Patrimonio Natural

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

AMV ARQUITECTURA

CONTRATO Nº HECO-KFW-CCON-002-2025

Servicios de Consultoría para los estudios y diseños, incluyendo los permisos necesarios hasta la obtención de la licencia de demolición y construcción de la sede administrativa del Parque Nacional Natural Alto Fragua – Indi Wasi

Sede Administrativa PNN Alto Fragua – Indi Wasi

San José del Fragua, Caquetá.

Memoria de cálculo RETIE

Noviembre de 2025

Calle 143.47.60 Piso 3
Bogotá.Colombia
[+571] 695.73.22
[+57] 321 401.52.71

www.arquitecturamasverde.com
comercial@arquitecturamasverde.com



_____

Ing. Miguel Eduardo Mora Quevedo.
Ingeniero Diseñador.
MP. CN205-103377

PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE AUTOR.

La información contenida en este documento es objeto de propiedad intelectual, y es para uso exclusivo de la(s) persona(s) u organización(es) a la(s) cual(es) está dirigida. La presentación y disposición en conjunto, metodología adoptada, imágenes, gráficas, figuras, tablas y desarrollo de fórmulas son propiedad intelectual —salvo en donde se haga mención de la fuente específica— de **Arquitectura Más Verde** y/o de **David PERICO AGUDELO.**

Si desea reproducir o transmitir total o parcialmente este documento, le agradecemos citar la fuente.

Control de cambios y correcciones		
Versión	**Fecha**	**Descripción**
v0	2025-11-24	Memoria de cálculo eléctrica

Elaboró	MM	**Lista de distribución**
Revisó		MD. Arq. David PERICO AGUDELO. Arquitecto Diseñador, AMV Arquitectura. Arq. Yaneth ECHEVERRÍA Supervisión, Parques Nacionales Naturales de Colombia —PNNC—.
Aprobó	DPA	

AMV ARQUITECTURA	**Proyecto**	Alto Fragua.
	Descripción	Diseño eléctrico Sede Administrativa del PNN Alto Fragua - Indi Wasi. San José del Fragua, Caquetá.

TABLA DE CONTENIDO.

1. Presentación del proyecto 5
1.1. Objetivo general. 5
1.2. Propietario del proyecto. 5
1.3. Normas y códigos para los diseños eléctricos. 5
1.4. Información general del proyecto. 5
1.5. Localización del proyecto. 5
1.6. Disponibilidad de energía. 5
2. Diseño detallado de acuerdo con RETIE 2024-Libro 3, Articulo 3.3.1. 6
A. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. 6
B. análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección. 8
C. análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos. 10
D. coordinación de aislamiento eléctrico. 11
E. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra. 11
F. análisis del nivel de tensión requerido. 12
G. cálculos de campos electromagnéticos. 12
H. Calculo de transformador incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga 12
I. Sistema de puesta a tierra. 12
J. Calculo económico de conductores. 12
K. Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor. 12
L. Calculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación. 13
M. Calculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A. 13
N. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos). Bandejas porta cables y columna de encerramientos (cajas, conduletas y armarios, etc). 15
O. Cálculo de pérdidas de energía teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia. 15
P. Cálculos de regulación de tensión. 15
Q. Áreas clasificadas como peligrosas. 15
R. Diagramas unifilares 15
S. Planos eléctricos para construcción. 15
T. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares. 16
U. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas. 16
V. justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación. 16
W. los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústica, mecánicas o térmicas. 16
X. Selección, calculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales. 16
3. ANEXOS. 17
3.1. Calculo económico de conductores. 17
3.2. Cálculo de perdidas en conductores 17

ÍNDICES.

Índice de Tablas.

Tabla 1. Datos generales del predio. 5
Tabla 2. Características generales conexión del proyecto a la red. 5
Tabla 3. Distorsión armónica por iluminación. 11
Tabla 4. análisis de la potencia reactiva total en el proyecto. 11
Tabla 5. Calculo de ocupación de ductos. 15
Tabla 6. Datos generales del predio. 16
Tabla 7. Calculo económico de conductores. 17
Tabla 8. Calculo de perdidas Pt1. 17
Tabla 9. Calculo de perdidas Pt1. 18

1. Presentación del proyecto

1.1. Objetivo general.

Elaboración de diseños eléctricos detallados para la construcción de la sede administrativa del Parque Nacional Alto Fragua – Indi Wasi – Caquetá.

1.2. Propietario del proyecto.

El proyecto es propiedad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

1.3. Normas y códigos para los diseños eléctricos.

Las normas, códigos y reglamentos que se tendrán en cuenta para llevar a cabo las labores a realizar son las aplicables a este tipo de proyectos las cuales se indican a continuación:

- Norma Técnica Colombiana (NTC 2050) segunda actualización.
- Resolución No. 40117 de 2024. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.
- Resolución No. 40150 de 2024. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP.
- Norma Técnica Colombiana NTC 4552. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (Rayos).
- Resolución CREG No. 174 de 2021.

