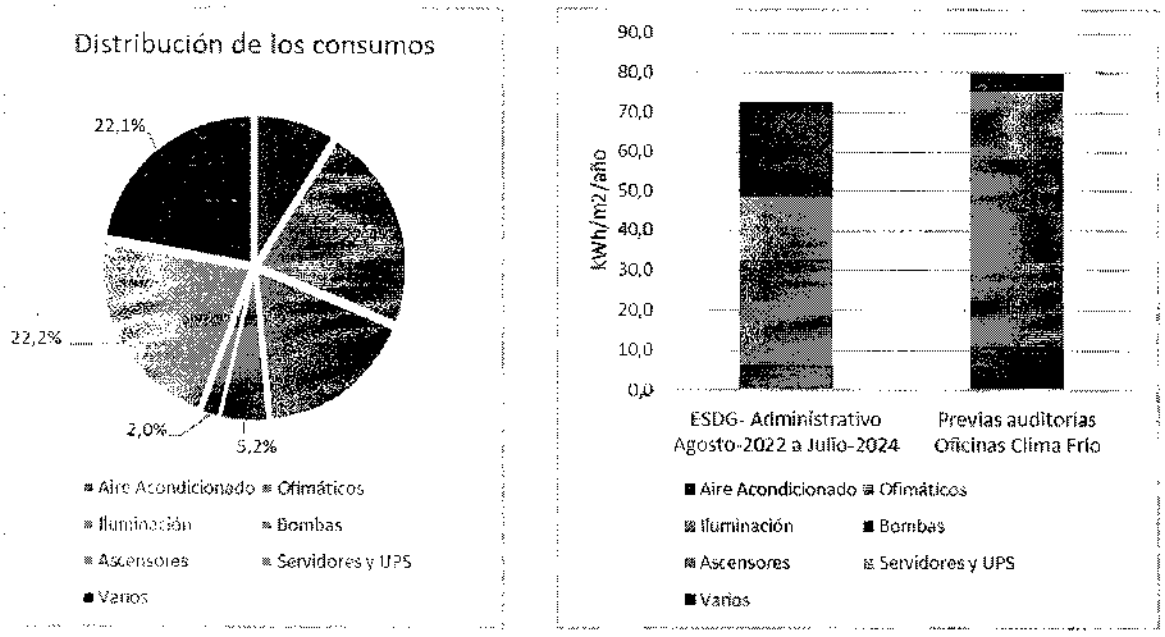


Figura 59. Estimación de la distribución de los consumos del edificio vs indicadores de previas auditorías. Fuente: Terao

Análisis

- El edificio tiene un consumo de 72,5 kWh/m²/año, siendo 9% menor a indicadores de auditorías previas en oficinas de la misma zona climática. Esto identifica que el consumo actual es elevado, se identificaron oportunidades de mejora que pueden ser implementadas para alcanzar un mejor desempeño energético.
- El consumo de ofimáticos es el más representativo, corresponde al 22,4% del consumo total del edificio. este valor es menor respecto a indicadores de previas auditorías energéticas, dada la baja densidad de ocupación y/o el uso más frecuente de teletrabajo.
- Los consumos de iluminación representan el 17,3%, el cual es menor respecto a indicadores de previas auditorías energéticas, se atribuye al avance en iluminación LED, buena sectorización y a que algunas zonas aprovechan la iluminación natural.
- Los consumos de servidores y UPS corresponden al 22,2% del consumo total, es comparable respecto a indicadores de previas auditorías, podría atribuirse a la abaja densidad de estos equipos.
- Los consumos de varios equivalen al 22,1% del consumo del edificio, Las acciones sobre este uso de la energía permitirán los ahorros más importantes; como concientización del uso de televisores, calefactores individuales.

Para recordar - Consumos:

- Como **línea base de consumo se tomó el periodo comprendido entre agosto de 2022 y junio de 2024**, ya que reflejan las condiciones típicas de uso del edificio.
- El consumo de **línea base se estimó de acuerdo con la metodología de la Res. 016**. La línea base mes a mes se encuentra en la sección 6.1.1 La línea base promedio mensual es de 26.289 kWh/mes o el equivalente 315.469 kWh/año o 72kWh/m2/año.
  - Este último valor es un 9% inferior respecto a indicadores de previas auditorías de edificios de oficinas en el mismo clima.
  - No obstante, existe un potencial de disminución de los consumos de energía a través de las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico.
- **El costo del kWh ha aumentado 14% entre 2023 y 2024**, esto ocasiono un incremento de **323,2 MCOP/año.**
- **Por ley según el PND 2022-2026, se deben reducir los consumos energéticos en un 15% en un plazo de un año.** La meta de consumo energético para el primer año es de 61,6kWh/m2/año.
- **El consumo de los ofimáticos es el más representativo**, corresponde al 22,4% del consumo total del edificio. Debido a la gran cantidad de computadores tipo torre y todo en uno, que consumen significativamente más que los portátiles.
- El consumo de equipos **varios representa el 22,1%,** es alto por los equipos de como fotocopiadoras, televisores, hornos microondas y entre otros, se pueden obtener ahorros al implementar buenas prácticas de uso y sensibilización
- **La iluminación representa el 17,3% del consumo,** si bien no es la categoría que más consume en su funcionamiento, si es recomendable tener políticas de sensibilización para el aprovechamiento de luz natural.
- Los consumos de servidores y UPSs corresponden al 22,2% del consumo total, es comparable respecto a indicadores de previas auditorías, podría atribuirse a las diversas unidades estos equipos

7. Plan de eficiencia energética

El diagnóstico permitió destacar acciones de ahorro de energía en varios aspectos.

- Acciones sobre los equipos
- Acciones sobre el uso del edificio y sus equipos
- Acciones de sensibilización a los usuarios
- Acciones sobre el uso de energías renovables

Los GEI corresponden a los Gases de Efecto Invernadero.

Para calcular los equivalentes de los kWh en kgCO2/año Nos hemos apoyado en la Resolución 320 de 2022 de la UPME por medio de la cual se actualiza el factor de emisión del sistema interconectado Nacional del año 2021 para inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y proyectos de mitigación de GEI.

Según la Resolución, el factor de emisión para inventario de GEI es **0,126 tonCO2eq/MWh**.

Para la estimación de los ahorros financieros, se tomó en cuenta en valor del kWh promedio observado entre enero y agosto de 2024: $ 729/kWh.

Los precios estimados en la siguiente parte incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Para apoyar a las entidades colombianas en la implementación de Energías No convencionales y propuestas de gestión eficiente de la Energía, la ley 1715 de 2014 ha permitido la creación del fondo FENOGE a cuál las entidades pueden aplicar para la financiación de proyectos con fondos reembolsables o no reembolsables.

Se detalla el funcionamiento del FENOGE en el anexo 8.13.1

7.1. Resumen de las propuestas y priorización de las mejorías

Estrategias de ahorro de energía								
	Propuestas de Mejoría	Inversión ($)	Ahorro (kWh/Año)	Retorno (años)	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	Programa de sensibilización en el uso de equipos varios y ofimáticos.		9 884	0	★★★★★			
2	Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de servidores.		6 409	0	★★★★★			
3	Eliminación del uso de AA en cuartos de servidores en horarios de la noche.		13 933	0	★★★★			
4	Eliminación de la ventanería en los cuartos de racks (piso 3 y piso 4)	4 250 000	4 180	1	★★★★			
5	Implementación de variadores de velocidad en bombas del sistema principal y bomba de nivel del invernadero.	19 680 000	7 431	4	★★★★			
6	Optimización de la densidad de potencia instalada: Programa de renovación de luminarias y redistribución de la iluminación	50 059 500	10 080	7	★★★★			
7	Implementación de sensores de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación	77 952 000	17 464	6	★★★★			
8	Implementación de sistemas de medición y monitoreo	35 000 000	6 309	8	★★★★			
9	Transición de equipos de torre a equipos portátiles	900 000 000	32 699	> 10	★★★★			
10	Implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta	317 149 650	93 759	5	★★★★			

El programa de eficiencia nivel LIGERO se enfoca en propuestas de mejoría del uso y la sensibilización de los usuarios.

El programa de eficiencia nivel MEDIO incluye obras enfocadas a la eficiencia de los sistemas, como renovación de iluminación fluorescente por tecnología LED, implementación de luminarias con dimerización, control de los sistemas, etc.

El programa de eficiencia nivel EJEMPLAR, implica intervenciones que impactan el edificio en sus instalaciones físicas pero sus resultados se ven reflejados en ahorros energéticos considerables a mediano plazo como paneles fotovoltaicos y sistemas de medición y monitoreo.

Cada escenario y propuestas están detallados en las páginas siguientes:

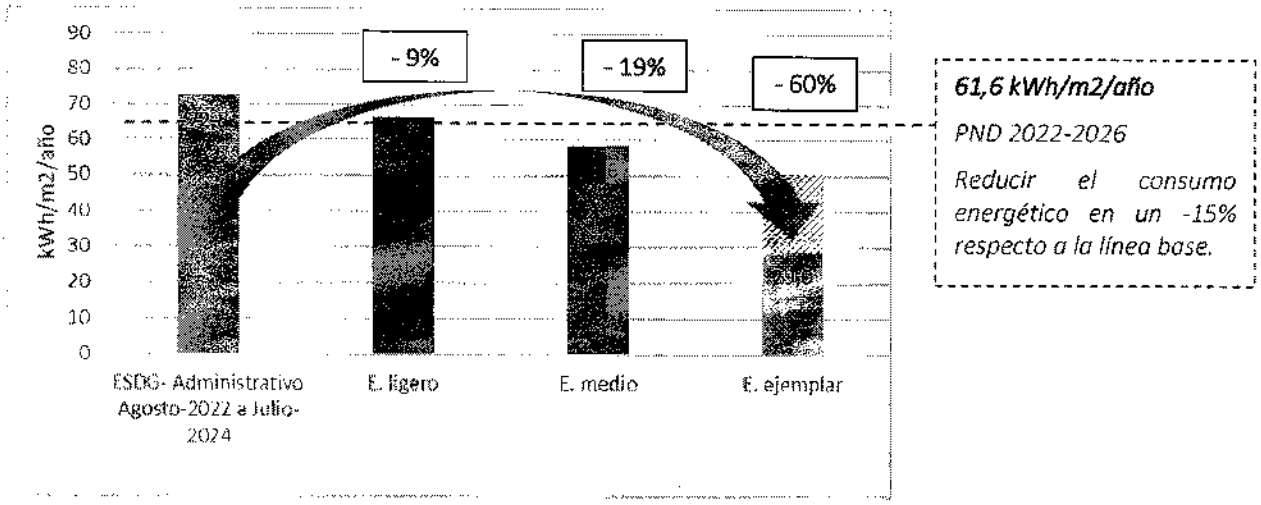


Figura 60. Impacto de escenarios de ahorro de energía. Fuente: Terao

Nota: En el escenario ejemplar se reduce el consumo del sistema interconectado en un 29,7% por energía fotovoltaica (PV) y 30,3% por eficiencia energética (EE), reduciendo el consumo a 29,0 kWh/m²/año, a partir del año de implementación de las estrategias.

Escenario	Inversión ($)	Ahorros financieros ($/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Retorno (Años)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero		19 688 615	27 021	Inmediato	11 000
Medio	151 941 500	43 994 623	60 379	3	24 580
Ejemplar	1 404 091 150	138 031 843	189 439	> 10	77 121

Tabla 26. Escenarios de mejoría. Fuente: Terao

*La estrategia de renovación de equipos ofimáticos presenta una alta inversión y un elevado retorno en el escenario ejemplar. Aunque genera un ahorro significativo, se recomienda implementarla de manera progresiva o si los equipos se renuevan por que ya cumplieron su ciclo de vida

7.2. Acciones de renovación

1- Sensibilización en el uso de equipos varios, iluminación y ofimáticos	Oportunidad: ★★★★★ Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Para fomentar buenas prácticas de ahorro energético en el lugar de trabajo, se propone una campaña de sensibilización con los siguientes aspectos clave:

1. **Sensibilización en el uso de equipos varios**

Los equipos varios representan un importante porcentaje del consumo del edificio, incluyendo sobreconsumos derivados de su uso en periodos de desocupación y de las llamadas "cargas vampiro", que corresponden al consumo en modo reposo.



Para reducir este consumo, se recomienda sensibilizar a los usuarios sobre la desconexión de equipos no esenciales, como dispensadores de agua, pantallas informativas, durante la noche y los fines de semana. También puede asignarse al personal operativo (mantenimiento, aseo o vigilancia) la responsabilidad de desconectar estos equipos de manera conjunta.

La estrategia debe basarse en el inventario de equipos de este estudio, definiendo horarios de operación y estableciendo un protocolo claro para el uso y desconexión, con responsables asignados.



Figura 61. Equipos varios – Fuente: TERAO

2. **Apagado automático pantallas de ofimáticos:**

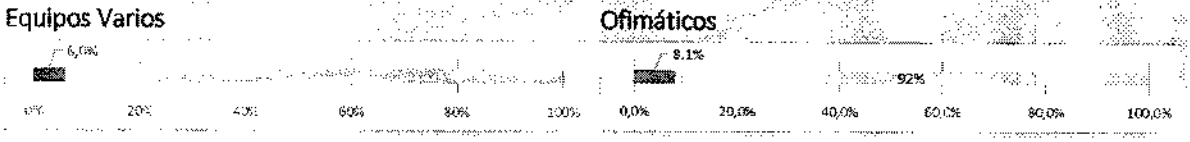
Los equipos ofimáticos cuentan con opciones de ahorro energético mediante modos de apagado, suspensión e hibernación, que logran hasta un 15% de ahorro en torres y un 7% en portátiles y equipos "todo en uno". Se recomienda:

- ✓ Apagado de pantalla: después de 5 minutos sin actividad.
- ✓ Suspensión del equipo: después de 10 minutos o menos.
- ✓ Sensibilizar a los usuarios sobre desconectar los equipos en pausas o periodos de inactividad, dada la alta densidad de dispositivos.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 7 201 769 COP/año

Ahorros sobre:



Ahorros energéticos por año **9 884 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **4 024 kgCO2/año**

Comentarios:

1. Determinar de manera precisa el ahorro alcanzado en equipos varios es retador, debido a que se deben considerar variables relacionadas con la gestión del uso por parte de los usuarios. Según la UPME el rango de ahorro por buenas prácticas está entre 5 y 15% del total de la energía. Para esta estrategia se tomará un valor pesimista de ahorro de 6%. Valores que se han podido alcanzar en previos proyectos en los que TERAO ha acompañado su implementación, el ahorro se aplica únicamente sobre el consumo de equipos varios.
2. Actualmente, el 85,4% del consumo de equipos ofimáticos corresponde a equipos de torre, y el resto a portátiles y "todo en uno". Se estima que el 60% y el 40% respectivamente de estos equipos no tienen configurados tiempos óptimos de apagado de pantalla y suspensión. Ajustar la pantalla a 5 min y la suspensión a 10 min podría reducir el consumo en un 15% para equipos de torre y en un 7% para portátiles y todo en uno.

Tipo de equipo	Porcentaje sobre ofimáticos	Ahorro	% Equipos aplicables	% ahorro sobre consumo ofimáticos
Equipos de torre	85,4%	15%	60%	7,7%
Portátiles	14,6%	7%	40%	0,4%
Ahorro total				

Factibilidad

Perturbación Sin perturbación

Posibilidad de planeación de implementación La implementación puede ser inmediata.

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Inversión total (COP) **$ 0**

Periodo de retorno de la inversión **Inmediato**

Comentarios: Esta estrategia no tiene costo directo asociado puesto que puede ser implementada directamente por el equipo de mantenimiento y/o T.I.

2- Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de servidores:

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Según ASHRAE TC9.9 "Data Center power Equipment Thermal Guidelines and best Practices" o en español *Directrices térmicas y mejores prácticas de equipos de energía para centros de datos* las condiciones recomendadas en zonas de servidores o UPS son entre 18 y 27°C – 60% de humedad relativa y las condiciones permitidas alcanzan los 32°C cómo máximo con una humedad relativa del 80%.

Class[a]	Equipment Environmental Specifications for Air Cooling						
	Product Operations[b,c]					Product Power Off[c,d]	
	Dry-Bulb Temperature[e,g] °C	Humidity Range, Non-Condensing[h,i,k,l]	Maximum Dew Point[k] °C	Maximum Elevation[e,j,m] m	Maximum Temperature Change[f] in an Hour (°C)	Dry-Bulb Temperature °C	Relative Humidity[f] %
Recommended (Suitable for all 4 classes)							
A1 to A4	18 to 27	-9°C DP to 15°C DP and 60% RH					
Allowable							
A1	15 to 32	-12°C DP & 8% RH to 17°C DP and 80% RH[k]	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80

Figura 62. Especificaciones de aire acondicionado para data centers y salas de servidores

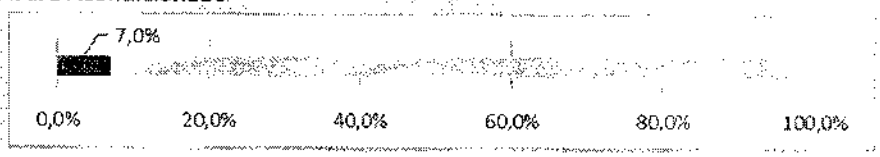
Cada °C en que se reduzca la temperatura de operación del aire acondicionado, incrementa considerablemente el consumo eléctrico, por consiguiente, se recomienda que en los cuartos eléctricos y de racks se implementen temperaturas de 26°C. Esta temperatura esta 1°C por debajo del rango recomendable y 6°C del rango permitido.

La temperatura media actual en estos cuartos es de 20 °C. Se sugiere ajustarla gradualmente con previa aprobación del equipo de sistemas. Idealmente, debería llegar a 26 °C para minimizar el consumo energético.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 4 669 900 COP/año

Ahorros sobre: **Aire Acondicionado**



Ahorros energéticos por año **6 409 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **2 609 kgCO2/año**

Comentarios: TERAO estimó en base a simulaciones energéticas el consumo de un equipo de aire acondicionado en un cuarto de datacenter según su temperatura de operación. Realizando una variación de la temperatura desde 18°C aumentado en 1°C hasta llegar a 26°C.

Cálculo del porcentaje de ahorro por variación de la temperatura de operación de los equipos.

Temperatura de operación (°C)	Porcentaje de areas a aplicar	Ahorro
20->26	100%	[redacted]

Tabla 27. Porcentajes de ahorro según la variación de temperatura

Como se observa, aumentar unos pocos grados la temperatura de funcionamiento de AA disminuye el consumo energético de los equipos considerablemente.

Factibilidad	
Perturbación	Sin perturbación
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser inmediata, dado que consiste en la configuración de la temperatura de operación del aire acondicionado

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Inversión total (COP)			**$ 0**
Periodo de retorno de la inversión			**Inmediato**

Comentarios: Esta estrategia no tiene costo directo asociado puesto que puede ser implementada directamente por el equipo de mantenimiento y/o T.I.

3- Eliminación del uso del aire acondicionado en las noches

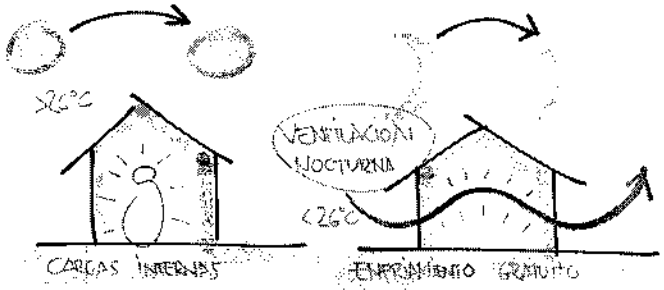
Oportunidad: ★★★★

Planificación de Trabajo: Corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Según las mediciones, el edificio mantiene temperaturas nocturnas internas de 21°C.

Se propone ventilar naturalmente el edificio durante la noche para reducir la temperatura interior y aprovechar esta refrigeración para los cuartos técnicos. Esta estrategia puede complementarse con un ventilador para acelerar la evacuación del calor.

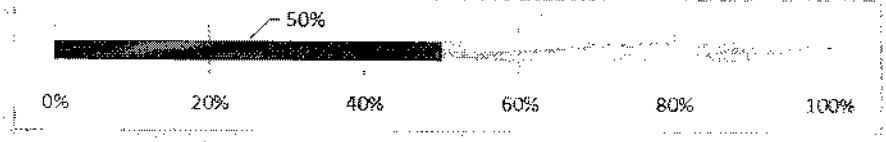


Esta estrategia ofrece un enfriamiento gratuito para el edificio y un ahorro directo en la reducción de tiempo de operación de los aires acondicionados. Debe ser validada por el equipo de sistemas de la entidad.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 10 151 900 COP/año

Ahorros sobre: **Aire Acondicionado Central**



Ahorros energéticos por año	**13 933 kWh/año**
Ahorros de emisión GEI	**5 672 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado: El ahorro se estima en proporción al tiempo de operación del equipo.

Factibilidad

Perturbación	Esta estrategia mantendría las condiciones de operación recomendadas para los equipos
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser inmediata o a corto plazo

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Inversión total (COP)			**$ 0**
Periodo de retorno de la inversión			**Inmediato**

4- Eliminación el área acristalada en cuartos técnicos

Oportunidad: ★★★★

Planificación de Trabajo: Corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Los cuartos de racks cuentan con una superficie en vidrio, aumentando la carga térmica y haciendo que los equipos consumas más energía.

Esto tiene un impacto energético importante dado que los equipos de aire acondicionado en esta zona funcionan de manera continua todo el año.

Las perdidas son altas dado que los vidrios instalados son de muy bajas propiedades térmicas



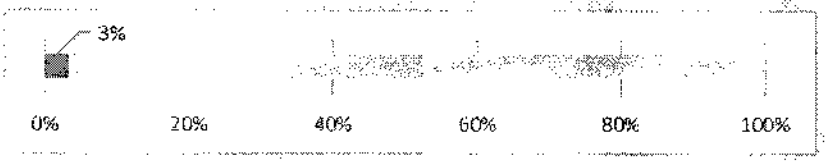
Figura 63. Ventanería en cuarto – Fuente: TERAO

Se propone eliminar la superficie de vidrio, para minimizar la entrada de calor desde el exterior, lo que a su vez disminuye la demanda de enfriamiento y contribuye a la reducción del consumo energético.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 3 045 600 COP/año

Ahorros sobre: **Aire Acondicionado**



Ahorros energéticos por año	**4 180 kWh/año**
Ahorros de emisión GEI	**1 702 kgCO2/año**

Comentarios: Se realizó la simulación de un cuarto tipo de racks del edificio con el porcentaje de ventanería actual (40%) y el mismo cuarto bloqueando la ventanería y se analizaron los consumos referentes a AA. Los consumos energéticos con pared de mampostería representan un consumo menor respecto a las condiciones actuales del cuarto con la ventana existente, encontrándose que el ahorro corresponde al 15%.

Factibilidad

Perturbación	Sin perturbación
Posibilidad de implementación	La implementación puede ser a corto plazo

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Aislamiento térmico para muro incluido mano de obra	25 m2	$ 170 000	$ 4 250 000
Inversión total			**$ 4 250 000**
Periodo de retorno de la inversión			**2 año**

5- Implementación de variadores de velocidad en bombas del sistema principal y bomba de nivel del invernadero.

Oportunidad: ★★★★

Planificación de Trabajo: Corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

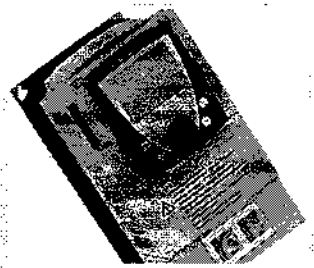


Figura 64. Variador de velocidad

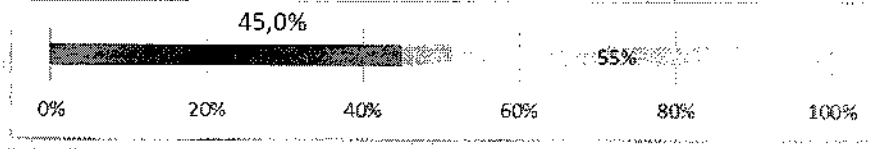
El sistema de bombas de agua potable, que es controlado automáticamente para mantener una presión en el circuito de suministro a toda la entidad cuenta con tres bombas que operan de manera alterna entre ellas, sin embargo, funcionan siempre a máxima carga.

Para gestionar el sistema de bombeo, se recomienda implementar variadores de velocidad en las bombas lo que permitiría que trabajen a cargas parciales y consuman menos energía durante los periodos de operación.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 5 414 600 COP/año

Ahorros sobre: **Bombas**



Ahorros energéticos por año	**7 431 kWh/año**
Ahorros de emisión GEI	**3 025 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado: De acuerdo con el conocimiento adquirido con previos proyectos se puede estimar que, al implementar estos sistemas de variación y alternancia, se puede alcanzar un potencial de ahorro de 45%.

Factibilidad

Perturbación	Sin perturbación, las obras se realizan en cuarto de bombas
Posibilidad de implementación	La implementación puede ser inmediata o a corto plazo

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Variadores de velocidad para motores (COP/ud)	3	6 150 000	18 450 000
Ingeniería y mano de obra (COP/ud)	1	1 230 000	1 230 000
Inversión total			**$19 680 000 COP**
Periodo de retorno de la inversión			**4 años**

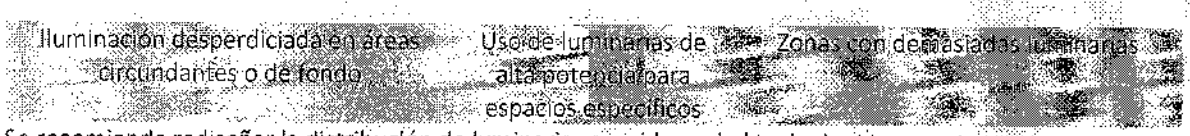
6 Optimización de la densidad de potencia instalada: programa de renovación de luminarias y redistribución de la iluminación

Oportunidad: ★★★★

Planificación de Trabajo: Corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Optimizar la densidad de potencia instalada representa una oportunidad para reducir el consumo energético de la iluminación. Durante la visita, se observaron prácticas que aumentan innecesariamente esta densidad en todos los pisos.



Se recomienda rediseñar la distribución de luminarias considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Colocar las luminarias priorizando el área de la tarea visual: Respetar los niveles de iluminación definidos por RETILAP para el área circundante inmediata y de fondo y Asegurar la iluminación de la zona de trabajo mediante luminarias dedicadas exclusivamente al área de la tarea visual.

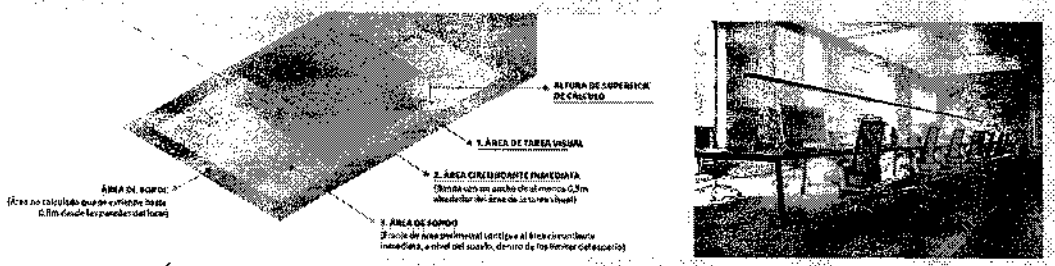


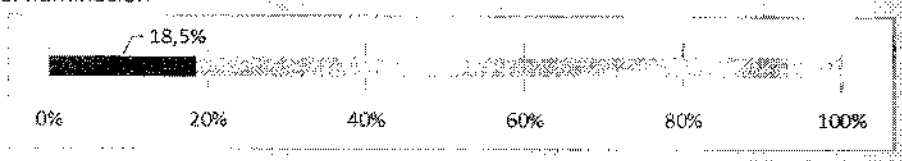
Figura 65. Áreas de iluminación y luminarias dedicadas a la zona de tarea visual. Fuente: RETILAP

- ✓ Respetar las densidades de potencia instalada eficientes definidas en esta estrategia.
- ✓ Sectorizar en función de la ocupación de los espacios y el aprovechamiento de la luz natural.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 7 344 500 COP/año

Ahorros sobre: Iluminación



Ahorros energéticos por año **10 080 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **4 103 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado:

Las zonas tienen una densidad de potencia instalada de 4,9 W/m², la cual se puede reducir a una densidad de potencia instalada de 4,0 W/m2 cómo máximo:

Zona	Densidad de potencia instalada (LPD, W/m²)	
	Aceptable	Objetivo

Al alcanzarse una reducción de la densidad de potencia instalada, el ahorro en los consumos de iluminación serán los correspondientes a la reducción de este indicador, asumiendo que las luminarias se siguen utilizando el mismo tiempo.

Densidad de potencia		Ahorro	
Inicial	Final	kWh/año	%
4,9 W/m²	4,0 W/m²	10 080	[illegible]

Oficinas privadas	[illegible]
Oficinas abiertas	[illegible]
Cafetería	[illegible]
Baños	[illegible]
Salón de clases	[illegible]
Juntas/reuniones	[illegible]
Pasillos	[illegible]
Cuarto eléctrico/mecánico	[illegible]
Archivos ≤4,6 m²	[illegible]
Archivos >4,6 m²	[illegible]
Ascensor	[illegible]
Recepción	[illegible]

Se recomienda mantener una sectorización eficiente de la iluminación, ajustada a la ocupación de los espacios y al aprovechamiento de luz natural. La implementación de una sectorización adecuada no tiene ahorros energéticos directos, sin embargo, es una buena práctica para facilitar la instalación de sensores de presencia o luz día.

Factibilidad	
Perturbación	Sin perturbación
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser a corto plazo

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
Intervenciones eléctricas para renovación de iluminación general de luminarias, incluido materiales y mano de obra (COP/m²)	4 353 m2	11 500	50 059 500
Inversión total (COP)			**50 059 500**
Periodo de retorno de la inversión			**7 años**

7- Implementación de sensores de presencia y sensores luz día para el sistema de iluminación

Oportunidad: ★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Como complemento a la estrategia anterior, se propone implementar sensores de presencia y de luz diurna tipo On/Off, que aseguren el apagado de los espacios durante los periodos de desocupación.

A continuación, se muestra la fotografía del sistema de programación de los dispositivos de uno de los sensores de presencia. Para su implementación, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

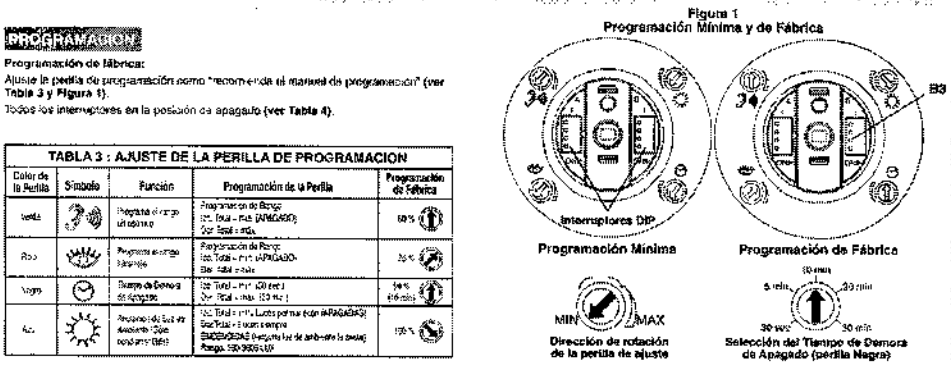


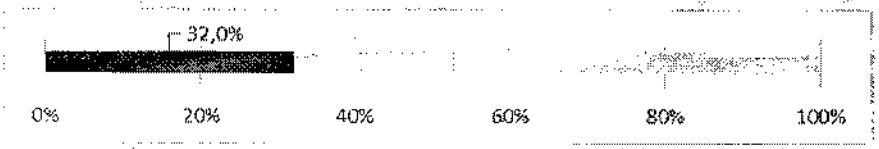
Figura 66. Especificaciones sensores de presencia

- Perilla verde (ultrasónica): Ajusta el rango de detección por movimiento. Detecta personas únicamente cuando se mueven; si permanecen quietas, el sensor no las reconoce. En oficinas, se recomienda configurar el rango al mínimo, mientras que en áreas de circulación debe ser el principal foco de ajuste.
- Perilla roja (infrarroja): Ajusta el rango de detección por cambios en la luz infrarroja, como el calor corporal. Detecta personas incluso si están inmóviles. Este ajuste debe ser prioritario y adaptado a cada espacio para limitar la cobertura a la zona de trabajo deseada.
- Perilla negra (tiempo de apagado): Controla el tiempo de demora antes de apagar las luces. Se sugiere programarla en el mínimo, 30 segundos.
- Perilla azul (luz ambiente): Regula las luces en función de la iluminación natural. Se recomienda ajustarla para un nivel de 500 lx, lo que equivale aproximadamente a un 16% de apertura.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 12 724 600 COP/año

Ahorros sobre: **Iluminación**



Ahorros energéticos por año **17 464 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **7 109 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado:

Ahorros por sensor de presencia: Estimar los ahorros mediante cálculos matemáticos o modelaciones es complejo, por lo que se debe recurrir a un modelo estadístico, por ejemplo, el utilizado por el estándar en eficiencia energética ASHRAE 90.1, que sugiere un ahorro del 7% en las zonas intervenidas.

Ahorros por sensor de luz diurna: Este tipo de sistemas sí puede ser simulado con programas de modelación dinámica de edificios. TERAO ha realizado simulaciones energéticas que muestran que los ahorros en las zonas intervenidas alcanzan el 40% cuando los sensores ajustan las luminarias (dimerización), y el 25% cuando operan con tecnología on/off, como los dispositivos instalados en el edificio.

Los ahorros aplicarían para la totalidad de los consumos de iluminación.

Ahorros por	Porcentaje de la zona intervenida sobre sobre iluminación	Ahorro	% ahorro sobre consumo iluminación
Sensor de presencia	100%	7,0%	7%
Sensor luz día	100%	25,0%	25%

Factibilidad	
Perturbación	Sin perturbación en las actividades normales de la organización
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación es inmediata y las estrategias están pensadas en mantener las condiciones de confort y operatividad de los equipos intervenidos.

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
Sensor de presencia OSC0S-M0W, mano de obra y materiales de instalación	174	448 000	77 952 000
Inversión total (COP)			**77 952 000 COP**
Periodo de retorno de la inversión			**6 años**

8- Implementación de sistemas de medición y monitoreo

Oportunidad: ★★★☆

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Esta estrategia busca implementar un sistema de gestión del edificio, la implementación se puede dividir de la siguiente manera:

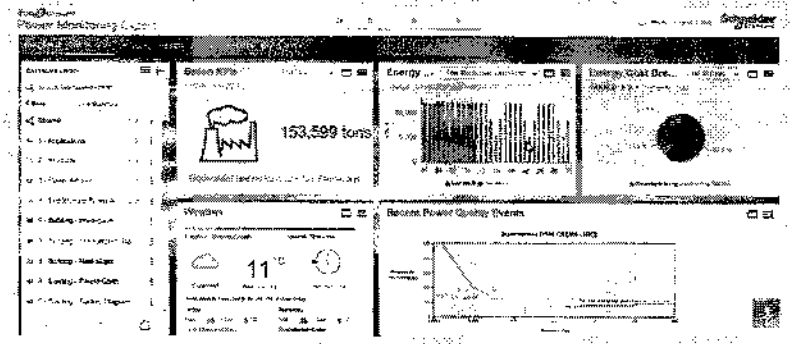


Figura 67. Plataforma de gestión de la energía de un edificio. Fuente: Schneider

Sistema de Medición y Monitoreo:
Esta permitirá al equipo técnico del edificio monitorear, analizar y actuar sobre las variables del consumo energético, identificando posibles problemas en el uso u operación de los equipos.

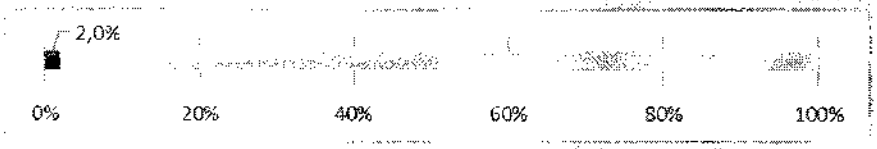
El monitoreo se podrá realizar por piso y por tipo de consumo energético (aire acondicionado, iluminación, ascensores equipos varios y de laboratorios,).

Además, permitirá hacer seguimiento de la calidad de la energía y gestionar eficazmente las estrategias de eficiencia energética a través de una plataforma interactiva que genera reportes y análisis, facilitando la toma de decisiones para el equipo de mantenimiento y operación. Aunque su implementación no genera ahorros energéticos directos, los ahorros dependerán de la correcta gestión energética por parte de los administradores del edificio.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 4 597 200 COP/año

Ahorros sobre: **Total Energía**



Ahorros energéticos por año **6 309 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **2 569 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado: Con base en el diagrama unifilar eléctrico del edificio, se establecieron las siguientes hipótesis: Se implementará un medidor de rango medio en el totalizador, en cada cuarto de UPS (Piso 3 y piso 4) y uno para las tomas normales y otro para iluminación.
El monitoreo y seguimiento de los consumos permitirá identificar posibles sobreconsumos debido al uso de los equipos y tomar las acciones necesarias. Se estima un ahorro del 2% en los consumos globales, un valor conservador, ya que en casos similares de implementación, los usuarios han reportado ahorros superiores.

Factibilidad

Perturbación	Perturbación media
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planificar a mediano plazo o en fases durante los fines de semana, considerando las interrupciones en el servicio eléctrico. Esta estrategia es escalable e implementable por etapas

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Medidor de rango medio-Clase 0,5s	5 ud	4 000 000	20 000 000
Plataforma gestión y licenciamiento	1ud	10 000 000	10 000 000
Ingeniería y supervisión (incluidos planos)	1 ud	5 000 000	5 000 000
Inversión total (valor de referencia)			**35 000 000**
Periodo de retorno de la inversión			**8 años**

9- Transición de equipos de torre a equipos portátiles

Oportunidad: ★★★

Planificación de Trabajo: Corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Actualmente el edificio cuenta con una alta densidad de equipos ofimáticos de Torre, los cuales consumen más energía que los equipos portátiles, por medio de esta estrategia se evaluará el impacto energético que conlleva hacer la transición de equipos de torre a equipos portátiles, ya que lo recomendable es que estos equipos sean utilizados hasta cumplir su ciclo de vida, es decir que si aún permiten a los funcionarios desarrollar sus actividades con normalidad y calidad no sean remplazados aún.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 23 825 300 COP/año

Ahorros sobre: **Ofimáticos**



Ahorros energéticos por año **32 699 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **13 312 kgCO2/año**

Estimación del ahorro proyectado: Actualmente, el 88,2% del consumo de equipos ofimáticos corresponde a equipos de torre, mientras que el resto corresponde a portátiles y "todo en uno". La variación en el consumo entre un equipo de torre y un equipo portátil depende de varios factores, pero se puede estimar que, en promedio, un equipo portátil consume un 52,5% menos energía que uno de torre.

Tipo de equipo	Porcentaje sobre ofimáticos	Ahorro	% ahorro sobre consumo ofimáticos
Equipos de torre	88,2%	52,5%	46,3%

Factibilidad

Perturbación	Sin perturbación
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser implementada de manera progresiva o por etapas

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Equipo portátil de bajo consumo energético	200	4 500 000	900 000 000
Inversión total			900 000 000
Periodo de retorno de la inversión			**> 10 años**

10- Implementación de paneles fotovoltaicos conectado a la red

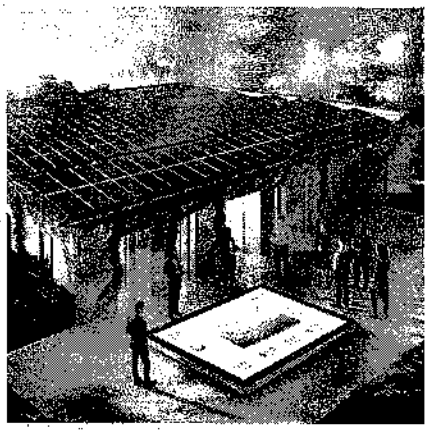
Oportunidad: ★★★

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Es importante nombrar el orden de implementación ideal de estrategias de eficiencia energética. Se propone el siguiente orden de priorización:

1. Sensibilización y buenas prácticas,
2. Diseño bioclimático y medidas pasivas. (medidas como los aleros en las fachadas, uso de pinturas de alta reflectividad, sensibilización de los usuarios, etc.).
3. Usar equipos eficientes. (Implementación de iluminación LED, ascensores eficientes (idealmente Gearless y regenerativos), equipos de AA con alta eficiencia, etc.)
4. Implementación de energías renovables.



De ese modo se implementarán energías renovables cuando los consumos se han reducido al máximo y se garantiza que la energía producida por el sistema fotovoltaico es utilizada de manera eficiente.

Por el clima y la radiación solar que se observa en Bogotá, paneles fotovoltaicos son una alternativa interesante de implementación.

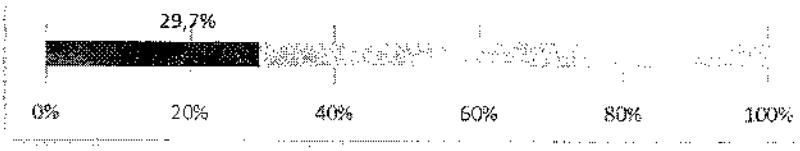
Para garantizar un sistema eficiente de generación solar se debe tener en cuenta:

- Eficiencia de los paneles fotovoltaicos.
- Orientación de los paneles para captar la mayor radiación solar.
- Matriz/perfil de consumos (mensual, diario y horario).
- Área de cubierta disponible.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **68 316 100 COP/año**

Ahorros sobre: **Consumo total**



Producción energética por año **93 759 kWh/año**

Ahorros de emisión GEI **38 169 kgCO2/año**

Comentarios: El área útil disponible en la cubierta permite instalar una planta solar con una potencia pico de 71 kWp.

De acuerdo con la información suministrada por el estudio y diseño de la planta, se tendría una producción de **93 759 kWh/año** (29,7% del consumo total anual de la línea base).

Factibilidad	
Perturbación	Mediana
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a mediano plazo, se requerirá la intervención sobre la cubierta e interrupciones en el circuito eléctrico.

Costos y retorno	Cant.	Precio Unitario	Total
Desarrollo e implementación llave en mano de un sistema solar fotovoltaico de autogeneración, conectado a la red, con una potencia instalada de 71 kWp	1	$ 317 149 650	$ 317 149 650
Inversión total (COP)			**$ 317 149 650**
Periodo de retorno de la inversión			**5 años**

8. Anexo

8.1. Clima

8.1.1. Zonas climáticas colombianas

Según su localización, un edificio puede funcionar de manera muy distinta. En efecto, según la altura y la geolocalización, las condiciones climáticas cambian mucho en Colombia.

La Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio que regula el Decreto 1077 de 2015. Establece parámetros y lineamientos para la construcción sostenible, incluyendo la adopción de la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Además, se resumen las variables principales que definen el clima en Colombia, clasificándolas de acuerdo con cada zona climática, como se muestra a continuación:

Tipo de clima	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Ciudad representativa
Frío	12 - 18	2000m - 2999m	Bogotá (2625m)
Templado	18 - 24	1000m - 1999m	Medellín (1495m)
Cálido seco	> 24; HR < 75%	< 1000m	Cali (997m)
Cálido húmedo	> 24; HR > 75%		Barranquilla (18m)

Figura 68. Tabla de presentación de los diferentes climas. Fuente: Resolución 549 de 2015

Para el análisis del clima, se tiene en cuenta la información de la estación meteorológica No. 802220 ubicada en el Aeropuerto El Dorado, en Bogotá.

8.1.2. Temperaturas

A continuación, se muestran los valores de temperatura mínimo, promedio y máximo, junto con la amplitud promedio diaria en cada mes. Además, se sintetizan estos datos en el perfil de temperatura anual.

Mes	Min (°C)	Prom (°C)	Max (°C)	Amplitud prom. Día (°C)
Ene		13,4	21	10,3
Feb		13,7	20,6	12,4
Mar		13,9	22,8	9,2
Abr		13,9	22,8	8,9
May		13,6	21,2	7,6
Jun		13,6	20,9	8,6
Jul		13,4	20,9	9,0
Ago		13,6	23,3	9,7
Sep		13,8	23,7	10,9
Oct		13,5	21,1	9,0
Nov		13,5	21,5	10,1
Dic		13,3	21,1	9,9
Anual	5,9	13,6	25,2	9,6

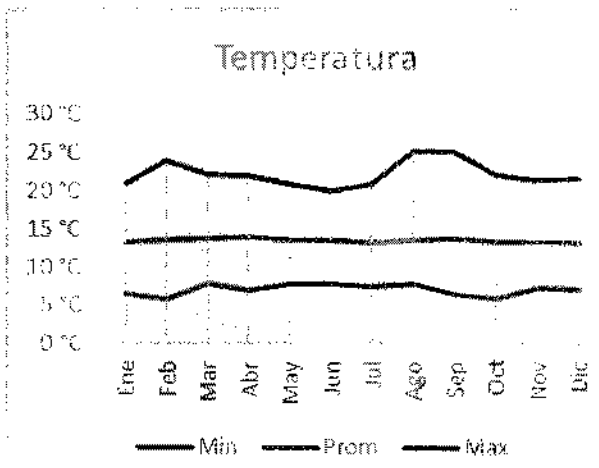


Figura 69. Comportamiento de la temperatura. Fuente: TERAO

Según la información, las temperaturas mínimas que corresponden a la madrugada oscilan entre 5,9°C en febrero y 8°C en marzo, mayo, junio y agosto. Las temperaturas máximas que son alcanzadas en la tarde varían entre

20°C en junio y 25,2°C en agosto. Estos datos sugieren que el clima experimenta cambios ligeros, respaldados por los valores prácticamente constantes de la temperatura promedio a lo largo del año.

Dado que las temperaturas máximas observadas no son altas, es decir, no se salen de las condiciones óptimas de confort, **no existen necesidades urgentes de enfriamiento**, si se considera un punto de ajuste de temperatura de enfriamiento de 26°C. **Las temperaturas mínimas observadas no son lo suficientemente bajas como para producir algunas necesidades de calefacción.**

En la figura de la derecha se evidencian las frecuencias de cada rango de temperatura. Esto permite comprender el tiempo durante el cual ocurre un cierto rango de temperatura. Por ejemplo, aproximadamente el 70% del tiempo la temperatura es inferior a 16 °C, datos que confirman que en general, el confort térmico es adecuado para prescindir de la implementación constante de sistemas de ventilación y aire acondicionado.

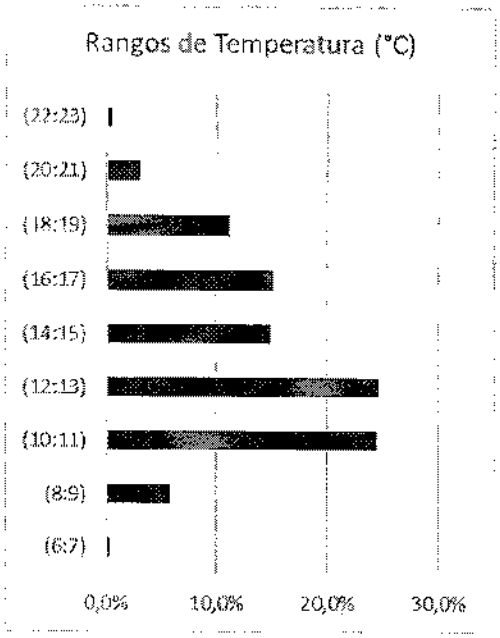


Figura 70. Rangos de temperatura. Fuente: Terao

8.1.3.Humedad relativa

A continuación, se muestran los valores mínimo, promedio y máximo. Los niveles medios indican una humedad relativa alta y poca variación en cada mes. Además, observando los valores mínimos y máximos, se concluye que durante el día hay menos niveles de humedad respecto a la noche, por lo que las condiciones de confort son diferentes tanto para el día como para la noche.

Mes	Min	Prom	Max
Ene	[illegible]	80%	100%
Feb	[illegible]	77%	100%
Mar	[illegible]	83%	100%
Abr	57%	82%	100%
May	49%	84%	100%
Jun	[illegible]	79%	100%
Jul	[illegible]	72%	100%
Ago	[illegible]	67%	100%
Sep	[illegible]	69%	100%
Oct	[illegible]	84%	100%
Nov	[illegible]	81%	100%
Dic	[illegible]	81%	100%
Anual	33%	78%	100%

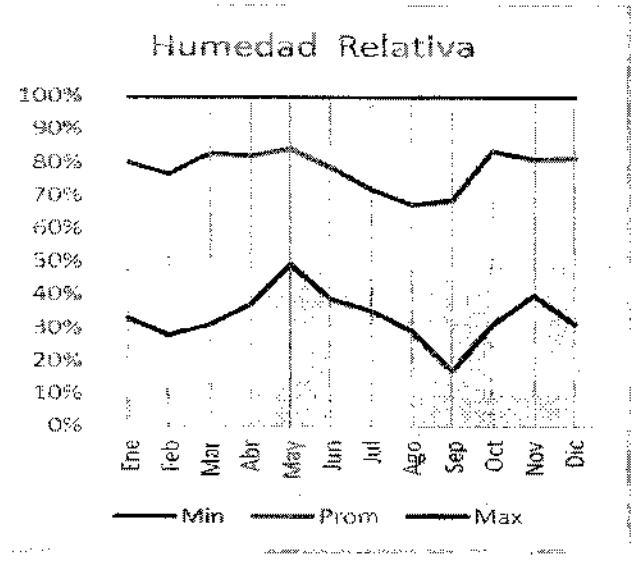


Figura 71. Comportamiento de la humedad relativa. Fuente: TERAO

8.1.4. Trayectoria del sol

Mediante la página web SunEarth Tool, se analiza la trayectoria del sol en la ubicación del proyecto.

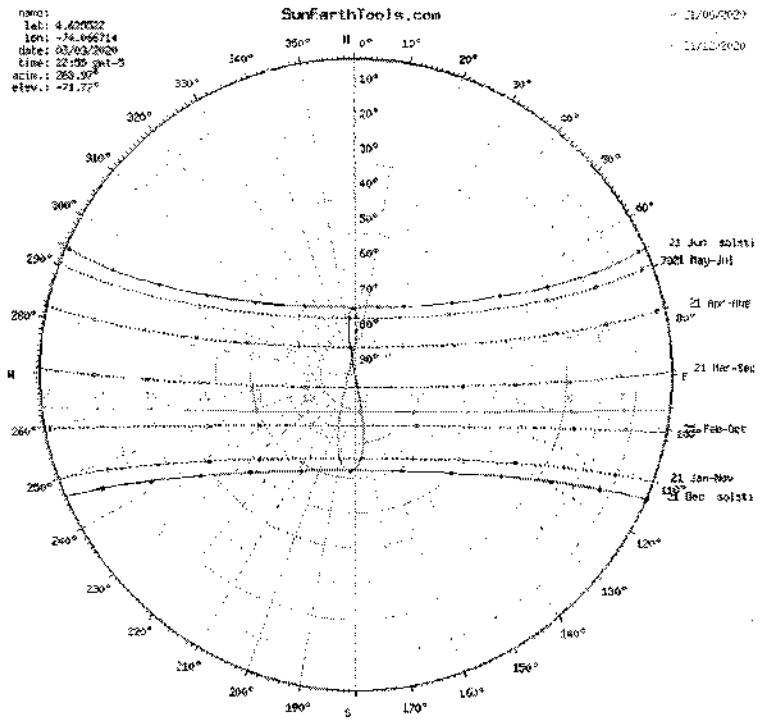


Figura 72. Trayectoria solar. Fuente: Sunearthtools.com

<u>Interpretación de la figura</u>

El diagrama solar permite conocer la posición del sol en el cielo según la latitud. El centro del círculo representa el punto de observación y la circunferencia el horizonte.

El disco es la proyección de una media esfera centrado en este punto que representa la bóveda celeste. Las curvas de los meses son arcos de círculos centrados en el eje vertical que muestra las trayectorias del sol el día 21 de cada mes. Siete de ellos aparecen aquí: El más alto es el solsticio de verano (21 de junio) y el más bajo es el solsticio de invierno (21 de diciembre). Cada una de las curvas negras intercaladas corresponde a un mes: se pueden leer de arriba abajo (junio, mayo-julio, abril-agosto, marzo-septiembre) o de abajo a arriba (diciembre, enero-noviembre, febrero-octubre, marzo-septiembre).

Las horas son representadas por puntos sobre las curvas de los meses, en el centro del grafico se observa la intersección de las 12:00 del mediodía para todos los meses del año.

Los círculos concéntricos representan la elevación del sol, el circulo de mayor radio representa la elevación del sol a 0°, al este cuando amanece y al Oeste para el atardecer.

La trayectoria solar permite observar que, entre abril y agosto, el sol brilla desde el norte y en el resto del año el sol brilla desde el sur.