1.4. Información general del proyecto.

El proyecto consiste en un local para uso institucional con un área construida de aproximadamente 300 m2, distribuidos en dos niveles, ubicado en el municipio de San José de la Fragua del departamento de Caquetá. La edificación contará con red de tomacorrientes normales y regulados, iluminación general y emergencia y equipos de bombeo de agua.

1.5. Localización del proyecto.

Datos del predio				
Ubicación	Área aproximada	Ubicación geográfica	Altitud	Temperatura
San José del fragua - Caquetá	300 m^2	1°19'43.995" N 75°58'24.914 O	540 msnm	27°C

Tabla 1. Datos generales del predio.
Fuente. Elaboración propia.

1.6. Disponibilidad de energía.

El servicio de energía se encuentra provisto por la red del sistema interconectado nacional a través del operador Electro Caqueta S.A E.S.P. Se cuenta con suministro a través de un punto de conexión en baja tensión (220V, trifásico)

De manera complementaria se tendrá respaldo de energía mediante un grupo electrógeno con capacidad para suplencia de cargas relacionadas a iluminación y bombas hidráulicas. Este equipo operará de acuerdo con las siguientes condiciones:

- En caso de operación normal en ausencia de suministro de energía por parte de la empresa electrificadora, el grupo electrógeno suplirá la carga asociada a iluminación y bombas hidráulicas, a través de la transferencia ubicada en el tablero TGD.

Tensión de suministro	220V - trifásico
Numero de cuentas	1
Tipo de cuenta	oficial

Tabla 2. Características generales conexión del proyecto a la red.
Fuente. Elaboración propia.

2. Diseño detallado de acuerdo con RETIE 2024-Libro 3, Articulo 3.3.1.

A. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

Se presenta el análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos, para los factores de riesgo más comunes, conforme a la matriz de riesgos y la tabla de decisiones y acciones para controlar el riesgo, conforme a lo establecido en el artículo 1.5.1 del RETIE 2024.

RIESGO A EVALUAR:	por EVENTO O EFECTO	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en) FUENTE

POTENCIAL ☐ REAL ☐

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: Ha ocurrido en el sector	C: Ha ocurrido en la Empresa	B: Sucede varias veces al año en la Empresa	A: Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: _____ MP: _____ Fecha: _____

Tabla 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	***Inadmisible para trabajar.*** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	***Minimizarlo.*** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento o efecto: Ausencia de servicio	Factor de riesgo: Ausencia De electricidad	Fuente: planta de emergencia
Evaluador: Miguel Mora	MP: CN205-103377	Fecha: 21/11/2025

RIESGO A EVALUAR:	por EVENTO O EFECTO	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en) FUENTE

POTENCIAL ☐ REAL ☐

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: Ha ocurrido en el sector	C: Ha ocurrido en la Empresa	B: Sucede varias veces al año en la Empresa	A: Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: _____ MP: _____ Fecha: _____

Tabla 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	***Inadmisible para trabajar.*** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	***Minimizarlo.*** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento o efecto: Electrocución	Factor de riesgo: Electricidad estática	Fuente: Elemento no conductor
Evaluador: Miguel Mora	MP: CN205-103377	Fecha: 21/11/2025

RIESGO A EVALUAR:	EVENTO O EFECTO	por	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en)	FUENTE

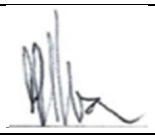
POTENCIAL ☐	REAL ☐					FRECUENCIA				
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la Empresa	B Sucede varias veces al año en la Empresa	A Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: _____ MP: _____ Fecha: _____

Tabla 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	***Inadmisible para trabajar.*** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	***Minimizarlo.*** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento o efecto: Electrocución	Factor de riesgo: Equipo defectuoso	Fuente: Bomba de suministro
Evaluador: Miguel Mora 	MP: CN205-103377	Fecha: 21/11/2025

RIESGO A EVALUAR:	EVENTO O EFECTO	por	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en)	FUENTE

POTENCIAL ☐	REAL ☐					FRECUENCIA				
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la Empresa	B Sucede varias veces al año en la Empresa	A Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: _____ MP: _____ Fecha: _____

Tabla 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	***Inadmisible para trabajar.*** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	***Minimizarlo.*** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento o efecto: Quemaduras	Factor de riesgo: Rayos	Fuente: Espacios abiertos
Evaluador: Miguel Mora 	MP: CN205-103377	Fecha: 21/11/2025

RIESGO A EVALUAR:	EVENTO O EFECTO	por	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en)	FUENTE

POTENCIAL ☐ REAL ☐

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: Ha ocurrido en el sector	C: Ha ocurrido en la Empresa	B: Sucede varias veces al año en la Empresa	A: Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: MP: Fecha:

Tabla 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	***Inadmisible para trabajar.*** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	***Minimizarlo.*** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento o efecto: Ausencia de electricidad	Factor de riesgo: Sobrecarga	Fuente: Tablero general de distribución
Evaluador: Miguel Mora 	MP: CN205-103377	Fecha: 21/11/2025

RIESGO A EVALUAR:	EVENTO O EFECTO	por	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	(al) o (en)	FUENTE

POTENCIAL ☐ REAL ☐

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: Ha ocurrido en el sector	C: Ha ocurrido en la Empresa	B: Sucede varias veces al año en la Empresa	A: Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: MP: Fecha:

Tabla 9.3 Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	***Inadmisible para trabajar.*** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	***Minimizarlo.*** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento o efecto: Quemaduras	Factor de riesgo: Tensión de paso	Fuente: Descargas atmosféricas
Evaluador: Miguel Mora 	MP: CN205-103377	Fecha: septiembre 2024

Por las características del proyecto y tomando en cuenta que en el diseño se consideran las distancias de seguridad, los niveles de aislamiento se cumplen con las normas aplicables a cada caso, el nivel de riesgo es medio, por lo que se considerarán las recomendaciones y acciones de la tabla 1.5.1.4.1.b. para este nivel de riesgo.

B. análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.

Para evaluar el nivel de riesgo se tienen en cuenta cuatro índices, clasificados y ponderados dentro de dos características: los parámetros de los rayos y los índices que están relacionados con la estructura, los parámetros de las descargas eléctricas atmosféricas utilizados para encontrar el nivel de riesgo son la densidad de descargas a tierra DDT, y la corriente pico absoluta promedio, expresada en kiloamperios, asignando una mayor relevancia a la primera de éstas, debido a que existe una mayor probabilidad de que una estructura se vea afectada dependiendo de la cantidad de descargas a la que está expuesta, que de la intensidad de estas.

A continuación, se muestra el cálculo realizado en el análisis de nivel de riesgo para la edificación sin sistemas de protección implementados:

PROYECTO:	SAN JOSE DEL FRAGUA

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA A PROTEGER		
Largo de la estructura **L** (m)	20	
Ancho de la estructura **W** (m)	25	
Altura máxima de la estructura **H** (m)	10	
Marque si la estructura posee parte sobresaliente.	☐	Ejemplo de dimensiones de estructura
Altura máxima de la estructura **Hp** (m)	10	
Densidad de rayos a tierra (Rayos/km²-año) **DDT**	1	DDT

CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO	
Seleccione la localizacion de la estructura a ser protegida.	Rodeado de objetos o árboles de igual altura
Ambiente donde están las acometidas de la estructura.	Suburbano (menos de 10 m de altura)
Selecione el tipo de suelo en el **interior** de la estructura	Prado, concreto.
Selecione el tipo de suelo en el **exterior** de la estructura	Prado, concreto.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS		
ACOMETIDA DE POTENCIA		
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	☑	Ejemplo de estructura adyacente
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	1	
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	1	
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	14	
Seleccione la localizacion de la estructura adyacente	Aislado: sin objetos en la vecindad	
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Aérea	
Altura de los conductores de potencia desde el nivel de la tierra **Hc** (m)	8	
Seleccione la localizacion de la acometida de servicio	Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor	
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	20	
Transformador AT/BT en la acometida	Acometida con Transformador	
Ingrese la resistividad del suelo **ρ** (Ωm)	50	

ACCIONES PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO POR RAYO		
Medidas tomadas frente a tensiones de paso y contacto.	Sin medidas de protección	☑
	Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas	☐
	Equipotencialización efectiva a nivel del suelo	☐
	Avisos de advertencia	☐
	Refuerzos estructurales como bajantes o restricciones físicas	☐
Selecione el nivel de protección de la estructura	Estructura no protegida	
Seleccione el sistema de protección interno adoptado en el edificio.	Sin sistema de protección interno	
Si la estructura a proteger posee paredes y techos metálicos con un espesor entre 0,1 mm y 0,5 mm marque la casilla.		☑
Tamaño de la cuadrícula para apantallamientos localizados, distancia entre bajantes o distancia entre columnas si se utiliza un sistema natural **w** (m).	8	
Tipo de cableado interno	Sin apantallamiento y con lazos inductivos (conductores del mismo circuito en difere	
Marque la casilla si la pantalla del cable esta conectada a la misma barra equipotencial a la cual esta conectado el equipo.		☐
Tipo de canalización	Metálica puetas a tierra en ambos extremos	○
	Metálica no puesta a tierra o en un solo extremo	○
	No Metálica	■
Ingrese el menor valor de tensión soportable al impulso tipo rayo en voltios, del sistema a proteger (BIL equipos) **Uw**	501	
Marque la casilla si existe equipotencialización de las estructuras metálicas, sistemas internos, partes conductoras externas, acometidas de servicio y lineas conectadas a la estructura a proteger		☑

EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS	
PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS	
Seleccione el uso de la estructura.	Industrial, comercial, escuelas, oficinas.
Marque si pueden haber personas expuestas a tensiones de paso y de contacto dentro de la estructura, fuera de la estructura o en ambas ubicaciones.	☐ Dentro de la estructura ☐ Fuera de la estructura
Pérdidas por sobretensiones en instalaciones con sistemas eléctricos críticos.	Sistemas eléctricos o electrónicos no críticos.
Selecione el riesgo por fuego en la estructura.	Mínimo
Selecione la medida de prevención para reducir las consecuencias por fuego.	
Extintores manuales;instalaciones de alarma manual; hidrantes; compartimientos contra fuego; rutas de evacuac	
Selecione la situación especial de peligro.	
Nivel bajo de pánico (edificación para menos de 100 personas)	
PÉRDIDA DE SERVICIOS ESCENCIALES	
Selecione el tipo de servicio público que no se debería perder.	No existen servicios escenciales
PÉRDIDA DE HERENCIA CULTURAL IRREEMPLAZABLE	
Seleccione si existe herencia cultural irreemplazable en la edificiación.	☐

EVALUACIÓN DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA		
PROYECTO:	SAN JOSE DEL FRAGUA	
© Copyright: Seguridad Eléctrica Ltda.		
RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	RIESGO DE PÉRDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL
R_1	R_2	R_3
0,0000E+00	0,00E+00	0,00E+00
VALORES DE RIESGO CALCULADO		
R_1	R_2	R_3
1,0000000E-05	1,00E-03	1,00E-03
VALORES DE RIESGO TOLERABLE		
R_1	R_2	R_3
OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO
CONTROL DEL RIESGO		

Como se puede apreciar, se encuentran controlados todos los riesgos estudiados, por lo que se concluye que no se requiere implementar sistemas de protección contra descargas atmosféricas para la edificación.

C. análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.

El proyecto prevé la instalación de puestos de trabajo tipo oficina, espacios sociales y sanitarios, por lo cual, se contará con sistemas de alimentación normal y regulada mediante ups monofásica.

Los cuadros de cargas de los tableros se presentan en documento anexo identificado como SJF_EL_CC.

El proyecto consta en su mayor parte de cargas propias de áreas de oficinas. Para el diseño se considera que las instalaciones eléctricas internas aportan una cantidad de armónicos que deben tenerse en cuenta para determinar si afectan la calidad de la energía y para esto se analiza la Norma IEEE 519-2014, cuyo propósito es recomendar los límites de Distorsión Armónica en los Sistemas de Potencia. Se muestra un cuadro con el aporte de armónicos de las luminarias y su aporte de generación de factor de potencia, se debe tener en cuenta que el factor de potencia:

Distorsión armónica por iluminación					
Tipo de carga	Potencia por tipo de carga (kVA)	Porcentaje de THD (%)	Aporte de THD por carga (kW)	Factor de potencia	Aportes de reactivos (kVAr)
Iluminación	2.66	20%	0.514	0.63	0.39

Tabla 3. Distorsión armónica por iluminación.
Fuente. Elaboración propia.

En el cuadro anterior se observa que la iluminación tiene una incidencia de 0.51 kW de distorsión armónica, lo que corresponde con el 3.03 % de la carga total. Se debe observar que el cálculo se realiza con el 100 % de la iluminación activa, siendo este un escenario que quizás no se cumpla en la operación del edificio.
De igual manera se realiza el análisis del factor de potencia general del proyecto, estudiado en la carga del tablero general de distribución TGD, a fin de determinar el requerimiento de un banco de condensadores que permitan corregir el consumo de potencia reactiva en este en caso de ser necesario.

S (VA)	P (W)	Fp	Q (VAR)
17.02	16.09	0.95	5.28

Tabla 4. análisis de la potencia reactiva total en el proyecto.
Fuente. Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la tabla de análisis del factor de potencia para este proyecto el factor de potencia es de 0.95 por lo tanto no es necesario la implementación de ningún tipo de compensación de reactivos.

D. coordinación de aislamiento eléctrico.

La coordinación del aislamiento tiene por objeto determinar las características de aislamiento necesarias y suficientes de los equipos conectados a las redes eléctricas, para garantizar que el nivel de tensión soportada por el aislamiento del equipo sea mayor que la tensión que pueda aparecer como resultado de una sobretensión transitoria.

La coordinación de aislamiento consiste en relacionar las sobretensiones que puedan aparecer en el sistema y los niveles de protección de los pararrayos con los niveles de aislamiento del equipo.

Los cables de Baja Tensión tendrán un nivel de aislamiento de 600 V y se usaran a 220 V, lo cual significa que tendrá un factor de seguridad de 2,72 veces. Para los Interruptores de Baja Tensión tendrán un nivel de aislamiento de 600 V y se usarán con una tensión de 120 V, lo cual significa que tendrán un factor de seguridad de 5 veces.