Asimismo, el sol brilla fuerte sobre las fachadas Este durante las mañanas y Oeste durante la tarde. Durante esas horas se puede generar inconfort para los usuarios del edificio porque la radiación solar es directa.

Por otra parte, la siguiente grafica permite analizar la elevación del sol en función del mes del año. De acuerdo con esta información, el sol alcanza una elevación rápida, su ángulo es superior a 45° entre las 10:00 y las 14:00.

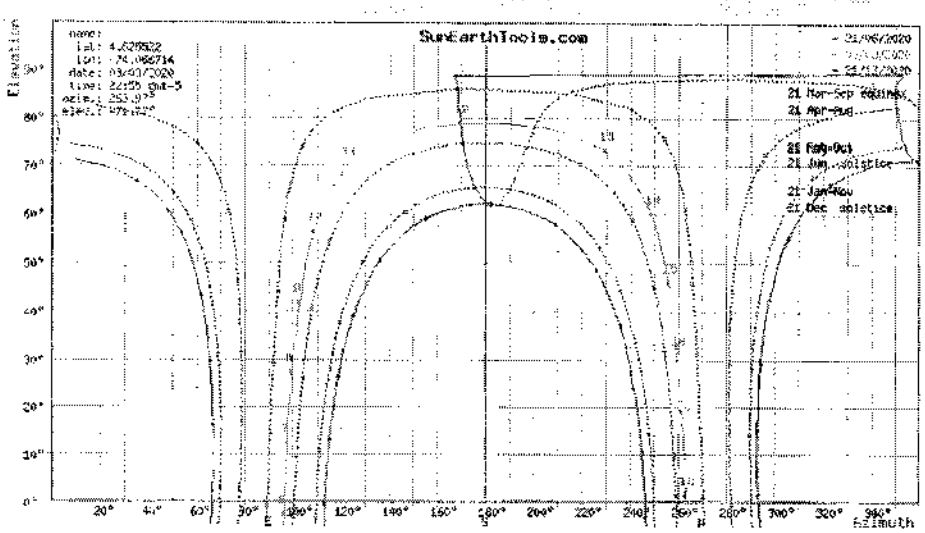


Figura 73. Comportamiento de la elevación solar. Fuente: Sunearthtools.com

Lo anterior se traduce en un impacto directo y muy fuerte del sol sobre los elementos horizontales como techos y terrazas. La curva más alta al sur corresponde al equinoccio de marzo/ septiembre. Y la más baja es el solsticio de invierno (21 de diciembre)

8.1.5.Radiación solar directa y difusa

La radiación solar directa durante el primer, tercer y cuarto trimestre del año es alta. Las áreas más afectadas por esta radiación directa serán las superficies expuestas, especialmente las cubiertas, debido al rápido ascenso del sol, tal como se mencionó anteriormente. En cuanto a la radiación difusa, se aprecia que los valores son uniformes durante el año, lo que constituye, una condición favorable para la iluminación natural en el edificio.

Radiación solar directa

Mes	Total	Horas	Max
	kWh	h	kW
Ene	14	322	0,828
Feb	12	308	0,889
Mar	10	340	0,903
Abr	7	313	0,702
May	71	336	0,567
Jun	85	337	0,641
Jul	101	340	0,662
Ago	115	340	0,737
Sept	115	306	0,750
Oct	9	338	0,886
Nov	2	323	0,761
Dic	0	310	0,866
Anual	0	3913	0,903

Radiación solar difusa

Mes	Total	Horas	Max
	kWh	h	kW
Ene	51	372	0,311
Feb	52	336	0,385
Mar	63	372	0,383
Abr	67	360	0,393
May	64	391	0,372
Jun	61	367	0,400
Jul	60	379	0,318
Ago	62	372	0,356
Sept	59	369	0,397
Oct	63	400	0,406
Nov	57	383	0,341
Dic	54	372	0,354
Anual	0	3913	0,406

Tabla 28. Radiación solar directa y difusa. Fuente: Estación meteorológica 802220

A continuación, se presenta el perfil de radiación anual. Se observa que entre enero y marzo se presenta la mayor radiación solar directa, lo que puede contribuir a generar problemas de calor.

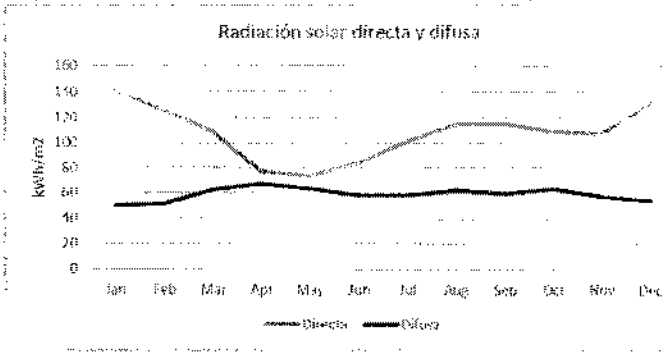


Figura 74. Comportamiento de la radiación solar directa y difusa. Fuente: Sunearthtools.com

8.1.6.Características de viento

El viento muestra ligeras variaciones en la velocidad a lo largo del año. Marzo es el mes con la mayor velocidad registrada 29,3 m/s. La velocidad promedio del viento es 2,1 m/s. Según la rosa de los vientos mostrada en la siguiente figura, la dirección predominante del viento es Este.

La velocidad óptima para la ventilación natural es de 2 m/s, es decir, la velocidad promedio es favorable. Sin embargo, en algunas temporadas, la velocidad del viento es alta, lo que requiere la adopción de medidas de control y redireccionamiento, como la implementación de vegetación alrededor del edificio o el uso de rejillas para dirigir los flujos de aire.

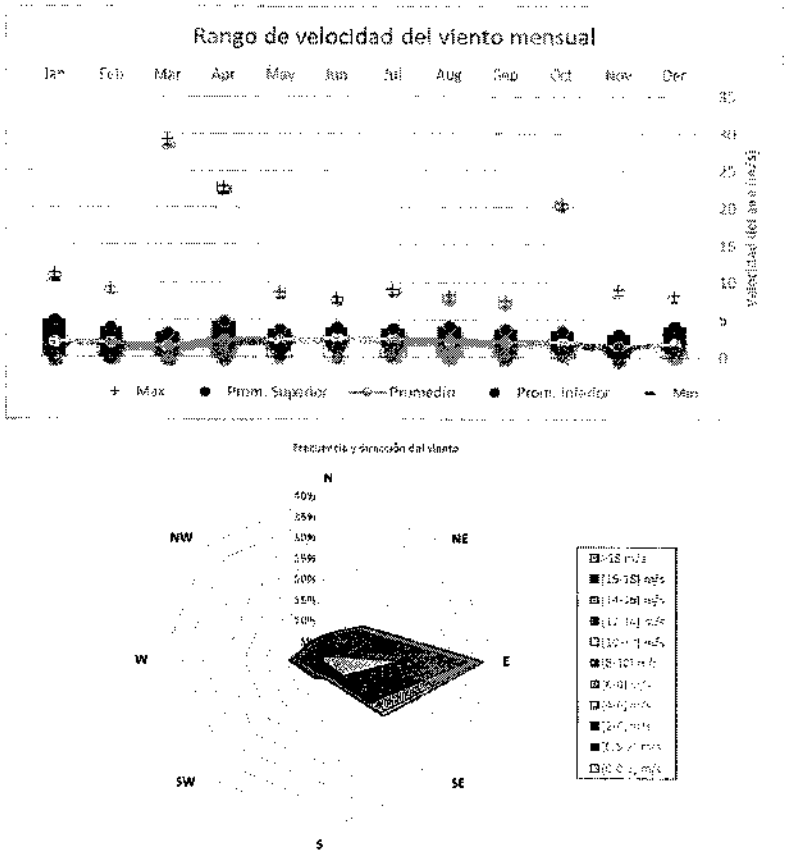


Figura 75. Comportamiento del viento en el año y rosa de vientos. Fuente: TERAO

8.2. Equipos de medición

8.2.1. Equipo de medición de niveles de iluminación

Los niveles de iluminación se midieron con un Luxómetro LUTRON LM-81LX, que tiene las siguientes especificaciones generales:

Pantalla	13 mm Pantalla LCD
Medición	Lux / Foot Candle
Humedad de operación	Max. 80% RH
Temperatura de operación	0 A 50°C
Peso	160 g incluyendo batería

Tabla 29. Especificaciones generales equipo de medición de iluminación. Fuente: Terao

El equipo además presenta las siguientes especificaciones eléctricas:

Medida	Rango	Resolución	Precisión
Lux	0 a 2200 Lx	1 Lx	± 5%rdg ± 8 dgt
	1800 a 20000 Lx	10 Lx	
Foot-Candle	0 a 204 Fc	0,1 Fc	
	170 a 2000 Fc	1 Fc	

Tabla 30. Especificaciones eléctricas equipo de medición de iluminación. Fuente: Terao

8.2.2. Equipo de medición de temperatura e higrometría

Las mediciones de temperatura y humedad relativa se hicieron con un USB datalogger que tiene las siguientes especificaciones:

Temperatura	
Rango	-40°C a +70°C
Resolución	0,1 °C
Prev	± 1 °C
Humedad	
Rango	0 a 100% RH
Resolución	0,1%
Prev	± 2% RH
Medición punto de rocío	Sí

Tabla 31. Especificaciones operativas equipo medición temperatura y humedad. Fuente: TERAO

Almacenamiento	
Capacidad memoria	32 000 datos
Intervalos de medición	1 segundo- 24 horas
Software de análisis y explotación	Sí
Otras especificaciones	
Dimensiones	130x30x25 mm
Peso	120 g
Alimentación	Batería de litio 3,6 V 171SI/PI/ Autonomía 3 años
Prueba de agua IP54	Sí

Tabla 32. Especificaciones generales equipo de medición temperatura y humedad. Fuente: TERAO

8.3. Zona de confort

8.3.1. Espacios con uso de aire acondicionado – Confort PMV

El estándar ASHRAE 55 aborda las condiciones de confort térmico y ambiente para la ocupación humana. Dentro de los parámetros que considera, se tiene en cuenta el valor clo (clothing insulation) es una unidad utilizada para expresar el aislamiento térmico proporcionado por prendas de vestir y conjuntos de ropa. Se considera que las personas en climas fríos utilizan las prendas adecuadas para disminuir la sensación de frío, es decir, con un clo de 1. Considerando un clo=1 se obtiene el siguiente comportamiento

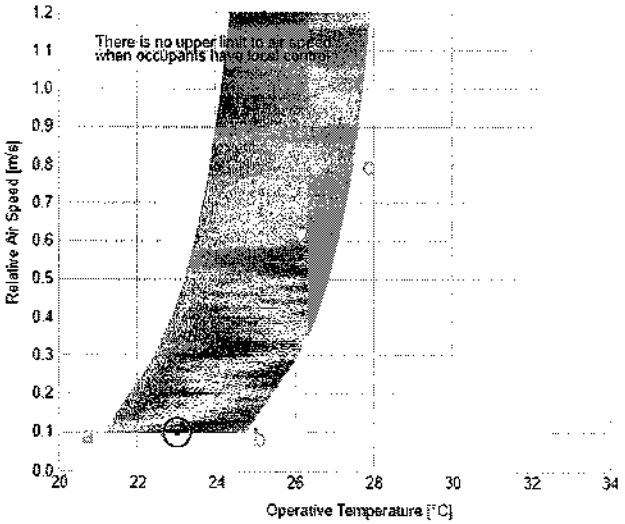


Figura 76. Zona de confort para clo=1. Fuente: CBE Thermal Comfort Tool

La zona de color azul representa la zona de confort según las condiciones de velocidad del aire en m/s y temperatura operativa en °C, con un rango de humedad de alrededor del 78% según la humedad relativa promedio del sitio.

El comportamiento para los rangos de confort son los siguientes según los puntos naranja (a, b) mostrados en las gráficas:

a. Se alcanza una temperatura mínima de 21°C cuando hace frio (sin viento: 0,1 m/s)
b. Se alcanza una temperatura máxima de 25° cuando hace calor (sin viento: 0,1 m/s)
c. Se alcanzarían 27,5°C con una velocidad del aire de 0.8 m/s (con uso de ventiladores).

Debido a que el sitio de estudio está ubicado clima frío, y de acuerdo con lo observado en el edificio el análisis se hace para el caso en que la velocidad del aire es de 0,1 m/s, es decir que los ocupantes no están expuestos a caudales de aire ya sean por ventilación natural o ventilación mecánica.

Se puede considerar 1°C menos del límite, para aumentar la aceptabilidad de los valores.
Las temperaturas óptimas corresponden a temperaturas con las cuales se logran el confort limitando los consumos de aire acondicionado.

Desde el punto de vista energético aumentar 1°C la temperatura de operación disminuye considerablemente los consumos energéticos.

Una velocidad de aire de 1 m/s aumenta 2°C la temperatura optima y el rango de confort.

Para que la velocidad del aire alcance 1 m/s, se pueden utilizar ventiladores. No se recomienda ir más allá de 1m/s por lo que puede generar molestias para los ocupantes.

8.3.2. Espacios con uso de ventilación natural – Confort adaptativo

Para ventilación natural, ASHRAE toma como referencia el confort adaptativo que depende directamente de la temperatura media del sitio.

En el siguiente gráfico:

- En el eje horizontal se muestra la temperatura media del ambiente (Temperatura media de Bogotá 13,6°C)
- En el eje vertical se lee el rango de temperatura de operación.

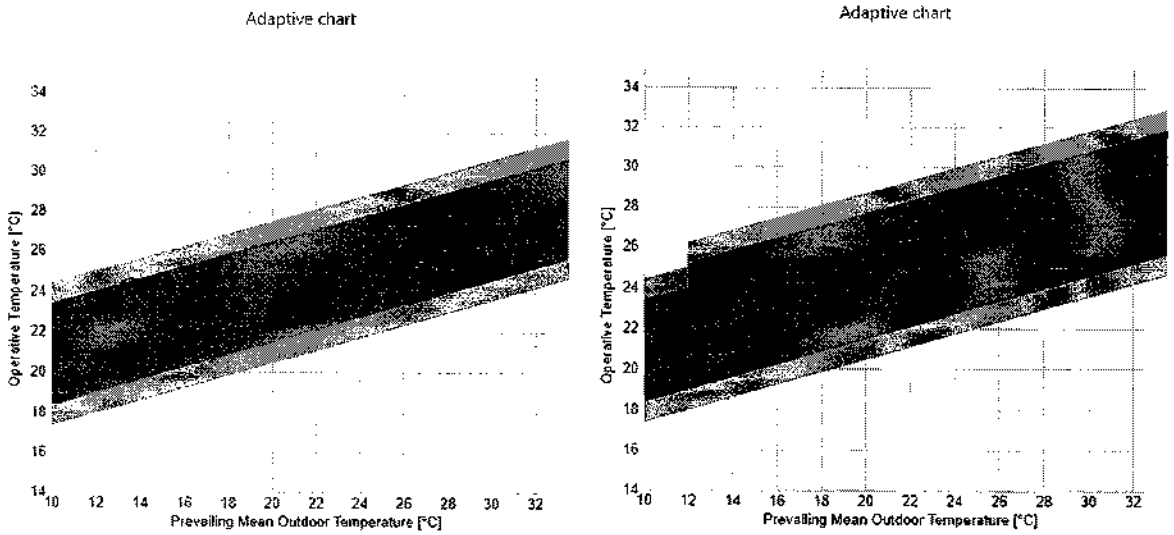


Figura 77. Zona de confort adaptativo, y zona con velocidad del aire 0,6 m/s. Fuente: CBE Thermal Comfort Tool

Este análisis toma como hipótesis que las personas al interior de los espacios tienen la posibilidad de cambiar su vestimenta, adaptándolas a temperaturas bajas como a temperaturas altas. En el gráfico de la izquierda se muestran los rangos de confort con velocidad del aire de 0,3 m/s (sin la utilización de ventiladores). Corresponden a:

- Entre 19,5 y 24,5 °C con una aceptabilidad del 90%
- Entre 18,5 y 25,5 °C con una aceptabilidad del 80%

En el gráfico de la derecha se muestra los rangos de confort con velocidad del aire de 0,9 m/s (se logra con la utilización de ventiladores). Corresponden a:

- Entre 19,5 a 26,3°C con una aceptabilidad del 90%
- Entre 18,5 y 27,3°C con una aceptabilidad del 80%

Se observa que con la utilización de ventiladores se puede alcanzar temperaturas mayores, alrededor de 2 grados más.

8.4. Mediciones de temperatura con dataloggers

El equipo empleado para realizar la medición de las temperaturas se muestra en el anexo 8.2.2. A continuación, se muestran los resultados de mediciones y la ubicación de los termómetros implementados.

8.4.1.Termómetro 1: Espacio de ventilación natural– Sótano – Oficina Gestión Ambiental.

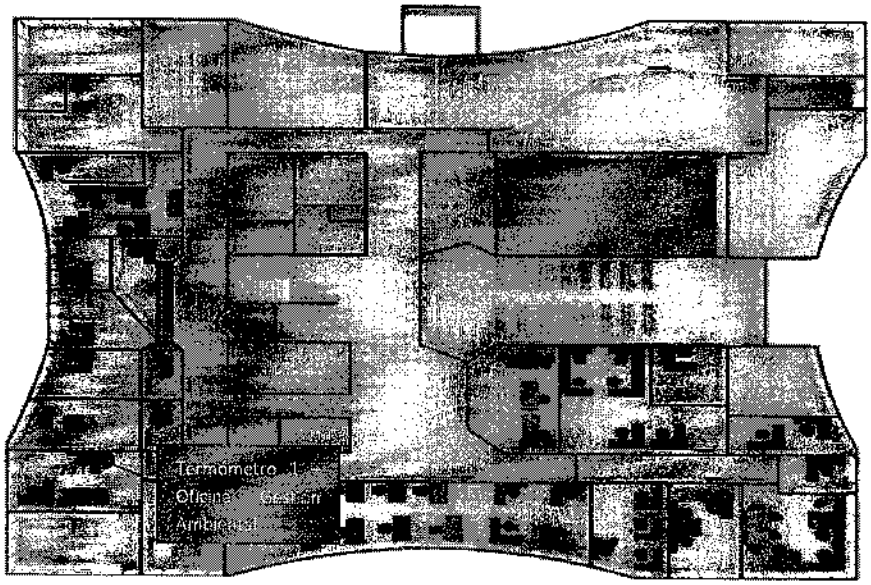
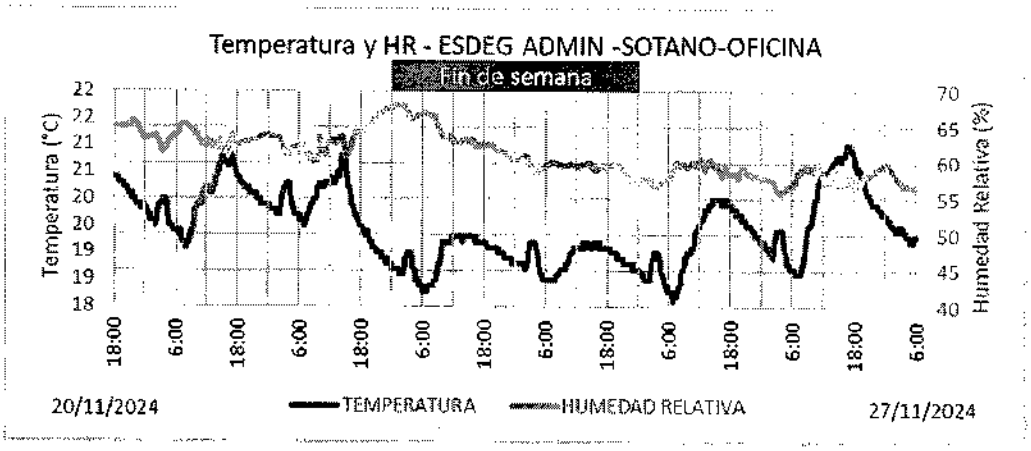


Figura 78. Ubicación termohigrómetro 1- Oficina Gestión Ambiental. Fuente: ESDEG



- Otros comentarios
- En este espacio se identificó que, durante los días laborales, es decir, de lunes a viernes entre las 7:00 y las 18:00, se registra una temperatura promedio de 19,9 °C. Las temperaturas máxima y mínima oscilaron entre 21 °C y 18,2 °C.
- Además, se observa que las temperaturas diarias durante los días laborales mantienen un comportamiento consistentemente similar cada día
- Los datos de humedad relativa se mantuvieron en un promedio de 61% durante las jornadas laborales, lo cual es un valor bueno que contribuye a mantener un ambiente cómodo en el interior de este espacio.

- Estos resultados indican que, bajo estas condiciones de temperatura y humedad relativa durante períodos de ocupación, en el edificio se garantiza el confort.

8.4.2.Termometro 2: Espacio de Ventilación Natural-Piso 4-Oficina de Dirección.

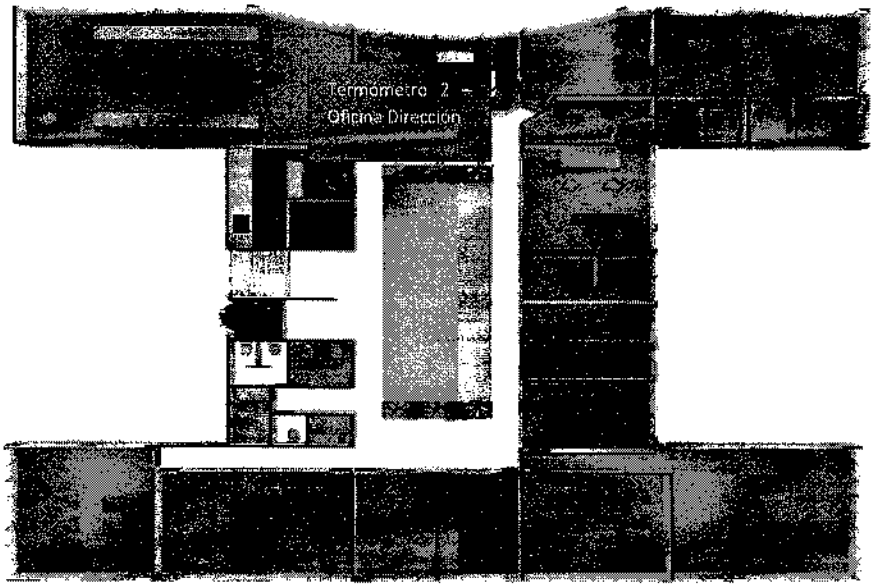
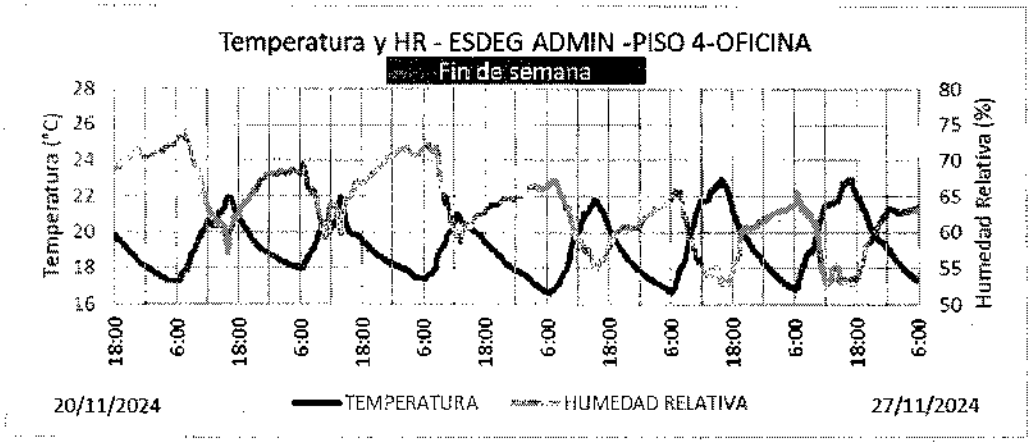


Figura 79. Ubicación termohigrómetro 1- Piso 4 Oficina Dirección. Fuente: ESDEG



Comentarios

- En este espacio se identificó que, durante los días laborales, es decir, de lunes a viernes entre las 7:00 y las 18:00, se registra una temperatura promedio de 20,6 °C. Las temperaturas máxima y mínima oscilaron entre 22,9 °C y 17,3 °C.
- Además, se observa que las temperaturas diarias durante los días laborales mantienen un comportamiento consistentemente similar cada día
- Los datos de humedad relativa se mantuvieron en un promedio de 63,4% durante las jornadas laborales, lo cual es un valor bueno que contribuye a mantener un ambiente cómodo en el interior de este espacio.
- Estos resultados indican que, bajo estas condiciones de temperatura y humedad relativa durante períodos de ocupación, en el edificio se garantiza el confort.

8.5. Inventario luminarias

En la siguiente tabla se presenta la cantidad y el tipo de luminarias existentes en el edificio. La información fue recopilada por TERAO en la visita técnica.

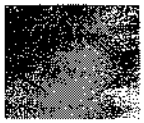
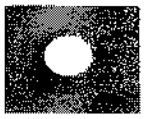
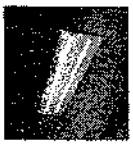
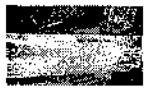
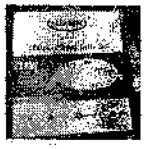
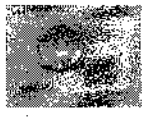
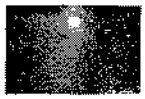
Tipología	Referencia	Potencia (W)	Cantidad	Fotografía
LED	T8 LED - 120 cm - 18W	18	10	
LED	Panel LED - 60x60 cm - 40W	40	198	
LED	Downlight LED - 12W	12	119	
LED	Bombilla LED E27	9	14	
LED	T8 4x17W	17	32	
LED Ineficiente	panel LED 120 cm	24	1	
Ahorrador	Ahorrador-12W	12	21	
LED	redonda 18w	18	227	
LED	redonda 24w	24	75	
LED	redonda 12w	12	50	
LED	T8 x 16W	16	16	
LED	Cilindro bala	16	30	

Tabla 33. Inventario de luminarias. Fuente: Terao

8.6. Niveles de iluminancia

Con el propósito de evaluar el confort visual de los espacios de trabajo, se consideran las siguientes normas:

- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP): Esta norma exige los niveles de iluminación en cada espacio según su tipología. Por ejemplo, para oficinas abiertas el rango recomendado es entre 500 y 1 000 luxes. En áreas generales de la edificación como escaleras, vestidores, baños y almacenes se propone un valor mínimo de 100 luxes.
- Norma Europea de requerimientos de iluminación (EN: 12464): Esta norma internacional recomienda para oficinas con aplicaciones de escritura, lectura y tratamiento de datos un valor requerido de 500 luxes, pudiendo alcanzar hasta 1000 luxes. La figura muestra los requisitos mínimos para una oficina según esta norma.

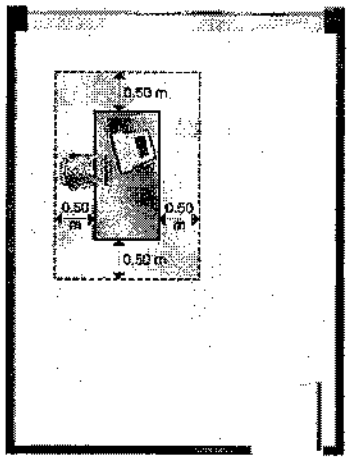


Figura 80. Requisitos de iluminación en oficinas según norma EN-12464-1

La norma RETILAP se adapta a los estándares internacionales. Por otra parte, considerando las experiencias previas de auditorías energéticas, un valor de 300 Luxes permite un desempeño eficiente para las tareas administrativas, en espacios tipo oficinas. Para otros espacios del edificio como almacenes y bodegas es menos exigente la norma.

Es importante identificar que el valor óptimo de iluminación es el que corresponde a las zonas de trabajo. Para el caso de oficinas y laboratorios se debe garantizar un valor promedio de 300 luxes en todo el espacio, y mediante una luminaria en la zona de trabajo alcanzar los 500 luxes.

En la siguiente tabla se presentan los rangos de iluminación propuestos, teniendo en cuenta lo dispuesto en RETILAP, en función del espacio:

Espacio	Tipo de zona	Nivel iluminación [Luxes]				
		Muy bajo	Bajo	Óptima	Alto	Muy alto
Oficinas	Zona de trabajo	<300	300-500	500-550	550-700	>700
Salas de conferencia	Zona circundante	<250	250-300	300-350	350-400	>400
Baños, Hall ascensores	Zona de ocupación	<150	150-200	200-250	250-300	>300
Pasillos	Zona de ocupación	<50	50-100	100-150	150-200	>200
Cuartos técnicos	Zona de ocupación	<150	150-200	200-250	250-300	>300

Tabla 34. Rangos de iluminación por zona. Fuente: RETILAP

8.7. Densidad de potencia instalada

8.7.1. LPD por edificio

Según "ASHRAE 90.1:20" "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings" la densidad de potencia instalada de iluminación (LPD por sus siglas en inglés) máxima aceptable para uso general de edificios por tipología es:

Tipo edificación	LPD, W/m²
Oficinas	6,7
Educativos	7,5
Hospitales	9,9
Laboratorios	13,0
Bibliotecas	9,0
Talleres	9,3

Tabla 35. Densidad de potencia instalada por tipología de edificio. Fuente: ASHRAE 90.1:2022

El valor de potencia instalada en laboratorios es alto y poco representativo, por lo cual se tomará como referencia para el presente proyecto el correspondiente a oficinas de 6,7 W/m² que se considera más eficiente.

8.7.2. LPD por zona

En complemento a las recomendaciones de densidad de potencia por tipo de edificio, ASHRAE propone los valores por zona, como se muestra a continuación:

Zona	LPD, W/m²
Oficinas privadas ≤13,9 m²	7,9
Oficinas privadas >13,9 y ≤27,9 m²	7,5
Oficinas abiertas	6,0
Cafetería	3,9
Gimnasio	8,8
Baños	8,0
Salón de clases	7,7
Juntas/reuniones	9,5
Pasillos (ancho <2,4 m)	4,8
Cuarto eléctrico/mecánico	7,6
Archivos ≤4,6 m²	5,2
Archivos≥13,9 m²	3,8
Ascensor	6,3
Recepción	8,6

Tabla 36. Densidad de potencia instalada de iluminación por zonas. Fuente: ASHRAE

8.8. Mediciones niveles de iluminación

Para desarrollar este procedimiento se tiene en cuenta la resolución 180540 de marzo 30 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía en su sección 490.1 Medición de iluminancia general de un espacio cerrado.
Se tomaron mediciones cada 5-10 m², según la configuración del espacio, distribución de luminarias y requerimientos de la norma correspondiente. A continuación, se muestran los valores obtenidos en cada espacio de la sede.

Los colores presentados de las mediciones de iluminación realizadas corresponden a:

Medida con luminaria encendida.
Medida con luminaria apagada (iluminación natural).

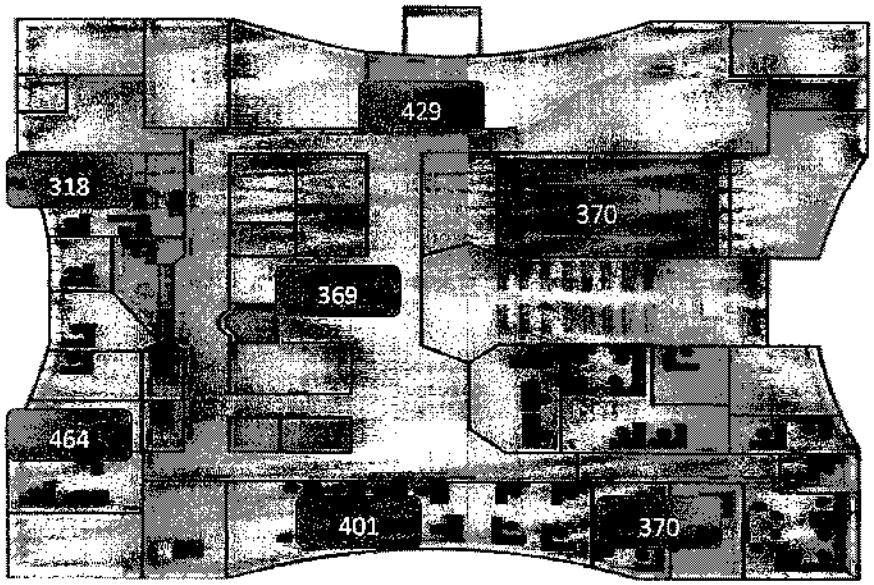


Figura.43 Niveles de iluminación en luxes de sotano. Fuente: Terao

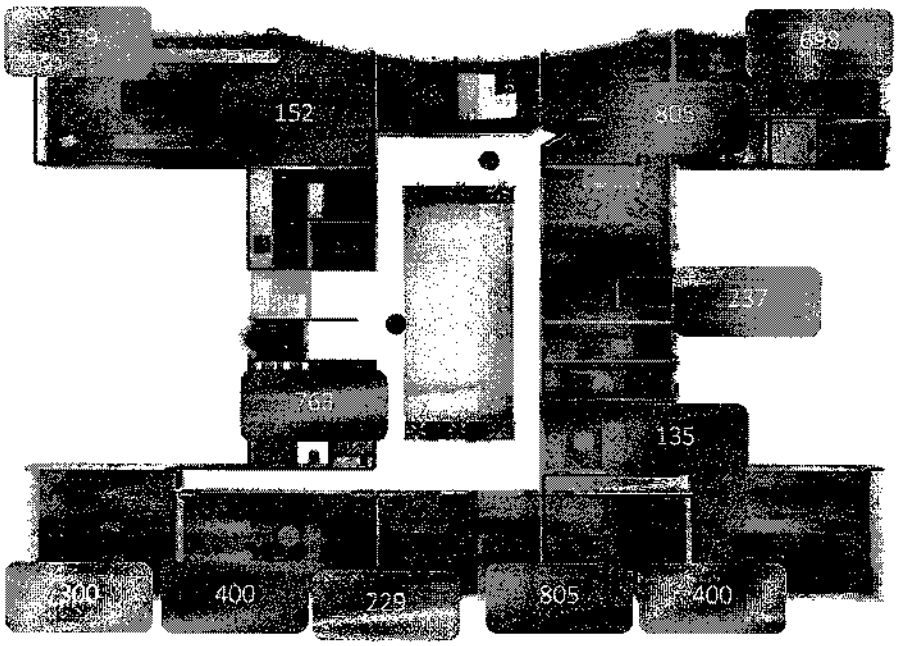


Figura.44 Niveles de iluminación en luxes del piso cuarto. Fuente: Terao

8.9. Inventario de equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica

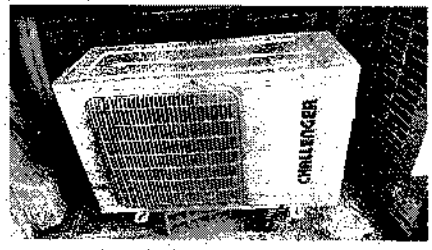
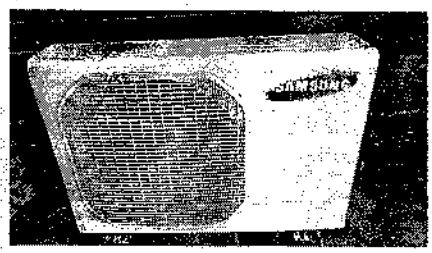
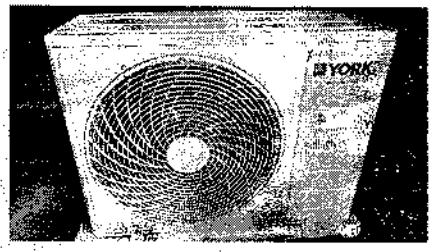
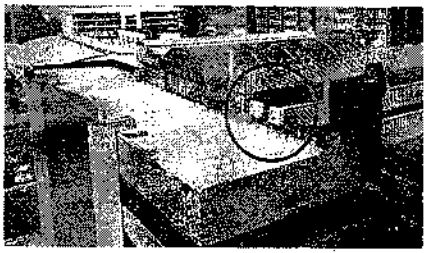
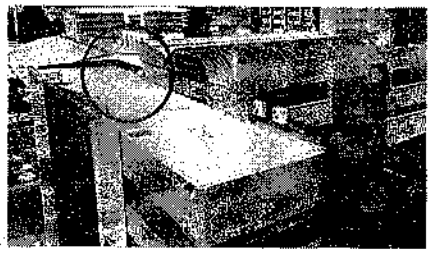
Área	Equipo	Fotografía
Cuarto de servidores y UPS ESDEG, piso 2	Tipo aire: Mini-split Cantidad: 1 Eficiencia: 3,4 Potencia(kW): 7,0 Refrigerante: R-410A	
	Tipo aire: Mini-split Cantidad: 1 Eficiencia: 2,5 Potencia(kW): 2,5	
Cuarto de servidores y UPS FAC, piso 3	Tipo aire: Mini-split Cantidad: 1 Eficiencia: 2,8 Potencia(kW): 7,0	
	Tipo aire: Mini-split Cantidad: 1 Eficiencia: 3,32 Potencia(kW): 5,3	
Sala de reuniones piso 4	Tipo aire: Cassette Cantidad: 2 Eficiencia: >3,2 Potencia(kW): 10,6 Refrigerante: R-410A	
Oficina de dirección, piso 5	Tipo aire: Mini-split Cantidad: 1 Eficiencia: 3 Potencia(kW): 3,5 Refrigerante (Hipótesis): R-410A	

Tabla 37. Inventario equipos de aire acondicionado de respaldo. Fuente: TERAO

8.10. Normas a propósito del R22

El R22 es un refrigerante usado en los equipos de aire acondicionado. Se consolidó hasta hace poco tiempo como el gas refrigerante más utilizado, tanto para instalaciones de tipo industrial como domésticas.

Sin embargo, por ser un refrigerante que pertenece al grupo del hidroclorofluorocarbonos (HCFC), **compuestos que dañan la capa de ozono se ha venido desincentivando su uso hasta su prohibición**.

La utilización del refrigerante R22 está reglamentada por el protocolo de Montreal. El protocolo recomienda la eliminación completa de HCFC en 2040 en los países en desarrollo.

En el protocolo de Montreal se estableció como fecha para la desaparición de los CFC el 1 de enero de 1996 y para los HCFC el 1 de enero de 2030, posteriormente acercada al 2014 y en Europa acordada para el 2004.

Los refrigerantes sustitutos del R22 cumplen ciertas características:

- No dañan la capa de ozono
- Ayudan al efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables

En Colombia, por medio de la ley 29 de 1992 de Colombia el congreso de Colombia aprueba el "Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono", adoptando sus medidas bajo las aclaraciones y modificaciones enunciadas en la ley enunciada anteriormente.

La Res. 2120 del 31 de octubre de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, establece medidas para controlar las importaciones de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono listadas en el Grupo I del Anexo C (HCFC) del Protocolo de Montreal.

Con base a estas leyes, los plazos programados representativos en Colombia para la aplicación del Protocolo de Montreal son:

1. Año 2010. Establecimiento de una línea base de consumo nacional que será el promedio de los años 2009 y 2010.
2. Año 2013 como fecha del congelamiento del consumo de HCFC.
3. Año 2015. La primera medida de control de eliminación del consumo, en el cual se deberá eliminar el 10% del consumo de la línea base.
4. Año 2020 se deberá eliminar el 35% de dicho consumo de HCFC.
5. Año 2025 se deberá eliminar el 67.5% de dicho consumo de HCFC.
6. Año 2030 se deberá eliminar el 97.5% de dicho consumo de HCFC.
7. Así mismo, en el período comprendido entre los años 2030 y 2040 se permitirá el uso del 2.5% del consumo de HCFC. de la línea base, para actividades de mantenimiento.

En resumen, en Colombia, se tiene que eliminar el uso del R22 hasta 2040:

- Se prohíbe la venta de equipos de aire acondicionado con refrigerante R22,
- sin embargo, al presentarse un daño de los equipos existentes, es posible la compra de pipetas de este gas para realizar las respectivas reparaciones de los equipos.
- No existe una ley que prohíba el uso de equipos de aire R22 antiguos.
- **Al remplazar un equipo funcionando con R22, se debe cambiar de tecnología de refrigerante. TERAO propone el cambio de los equipos R22 cuando su año de implementación supere los 5 años.** El cambio propuesto es realizarlo por equipos de etiqueta energética "A" o EER 3,6 como mínimo para tener tasas de retorno de inversión bajas y obtener ahorros energéticos significativos.

Referencias:

"Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución 0131 de 2014 (enero 24 de 2014)"

8.11. Reglamento técnico de etiquetado en Colombia en equipos de aire acondicionado

La implementación de esta etiqueta es reglamentada por el Ministerio de Minas y Energía (MME) y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y tiene como objetivo fomentar el uso racional y eficiente de la energía, generando un impacto energético y económico en los consumos de los usuarios

A continuación, se muestra un ejemplo de ficha técnica para aire acondicionado y los datos de interés más relevantes en temas de eficiencia energética.

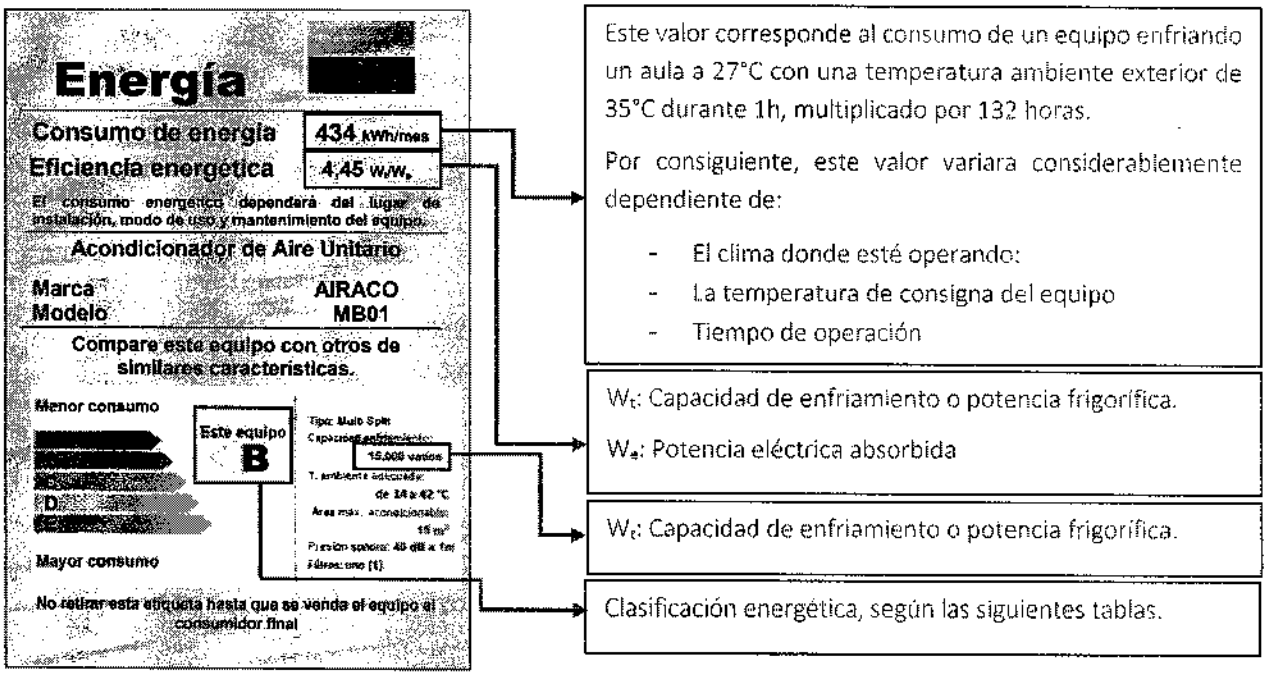


Figura 81. Etiqueta referencia para equipo de aire acondicionado. Fuente: Ministerio de Minas y Energía

El rango de eficiencia energética varía si es un equipo unitario (Ventana, mini Split o portátil) o es un equipo compacto (Cassete, Multi Split, Paquete, Piso-Techo)

RANGOS DE LA RAZÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (W_T/W_E)		
CLASE	Límite inferior (incluido)	Límite superior
A	3,75	E.E.C*
B	3,50	3,75
C	3,25	3,50
D	3,00	3,25
E	2,75	3,00

*Eficiencia Energética de Carnot E.E.C=(273,15+Te)(Tc-Te);
Donde Te: Temperatura de evaporador en °C y Tc: Temperatura de condensador en °C.

RANGOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E.E. (W_T/W_E)		
RANGO	Límite inferior (incluido)	Límite superior
A	4,75	E.E.C *
B	4,40	4,75
C	4,05	4,40
D	3,70	4,05
E	3,35	3,70

*Eficiencia Energética de Carnot E.E.C=(273,15+Te)(Tc-Te);
Donde Te: Temperatura de evaporador en °C y Tc: Temperatura de condensador en °C

Figura 82. Rangos de eficiencia para acondicionadores de aire para recintos y unidades terminales compactas (izquierda) y para tipo unitarios (derecha). Fuente: Ministerio de Minas y Energía

8.12. Norma para cuartos técnicos según ASHRAE

Segun ASHRAE TC9.9 "Data Center power Equipment Thermal Guidelines and best Practices"

- Las condiciones recomendadas en zonas de servidores o UPS son entre 18 y 27°C – 60% de HR,
- la operación de los equipos se puede afectar cuando la temperatura es inferior a 15°C o superior a 32°C.

Class[a]	Equipment Environmental Specifications for Air Cooling						
	Product Operations[b,c]					Product Power Off[c,d]	
	Dry-Bulb Temperature[e,g] °C	Humidity Range, Non-Condensing[h,i,k,l]	Maximum Dew Point[k] °C	Maximum Elevation[e,j,m] m	Maximum Temperature Change[f] in an Hour (°C)	Dry-Bulb Temperature °C	Relative Humidity[k] %
Recommended (Suitable for all 4 classes)							
A1 to A4	18 to 27	-9°C DP to 15°C DP and 60% RH					
Allowable							
A1	15 to 32	-12°C DP & 8% RH to 17°C DP and 80% RH[k]	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80

Figura 83. Especificaciones para el aire acondicionado de data centers y sala de servidores. Fuente: ASHRAE

Según ASHRAE, en estos cuartos se puede aumentar la temperatura hasta 27°C sin dañar los equipos siguiendo las recomendaciones por norma.

8.13. EDGE

La aplicación "EDGE", una innovación de la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Grupo Banco Mundial, agiliza y facilita la construcción y promoción de edificaciones ecológicas, haciéndolo más rápido, sencillo y asequible.

La herramienta EDGE está disponible para los siguientes tipos de edificios: hoteles, viviendas, centros comerciales, oficinas, edificios de salud, edificios educativos.

Esta herramienta cuenta con una base de datos climática de Colombia y con guías de buenas prácticas específicas para diversos tipos de edificaciones. Su precisión es notable, con una diferencia de menos del 10% en comparación con simulaciones térmicas dinámicas, siempre y cuando los datos de entrada estén bien alineados con la realidad observada durante las visitas al sitio. Además, permite cuantificar la inversión, el ahorro de energía en kWh y en dólares estadounidenses para cada medida de eficiencia energética

Para el presente proyecto, para consolidar la hipótesis de cálculo, se usó la herramienta EDGE para tener un consumo de referencia según la información recopilada. Resultó el siguiente perfil de referencia según EDGE:

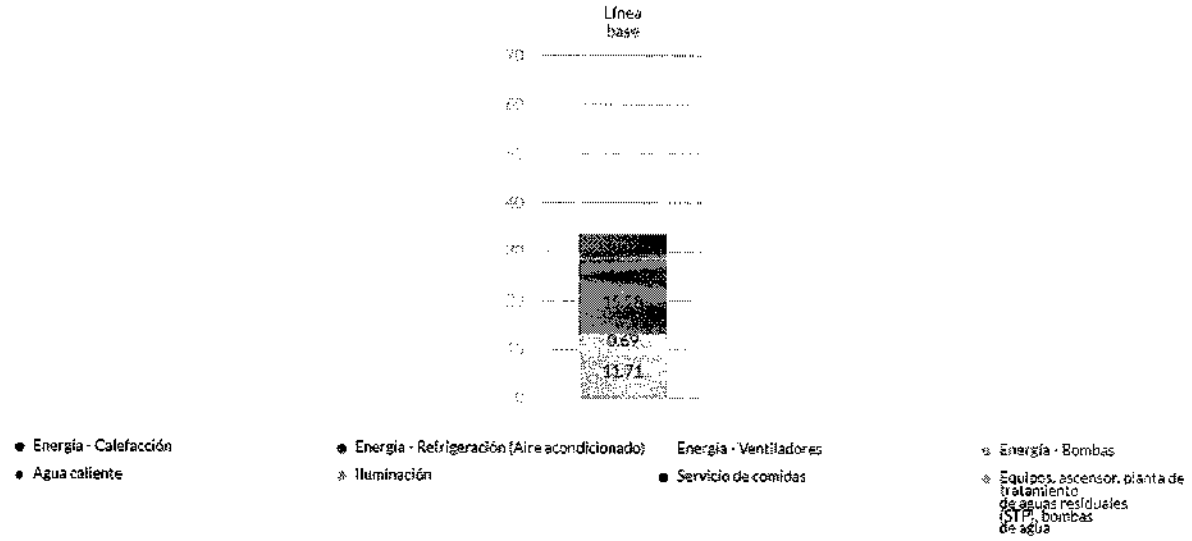


Figura 84. Perfil línea base edificio de tipología oficinas localizado en clima cálido frio(kWh/m²/año). Fuente: EDGE app

8.14. Resolución 016 de 2024

Esta resolución es expedida por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), por la cual se adopta la metodología de la línea base de consumo y ahorro estimado, la cual deberá ser atendida por las entidades en la elaboración e implementación de sus medidas para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 237 de la ley 2294 de 2023.

Como parte integral de esta resolución se anexa la metodología para el cálculo de la línea base, compuesta por los siguientes pasos:

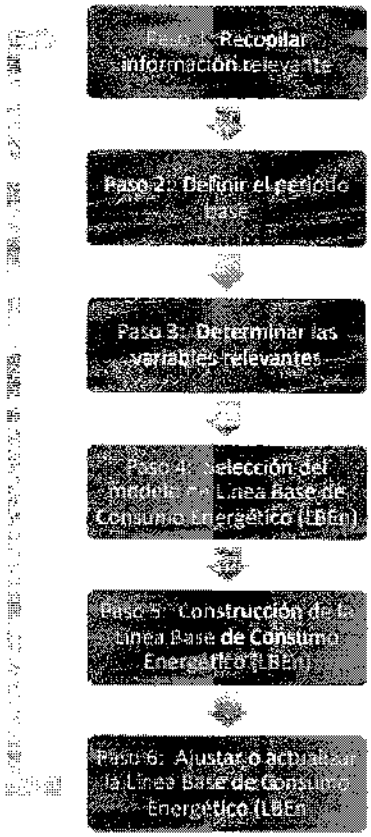


Figura 85. Pasos para construcción de línea base de consumo. Fuente: Resolución 016 de 2024

1. **Recopilación de información relevante:** Hace referencia a todos los datos importantes sobre la edificación y su consumo de energía eléctrica.
   Estos pueden ser datos históricos de consumo, áreas útiles que impliquen consumo de energía, fuentes de utilizadas, especificaciones técnicas de equipos y sistemas energéticos y horas de uso. También información sobre ocupantes (población fija y flotante), actividades u operaciones, horarios de trabajo y cualquier otro dato que pueda influir en el consumo de energía, tales como características energéticas de la envolvente de la edificación. Como mínimo, para el planteamiento de la línea base se requieren registros de facturación mensual de servicios de energía, siendo recomendable, por razones estadísticas, al menos 3 años de datos.

2. **Definir el periodo base:** El periodo base es el período de tiempo que se utilizará como referencia para la determinacion de la línea base. Su extensión en cuanto al horizonte temporal (número de años) depende de la disponibilidad de la información de facturación recolectada y de la no ocurrencia de cambios

permanentes que puedan afectar el consumo habitual de energía, como el caso de modificaciones a la infraestructura energética del edificio o cambios en el uso o la ocupación de este.

3. **Determinar las variables relevantes:** Las variables relevantes son aquellas que impactan significativamente en el desempeño energético y cambian de forma rutinaria. Las mismas se refieren a parámetros operacionales, actividades de mantenimiento, eventos o actividades que cambian en la operación cotidiana de la organización. Estas variables pueden incluir el área de la edificación, la cantidad de ocupantes (población fija y flotante), número de personas o solicitudes atendidas, grados día de temperatura, tiempos de trabajo.