Para los equipos de baja tensión (tomas, lámparas, tableros) tendrán un nivel de aislamiento de 600 V y se usarán con una tensión de 120 V, lo cual significa que tendrán un factor de seguridad de 5 veces.

Teniendo en cuenta los factores de seguridad, tendremos que la mayor probabilidad de falla en el nivel de aislamiento se presenta en los cables de Baja Tensión considerando que estos están protegidos mecánicamente por tuberías EMT sobrepuestas en placa de concreto o PVC embebidas dentro del mismo, lo cual permite que se disminuya la probabilidad de falla. Pero tenemos un factor importante en la conservación del nivel de aislamiento en cables y es la humedad del aire ya que esta se mantiene baja y contribuye a que se conserve el nivel de aislamiento. Para controlar este nivel de aislamiento, cada año debe hacerse un plan de mantenimiento en el cual se incluya la medición de los niveles de aislamiento de los cables eléctricos.

La tensión a la que funcionará el proyecto será a 220V, y no aplica la coordinación de aislamiento ya que esta se debe realizar para proyectos por encima de los 52 kV, es decir en alta tensión.

E. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.

Para el diseño de baja tensión se consideran suficientes las siguientes medidas tenidas en cuenta durante el diseño:

- En la selección de protecciones se tiene en cuenta la corriente de cortocircuito de los breakers existentes y los que se proyectan, seleccionando las protecciones de los circuitos ramales con una corriente de cortocircuito de 10 kA y las protecciones principales de los tableros con una corriente de cortocircuito de 25 kA.
- Las protecciones de todos los circuitos se seleccionan en consideración de lo establecido en la NTC2050 en cuanto a la protección contra sobrecargas.
- Todos los elementos pertenecientes a la infraestructura eléctrica se conectarán a tierra según lo establecido en la NTC2050.

-

F. análisis del nivel de tensión requerido.

El proyecto requiere conexión a la red en baja tensión (220/127V) de la empresa electrificadora electro Caquetá S.A E.S.P, por lo tanto, no se requiere subestación interna, se contara con tableros trifásicos y monofásicos con tensión fase-fase de 220V y tensión fase-neutro de 127V.

G. cálculos de campos electromagnéticos.

El nivel de tensión superior que se manejará en el proyecto será de 0.28 kV, valor por debajo de los 57,5 kV que establece el ítem 14,4 de la resolución 90708 RETIE como límite inferior de tensión requerido para realizar el cálculo y la medición de campos electromagnéticos. También es importante considerar que no se cuenta con subestación, lo que minimiza la exposición de las personas a campos electromagnéticos emitidos por las redes eléctricas. Por estas razones se concluye que no se requieren estudios ni mediciones de campos electromagnéticos en el proyecto.

H. Calculo de transformador incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga

Para el presente proyecto no es necesario el cálculo o selección de transformadores al interior del edificio, por lo tanto, los valores de armónicos y factor de potencia se relaciona en el cuadro de cargas anexo al presente documento.

I. Sistema de puesta a tierra.

Debido a las condiciones de conexión de la edificación a la red local en baja tensión y por consiguiente la condición de no requerirse una subestación nueva no es necesario calcular una malla de puesta a tierra, por lo tanto, este cálculo no aplica para el proyecto. De igual manera el medidor de energía tiene conexión de puesta a tierra.

J. Calculo económico de conductores.

Los alimentadores en BT se seleccionan según recomendación que los conductores sean en cobre debido a implicaciones constructivas asociadas al calibre de los cables, ya que para estos tamaños la facilidad de maniobrabilidad en el material es un factor considerable a nivel de la implementación de la solución, considerando la cantidad de curvaturas y pases de conexión entre equipos ubicados en la recepción y circulación mediante tubería.

El resultado del cálculo económico de conductores se presenta al final de esta memoria de cálculos, identificado como “Anexo 3.1”.

K. Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor.

Para la verificación de conductores considerando el tiempo de disparo de los interruptores y la corriente de cortocircuito se utilizará la siguiente ecuación:

$S=Icc \times \sqrt{t} / K$

Donde

S = Sección del conductor en mm2.

Icc = Corriente de cortocircuito admisible.

t = Tiempo de duración del cortocircuito en seg.

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al inicio y final del cortocircuito. Para el uso de esta ecuación se supone fenómeno de duración limitada.

El valor de la constante K se extrae de la tabla para cálculo de sección por cortocircuito de la norma UNE 20460-5-523

CONDUCTOR	AISLAMIENTO	K
Cobre	PVC	115
	XLPE-EPR	143
Aluminio	PVC	76
	XLPE-EPR	94

Tabla 5. Valores de constante K para conductores eléctricos.
Fuente. Norma UNE 20460-5-523.

La temperatura antes del cortocircuito es la máxima admisible en régimen permanente, para cada tipo de aislamiento.

La temperatura al final del cortocircuito es la máxima admisible por el aislamiento para este régimen.

Todo el calor generado se acumula en la masa del conductor incrementando su temperatura y por consiguiente el que se transmite al exterior es nulo (proceso adiabático).

Luego de realizar los cálculos para el conductor de BT del alimentador principal, que será el que soporte el peor escenario de corriente de cortocircuito máxima, siendo este el valor en bornes del transformador, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3. Verificación del conductor según tiempo de disparo de las protecciones y corriente de cortocircuito de la red

Material conductor	Icc BT (kA)	Tiempo (mS)	K seleccionada	Sección (mm2)
Cobre	3.28	25	115	4.51

Tabla 6. Parámetros de calculo para calculo de capacidad de corriente de conductores.
Fuente. Norma UNE 20460-5-523.

De lo anterior se concluye que un conductor de sección transversal de al menos 4.51 mm2 bastará para despejar la corriente de cortocircuito máxima en un periodo de 1,5 ciclos de corriente alterna. Este valor se encuentra cubierto por el calibre seleccionado para el conductor del alimentador principal tanto por el cálculo de pérdida de regulación como por el de capacidad de corriente.

L. Calculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.

En el presente diseño toda la instalación será en baja tensión canalizada a través de tubería EMT o PCV liviano dependiendo del caso según la ubicación de elementos y distribución de tendidos eléctricos, por lo que no se estima necesario realizar cálculo de estructuras.

M. Calculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.

Dado el uso comercial del proyecto, no se considera necesario realizar un estudio de selectividad de protecciones en baja tensión debido a la ausencia de cargas de tipo industrial. Se debe utilizar protecciones con la misma curva en todos los interruptores (curva C) y que idealmente sean monomarca para que la selectividad esté garantizada con la diferencia de corrientes nominales.

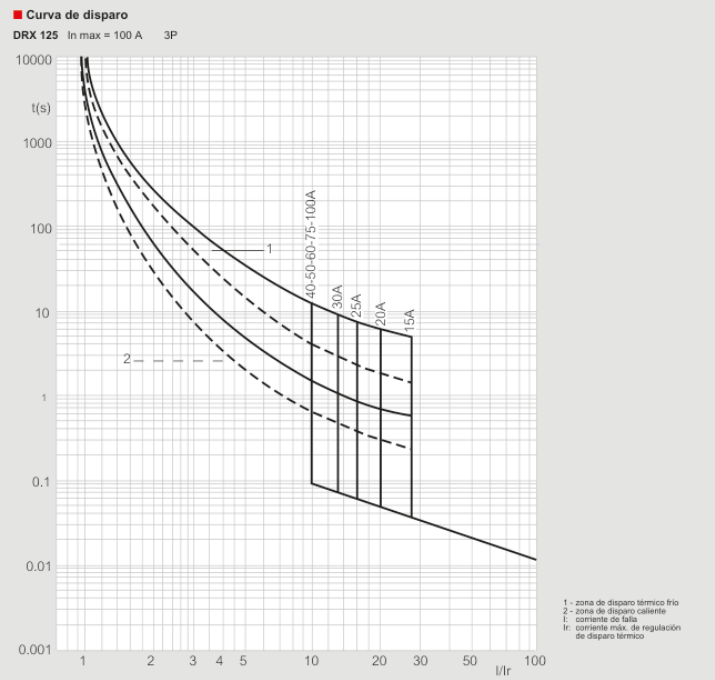


Ilustración 1. Curva de disparo totalizador de In = 50 A e Icc = 25 kA
Fuente. Norma UNE 20460-5-523.