4. **Selección del modelo de línea base de consumo energético:** Los modelos pueden variar en función de la información disponible. Pueden ser modelos simples basados en la información histórica de consumo, pasando por modelos de regresión lineal hasta modelos más complejos que contemplan múltiples variables. Los modelos disponibles son:
   a. **Medición del valor absoluto de energía**
   b. **Cociente de los valores medidos o relación simple**
   c. **Modelo estadístico**
   d. **Modelo de ingeniería o simulación:**

5. **Construcción de la línea base de consumo energético (LBEn):** Teniendo en cuenta la información recolectada, se define el modelo para la construcción de la línea base. Es importante que la información de consumos energéticos sea normalizada a periodos mensuales de 30 día, dado que en los registros de las facturas pueden estar facturados más o menos de 30 días. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{Consumo\ mensual_{normalizado} = \frac{Consumo\ mensual_{factura}}{Días\ de\ facturación} * 30}$$

   a. **A partir del modelo de valor absoluto de energía:** La LBEn se debe calcular de forma mensual a partir del modelo simple de los consumos energéticos mensuales conocidos, así

$$\boldsymbol{LBEn_m = \frac{\sum_{i=1}^{m} Consumo\ mensual\ de\ energía_i}{m}}$$

   Donde,
   $LBEn_m$= Línea base de consumo energético para el mes m,
   Consumo de energía= Cantidad de energía consumida en el mes i
   m= número de meses.

   De esta forma se obtienen 12 valores correspondientes a los 12 periodos mensuales del año. Posteriormente se realiza una verificación de los datos, estableciendo el intervalo de confianza, estableciendo un límite superior e inferior, como se muestra a continuación:

$$Intervalo\ de\ confianza = LBEn_m * 1{,}1 < LBEn_m < LBEn_m * 0{,}9$$

   b. **A partir del modelo de cociente de valores medido o relación simple:** La LBEn en este caso es similar al paso anterior:

$$LBEn_m = \frac{\sum_{i=1}^{m} Cociente\ de\ valores\ medido_i}{m}$$

Donde,

$LBEn_m$= Linea base de consumo energético para el mes m,

Cociente de valores medido = Cantidad de energía consumida por unidad de la variable relevante en el mes i

m= número de meses.

De igual manera, se obtienen 12 datos promedio correspondientes a los periodos mensuales del año. El intervalo de confianza está dado de la misma manera al modelo de valor absoluto de energía.

6. **Ajustar o actualizar la línea base de consumo energético:** El proceso de mejora de la Linea Base Energética (LBEn) implica distinguir entre "Actualizar" y "Ajustar". La actualización implica la generación de una nueva LBEn debido a cambios significativos en la infraestructura energética o el uso del edificio. Por otro lado, el ajuste se refiere a modificar la LBEn existente para hacerla más precisa o útil en un contexto particular. Los cambios en la infraestructura energética o en el uso del edificio son razones para actualizar la LBEn, mientras que los cambios en las operaciones del edificio son razones para ajustarla. En resumen, la LBEn se actualiza cuando hay cambios importantes en las variables que influyen en el consumo de energía, y se ajusta cuando hay cambios en las condiciones que pueden afectar el consumo de energía dentro del límite de medición del edificio.

7. **Estimar potenciales de ahorro:** Para estimar los potenciales de ahorro energético se deben considerar los siguientes aspectos:
   a. Identificar el mejor desempeño energético: Para cada mes de análisis dentro del periodo base, el consumo energético que estuvo por debajo del consumo que entrega la LBEn.
   b. - Identificar oportunidades de mejora: Estas medidas pueden ser implementadas y/o adoptadas a través de buenas prácticas operacionales o de comportamiento energético (BPO), medidas pasivas, y por sustitución o reconversión tecnológica de equipamiento.

8. **Información a reportar a la UPME:** Una vez se han calculado la LBEn y el ahorro estimado, cada edificio deberá reportar a la UPME la siguiente información:
   a. A nivel general: Área útil asociada al consumo de energía, fuentes de energía utilizadas, equipos utilizados, ocupantes, actividades desarrolladas.
   b. Del modelo de valor absoluto de energía: Periodo base, valor del consumo mensual de energía de la LBEn en el periodo base, valor de la desviación estándar de todos los datos utilizados independientemente del periodo base, ahorro estimado por mes en energía y porcentaje.
   c. Del modelo de cociente de valores medidos o relación simple: Periodo base, variables utilizadas para determinar el cociente, valor del consumo mensual de energía de la LBEn en el periodo base, valor de la desviación estándar de todos los datos utilizados independientemente del periodo base, ahorro estimado por mes en energía y porcentaje.

8.14.1. Determinación de la línea base energética

Tomando como referencia la metodología de cálculo de la línea base de consumo y ahorro estimado previamente descrita, para la sede administrativa de la ESDEG se tiene:

Paso 1. Recopilación de información relevante: La información disponible, que fue suministrada por la entidad, corresponde a los registros de facturación de servicios de energía entre los años 2021 y 2024.

Paso 2. Definir el periodo base: Los aspectos a considerar para determinar el periodo base se abordan a nivel general desde dos puntos de vista, el primero de ellos es contar con una muestra representativa de datos, siendo recomendado tener el histórico de tres años. El segundo y no menos importante es que estos datos reflejen el comportamiento actual de consumo del edificio.

Al evaluar estos aspectos se encuentra apropiado tomar un periodo menor al recomendado, con el objetivo de que los datos representen las condiciones típicas de operación, en consecuencia, se toma un periodo de dos años, comprendido entre agosto de 2022 y julio de 2024, **quedando el año 1 entre agosto de 2022 hasta julio de 2023, y el año 2 entre agosto de 2023 hasta julio de 2024.** Tal como se muestra en la siguiente tabla:

Mes	2022 (Factura kWh)	2023 (Factura kWh)	2024 (Factura kWh)
Enero	23 940	25 992	[illegible]
Febrero	28 728	25 982	[illegible]
Marzo	33 174	28 334	[illegible]
Abril	29 754	27 360	[illegible]
Mayo	30 438	25 191	[illegible]
Junio	29 754	23 340	[illegible]
Julio	32 832	25 650	[illegible]
Agosto	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Septiembre	[illegible]	29 020	
Octubre	[illegible]	[illegible]	
Noviembre	[illegible]	[illegible]	
Diciembre	[illegible]	[illegible]	

	Año 1
	Año 2

Tabla 38. Recopilación de información facturas y periodo base. Fuente: ESDEG

Paso 3. Determinar las variables relevantes: Para este caso, no se cuenta con variables que influyan en el comportamiento energético como el índice de ocupación o grados día de temperatura y por ello los registros de consumo mensuales de las facturas eléctricas constituyen la base para implementar el modelo de valor absoluto de energía.

Paso 4. Selección del modelo de línea base de consumo energético: De acuerdo a la información disponible y de los aspectos evaluados en el paso 2 y 3, la línea base energética se evalúa bajo el modelo de valor absoluto de energía. Con 24 datos mensuales se busca visualizar el comportamiento de consumo de energía y de esta manera identificar los potenciales de ahorro.

Paso 5. Construcción de la línea base de consumo energético: Teniendo los datos para el periodo base seleccionado, se le realiza un proceso de normalización con el que se ajusta a datos de consumo de 30 días debido a que, en cada mes, los días que se facturan son de más o menos 30 días. En las siguientes tablas se presentan los datos recopilados y su valor correspondiente normalizado.

Mes	Año 1 [kWh]	Año 1 normalizado [kWh]	Año 2 [kWh]	Año 2 normalizado [kWh]
Enero	25 992	25 992	27 360	27 360
Febrero	25 982	25 982	23 255	23 255
Marzo	28 334	28 334	25 308	25 308
Abril	27 360	27 360	27 018	27 018
Mayo	25 191	25 191	24 966	25 827
Junio	23 340	23 340	23 940	23 940
Julio	25 650	24 823	25 950	25 113
Agosto	28 728	28 728	25 308	26 181
Septiembre	27 702	27 702	29 070	25 650
Octubre	26 334	26 334	29 508	30 526
Noviembre	25 922	25 922	30 096	30 096
Diciembre	27 360	27 360	23 598	23 598
Promedio mensual	26 [illegible]	[illegible]	26 231	[illegible]

Tabla 39. Valores de consumo normalizado en periodo base. Fuente: ESDEG

Seguidamente se construye la línea base, la cual corresponde al promedio mensual de los meses analizados normalizados, como se observa en la siguiente figura.

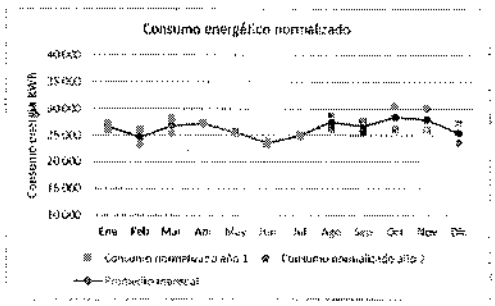


Figura 86. Línea base de consumo energético. Fuente: TERAO

A continuación, se realiza la verificación de la línea base energética a través del intervalo de confianza, donde se calcula el límite inferior y superior correspondientes al 90 % y 110% del promedio respectivamente.

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Promedio	Límite inferior	Límite superior
Enero	25 992	27 360	26 676	24 008	29 344
Febrero	25 982	23 255	24 619	22 157	27 080
Marzo	28 334	25 308	26 821	24 139	29 503
Abril	27 360	27 018	27 189	24 470	29 908
Mayo	25 191	25 827	25 509	22 958	28 060
Junio	23 340	23 940	23 640	21 276	26 004
Julio	24 823	25 113	24 968	22 471	27 465
Agosto	28 728	26 181	27 454	24 709	30 200
Septiembre	27 702	25 650	26 676	24 008	29 344
Octubre	26 334	30 526	28 430	25 587	31 273
Noviembre	25 922	30 096	28 009	25 208	30 810
Diciembre	27 360	23 598	25 479	22 931	28 027

Tabla 40. Intervalo de confianza. Fuente: TERAO

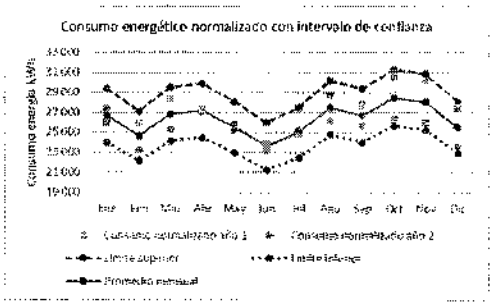


Figura 87. Intervalo de confianza línea base. Fuente: TERAO

Paso 6. Ajuste de la línea base: Al observar los datos, se observa que todos quedan dentro del intervalo de confianza, por lo tanto, representan un dato significativo de consumo de energía para cada mes y no requiere algún tipo de ajuste y la línea base corresponde al promedio mensual.

Paso 7. Estimar potenciales de ahorro: Los potenciales de ahorro se determinan a partir del mejor desempeño energético, es decir, para cada mes se selecciona el valor mínimo de consumo:

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Promedio	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Ahorro	
Enero	25 992	27 360	26 676	24 008	29 344	25 992	684	3%
Febrero	25 982	23 255	24 619	22 157	27 080	23 255	1 364	6%
Marzo	28 334	25 308	26 821	24 139	29 503	25 308	1 513	6%
Abril	27 360	27 018	27 189	24 470	29 908	27 018	171	1%
Mayo	25 191	25 827	25 509	22 958	28 060	25 191	318	1%
Junio	23 340	23 940	23 640	21 276	26 004	23 340	300	1%
Julio	24 823	25 113	24 968	22 471	27 465	24 823	145	1%
Agosto	28 728	26 181	27 454	24 709	30 200	26 181	1 274	5%
Septiembre	27 702	25 650	26 676	24 008	29 344	25 650	1 026	4%
Octubre	26 334	30 526	28 430	25 587	31 273	26 334	2 096	7%
Noviembre	25 922	30 096	28 009	25 208	30 810	25 922	2 087	7%
Diciembre	27 360	23 598	25 479	22 931	28 027	23 598	1 881	7%
Promedio	26 422	26 156	26 289	23 660	28 918	25 218	1 072	4%

Tabla 41. Potencial de ahorro. Fuente: TERAO

De la información anterior se concluye que en cada mes hay un dato por debajo del promedio o línea base, lo que quiere decir que el edificio puede reducir su consumo al mes donde operó con mayor eficiencia. La siguiente figura respalda esta conclusión.

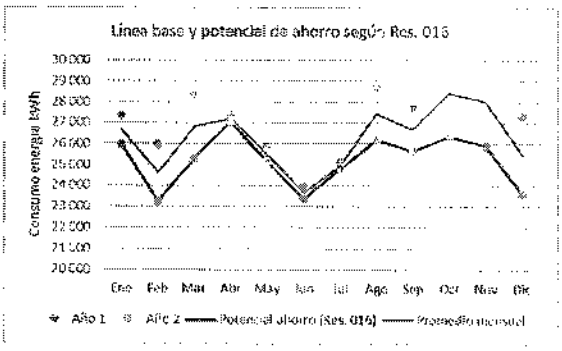


Figura 88. Línea base y potencial de ahorro. Fuente: TERAO

8.15. Mediciones de Energía

Los puntos del edificio seleccionados para realizar las mediciones de energía fueron:

- Tablero general de distribución ubicado en el sótano
- Tablero general del piso 4:

Las mediciones de energía permiten tener una perspectiva de consumo en áreas determinadas del edificio. Esta información obtenida se compara con las estimaciones realizadas a partir de lo observado en la visita técnica.

8.15.1. Tablero general de distribución sótano

Este punto de medición corresponde al tablero totalizador del sótano, el cual tiene circuitos de distribución hacia los otros pisos del edificio. Durante inspección en el sitio, se identificaron cuatro circuitos de consumo representativo en este tablero, los cuales fueron:

- Semisótano
- Cuarto piso
- Segundo piso
- Tercer piso

Los registros fueron tomados desde el miércoles 20 de noviembre de 2024 hasta el martes 26 de noviembre de 2024. En la siguiente figura se presentan los resultados de medición de consumo obtenidos para el análisis.

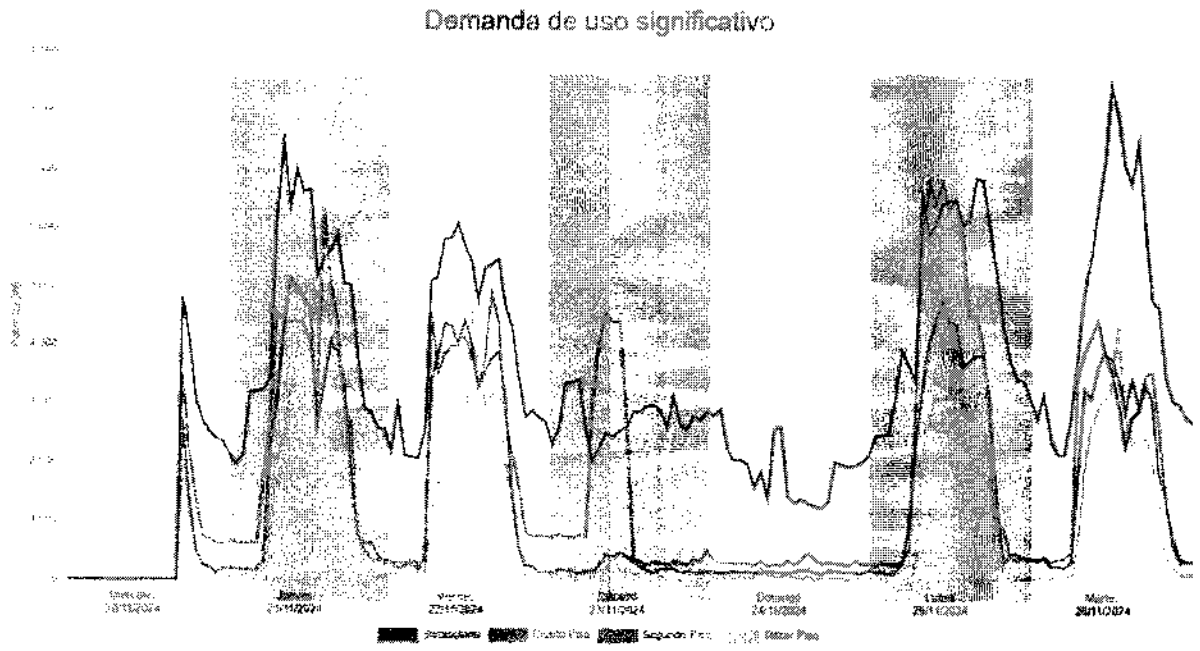


Figura 89. Comportamiento de la potencia por circuito tablero sótano. Fuente: Terao

A continuación, se presentan los valores de energía relacionados durante los días de medición.

		Detalle consumo diario						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Aparente [kVAh]	271,58	238,13	40,19	265,75	241,25	105,09	59,01	1 221,01
Activa [kWh]	271,56	238,11	40,17	265,72	241,23	104,89	58,71	1 220,4
Reactiva [kVARh]	3,07	3,45	1,31	4,19	3,49	6,47	5,88	27,86

Tabla 42. Valores de consumo por día. Fuente: Terao

La siguiente figura presenta la distribución de los consumos de los circuitos medidos durante todo el tiempo de monitoreo.

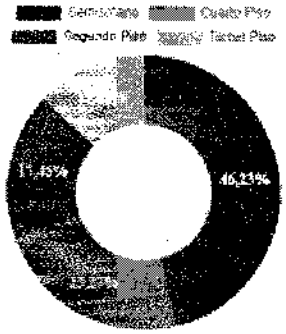


Figura 90. Participación de consumos sótano. Fuente: Terao

De los circuitos analizados, las mediciones sugieren que el semisótano es el circuito de mayor consumo. El miércoles se presenta un consumo menor respecto a los otros días dado que el registro de datos no se hizo durante todo el día.

De los datos anteriores se calcula el promedio de consumo para días hábiles (lunes a viernes) y para los fines de semana para estimar el consumo anual asociado a estos circuitos.

Periodo	Días	Promedio semanal [kWh/semana]	Consumo anual [kWh/año]
Días hábiles	Lunes: 271,56 [kWh] Martes: 238,11 [kWh] Jueves: 265,72 [kWh] Viernes: 241,23 [kWh]	254,16	13 216,32
Fines de semana	Sábado: 104,89 [kWh] Domingo: 58,71 [kWh]	81,8	4 253,6
Total			17 469,92

Tabla 43. Estimación consumo anual circuitos analizados. Fuente: Terao

De acuerdo con los perfiles diarios de medición se estima la potencia promedio de los circuitos en las noches (7:00 pm- 5:00 am).

- Semisótano: 2 563 W
- Cuarto piso: 465 W
- Segundo piso: 294 W
- Tercer piso: 150 W

Estos valores sugieren que en todos los circuitos hay una carga constante, siendo el semisótano el que representa el mayor consumo.

Teniendo en cuenta que durante las noches no hay cargas por uso de ofimáticos, se atribuye este consumo constante, principalmente en el circuito del semisótano a los servidores y UPS.

8.15.2. Tablero de distribución cuarto piso

Este punto de medición corresponde al tablero de distribución de la Fuerza Aérea ubicado en el cuarto piso, el cual tiene un circuito regulado, respaldado por una UPS, adicionalmente tiene un circuito para el aire acondicionado del cuarto técnico y otros dos circuitos sin identificar, sin embargo, estos se asocian a cargas de iluminación y tomas.

Los registros fueron tomados desde el miércoles 20 de noviembre de 2024 hasta el martes 26 de noviembre de 2024. En la siguiente figura se presentan los resultados de medición de consumo obtenidos para el análisis.

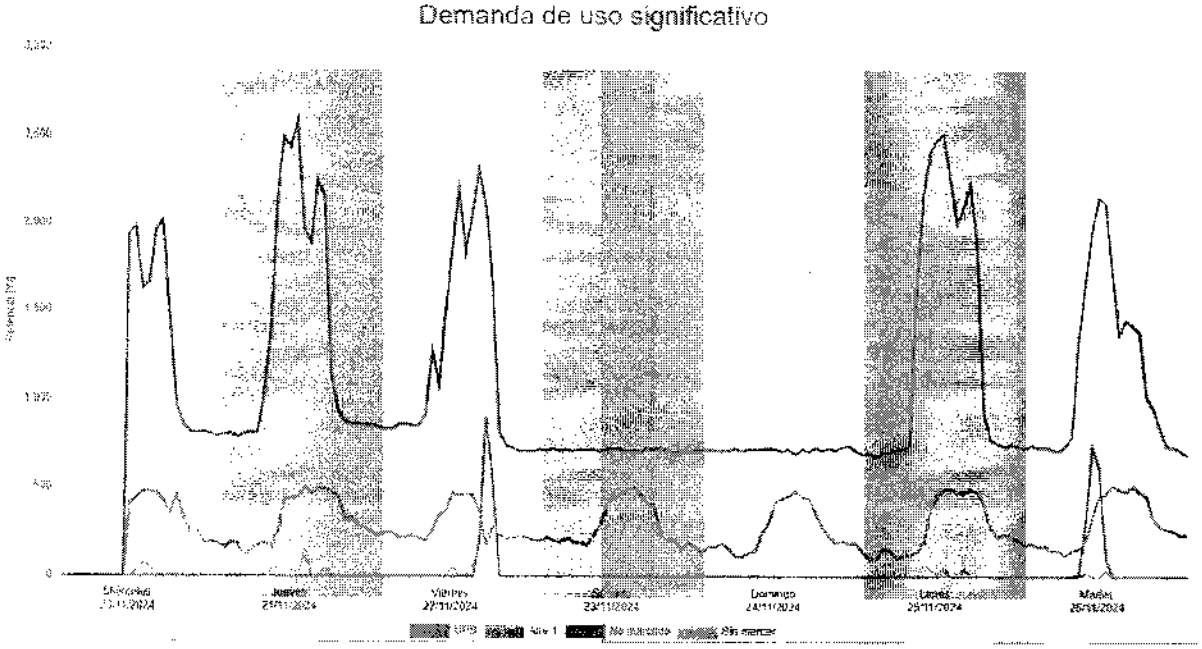


Figura 91. Comportamiento de la potencia por circuito en tablero del cuarto piso. Fuente: Terao

A continuación, se presentan los valores de energía relacionados durante los días de medición.

	Detalle consumo diario							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Aparente [kVAh]	39,8	37,73	22,55	40,81	38,16	24,72	23,68	227,44

Activa [kWh]	39,79	37,71	22,54	40,8	38,15	24,7	23,67	227,36
Reactiva [kVARh]	0,92	0,95	0,65	1,04	0,88	0,89	0,79	6,12

Tabla 44. Valores de consumo por día. Fuente: Terao

La siguiente figura presenta la distribución de los consumos de los circuitos medidos durante todo el tiempo de monitoreo.

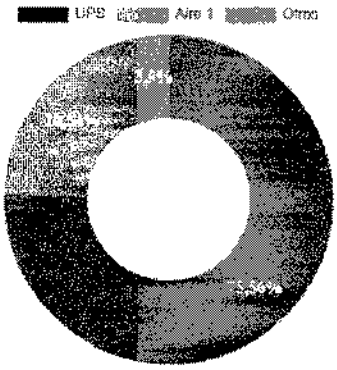


Figura 92. Participación de los consumos en tablero del cuarto piso. Fuente: Terao

De los circuitos analizados, las mediciones sugieren que el circuito regulado, es el de mayor consumo. El miércoles se presenta un consumo menor respecto a los otros días dado que el registro de datos durante este día se hizo de manera parcial.

De los datos anteriores se calcula el promedio de consumo para días hábiles (lunes a viernes) y para los fines de semana para estimar el consumo anual asociado a estos circuitos.

Periodo	Días	Promedio semanal [kWh/semana]	Consumo anual [kWh/año]
Días hábiles	Lunes: 39,79 [kWh] Martes: 37,71 [kWh] Jueves: 40,8 [kWh] Viernes: 38,15 [kWh]	39,11	2 033,72
Fines de semana	Sábado: 24,7 [kWh] Domingo: 23,67 [kWh]	24,18	1 257,36
Total			3 291,08

Tabla 45. Estimación consumo anual de los circuitos analizados Fuente: Terao

De acuerdo con los perfiles diarios de medición se estima la potencia promedio de los circuitos en las noches (6:00 pm- 6:00 am).

- Regulada, noches (lunes a viernes): 780 W
- Regulada, noches (sábado y domingo): 700 W

- Aire acondicionado: 224 W
- Otros: 0 W

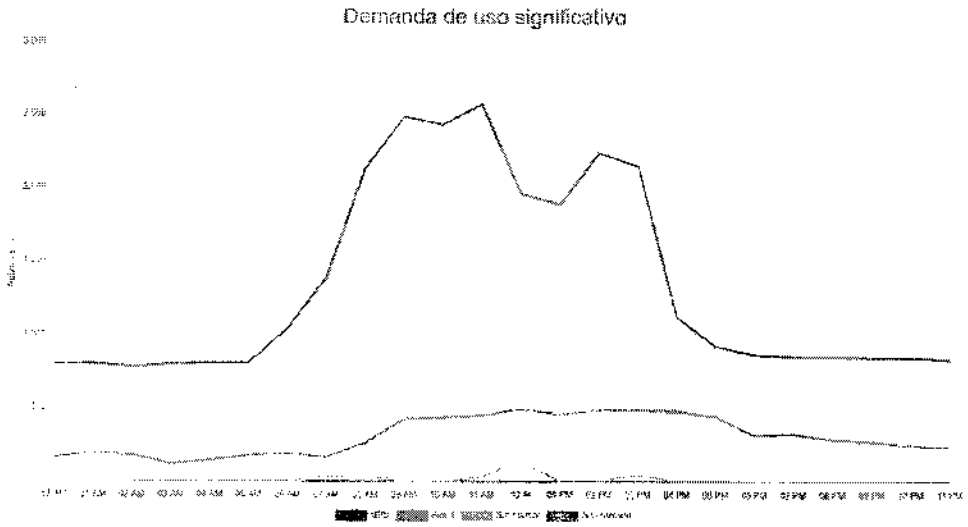


Figura 93. Perfil de consumo diario. Fuente: Terao

Para la red regulada (UPS en la figura), el consumo registrado durante la noche corresponde a los servidores y UPS, teniendo en cuenta que esta red tiene la función de respaldar el uso de equipos ofimáticos. Sin embargo, se observó que las noches entre semana (lunes a viernes), el perfil de consumo es mayor que el registrado en las noches de los fines de semana. Este comportamiento puede ser por equipos ofimáticos que quedan conectados a la red durante las noches.

El circuito de aire acondicionado permite evidenciar que se tiene menor carga de trabajo en las noches debido al descenso de la temperatura ambiente. Sin embargo, la carga asociada a este sistema es constante.

8.16. Matriz de diagnóstico RETIE y RETILAP

Se evaluaron los sistemas de iluminación y calidad de energía del edificio Administrativo en la Escuela Superior de Guerra. Para verificar el cumplimiento con las normativas RETIE y RETILAP 2024, se incluyeron en el análisis aspectos como la matriz de diagnóstico general, en la cual se verificó la conformidad de la instalación eléctrica y la seguridad operativa. Esto implicó una revisión detallada de la documentación, la protección contra sobre corrientes y cortocircuitos, la puesta a tierra, la señalización, el estado de las luminarias y la calidad de la energía.

El edificio presenta varios aspectos importantes que deben atenderse para cumplir con las normas de seguridad y eficiencia energética. Actualmente, no cuentan con planos eléctricos actualizados, planes de mantenimiento o señalización adecuada para cumplir con normas de seguridad eléctrica de la instalación y su operatividad. Adicionalmente, no hay existencia de registro de pruebas de protección pudiendo suponer un riesgo tanto al personal como a los equipos.

Para analizar este criterio se elaboró una matriz de diagnóstico
Con los valores tomados en periodos de y 7 (siete) días en diferentes tableros normalizados y regulados en diferentes pisos del edificio, se puede identificar primordialmente:

La edificación no cumple **Diseño y Documentación** y **Calidad de energía** con los criterios para las normas RETIE y RETILAP 2024, debido a que no hay documentación de planos eléctricos y unifilares, no se tiene los diseños de sistemas de puesta a tierra o pruebas realizadas en la construccion. Adicionalmente, se evidencia un en las 3 fases medidas factores de carga fuera del rango 0,9- 0,95, esto se ve directamente afectado por un mayor consumo de energía reactiva en las instalaciones. Se recomienda distribuir las cargas e instalar bancos de condensadores, según se requiera, para disminuir el consumo de este.

Los **materiales y documentación,** no cumple, se evidencian empalmes expuestos, los conductores tienen desgaste, hay tubería y partes energizadas expuestas y no cuenta con la rotulación en los equipos por código de colores.

En cuanto a la **iluminación,** hay aspectos positivos, como el uso de luminarias LED sin embargo se requiere de la presencia de controles de iluminación para el edificio. Adicionalmente, los luxes no son adecuados para las siguientes zonas debido a que se obtuvieron valores de luxes fuera del rango solicitado por norma RETILAP:

- Baños 200-300
- Pasillos 100-200
- Oficinas cerradas 500-800
- Oficinas abiertas 300- 500
- Sala de conferencias 500-750

En los criterios **PROTECCIÓN CONTRA SOBRE CORRIENTES, PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS Y PROTECCIÓN CONTRA FUGAS A TIERRA,** se concluye que requieren pruebas para los sistemas y evaluación de cada protección en su correcto funcionamiento, adicionalmente, no se cumplen las especificaciones ya que se encontraron masas energizadas.

La **señalización**, no cumple debido a que los tableros, equipos eléctricos, interruptores y tomas no tienen la señalización adecuada para tratamiento. La señalización de emergencia tampoco se evidencia con los símbolos requeridos.

Los espacios cumplen con las **condiciones ambientales** requeridas bajo la norma, manteniendo valores óptimos en temperatura y humedad adecuada para su correcto funcionamiento.

El **mantenimiento no** se cumple en la especificación plan de mantenimiento, la limpieza de los equipos o cuartos eléctricos, el estado físico de los mismos y los repuestos y refacciones no cumple ya que no hay en existencia, su condición demuestra un desgaste alto o no cuenta con las adecuaciones requeridas por la norma.

Capítulo	Especificaciones	Procedimiento de verificación	Cumplimiento	Observaciones	Recomendaciones
Diseño y Documentación	Existencia de planos eléctricos actualizados y completos	Planos, cálculos, memorias	No cumple	No existen planos electrónicos completos y actualizados	Completar los planos eléctricos faltantes, los memorias de cálculo y diseño de las áreas de carga para asegurar que la capacidad instalada cubra la demanda de forma eficiente.
	Cálculos de carga y diseño para la demanda	Planos, cálculos, memorias	No cumple	No hay cálculos de cargas	
	Selección de materiales y equipos acorde a especificaciones	Planos, cálculos, memorias	No cumple	No hay documentación	
	Diseño de ubicación de puntos de tomacorrientes	Planos, cálculos, memorias	No cumple	No hay diseño de puntos eléctricos	
	Documentación de las pruebas realizadas durante la construcción.	Planos, cálculos, memorias	No cumple	No hay documentación	
Instalación e Instalación	Condiciones de la carga (adecuada y en buen estado)	Inspección visual (Técnicos)	No cumple	Se evidencian cableados y empalmes	Verificar y documentar que los materiales y equipos instalados cumplan con las especificaciones técnicas y en condiciones óptimas de uso.
	Conexiones eléctricas seguras y sin empalmes temporales	Inspección visual (técnicos)	No cumple	Cumple parcialmente, no hay empalmes peligrosos	
	Cajas de empalme y distribución correctamente instaladas	Inspección visual (técnicos)	No cumple	Hay cableado expuesto a la vista	
	Tomas con polaridad correcta y puesta a tierra	Inspección visual (técnicos)	No cumple	Tomas con polaridad correcta	
	Identificación clara de los circuitos y elementos eléctricos.	Inspección visual (técnicos)	No cumple	Hay equipos que no presentan código de colores o señalización adecuada (UNE, RETIE). No existen con claridad y visible	
Protección contra sobrecorrientes	Dispositivos de protección interruptores automáticos, fusibles) correctamente dimensionados	Inspección visual		Se recomiendan pruebas de funcionamiento contra sobrecorrientes.	Realizar pruebas de funcionamiento en los dispositivos de protección para confirmar que estén dimensionados correctamente.
	Coordinación entre los dispositivos de protección	Inspección visual		Se recomiendan pruebas de funcionamiento contra sobrecorrientes.	
	Protección de respaldo adecuada en los circuitos más susceptibles	Inspección visual		Se recomiendan pruebas de funcionamiento contra sobrecorrientes.	
	Instalación correcta de los dispositivos de protección	Inspección visual		Se recomiendan pruebas de funcionamiento contra sobrecorrientes.	
	Señalización clara de los dispositivos de protección.	Inspección visual	No cumple	No hay señalización de equipos, interruptores o cargas.	
Protección contra contactos directos e indirectos	El sistema de protección diferencial (tipo Vigilohm) en los circuitos críticos.	Inspección visual		Se recomienda pruebas para determinar funcionamiento y existencia.	Realizar pruebas para confirmar la existencia de DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN diferencial y verificar que incluyan la documentación de instalación, mantenimiento y pruebas preventivas para garantizar seguridad eléctrica.
	Sensibilidad adecuada de los DPS	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y existencia.	
	Coordinación entre los DPS y otros dispositivos de protección.	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y existencia.	
	Instalación correcta de los DPS	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y existencia.	
	Puesta a tierra de los DPS	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y existencia.	
Protección contra fuga a tierra	Sistema de puesta a tierra efectivo y conectado a todas las masas metálicas	Inspección visual		Se recomiendan pruebas para determinar funcionamiento y existencia.	Implementar un diseño completo de protección de puesta a tierra que cumpla con las normativas RETIE (Resolución 40117 del 2 de enero de 2024) y RETILAP (Resolución 40550 del 03 de enero de 2024) y realizar las pruebas periódicas para asegurar su efectividad.
	Resistencia de puesta a tierra dentro de los valores permitidos	Inspección visual		Se requieren pruebas. Por diseño requiere las medidas	
	Continuidad de la puesta a tierra	Inspección visual		Se requieren pruebas. Por diseño requiere las medidas	
	Conexiones adecuadas de los conductores a puesta a tierra	Inspección visual		Se requieren pruebas. Por diseño requiere las medidas	
	Inspección visual del estado de puesta a tierra	Inspección visual	No cumple	No existe medida para el sistema	
Señalización	Identificación clara y visible de los elementos eléctricos (interruptores, tomas, tableros)	Inspección visual	No cumple	No hay evidencia de señalización clara y actualizada en tableros, equipos o entornos de consumo	Colocar señalización clara y visible en elementos eléctricos, incluyendo identificación de tableros y circuitos, interruptores y tomacorrientes, además de incluir señalización de riesgos eléctricos en áreas de mantenimiento.
	Uso de señales normalizadas para la señalización.	Inspección visual	No cumple		
	Ubicación de la señalización en lugares accesibles	Inspección visual	No cumple		
	Señalización de peligros eléctricos	Inspección visual	No cumple		
	Señalización de emergencia	Inspección visual	No cumple		
Iluminación	Niveles de iluminación adecuados para cada área	Medición del nivel de iluminación (LUX)	No cumple	Anexo 1	Cambiar y optimizar el tipo de iluminación con tecnología de alta eficiencia, considerando el uso de luminarias LED y sistemas de control de iluminación con detección de presencia y luz natural.
	Eficiencia energética de las luminarias	Medición de la densidad de potencia eléctrica para iluminación (W/m²)	No cumple		
	Distribución uniforme de la luz	Luxómetro (DIN)	No cumple		
	Protección de las luminarias contra polvo y humedad	Inspección visual (Técnicos)	No cumple		
	Control de la iluminación (encendido/apagado, regulación de intensidad)	Funcionamiento, diagrama	No cumple		
Calidad de la energía	Armónicos (factor de las formas permitidos)	Medición con equipos especializados	Cumple	Anexo 2	El factor de carga medido en el transformador se encuentra dentro del rango recomendado de 0.9 a 0.95, lo que indica un uso eficiente de la energía instalada. Se recomienda balancear la carga entre las fases y revisar equipos que operen con factores de carga más altos.
	Factor de potencia	Medición con equipos especializados	No cumple		
Condiciones Ambientales	Temperatura	Termómetros	Cumple	Registrados correctamente mediante sensores y para	Se recomienda mantener los equipos y materiales en temperaturas ambientes y humedad entre 15 y 27 °C y 30% y 60%, respectivamente, y cuando sean sensibles entre 20 y 25 °C.
	Humedad	Termohigrómetro	Cumple		
Mantenimiento	Plan de mantenimiento	Documentación y permisos	No cumple	No hay plan de mantenimiento para equipos eléctricos	Realizar un plan de mantenimiento preventivo y limpieza periódica de luminarias que los equipos eléctricos reciban el cuidado y mantenimiento adecuado. Capacitar al personal de mantenimiento en buenas prácticas de seguridad eléctrica y primeros auxilios. Asegurarse de que los equipos cuenten con la protección adecuada contra sobrecargas y picos.
	Estado de equipos	Inspección visual	No cumple	Presentan signos de sobrecalentamiento, deterioro en los aislantes y acumulación de polvo. Los tableros no cuentan con un sistema de limpieza regular y algunos conductores están expuestos.	
	Pruebas funcionales	Medición con equipos especializados		Se recomiendan pruebas de funcionamiento para todos los equipos tras cambio y reparación	
	Limpieza	Documentación y permisos	No cumple	No se realiza aseo, barrido y limpieza de las subestaciones	
	Repuestos y reparación	Inventario	No cumple	No cuenta con repuestos o elementos para reparaciones o para cambiar	

Tabla 40. Matriz de diagnóstico RETIE y RETILAP. Fuente: Terao

8.17. Incentivos tributarios

La ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional. Esta ley establece los lineamientos para la aplicación de incentivos.

8.17.1. FENOGE

Adicionalmente, esta ley por medio del articulo 10 crea el fondo **FENOGE (Fondo de Energías No convencionales y Gestión Eficiente de la Energía)** para financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía y facilita la venta de excedentes de electricidad por parte de auto y cogeneradores.

El Fondo está reglamentado por el **Ministerio de Minas y Energía** y según el manual operativo, los recursos del fondo podrán financiar parcial o totalmente de forma **reembolsable o no reembolsable**:

- para la implementación de soluciones y autogeneración a pequeña escala,
- para la mejora de eficiencia energética,
- igualmente se podrán financiar estudios y auditorías energéticas, adecuaciones locativas, disposición final de equipos sustituidos y costos de administración e interventoría de los programas y/o proyectos.

El FENOGE aplica para los siguientes sectores: Publico /comercial /servicios/ industrial /sector residencial (principalmente estratos 1,2 y3)

En el marco del proyecto y de la presente auditoria energética, se supone que la entidad podría aplicar al fondo para los siguientes ítems establecidos en el FENOGE para la implementación de las propuestas de mejoría seleccionadas:

- Planes /programas/proyectos para la implementación de plantas de generación con FNCER (Fuentes No Convencionales de **Energías Renovables**)
- Planes /programas/proyectos basados en implementación de medidas de **gestión eficiente de la energía**
- **Sistema de gestión de información energética/monitoreo/evaluación y seguimiento.**

NOTA:

- Los criterios para determinar el Carácter de la Financiación (Reembolsable/NO Reembolsable), están disponibles en el Numeral 3.1 del Manual Operativo del FENOGE.
- Los criterios de elegibilidad según el carácter de la financiación (reembolsable/No reembolsable), lo cual se encuentra en el numeral 2.4 del Título II del Manual Operativo.
- El mecanismo de presentación en forma directa a la UPME o el IPSE, se encuentra en el Numeral 2.1. l del Título II del Manual Operativo.
- Los documentos y requisitos para la presentación de planes y proyectos ante el Fondo, están disponibles en el los numerales 2.2 y 2.3 del Título II del Manual Operativo.

8.17.2. Resolución 463

Por la cual se establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energética/gestión eficiente de la energía que se presenten para acceder a los beneficios tributarios sobre el IVA y/o la Renta

Para tener más información, se recomienda las siguientes páginas Web:

Información general: www.fenoge.com
https://fenoge.com/normatividad/
Normatividad: https://www.minenergia.gov.co/fenoge
Manual operativo: https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/47633-res_41407_121217.pdf

8.18. El equipo

Andrés Meneses,

Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia, Auditor Interno en ISO 50001:2018 Sistema De Gestión Energética Y Auditorías Energéticas ISO 50002:2014, con experiencia en: ejecución auditorías energéticas, implementación del estándar ASHRAE90.1, modelación energética, proyectos de certificación ambiental HQE Internacional. **Andrés actuará como jefe de proyecto e interlocutor principal. Estará a cargo de garantizar la calidad de los informes.**

Carlos Santamaria,

Ingeniero Mecánico y Especialista en Desarrollo y Gestión Integral de Proyecto de la de la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Auditor Interno en ISO 50001:2018 Sistema De Gestión Energética Y Auditorías Energéticas ISO 50002:2014, con experiencia en área de mantenimiento para OIL & GAS, análisis de datos y gestión y dirección de proyectos. **Carlos actuará como ingeniero de proyecto, estará a cargo de análisis de la información y de la realización de los informes.**

Nuestra Identidad

TERAO, una oficina de diseño pionera en medioambiente aplicado a la edificación, participa en el desarrollo de edificios y barrios sostenibles, combinando innovaciones tecnológicas, medioambientales y sociales.

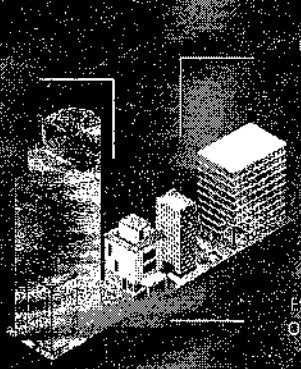
Consultoría
E Ingeniería
Pionera desde hace 28 años

50
Personas
París, Lyon, Asia, América

Soluciones
Multidisciplinario
Por la edificación y la ciudad sostenible

Nuestros trabajos

TERAO interviene en todo el ciclo de vida del edificio, y despliega sus competencias en ingeniería, del edificio a la ciudad pasando por los eco-barrios gracias a expertos de rango internacional, interviniendo en los 5 continentes:



- Eco-barrios, proyectos de calificación urbana, zonas de actividad: TERAO contribuye a las estrategias y acciones para la neutralidad en carbono, la naturaleza en la ciudad, la eficiencia energética, la salud y el bienestar, la resiliencia al cambio climático y la lucha contra el efecto isla de calor urbano.

- TERAO actúa como experto y consultor independiente sobre el comportamiento energético y medioambiental de los edificios. Apoyamos a las partes interesadas en el posicionamiento de sus proyectos, el establecimiento de un Programa Ambiental y su seguimiento desde el diseño hasta la puesta en marcha, si es necesario, pero no solo, a través de etiquetas y certificaciones ambientales. La neutralidad de carbono, la calidad de uso, la resiliencia climática... son el núcleo de nuestra experiencia.

- TERAO forma parte de los equipos de diseño para garantizar la traducción operativa de objetivos de alta calidad y desempeño energético y ambiental en los Proyectos, en los mercados privados, en leyes de construcción sostenible e incluso alineados con objetivos internacionales de desarrollo sostenible.

TERAO Groupe

contact@terao.fr
Siège social : 10 Cité de Trévise
75009 - Paris
01 42 46 06 63

TERAO América

adminco@terao.fr
www.terao.com.co
+57 322 946 2352

AXA COLPATRIA

AXA COLPATRIA SEGUROS DE VIDA S.A. - ARL

Hace constancia de:

La empresa TERAO S A S identificada con Nit. 900.732.796 – 1 se encuentra con un criterio del 89 %.

Esta calificación se cataloga con valoración ACEPTABLE , con base en la autoevaluación que la empresa realizó el 03/07/2024, para la vigencia del año 2023, bajo los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, relacionados en la Resolución 0312 de febrero de 2019.

Según el artículo 26 de la resolución 0312 de 2019, la autoevaluación se ejecutará anualmente, por lo anterior la vigencia del presente documento aplicará durante el año 2024.

La presente se expide a solicitud de la empresa a los 29 días del mes de julio de 2024.

AXA COLPATRIA ARL no es responsable de la información y los resultados que la empresa suministra de su autoevaluación; es responsabilidad del empleador dar cumplimiento de la implementación total del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG SST). "De acuerdo el Artículo 28 de la Resolución 0312 del 2019 la autoevaluación de los estándares mínimos es realizada por el empleador y la información registrada es exclusivamente al criterio de la empresa".

Esta constancia no reemplaza el certificado de acreditación que se establece en el Artículo 22 de la Resolución 0312 de 2019, la cual es realizada por el Ministerio del Trabajo.

Cordialmente,

Profesional Mesa de Servicio
Área técnica de Prevención
AXA COLPATRIA Seguros de Vida S.A.

GSAB-PREV-FORM-130

ZERTIFIKAT | CERTIFICATE | CERTIFICAT | CERTIFICADO | СЕРТИФИКАТ | شهادة | 证书 | 인증서



TÜV AUSTRIA CERT GMBH
Certification Body

TÜV AUSTRIA

CERTIFICATE OF CONFORMITY

Certificate.- No.: TA 385213680

Product:	ADW	Applicant:	Acrel Co., Ltd. No.253, Yulv Road, Jiading District, Shanghai, China
		Manufacturer:	Jiangsu Acrel Electrical Manufacturing. Co., Ltd. No.5, Dongmeng Road, Nanzha Street, Jiangyin City, Jiangsu Province, China

Type / Models / Trademark:	ADW300;ADW300W; ADW210-D10-1S;ADW210-D10-2S;ADW210-D10-3S;ADW210-D10-4S; ADW210-D16-1S;ADW210-D16-2S;ADW210-D16-3S;ADW210-D16-4S; ADW210-D24-1S;ADW210-D24-2S;ADW210-D24-3S;ADW210-D24-4S; ADW210-D36-1S;ADW210-D36-2S;ADW210-D36-3S;ADW210-D36-4S; ADW200-D10-1S;ADW200-D10-2S;ADW200-D10-3S;ADW200-D10-4S; ADW200-D16-1S;ADW200-D16-2S;ADW200-D16-3S;ADW200-D16-4S; ADW200-D24-1S;ADW200-D24-2S;ADW200-D24-3S;ADW200-D24-4S; ADW200-D36-1S;ADW200-D36-2S;ADW200-D36-3S;ADW200-D36-4S; ADW220-D10-1S;ADW220-D10-2S;ADW220-D10-3S;ADW220-D10-4S; ADW220-D16-1S;ADW220-D16-2S;ADW220-D16-3S;ADW220-D16-4S; ADW220-D24-1S;ADW220-D24-2S;ADW220-D24-3S;ADW220-D24-4S; ADW220-D36-1S;ADW220-D36-2S;ADW220-D36-3S;ADW220-D36-4S
Description / Technical Specification:	Power: AC/DC85-265V Measuring Voltage input: 3x230/400V;3x57.7/100V;3x380/660V; Measuring Current input: 3x5(6)A;3x20(100)A;3x80(400)A;3x120(600)A
EU directive	2014/35/EU
Standard(s) / Product - Certification Basis:	EN 61010-1:2010+A1:2019
Test Report:	18250SC10016701
Comments:	N/A

According to the above stated test report(s) the specified product complies with the applicable requirements of the mentioned standard(s). The applicant may use the test report and this Certificate of Conformity in connection with his declaration of conformity referring the respective EU Directive(s) and Annex.
This Certificate of Conformity has been granted to the applicant based on the results of testing performed by the applicant/manufacturer or an approved laboratory and the consequent review of the test report by TÜV AUSTRIA CERT GMBH. Therefore, it does not imply any assessment of the instruction manual,product or the production process of this product by TÜV AUSTRIA. Revisions to the referenced certification basis or any change of the design, materials, components or processing may require the repetition of all or some of the qualification tests in order for the test report and therefore this associated certificate to remain valid. Furthermore the General Conditions for a Certificate of Conformity on a national or international Standard concerning a specified product are valid.

CE

2021-04-23
Date of Issue

Ivan Huang, Certification representative

CE Mark may only be affixed to this product after fulfillment of all applicable EU directives for this product and the preparation of the necessary technical documentation as well as the conformity declaration by the manufacturer.

The validity of this certificate (Max. 5 years from the date of issue) can be checked on the TÜV AUSTRIA's Homepage.
Any alteration or duplication of this document in parts is subject to approval by TÜV AUSTRIA CERT GMBH.
The holder of this document is advised that it does not reflect a Notified Body's opinion but that the information contained heron reflects the certification body's findings on the date of issue and within the limits of the applicant's instructions, if any.

TÜV AUSTRIA CERT GMBH
TÜV AUSTRIA-Platz 1, 2345 Brunn/Gebirge
www.tuv.at

e-mail: coctash@tuv.at

Veröffentlichung nur mit Genehmigung der TÜV AUSTRIA | This reproduction of this document is subject to the approval by TÜV AUSTRIA | TÜV®

CEPREI

Information Security Management System Certificate

(Original)

This is to certify that

ACREL CO., LTD.

Unified Social Credit Identifier: 91310000751864205N

Registration Address: NO.253, YULV ROAD, JIADING DISTRICT, SHANGHAI, CHINA

Has implemented and maintains an Information Security Management System in compliance with

GB/T 22080-2016/ISO/IEC 27001:2013

The Information Security Management System is applicable to:

INFORMATION SECURITY MANAGEMENT OF DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTRICAL METERS, MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES; DESIGN AND DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE; INTEGRATION AND OPERATION & MAINTENANCE SERVICING OF THE POWER METERING MANAGEMENT SYSTEM AND POWER DISTRIBUTION AND TRANSFORMATION SUPERVISION SYSTEM

This is in accordance with the Statement of Applicability, A/1

Involved site (s) and relevant activities

Address	Main Activities
NO.253, YULV ROAD, JIADING DISTRICT, SHANGHAI, CHINA	INFORMATION SECURITY MANAGEMENT OF DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTRICAL METERS, MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES; DESIGN AND DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE; INTEGRATION AND OPERATION & MAINTENANCE SERVICING OF THE POWER METERING MANAGEMENT SYSTEM AND POWER DISTRIBUTION AND TRANSFORMATION SUPERVISION SYSTEM

Continuing validity of this certificate depends on a reception regular surveillance audit and qualified, please scan the QR code to get the related validity.

Registration Number: 01223IS0320R1M

Issue Date: May 19, 2023

Expiry Date: October 31, 2025

Note: The information of this certificate may be verified by visiting Official CNCA Website (www.cnca.gov.cn).

The Certification Body is Accredited by China National Accreditation Service for Conformity Assessment

No. 7, West of Zhucun Avenue, Zhucun, Zengcheng District, Guangzhou, 511370 P.R.C.

Zhao Guoxing
General Manager
CEPREI CERTIFICATION BODY

MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT IAF

CNAS 中国认可 国际互认 管理体系 MANAGEMENT SYSTEM CNAS C012-M

Acrel E-business (shanghai) Co.,LTD.

NO. 253, Yu Lv RD.,
Jiading district, Shanghai, 201801, P.R. CHINA
mobile: +86 18702108363 mail: gina@acrel.cn

PROFORMA INVOICE

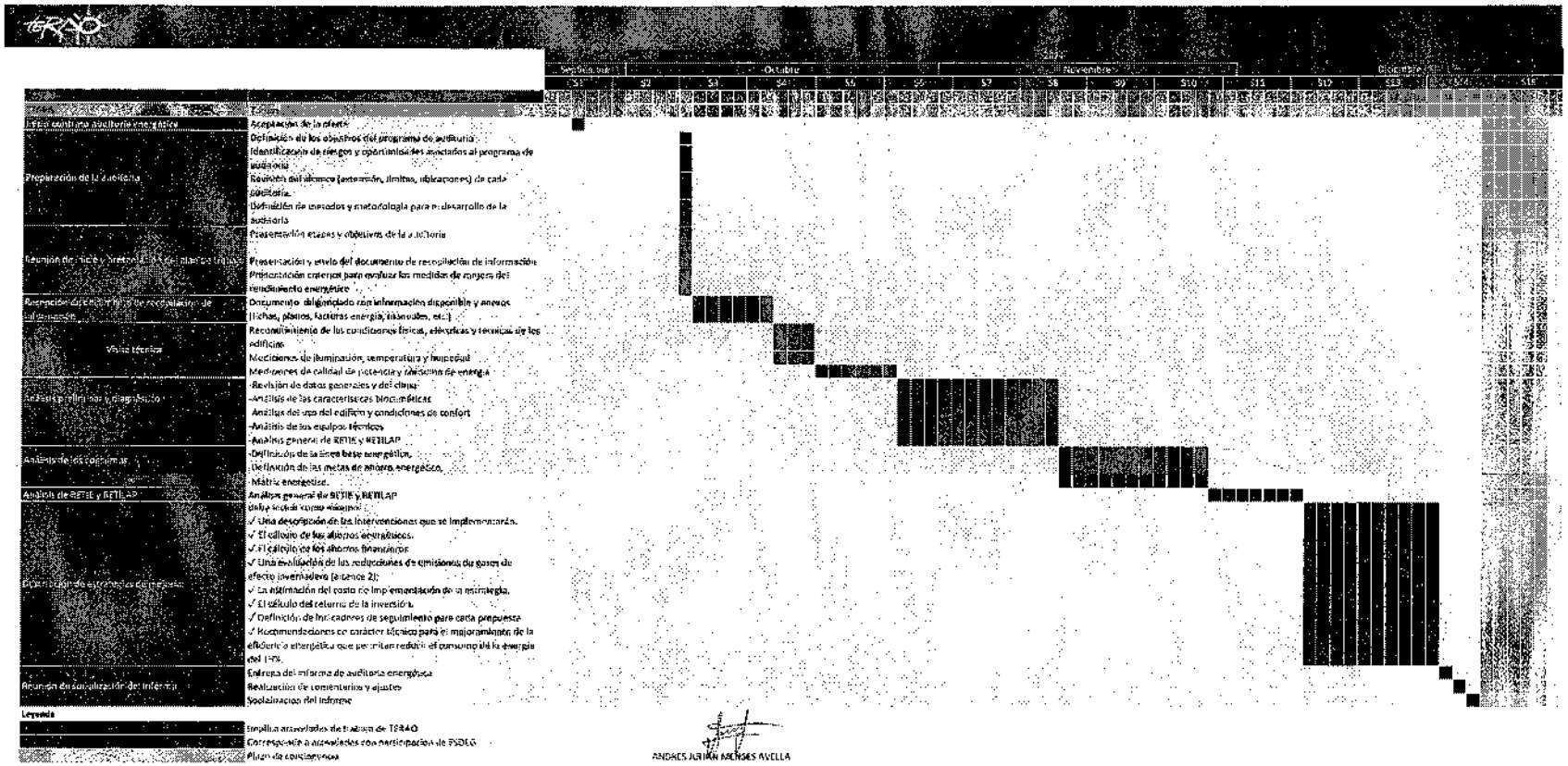
TO:	DENKEN SAS
ATTN:	Catalina Bohorquez
ID:	900797751-8
Email:	info@denkensas.com
Address:	Cra 19 #85-49 Bogota-Colombia
Phone:	'+57 3176484859
TERMS OF:	EXpress Collected
TERMS OF PAYMENT:	TT
PORT TO LOADING:	Shanghai
PORT OF:	Columbia
TIME OF DELIVERY:	In 7-8 days after payment received
INSURANCE:	to be covered by the buyer
VALIDITY:	15 days

P/I NO.	PI230704
DATE	July.4th,2023
PO No.	