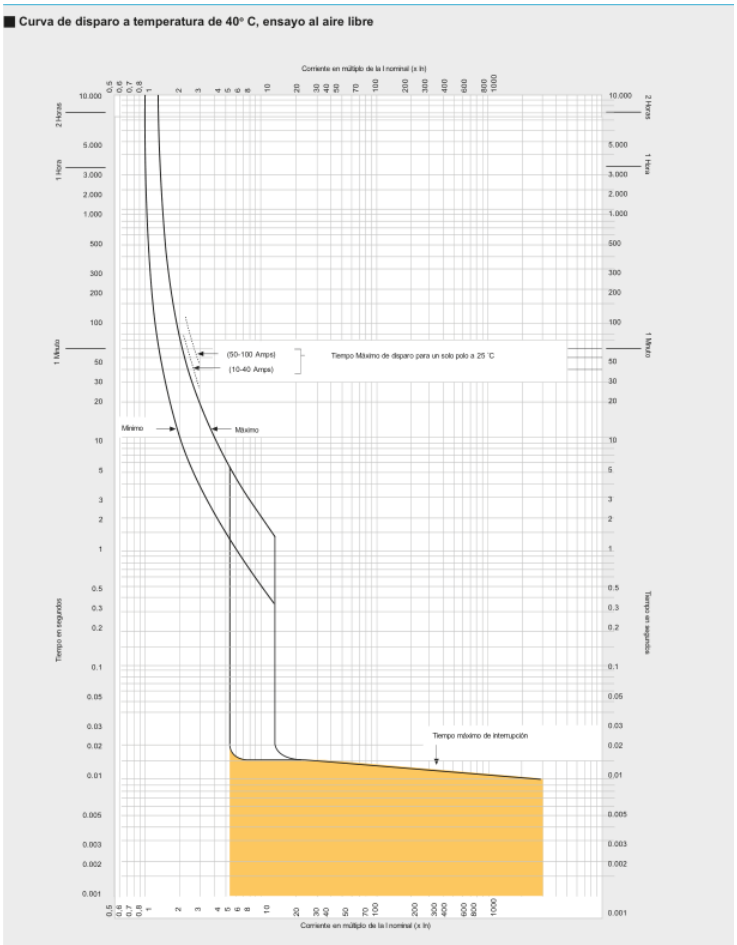


Ilustración 2. Curva de disparo interruptor de In = 20-30 A e Icc = 10 kA
Fuente. Norma UNE 20460-5-523.

N. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos). Bandejas porta cables y columna de encerramientos (cajas, conduletas y armarios, etc).

Las tuberías que se van a utilizar en el proyecto eléctrico se escogieron teniendo en cuenta el porcentaje de ocupación del cableado para alimentador y circuitos ramales seleccionados para el proyecto de acuerdo con los criterios de capacidad de corriente y de regulación de tensión. Para realizar la selección del cableado y los ductos se emplearon las tablas C11, 310-16, y la nota 8 de las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V (310-16 hasta310-19) de la NTC 2050.
En el caso de uso de bandejas porta cables tipo ducto cerrado se tiene presente que los factores de ajuste de la capacidad de corriente de los conductores según el numeral 1, literal B, artículo 318-11 de la NTC2050, indican que no se debe superar el 75% de la capacidad de corriente de los conductores según la tabla 310-17.
El cálculo de canalizaciones por ocupación para tubería de llegada de circuitos ramales se presenta dentro de los cuadros de cargas y puede revisarse en el documento anexo identificado como "MCA_ELE_001_PRO_DIAGRAMA UNIFILAR-V1".
El cálculo de canalizaciones por ocupación para circuitos alimentadores se presenta en la siguiente tabla.

Circuitos alimentadores						
Circuito alimentador	Calibre alimentador (AWG)	Área total de conductores (mm2)	No. de ductos	Tamaño de ducto (pulgadas)	Área de ducto (mm2)	Ocupación (%)
RED-TRANSFERENCIA	3x4 F + 1x4 N + 1x8 T	231,67	1	231,67	1282	18,07
GENERADOR - TRANSFERENCIA	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	72,05	1	72,05	535	13,47
TRANSFERENCIA - UPS	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	72,05	1	72,05	535	13,47
UPS - T REGULADO	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	72,05	1	72,05	535	13,47
TRANSFERENCIA - T NORMAL	3x8 F + 1x8 N + 1x8 T	120,09	1	120,09	935	12,84
TRANSFERENCIA - T ILUMINACION	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	72,05	1	72,05	535	13,47
TRANSFERENCIA -T BOMBAS	1x10 F + 1x10 N + 1x10 T	55,68	1	55,68	535	10,41

Tabla 7. Cálculo de ocupación de ductos.
Fuente. Elaboración propia.

O. Cálculo de pérdidas de energía teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

El resultado de los cálculos de pérdidas de energía se presenta se presenta al final de esta memoria de cálculos, identificado como "Anexo 3.2".

P. Cálculos de regulación de tensión.

El resultado de los cálculos de regulación de tensión se encuentra en el cuadro de cargas general llamado SJF_EL_CC.

Q. Áreas clasificadas como peligrosas.

Las áreas pertenecientes a este proyecto no tienen presencia de gases o polvos inflamables por lo que se estima que la clasificación de áreas no aplica en el presente proyecto.

R. Diagramas unifilares

El diagrama unifilar eléctrico se presenta en el plano identificado como SJF_EL_DU_PG

S. Planos eléctricos para construcción.

Los planos eléctricos, así como los esquemas topológicos y diagramas unifilares que constituyen todo el conjunto de información gráfica constructiva esencial se presentan como parte del paquete de documentación descrito en el listado de planos presentado para el proyecto.

T. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

Las especificaciones de construcción se presentan en el documento anexo identificado como SJF_EL_ESPECIFICACIONES TECNICAS.

U. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.

En cumplimiento con las distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas establecidas en la tabla 13.7 del RETIE y considerando que la instalación solo cuenta con red eléctrica en baja tensión (220V) sin transformadores o redes de MT cercanas se satisfacen las distancias de seguridad.