S/N	Acrel Model	Description	Unit	QTY	Unit price in USD	Extension in USD
1	ADW210-D16-4S	current: 100A, 4 three phase current circuits	PCS	5	258.0000	1290.00

Freight cost to Columbia	252.00
Total in USD	1542.00

Beneficiary name: Acrel E-business (shanghai) Co.,LTD.
Bank account number: 437780236379
Beneficiary bank: BANK OF CHINA SHANGHAI BRANCH JIADING SUB-BRANCH
Beneficiary bank address: NO.451 TACHENG ROAD JIADING SHANGHAI P.R.CHINA
Swift code: BKCHCNBJ300



ANDRES JULIAN MENSES AVELLA

Bogotá, 04 de octubre de 2024.

Señores

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

Carrera 11 No 102-50

Bogotá D.C

El suscrito **ANDRES JULIAN MENESES AVELLA** identificado con Cedula de Ciudadania **No. 1.052.409.483** de Duitama en calidad de representante legal suplente de **TERAO COLOMBIA S.A.S** identificada con **NIT 900.732.796-1,** por medio del presente documento manifiesto que para la ejecución del contrato, se empleara a personal capacitado, competente y calificado para desarrollar cada una de las actividades del objeto contractual, se realizara la entrega de los elementos de protección personal necesarios, el pago de salud, pensión y riesgos laborares (ARL) del personal empleado

.

Atentamente.

ANDRES JULIAN MENSES AVELLA
Representante Legal Suplente
CC 1.052.409.483
Celular 322 946 2356

© TERAO 2022 - Uso privilegiado

Bogotá, 04 de octubre de 2024.

Señores

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

Carrera 11 No 102-50

Bogotá D.C

El suscrito **ANDRES JULIAN MENESES AVELLA** identificado con Cedula de Ciudadanía **No. 1.052.409.483** de Duitama en calidad de representante legal suplente de **TERAO COLOMBIA S.A.S** identificada con **NIT 900.732.796-1**, por medio del presente documento manifiesto que para la ejecución del contrato me comprometo a sufragar todos los costos de transporte y movilización que se causen con motivo del traslado de los elementos y personal para el cumplimiento del presente objeto, hasta el lugar de prestación del servicio. Los riesgos y eventualidades que se llegarán a presentar relacionados con el desarrollo del objeto contractual serán de responsabilidad exclusiva del contratista.

Atentamente,

ANDRES JULIAN MENSES AVELLA
Representante Legal Suplente
CC 1.052.409.483
Celular 322 946 2356

Bogotá, 04 de octubre de 2024.

Señores

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

Carrera 11 No 102-50

Bogotá D.C

El suscrito **ANDRES JULIAN MENESES AVELLA** identificado con Cedula de Ciudadanía **No. 1.052.409.483** de Duitama en calidad de representante legal suplente de **TERAO COLOMBIA S.A.S** identificada con **NIT 900.732.796-1**, por medio del presente documento manifiesto que, para la ejecución del contrato, me comprometo a garantizar el cumplimiento de las normas vigentes establecidas de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Atentamente,

ANDRES JULIAN MENSES AVELLA
Representante Legal Suplente
CC 1.052.409.483
Celular 322 946 2356

© TERAO 2023 – No divulgar

Bogotá, 20 de noviembre de 2024.

Señores

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

Carrera 11 No 102-50

Bogotá D.C

El suscrito **ANDRES JULIAN MENESES AVELLA** identificado con Cedula de Ciudadanía **No. 1.052.409.483** de Duitama en calidad de representante legal suplente de **TERAO COLOMBIA S.A.S** identificada con **NIT 900.732.796-1**, por medio del presente documento manifiesto que, para la ejecución del contrato, se realizara una única vez la instalación y desinstalación de equipos de medición de energía en las instalaciones de la entidad, para esto se hizo la entrega al personal de los elementos de protección adecuados para el desarrollo de dicha actividad.

Atentamente,

ANDRES JULIAN MENSES AVELLA
Representante Legal Suplente
CC 1.052.409.483
Celular 322 946 2356

© TERAO 2023 – No divulgar

Certificación de Aportes Parafiscales y Seguridad Social

ANDRES JULIAN MENESES AVELLA, identificado con cedula de ciudadanía No. 1.052.409.483, en mi condición de representante legal de **TEARO COLOMBIA S.A.S** identificada con el NIT 900.732.796-1 , bajo la gravedad del juramento, certifico el pago de los aportes de salud, riesgos laborales, pensiones y aportes a las cajas de compensación familiar, al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y al Servicio Nacional de Aprendizaje (artículo 65 de la Ley 1819 de 2016), pagados por la compañía durante los últimos seis (6) meses contados a partir de la fecha de cierre del presente Proceso de Contratación. Lo anterior, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 50 de la Ley 789 de 2002.

En constancia, se firma en Bogotá, a los 12 días del mes de diciembre de 2024.

ANDRES JULIAN MENSES AVELLA
Representante Legal Suplente
CC 1.052.409.483
Celular 322 946 2356

© TERAO 2024 - No divulgar

compensar | miplanilla.com

PLANILLA INTEGRADA DE AUTOLIQUIDACION DE APORTES

DATOS DEL APORTANTE

TIPO	NUMERO	NOMBRE APORTANTE		DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO	EXONERADO PAGO PARAFISCALES Y SALUD
CE	599493	FRANK RIVERO NIEBLA		CARRERA 1C #32-12	3229463532	frank_rivero@yahoo.com	
FORMA PRESENTACIÓN	CLASE APORTANTE	NOMBRE SUCURSAL	CÓDIGO	DEPARTAMENTO	CIUDAD / MUNICIPIO		
ÚNICA	I - Independiente			BOYACÁ	TUNJA		SI

DATOS DE LA PLANILLA

PLANILLA ASOCIADA	FECHA PAGO ASOCIADA (DIA/MES/AÑO)	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO (DIA/MES/AÑO)	NÚMERO PLANILLA	CANTIDAD	
					EMPLEADOS	UPC
					1	0
PERIODO SALUD	PERIODO PENSIONES				TOTAL A PAGAR	
2024-11	2024-11	I	18/11/2024	81824607	$1.393.100	

TOTALES POR SUBSISTEMAS

TOTALES SALUD

Código EPS	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	UPC Adicional	Incapacidades		Licencia Maternidad		Días Mora	Valor Mora Cotización	Valor Mora UPC	Total a Pagar	No. Afiliados
					No. Autorización	Valor	No. Autorización	Valor					
EPS005	Sanitas EPS	800251440-6	600.000	0		0		0	0	0	0	600.000	1

TOTALES PENSION

Código AFP	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	Aporte Voluntario Afiliado	Aporte Voluntario Aportante	Aporte FSP - Solidaridad	Aporte FSP - Subsistencia	Días Mora	Valor Mora Cotización	Valor Mora FSP	Total a Pagar	No. Afiliados
230301	Porvenir	800224808-5	768.000	0	0	0	0	0	0		768.000	1

TOTALES RIESGOS LABORALES

Código ARL	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	Incapacidades		Aportes Otros Sistemas	Valor Neto Cotización	Días Mora	Valor Mora Cotización	Subtotal Cotización	No. Radicado Saldo a Favor	Valor Saldo a Favor	Fondo Solidaridad	Total a Pagar	No. Afiliados
				No. Autorización	Valor										
14-11	ARL SURA	800903790-6	25.100				25.100	0	0	25.100			251	25.100	1

TOTALES CAJAS

Código CCF	Nombre	NIT	Valor Aporte	Días Mora	Valor Mora Aporte	Total a Pagar	No. Afiliados

TOTALES PARAFISCALES

Valor Aporte	Días Mora	Valor Mora Aporte	Total a Pagar	No. Afiliados
SENA				
0	0	0	0	0
ICBF				
0	0	0	0	0
ESAP				
MEN				

TOTALES POR SUBSISTEMA

Tipo Administradora	No. Administradoras Reportadas	Valor antes de IGE, LMA, IRP y Mora	Total a Pagar
Salud	1	600.000	600.000
Pensión	1	768.000	768.000
Riesgos Laborales	1	25.100	25.100
CCF	0	0	0
ESAP	0	0	0
ICBF	0	0	0
MEN	0	0	0
SENA	0	0	0
TOTALES	3	1.393.100	1.393.100

Este documento está clasificado como PRIVADO por parte de Compensar Operador de Información

compensar | miplanilla.com

PLANILLA INTEGRADA DE AUTOLIQUIDACION DE APORTES

DATOS DEL APORTANTE						
TIPO	NÚMERO	NOMBRE APORTANTE		DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO
CE	599493	FRANK RIVERO NIEBLA		CARRERA 1C #32-12	3229463532	frank_rivero@yahoo.com
FORMA PRESENTACIÓN	CLASE APORTANTE	NOMBRE SUCURSAL	CODIGO	DEPARTAMENTO	CIUDAD / MUNICIPIO	
ÚNICA	I – Independiente			BOYACÁ	TUNJA	

EXONERADO PAGO PARAFISCALES Y SALUD
SI

DATOS DE LA PLANILLA						
PLANILLA ASOCIADA	FECHA PAGO ASOCIADA (DIA/MES/AÑO)	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO (DIA/MES/AÑO)	NÚMERO PLANILLA	CANTIDAD	
					EMPLEADOS	UPC
					1	0
PERIODO SALUD	PERIODO PENSIONES				TOTAL A PAGAR	
2024-11	2024-11	I	18/11/2024	81824607	$1.383.100	

DETALLE POR COTIZANTE

INFORMACIÓN COTIZANTE								INFORMACIÓN NOVEDADES																		PENSIÓN							SALUD			RIESGOS LABORALES			CCF Y OTROS			PARAFISCALES			
No.	Tipo	No. de Identificación	Apellidos y Nombres	Colilla	Clase	Principal	Cotiz. Exterior	Exonerado	IGE	RET	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	VST	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VST	IRL	Cotización	Cód. AFP	IBC AFP	Cotización	Voluntario Afiliado	Voluntario Aportante	Fondo pensional de solidaridad	Fondo pensional de subsistencia	Cód. EPS	IBC EPS	Cotización / Valor UPC	Cód. ARL	IBC ARL	Clase	Cotización	Código CCF	IBC CCF	Aporte CCF	IBC otros parafiscales	Aporte SENA	Aporte ICBF	Aporte ESAP	Aporte MEN
1	CE	599493	RIVERO NIEBLA FRANK	59	0			N																230301	4.800.000	766.000	0	0	0	0	EPS005	4.800.000	600.000	14-11	4.800.000	1	25.100		0	0	0	0	0	0	0

PAGADA

Este documento está clasificado como PRIVADO por parte de Compensar Operador de Información

compensar | miplanilla.com

PLANILLA INTEGRADA DE AUTOLIQUIDACION DE APORTES

DATOS DEL APORTANTE

TIPO	NÚMERO	NOMBRE APORTANTE	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO	EXONERADO PAGO PARAFISCALES Y SALUD
NI	900732796-1	TERAO COLOMBIA SAS	CLL 95 13 09 OF 301	3115527687	adminco@terao.fr	
FORMA PRESENTACIÓN	**CLASE APORTANTE**	**NOMBRE SUCURSAL**	**CODIGO**	**DEPARTAMENTO**	**CIUDAD / MUNICIPIO**	
ÚNICA	D – Ley 1429			BOGOTÁ, D.C.	BOGOTÁ, D.C.	SI

DATOS DE LA PLANILLA

PLANILLA ASOCIADA	FECHA PAGO ASOCIADA (DIA/MES/AÑO)	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO (DIA/MES/AÑO)	NUMERO PLANILLA	CANTIDAD	
					EMPLEADOS	UPC
					4	0
PERIODO SALUD	**PERIODO PENSIONES**				**TOTAL A PAGAR**	
2024-12	2024-11	E		82471983	$3.134.400	

TOTALES POR SUBSISTEMAS

TOTALES SALUD

Código EPS	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	UPC Adicional	Incapacidades		Licencia Maternidad		Días Mora	Valor Mora Cotización	Valor Mora UPC	Total a Pagar	No. Afiliados
					No. Autorización	Valor	No. Autorización	Valor					
EPS008	Compensar EPS	860066942-7	232.000	0		0		0	0	0	0	232.000	1
EPS010	EPS Sura	800088702-2	89.800	0		0		0	0	0	0	89.800	2
EPS017	Famisanar EPS	830003564-7	96.000	0		0		0	0	0	0	96.000	1

TOTALES PENSIÓN

Código AFP	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	Aporte Voluntario Afiliado	Aporte Voluntario Aportante	Aporte FSP - Solidaridad	Aporte FSP - Subsistencia	Días Mora	Valor Mora Cotización	Valor Mora FSP	Total a Pagar	No. Afiliados
230301	Porvenir	800224808-6	352.000	0	0	0	0	0	0		352.000	1
25-14	Colpensiones	900336004-7	1.319.000	0	0	29.000	29.000	0	0		1.377.000	3

TOTALES RIESGOS LABORALES

Código ARL	Nombre	NIT	Cotización Obligatoria	Incapacidades		Aportes Otros Sistemas	Valor Neto Cotización	Días Mora	Valor Mora Cotización	Subtotal Cotización	No. Radicado Saldo a Favor	Valor Saldo a Favor	Fondo Solidaridad	Total a Pagar	No. Afiliados
				No. Autorización	Valor										
14-4	Vida Colpatria S.A.	860002183-9	569.800				569.800	0	0	569.800			5.698	569.800	4

TOTALES CAJAS

Código CCF	Nombre	NIT	Valor Aporte	Días Mora	Valor Mora Aporte	Total a Pagar	No. Afiliados
CCF24	Compensar Caja	860066942-7	417.800	0	0	417.800	4

TOTALES PARAFISCALES

Valor Aporte	Días Mora	Valor Mora Aporte	Total a Pagar	No. Afiliados
SENA				
0	0	0	0	0
ICBF				
0	0	0	0	0
ESAP				
MEN				

TOTALES POR SUBSISTEMA

Tipo Administradora	No. Administradoras Reportadas	Valor antes de IGE, LMA, IRP y Mora	Total a Pagar
Salud	3	417.800	417.800
Pensión	2	1.729.000	1.729.000
Riesgos Laborales	1	569.800	569.800
CCF	1	417.800	417.800
ESAP	0	0	0
ICBF	0	0	0
MEN	0	0	0
SENA	0	0	0
TOTALES	7	3.134.400	3.134.400

Este documento está clasificado como PRIVADO por parte de Compensar Operador de Información

compensar | miplanilla.com

PLANILLA INTEGRADA DE AUTOLIQUIDACION DE APORTES

DATOS DEL APORTANTE

TIPO	NÚMERO	NOMBRE APORTANTE	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO	EXONERADO PAGO PARAFISCALES Y SALUD
NI	900732796-1	TERAO COLOMBIA SAS	CLL 95 13 09 OF 301	3115527687	admonco@terao.fr	
FORMA PRESENTACIÓN	**CLASE APORTANTE**	**NOMBRE SUCURSAL**	**CÓDIGO**	**DEPARTAMENTO**	**CIUDAD / MUNICIPIO**	
ÚNICA	D – Ley 1429			BOGOTÁ D. C.	BOGOTÁ, D.C.	SI

DATOS DE LA PLANILLA

PLANILLA ASOCIADA	FECHA PAGO ASOCIADA (DIA/MES/AÑO)	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO (DIA/MES/AÑO)	NÚMERO PLANILLA	CANTIDAD	
					EMPLEADOS	UPC
					4	0
PERIODO SALUD	**PERIODO PENSIONES**				TOTAL A PAGAR	
2024-12	2024-11	E		82471983	$3.134.400	

DETALLE POR COTIZANTE

INFORMACIÓN COTIZANTE								INFORMACIÓN NOVEDADES														PENSIÓN				SALUD			RIESGOS LABORALES				CCF			PARAFISCALES				
No.	Tipo	No. de Identificación	Apellidos y Nombres	Sit.	Subs.	Extranj.	Colom. Result.	Exonerado	ING	RET	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	VST	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	IRL	COR	Cód. AFP	IBC AFP	Cotización	Voluntario Afiliado	Voluntario Aportante	Fondo pensional de solidaridad	Fondo pensional de subsistencia	Cód. EPS	IBC EPS	Cotización / Valor UPC	Cód. ARL	IBC ARL	Clase de Riesgo	Cotización	Código CCF	IBC CCF	Aporte CCF	IBC otros parafiscales	Aporte SENA	Aporte ICBF	Aporte ESAP	Aporte MEN
1	CC	1052409483	MENESES AVELLA ANDRES JULIAN	1	0			S																25-14	5.800.000	928.000	0	0	29.000	29.000	EPS008	5.800.000	232.000	14-4	5.800.000	5	493.700	CCF24	5.800.000	232.000	0	0	0	0	0
2	CC	52276185	MOLINA RODRIGUEZ ELSY JANNETH	1	0			S	X															25-14	43.334	7.000	0	0	0	0	EPS010	43.334	1.800	14-4	43.334	1	300	CCF24	43.334	1.800	0	0	0	0	0
3	CC	1053612706	ROJAS PARRA IVON LORENA	1	0			S							X									25-14	2.400.000	384.000	0	0	0	0	EPS017	2.400.000	96.000	14-4	2.400.000	1	12.600	CCF24	2.400.000	96.000	0	0	0	0	0
4	CC	1098617347	OCHOA LOPEZ EDUARD ENRIQUE	1	0			S																23030I	2.200.000	352.000	0	0	0	0	EPS010	2.200.000	88.000	14-4	2.200.000	5	153.200	CCF24	2.200.000	88.000	0	0	0	0	0

Este documento está clasificado como PRIVADO por parte de Compensar Operador de Información

RESUMEN PLANILLA PAGADA

DATOS GENERALES DEL APORTANTE								
IDENTIFICACIÓN	DV	RAZÓN SOCIAL	CLASE	CÓDIGO	ARL	F. PRESENTACIÓN	ACT. ECO	TIPO DE EMPRESA
NI 900797751	8	DENKEN SAS	R	0	SEGUROS COLPATRIA - 14-4	ÚNICA	7112	Jurídica
MUN-DEP	DIRECCIÓN		TELEFONO		EMAIL			EXENTO DE PARAFISCALES
15-1	CLL 121 45 A 20 APTO 502		4877789		INFO@DENKENSAS.COM			S

ASOPAGOS s.a.

DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACIÓN										
PERÍODO PENSIÓN	PERÍODO SALUD	PLANILLA	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO	CENTRO DE TRABAJO	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VALOR PAGO	INTERESES MORA	ENTIDAD RECAUDO
2024-11	2024-12	31732660	E	2024-12-02	TODOS LOS CENTROS	TODOS	TODOS	2.090.500	0	BANCOLOMBIA
N° AFILIADOS	REF. DE PAGO (PIN)	FECHA LÍMITE PAGO	ESTADO PLANILLA							
4	31732660	2024-12-12	Pagada							

s.a.

EMPLEADO					NOVEDADES														DÍAS			PENSIÓN					SALUD				CCF			RIESGOS		TARIFA	PARAF	SENA	ICBF	ESAP	MIN					
N°	ID	EMPLEADO	SALARIO	MODALIDAD DE SALARIO	VSP	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	INC	IRP	TDE	TAE	TDP	TAP	VST	SUS	ING	RET	AVP	DIAS	AFP	AFPT	PEN	RET	DIAS COT	DIAS INC	DIAS LMA	NOMBRE	IBC	Cot	FPOL	FSOL	NOMBRE	IBC	Cot	NOMBRE	IBC	Cot	IBC	Cot	CLASE RIESGO	TARIFA	IBC	Cot	CLASE	Cot	ECOT	Tipo	Sub Tipo Cot	Total	Valor No Retenido	Valor a Pagar
1	CC 1049645478	ACEVEDO VILLAMARIN MONICA DEL PILAR	2.000.000	F														X					0					30	30	30	PORVENIR-230301	4.000.000	640.000	0		NUEVA E.P.S. S.A.-EPS037	4.000.000	160.000	COMFABOY-CCF10	4.000.000	160.000	4.000.000	20.900	0,00522	0	0	0	0	0	01	0	980.000	S	1702001
2	CC 1018456107	BOHORQUEZ RAMIREZ MARIA CATALINA	1.300.000	F																			0					30	30	30	PORVENIR-230301	1.300.000	208.000	0		SANITAS EPS-EPS010	1.300.000	52.000	COMPENSAR-CCF24	1.300.000	52.000	1.300.000	6.800	0,00522	0	0	0	0	0	01	0	318.000	S	1620201
3	CC 1002309035	ISLAVA RATIVA DANIEL LEONARDO	3.050.000	F																			0					30	30	30	COLPENSION-25-14	3.050.000	488.000	0		COMPENSAR EPS-EPS008	3.050.000	122.000	COMPENSAR-CCF24	3.050.000	122.000	3.050.000	16.000	0,00522	0	0	0	0	0	01	0	746.000	S	3711001
4	CC 1049649449	VARGAS RINCON YENNY MARITZA	500.000	V																			4					4	4	4	PROTECCION-230201	173.334	27.800	0		NUEVA E.P.S. S.A.-EPS037	173.334	7.000	COMFABOY-CCF10	173.334	7.000	173.334	900	0,00522	0	0	0	0	0	01	0	42.800	S	169201

RESUMEN PLANILLA PAGADA

DATOS GENERALES DEL APORTANTE								
IDENTIFICACION	DV	RAZÓN SOCIAL	CLASE	CÓDIGO	ARL	F. PRESENTACIÓN	ACT. ECO	TIPO DE EMPRESA
NI 900797751	8	DENKEN SAS	R	0	SEGUROS COLPATRIA - 14-4	ÚNICA	7112	Jurídica
MUN-DEP	DIRECCIÓN		TELEFONO		EMAIL			EXENTO DE PARAFISCALES
15-1	CLL 121 45 A 20 APTO 502		4877789		INFO@DENKENSAS.COM			S

ASOPAGOS s.a.

DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACIÓN										
PERÍODO PENSIÓN	PERÍODO SALUD	PLANILLA	TIPO PLANILLA	FECHA PAGO	CENTRO DE TRABAJO	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VALOR PAGO	INTERESES MORA	ENTIDAD RECAUDO
2024-11	2024-12	31732660	E	2024-12-02	TODOS LOS CENTROS	TODOS	TODOS	2.090.500	0	BANCOLOMBIA
N° AFILIADOS	REF. DE PAGO (PIN)	FECHA LÍMITE PAGO	ESTADO PLANILLA							
4	31732660	2024-12-12	Pagada							

TOTALES IBC				
IBC PENSIÓN	IBC SALUD	IBC RIESGOS	IBC CAJAS	IBC PARAF
8.523.334	8.523.334	8.523.334	8.523.334	0

SUBSISTEMA	CÓDIGO	NIT	DV	AFILIADOS	VALOR LIQUIDADO	VALOR UPC	INTERESES MORA	SALDOS E INCAPACIDADES DESCONTADOS	VALOR A PAGAR
AFP(Administradoras: 3)				4	1.363.800	0	0	0	1.363.800
COLPENSIONES	25-14	900336004	7	1	488.000	0	0	0	488.000
PROTECCION	230201	800229739	0	1	27.800	0	0	0	27.800
PORVENIR	230301	800224808	8	2	848.000	0	0	0	848.000
EPS(Administradoras: 3)				4	341.000	0	0	0	341.000
COMPENSAR-EPS	EPS008	860066942	7	1	122.000	0	0	0	122.000

SUBSISTEMA	CÓDIGO	NIT	DV	AFILIADOS	VALOR LIQUIDADO	VALOR UPC	INTERESES MORA	SALDOS E INCAPACIDADES DESCONTADOS	VALOR A PAGAR
NUEVA E.P.S. S.A.	EPS037	900156264	2	2	167.000	0	0	0	167.000
EPS SURA	EPS010	800088702	2	1	52.000	0	0	0	52.000
ARP(Administradoras: 1)				4	44.700	0	0	0	44.700
SEGUROS COLPATRIA	14-4	860002183	9	4	44.700	0	0	0	44.700
CCF(Administradoras: 2)				4	341.000	0	0	0	341.000
COMPENSAR-CCF	CCF24	860066942	7	2	174.000	0	0	0	174.000
COMFABOY	CCF10	891800213	8	2	167.000	0	0	0	167.000
Gran Total					2.090.500	0	0	0	2.090.500

PAGOS
PAGADO

LUGAR Y FECHA	:	Bogotá, D.C., 26 de diciembre de 2024
INTERVIENEN	:	Teniente Cornel ELIECER SUAREZ SANCHEZ Jefe Departamento Gestión Administrativa Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" Contratante
		CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA C.C. 1.118.544.612 Supervisor
		TERAO COLOMBIA S.A.S NIT: 900.732.796-1 Contratista
ASUNTO	:	Acta de Liquidación Bilateral ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 167-MDN-COGFM-ESDEG-2024

Entre los suscritos a saber: Teniente Coronel ELIECER SUAREZ SÁNCHEZ, mayor de edad, vecino de Bogotá, D.C., identificado con la cédula de ciudadanía No. C.C. No. 16.188.633 de Florencia – Caquetá, quien actúa en su condición de Jefe del Departamento Administrativo de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", cargo para el cual fue nombrado mediante Orden Semanal No. XXXXX del XXXXX de XXXXX de XXXXX, expedida por la Dirección de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" debidamente facultado para efectuar la liquidación de contratos tanto consensual como unilateralmente a través Resolución Delegación No. 4223 del 23 de junio de 2022 modificada parcialmente por las Resoluciones No. XXXXX del XXXXX de XXXXX de XXXXX, resolución No. XXXXX del XXXXX de XXXXX de XXXXX No. XXXXX del XXXXX de XXXXX de XXXXX, No. XXXXX del XXXXX de XXXXX de XXXXX y la resolución No. XXXXX del XXXXX de XXXXX de XXXXX "XXXXX", quien en adelante se denominará MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NIT. 830.002.634-1, el CONTRATANTE y por la otra, (el o la) señor (a) (NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS), mayor de edad, identificado (a) con cédula de ciudadanía No. XXXXXX de XXXXXX, quien actúa en calidad de Representante Legal de XXXXXX, identificado con Nit: XXXXXX; quien en adelante se denominará EL CONTRATISTA, hemos convenido suscribir la presente ACTA DE LIQUIDACIÓN BILATERAL Y DE MUTUO ACUERDO al CONTRATO/ ORDEN DE COMPRA O ACEPTACIÓN DE OFERTA No. XXX de (año) previa las siguientes

CONSIDERACIONES:

1. DATOS DEL CONTRATO

NÚMERO	Aceptación de oferta / No 167 de 2024
FECHA DE SUSCRIPCION	24 de septiembre de 2024
CONTRATISTA	TERAO COLOMBIA S.A.S
NIT:	900.732.796-1
REPRESENTANTE LEGAL O PROPIETARIO DE ESTABLECIMIENTO DE COMERCIO	ANDRES JULIAN MENESES AVELLA
C.C. No.	1.052.409.483

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

DIRECION DEL CONTRATISTA	Kr 14B Bis N° 69A Sur 31
CORREO ELECTRONICO DEL CONTRATISTA	adminco@terao.fr.
TELEFONO DE CONTACTO DEL CONTRATISTA	3105823578
TIPO DE CONTRATO	PRESTACION DE SERVICIOS
OBJETO	EL SERVICIO DE AUDITORIA ENERGÉTICA PARA LAS INSTALACIONES ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"
VALOR INCLUIDO IVA	CUARENTA Y CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA MIL PESOS M/CTE ($44.890.000,00)
FORMA Y CONDICIONES DE PAGO	El valor del contrato se cancelará en UN PAGO TOTAL CONTRA ENTREGA TOTAL del servicio objeto del contrato, dentro de los sesenta (60) días calendario siguientes al acta de recibo a satisfacción suscrita por el supervisor del contrato y el contratista o su delegado y presentación de la respectiva factura, entrada al almacén (cuando aplique); previa disponibilidad de PAC (disponibilidad de recursos); y cumplimiento de los demás trámites administrativos a que haya lugar, de conformidad con la ley 2024 del 23 de julio de 2020 "Por medio de la cual se adoptan normas de pago en plazos justos en el ámbito mercantil y se dictan otras disposiciones en materia de pago y facturación". Si la factura no ha sido correctamente elaborada, no cumple con las normas aplicables o no se acompañan los documentos requeridos para el pago y/o se presentan de manera incorrecta, el término para éste sólo empezará a contarse desde la fecha en que se aporte el último de los documentos y/o se presenten en debida forma. Las demoras que se presenten por estos conceptos serán responsabilidad del contratista y no tendrán por ello derecho al pago de interés o compensación de naturaleza alguna.
PLAZO DE EJECUCIÓN	De conformidad con la necesidad planteada por el Departamento Administrativo de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" y avalada con la suscripción del presente, será a partir del cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento conforme lo descrito en el art 41 ley 80 de 1993, (expedición del registro presupuestal y aprobación de garantías), y hasta el 26 de diciembre de 2024. Entre las partes, se debera suscribir acta de inicio. NOTA 1: El acta de inicio deberá contener los datos indicados en las especificaciones técnicas adicionales del presente documento. La omisión en la inclusión de algún dato no eximirá la responsabilidad de las funciones que son inherentes al supervisor del contrato de realizar el seguimiento del contrato. NOTA 2: Art 23, Ley 1150 de 2007, dispone: El proponente y el contratista deberán acreditar que se encuentran al día en el pago de aportes parafiscales relativos al Sistema de Seguridad Social Integral, así como los propios del Sena, ICBF y Cajas de Compensación Familiar, cuando corresponda. PARÁGRAFO 1o. El requisito establecido en la parte final del inciso segundo de este artículo deberá acreditarse para la realización de cada pago derivado del contrato estatal. El servidor público que sin justa causa no verifique el pago de los aportes a que se refiere el presente artículo, incurrirá en causal de mala conducta, que será sancionada con arreglo al régimen disciplinario vigente.
PLAZO DE DURACIÓN	El plazo de duración del contrato será igual al plazo de ejecución y seis (6) meses más.
FECHA DE INICIO	24 de septiembre de 2024
FECHA DE TERMINACION	26 de diciembre de 2024
FECHA DEL ACTA DE INICIO	30 de septiembre de 2024
CERTIFICADO DE DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL	Unidad Ejecutora 15-01-02-001 ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA Tipo Gasto A, CTA 02, SUBC 02, OBJEG 02, ORDSUB

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

		008 ORORD 03 REC 10 CSF, por el rubro OTROS SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS (EXCEPTO LOS SERVICIOS DE INVESTIGACION, URBANISMO, JURÍDICOS Y DE CONTABILIDAD), con certificado de disponibilidad presupuestal No. 14924 del 29/04/2024, expedido por el Jefe de Presupuesto.	
REGISTRO PRESUPUESTAL No.		67324 CON FECHA: 2024-09-25 VALOR $44.890.000,00	
MODIFICATORIO			
ADICIÓN	PRORROGA	SUSPENSIÓN	OTROS
N/A	N/A	N/A	N/A
OBJETO Y FECHA DEL MODIFICATORIO: N/A			
NOMBRE DEL SUPERVISOR		CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA	
CARGO QUE OCUPA		Jefe Sección Servicios Técnicos	
NÚMERO DE RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO		No. 021 con fecha 123/02/2024	
DEPENDENCIA		Departamento Administrativo	
VICEDIRECCIÓN		Vicedirección Administrativa	
TELEFONO DE CONTACTO		317 4003809	
CORREO ELECTRONICO		rahim.cucunuba@esdeg.edu.co	

2. GARANTIAS

2.1 POLIZAS: Las obligaciones contractuales se respaldan con la (s) siguiente (s) póliza (s):

Póliza No. NB-100346384 de fecha 24-09-2024 expedida por Mundial de seguros SA y aprobada mediante acta No. 323/MDN-COGFM-JEMCO-ESDEG-DIESG-SBESG-VIADM-DEADM-SESCO de fecha 25-09-2024, que cubre los siguientes amparos, así:

RIESGO ASEGURADO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	VALOR ASEGURADO
BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO	NA	NA	$__ NA _
CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	24/09/2024	29-05-2025	$6.733.500
CALIDAD DEL SERVICIO	24/09/2024	30/06/2025	$6.733.500
CALIDAD Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS BIENES	NA	NA	$__ NA _
ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA	NA	NA	$__ NA _
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES LABORALES	24/09/2024	30/12/2027	$2.244.500

2.2. GARANTÍA TÉCNICA Y TERMINO DE RESPUESTA DE LA GARANTIA TECNICA
3. No Aplica

2.3 GARANTÍAS ESTABLECIDAS EN EL ANEXO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

No Aplica

2.4 FECHA DE VENCIMIENTO DE LAS GARANTÍAS

No Aplica

3 PONDERABLES TECNICOS

No Aplica

4. INFORMES DE SUPERVISIÓN

Informe No.	Fecha	Firmado por	% de ejecución presupuestal
1	23-12-2024	CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA	100%

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

	TOTAL	100%

5. ACTAS DE RECIBO

Mediante el acta de recibo a satisfacción que se relaciona a continuación, EL CONTRATISTA entregó dentro del plazo establecido en el contrato, al MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"-DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO, los bienes y/o servicios, así:

MES: DICIEMBRE

Factura No.	Fecha	Acta de recibo a satisfacción No.	Fecha del acta
TC - 318	16/12/2024	1	23/10/2024

ITEM (*)	BIENES O SERVICIOS RECIBIDOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO SIN IMPUESTOS	VALOR IMPUESTOS	VALOR TOTAL	CUMPLE	NO CUMPLE
1	SERVICIO DE AUDITORIA ENERGETICA PARA LAS INSTALACIONES DE LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA	UN	1	37.722.689,08	7.167.310,92	44.890.000,00	SI	

6. FUNDAMENTOS LEGALES Y JURISPRUDENCIALES

El contrato se liquidará de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 60 de la Ley 80 de 1993, modificado por el artículo 32 de la Ley 1150 de 2007 y el artículo 217 del Decreto 0019 de 2012, y artículo 11 de la Ley 1150 de 2007, dentro de los términos de Ley."

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 60 de la lay 80 de 1993 modificado por el Artículo 217 del Decreto 019 de 2012 en concordancia con el Artículo 11 de la Ley 1150 de 2007 y el artículo 164 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, para la liquidación del contrato se tiene en cuenta, el acta de recibo a satisfacción, el término de duración o ejecución del contrato o, el último pago, el acto de terminación, según corresponda, concluyendo que la entidad es competente para liquidar.

La información en gris se deja si ha pasado mas de cuatro meses después del vencimiento del plazo de ejecución

Vale la señalado la doctrina del Consejo de Estado, al abordar el tema de la liquidación de los Contratos Estatales, que cuando ha vencido el término de los cuatro (4) meses a que hace referencia el Artículo 60 de la Ley 80 de 1993, según obra en Concepto radicado con el número 1-230 de diciembre de 1999, literal e), lo siguiente:

"En el evento en que no se proceda a la liquidación dentro de los términos previstos por el Artículo 60 (Ley 80/93) citado y transcurran los dos años "siguientes al incumplimiento de la obligación de liquidar" sobre oportunidad de la acción contractual a que se refiere el CCA., Art.136, numeral 10, letra d), la administración pierde la competencia para proceder a la misma. (El subrayado es fuera de texto).

Bajo estos mismos términos a los expresados con anterioridad, la Oficina Jurídica de la Contraloría General de la República mediante concepto No. 2496 del 26 de julio de 2001, al analizar el anterior concepto del Consejo de

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

Estado expresó que la administración pierde la competencia para liquidar los contratos de tracto sucesivo al cabo de los dos años siguientes al incumplimiento de la obligación de liquidar y particularmente expresó:

"Como se puede apreciar, si se dejan pasar todas las oportunidades que han sido indicadas para liquidar el contrato, se pierde la posibilidad de proceder a la misma, ya que como finaliza el concepto del Consejo de Estado "No es posible liquidar el contrato después de vencido el término de caducidad de la acción contractual pues se trata de términos procesales de carácter improrrogable"

Para dar estricto cumplimiento a la obligación consagrada en el artículo 50 de la Ley 789 de 2002, en la liquidación de los contratos se debe dejar constancia del cumplimiento de las obligaciones del contratista en cuanto al pago de aportes a salud, riesgos profesionales, pensiones y aportes a las Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje, cuando a ello hubo lugar.

Con fundamento en lo anterior, las partes contratantes proceden a liquidar de común acuerdo al CONTRATO/ ORDEN DE COMPRA O ACEPTACIÓN DE OFERTA No. XXXXXX de 20 XXXXXX, suscrito entre **EL MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO** y (Nombre del contratista), en los términos consignados en la presente acta.

7. CONSTANCIAS.

OBSERVACIONES DEL CONTRATISTA:

- Manifiesta que **EL MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO**, cumplió con las obligaciones adquiridas y derivadas del CONTRATO/ ORDEN DE COMPRA O ACEPTACIÓN DE OFERTA No. XXXXXX de 20 XXXXXX, quedando a Paz y Salvo por todo concepto con el mismo.
- Que durante la ejecución del contrato se efectuaron los aportes al Sistema de Seguridad Social en Pensiones y en Salud, Riesgos Profesionales, aportes a las Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje, cuando a ello hubo lugar en los porcentajes establecidos en la legislación actual.
- Que existe una correcta relación entre el valor total pagado al contratista y el valor total cotizado al Sistema de Seguridad Social en Pensiones y en Salud, Riesgos Profesionales, aportes a las Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje, cuando a ello hubo lugar.

Relación de los certificados de pagos de aportes parafiscales por parte del contratista:

Información a diligenciar en el caso de que el contratista sea persona natural:

ITEM	FECHA CERTIFICACION	NÚMERO DE PLANILLA DE PAGO	OBSERVACIONES	FIRMADA POR	NÚMERO DE TARJETA PROFESIONAL
1	12 de diciembre de 2024	82471983 81824607 31732660	El contratista certifica que la empresa Soluciones Integrales Industriales y Empresariales SAS, estipula encontrarse al día en el pago al Sistema de Seguridad Social en Pensiones y en Salud, riesgos profesionales,	ANDRES JULIAN MENESES AVELLA	No aplica

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

ITEM	FECHA CERTIFICACIÓN	NUMERO DE PLANILLA DE PAGO	OBSERVACIONES	FIRMADA POR	NUMERO DE TARJETA PROFESIONAL
			aportes a las Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Se anexa certificado del cumplimiento por parte del contratista. Establece bajo la gravedad de juramento que el personal a cargo y el personal que prestó el servicio y oferto para la ejecución del contrato se encuentra al día con los aportes al sistema de seguridad social y parafiscal.		

[illegible] se procederá a establecer los valores cancelados por el contratista, los [illegible] parafiscal así:

[illegible]	[illegible]	[illegible] PAGO APORTES SEGURIDAD SOCIAL	INGRESO BASE DE COTIZACION	PLANILLA UNIFICADA No.	VALOR CANCELADO
	[illegible]	XXXXXXX	XXXXXXX	XXXXXXX	XXXXXXX
	[illegible]	XXXXXXX	XXXXXXX	XXXXXXX	XXXXXXX

[illegible] aportes del [illegible] mensual.

8. CUMPLIMIENTO OBLIGACIONES DEL MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL - COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO".

BALANCE

BALANCE BIENES/SERVICIOS RECIBIDOS		
VALOR INICIAL DEL CONTRATO		$44.890.000,00
VALOR ADICIÓN		$0
VALOR REDUCCION		$0
PRIMERA ENTREGA	$44.890.000,00	
SEGUNDA ENTREGA	$0	
PENDIENTE POR RECIBIR	$0	
TOTAL VALOR DEL CONTRATO (SUMAS IGUALES)	$44.890.000,00	$44.890.000,00

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

NOTA ACLARATORIA: El contratista manifiesta por medio de oficio enviado el 17 de diciembre de 2024 cuyo asunto es Carta de Renuncia a la Diferencia de Valor entre Factura de Venta FE 1302 y la Oferta No. 150-MDN-COGFM-ESDEG-2024, en la que expresa que el sistema de facturación electrónica SIIGO no permite realizar notas crédito por valor de $0.04 ni valores inferiores a un peso, por lo cual se procedió a anular la factura FE 1302 con la nota crédito NC-1-135.
Por lo tanto, el contratista Soluciones Integrales Industriales y Empresariales S.A.S. renuncia de manera voluntaria y consciente a la diferencia de $31.96 por debajo del valor total del contrato, y a cualquier reclamación o disputa con relación a dicha diferencia

9. OBSERVACIONES DEL EL MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO:

El representante del MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO; soporta el acta de liquidación bilateral atendiendo los informes y acta de recibo a satisfacción presentados por el supervisor quien avala con su firma y manifiesta en el acta de recibo a satisfacción final del ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 150 de 2024, donde manifiesta lo siguiente: "Como supervisor de contrato manifiesto de manera expresa que el contratista cumple con las condiciones particulares del servicio o bienes contratados y que las mismas corresponden a las solicitadas, definidas y aceptadas en el contrato. Así mismo cumple con las calidades, cantidades y especificaciones técnicas exigidas" (FL. XXXXXX) (Se indica en que folio se encuentra esta información)

NOTA: Soportan la presente acta de liquidación los documentos que reposan en la carpeta del CONTRATO/ ORDEN DE COMPRA O ACEPTACIÓN DE OFERTA No. XXXXXX de 20 XXXXXXX, con un total de XXXXXXX folios. (Es la cantidad de folios que contiene la carpeta)

10. PERSONAL ENCARGADO DE LA VERIFICACION DE ACTIVIDADES ESTABLECIDAS EN LA PRESENTE ACTA DE LIQUIDACIÓN.

Las partes designan a las siguientes personas como encargadas de la verificación de las actividades establecidas en la presente acta así: Por el MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO", el señor (a) XXXXXX (nombre del supervisor del contrato) o quien haga sus veces Supervisor del contrato y por EL CONTRATISTA el señor (a) XXXXXX (nombre del contratista), Representante Legal de XXXXXX (nombre de la empresa) o quien desempeñe las funciones.

11. OBLIGACIONES POST-CONTRACTUALES POR PARTE DEL CONTRATISTA

En el CONTRATO/ ORDEN DE COMPRA O ACEPTACIÓN DE OFERTA No. XXXXXX de 20 XXXXXXXXXXX, (SI o NO) se encuentra vigentes obligaciones posts-contractuales, en virtud del artículo 2.2.1.1.2.4.3 del Decreto 1082 del 26 de mayo de 2015, el cual establece: "Obligaciones posteriores a la liquidación: Vencidos los términos de las garantías de calidad, estabilidad y mantenimiento, o las condiciones de disposición final o recuperación ambiental de las obras o bienes, la Entidad Estatal debe dejar constancia del cierre del expediente del Proceso de Contratación. (Decreto 1510 de 2013, artículo 37)"

NOTA La información que se establece a continuación solo se deja si quedan vigentes garantías establecidas en las pólizas (excepto el amparo de cumplimiento) o en las garantías técnicas (verificar la información que esta establecida en el ítem 2.4 "FECHA DE VENCIMIENTO DE LAS GARANTÍAS" de la presente acta

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

Las partes designan al quien haga sus veces como supervisor de contrato, conforme a lo dispuesto en la resolución No. 6302 de 2014 Capítulo V numeral 5.1 ítem 11 (Manual de contratación vigente) y al contratista, como encargados de la verificación, seguimiento y cumplimiento de las garantías establecidas en la presente acta.

Cuando el MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO, lo requiera o estime conveniente podrá sustituir al supervisor, cambio que será comunicado al contratista mediante oficio. El supervisor deberá entregarle sus funciones a al supervisor entrante mediante acta suscrita conjuntamente y deberá contener como mínimo la siguiente información:

- Estado de ejecución de contrato
- Actividades desarrolladas por el contratista después del vencimiento del plazo de ejecución.
- Actividades pendientes hasta el vencimiento de las garantías amparadas por las pólizas, las garantías técnicas y factores de ponderación en el caso de haberse presentado en el proceso
- Relación de documentos que entrega y
- Observaciones que considere pertinentes.

El encargado por el MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO, deberá informar a la Sección de Contratación el vencimiento de los términos de garantías de calidad, estabilidad y mantenimiento, o las condiciones de disposición final o recuperación ambiental de las obras o bienes con el fin de proceder al cierre del expediente del Proceso de Contratación, para lo cual deberá dar cumplimiento a la Resolución 6302 de 2014 Manual de contratación vigente, el cual norma: "una vez vencidos los términos de las garantías de calidad, estabilidad y mantenimiento o las condiciones de disposición final o recuperación ambiental de las obras o bienes, debe dejarse constancia del cierre del expediente del proceso de contratación"

El ENCARGADO de las obligaciones post-contractuales por el MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO" - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO, con el fin de dar aplicabilidad al artículo 2.2.1.2.4.3 del Decreto 1082 del 26 de Mayo de 2015, deberá entregar en forma periódica informe de actividades desarrolladas después del vencimiento de plazo de ejecución contractual hasta la fecha de vencimiento de las garantías amparadas por las pólizas, las garantías técnicas y factores de ponderación en el caso de haberse presentado en el proceso.

Que además el supervisor del contrato y el contratista, deberán verificar y controlar el cumplimiento de las obligaciones post – contractuales establecidas en el numeral 2.4 de la presente acta.

Por todo lo anterior las partes:

A C U E R D A N :

PRIMERO: Liquidar bilateralmente por mutuo acuerdo el CONTRATO/ ORDEN DE COMPRA O ACEPTACIÓN DE OFERTA No. XXXXXX de 20 XXXXXXXXXXX, celebrado entre EL MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO y XXXXXXXXXXX (nombre de la empresa).

SEGUNDO: Con la suscripción de la presente acta las partes contratantes, recíprocamente declaran estar a paz y salvo por todo concepto, con ocasión del cumplimiento total y de las obligaciones asumidas por la ejecución del CONTRATO/ ORDEN DE COMPRA O ACEPTACIÓN DE OFERTA No. XXXXXX de 20 XXXXXXXXXX.

"Documento propiedad SIG - ESDEG. Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

TERCERO: Que la presente acta (SI O NO) se estipulan obligaciones post - contractuales por parte del contratista, de conformidad con lo establecido en la parte considerativa de la presente acta.

CUARTO: Suscrita por las partes se publicará en el SECOP, para lo pertinente.

POR EL MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL – COMANDO GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO,

ORDENADOR DEL GASTO,

TC. ELIECER SUAREZ SANCHEZ
C.C. No. XXXXX de XXXXX
JEFE DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA
"GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"

SUPERVISOR,

CT. RAHIM GHRICELIO CUCUNUBA CUCUNUBA
Escuela Superior de Guerra
"GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"

POR EL CONTRATISTA,

ANDRES JULIAN MENESES AVELLA
C.C. No1.052.409.483 de DUITAMA
TERAO COLOMBIA S.A.S
NIT: 900.732.796-1

VoB: MY. Darwin Esneider Caceres Muñoz
Jefe de Contratos

Elaboro: CT. Rahim Ghricelio Cucunuba Cucunuba
Supervisor de contrato

Archivado en: 15103.12.1 Comunicación de Aceptación de Oferta 2024

"Documento propiedad SIG - ESDEG Versión vigente en la Suite Visión Empresarial SVE. Se autoriza impresión total o parcial, como documento no controlado."

Denken

Soluciones Innovadoras, Eficientes & Sostenibles

ORDEN DE SERVICIO / COMPRA No. 009/2024

DATOS DEL PROVEEDOR	**Proyecto o servicio:** 009-2024 ESDG
Señor : DENKEN S.A.S Dirección: CRA 19 # 85-49 Teléfono: 3176484859 Ciudad: Bogotá E-mail: info@denkensas.com	

OBJETO

Alquiler sistema de medición energética CENTRICA para la Escuela Superior de Guerra en Bogotá D.C

Escuela Superior de Guerra				
Descripcion	Valor Unitario	UND	Cant	Total
Servicio alquiler sistema de medicion energetica CENTRICA de hasta 4 circuitos electricos trifasicos / 12 monofasicos simultaneos en un mismo tablero. Incluye instalacion y desinstalacion en la ciudad de Bogota, acceso plataforma para generar reportes diarios, graficas de variables calidad energia y consumo detallado por equipos, con opcion de descarga datos en excel. (3 dias de medicion). Se entrega usuario de acceso a consultor TERAO, capacitacion uso de herramienta y soporte tecnico. (Instalacion viernes 22, captura de datos 23-26 Noviembre. Desmonte miercoles 27 Noviembre)	$560.000	Und	4	$ 2.240.000
				$ 2.240.000
			19%	Iva $ 425.600
				Total $ 2.665.600

PLAZO DE EJECUCIÓN.

Esta Orden de servicio tendrá una duración de (7) días calendario, contados a partir de la firma de la presente Orden. La persona encargada de recibir a entera satisfacción es el señor ANDRES MENESES , representante legal de TERAO COLOMBIA S.A.S

CONDICIONES DEL PAGO

Moneda: Pesos Valor: $2'665.600 Dos millones seiscientos sesenta y cinco mil, seiscientos pesos mda cte.

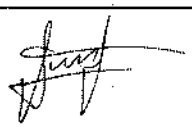
Forma de pago: Se realiza un Pago del 100% al terminar la ejecución del presente contrato.

INFORMACIÓN PARA REALIZAR EL PAGO MEDIANTE TRANSFERENCIA

Nombre del beneficiario:	**Cuenta número:**	**Tipo de cuenta:**
DENKEN SAS NIT. 900.797.751-8	BANCOLOMBIA 19700001335	Ahorros

Las partes han convenido que se firme esta orden, en sus nombres respectivos, en la fecha: 20/Noviembre/2024

REQUISITOS PARA EL PAGO
Todo pago debe tener: 1.- Constancia de recibo a entera satisfacción, firmada por la representante legal de la empresa DENKEN S.A.S, o delegada para este fin, que haya recibido el bien, el servicio o el trabajo satisfactoriamente. Esta constancia debe ir anexa a cualquier factura o cuenta de cobro. 2.- Cuando se trate de equipos no fungibles, debe anexarse a la factura una copia de la garantía del fabricante del bien. El original de la garantía debe permanecer en los archivos de Administración de DENKEN S.A.S. 3. Copia de seguridad social de acuerdo a lo establecido por la DIAN.
MODIFICACIONES
La modificación, si a ella hubiese lugar, se autorizará por escrito por DENKEN S.A.S. Cambios que se realicen sin este requisito no serán reconocidos por DENKEN S.A.S y serán de exclusiva responsabilidad del proveedor.
CONDICIONES ESPECIALES
Si el contratista no cumple con las fechas o plazos de entrega de los productos o servicios especificados de acuerdo a lo estipulado en este documento ORDEN DE SERVICIO / COMPRA podrá, sin perjuicio de las demás acciones que se deriven del contrato, deducir del precio del contrato, por liquidación de daños y perjuicios, una suma equivalente al 1,5% del valor total del contrato por cada día de retraso, hasta el momento de la entrega, hasta alcanzar una deducción máxima del diez por ciento (10%) del valor total del contrato. Una vez alcanzado el máximo, DENKEN S.A.S podrá considerar la anulación del contrato.
ANEXOS QUE FORMAN PARTE DE ESTA ORDEN
Cotización: 080-2024 — Especificaciones Técnicas
Anexo A Condiciones Generales del Contrato
Cualquier duda que pudiera surgir de esta Orden, será atendida a través del correo info@denkensas.com

CONTRATANTE	FIRMA
TERAO COLOMBIA S.A.S	

CONTRATISTA	FIRMA
DENKEN S.A.S	