Para los equipos a instalar en los sitios de trabajo requieren alimentación en baja tensión (120/220 V), se tienen zonas de tableros dedicadas a este fin, con área de trabajo libre frente a los tableros eléctricos superiores a 90 cm.

V. justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

No se tienen previstas desviaciones técnicas en el proyecto.

W. los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústica, mecánicas o térmicas.

No se tienen previstos estudios adicionales en el desarrollo del diseño.

X. Selección, calculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.

El proyecto cuenta con una planta de generación convencional monofásica de 6.7kVA, se dispone de una transferencia monofásica en el tablero general de distribución, con la cual se supla en caso de emergencia las cargas de iluminación y bombas hidráulicas.

A continuación, se presentan los valores de cargas alimentadas por fuente normal y de respaldo.

Tablero	Potencia instalada	Potencia diversificada	Total
TABLERO DE ILUMINACIÓN	2.65	2.65	3.55
TABLERO DE BOMBAS	1.9	0.9	

Tabla 8. Datos generales del predio.
Fuente. Elaboración propia.

Lo que equivale al 53% de la capacidad de la planta.

No se cuenta con sistemas de generación no convencional.

3. ANEXOS.

3.1. Calculo económico de conductores.

Sede administrativa del Parque Nacional Natural Alto Fragua – Indi Wasi												
ACOMETIDAS EN BT												
Tramo de alimentador	Conductor		Distancia	Pérdidas	Energía	Valor energía	Costo pérdidas - CP	Costo pérdidas 15 años	No. Conductores	Costo del conductor (COP)		
	Cu - Al	Descripción	(m)	I2XR (W)	(kWh x mes)	(COP / kWh)	COP	COP	Fases activas	Metro lineal de conductor	Conductor instalado - CC	Total conductor (CP + CC)
RED-TRANSFERENCIA	Cu	3x4 F + 1x4 N + 1x8 T	30,0	66,9	96,37	$ 842	$ 81.147	$ 14.606.422	3	$ 16.100	$ 1.449.000	$ 1.530.147
	Al	3x2 F + 1x2 N + 1x4 T		109,2	157,32	$ 842	$ 132.459	$ 23.842.690	3	$ 4.700	$ 423.000	$ 555.459

Tabla 9. Calculo económico de conductores.
Fuente. Elaboración propia.

3.2. Cálculo de perdidas en conductores

Sede administrativa del Parque Nacional Natural Alto Fragua – Indi Wasi								
CÁLCULO DE CONDUCTORES POR EL MÉTODO DE PÉRDIDA DE REGULACIÓN DE NTC2050								
ALIMENTADORES EN BT								
Tramo de alimentador	Distancia	Carga total	In	Icond	Momento	Conductor (Cu o Al)	Capacidad conductor	In protección
	(m)	(VA)	(A)	(A)	(kVA-m)	(AWG/MCM)	(A)	(A)
RED-TRANSFERENCIA	30,0	16931,7	47,0	58,7	508,0	3x4 F + 1x4 N + 1x8 T	70	50
GENERADOR - TRANSFERENCIA	8,0	3.503	29,2	36,5	28,0	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	40	30
TRANSFERENCIA - UPS	4,0	3.000	25,0	31,3	12,0	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	40	40
UPS - T REGULADO	8,0	2808,0	23,4	29,3	22,5	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	40	40
TRANSFERENCIA - T NORMAL	15,0	10.429	28,9	36,2	156,4	3x8 F + 1x8 N + 1x8 T	40	40
TRANSFERENCIA - T ILUMINACION	15,0	2.572	21,4	26,8	38,6	1x8 F + 1x8 N + 1x8 T	30	30
TRANSFERENCIA -T BOMBAS	15,0	745,0	6,2	7,8	11,2	1x10 F + 1x10 N + 1x10 T	30	20

Tabla 10. Cálculo de perdidas Pt1.
Fuente. Elaboración propia.

Sede administrativa del Parque Nacional Natural Alto Fragua – Indi Wasi						
CÁLCULO DE CONDUCTORES POR EL MÉTODO DE PÉRDIDA DE REGULACIÓN DE NTC2050						
ALIMENTADORES EN BT						
Factor ajuste NTC2050	Constante de regulación	Regulación		R Equiv (Ω/km)	PérdidaS	
Sección 310 Sección 318	K	Parcial (%)	Total (%)		I2XR(kW)	%
1	1	1,17	1,17	1,01	66,93	0,395
1	2,4	0,47	0,93	2,559	17,44	0,498
1	2,4	0,20	1,57	2,559	6,40	0,213
1	2,4	0,37	1,42	2,559	11,21	0,399
1	2,4	0,87	2,04	2,559	32,17	0,308
1	3,63	0,97	2,46	2,559	17,63	0,685
1	3,630	0,28	1,88	3,937	2,28	0,306

Tabla 11. Cálculo de perdidas Pt1.
Fuente. Elaboración propia.

—FIN DOCUMENTO—