MEMORIAS DE CÁLCULO

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

MEMORIAS DE CÁLCULO

NOMBRE: JAVIER CAMILO ANDRADE M

MATRICULA PROFESIONAL: CN 205-55784.



FIRMA: _____ **FECHA:** MARZO 01 de 2025.

Rad.	Fecha de Emisión	Descripción	Diseñado por
RAD01	01/01/2025	Descripción_Radicación-1	N.Apellido
RAD02	27/01/2025	Descripción_Radicación-2	N.Apellido
RAD03	01/03/2025	Descripción_Radicación-3	N.Apellido

CONTENIDO

1. Información General del Proyecto: 4

1.1. Datos Generales: 4

1.2. Objeto del proyecto: 5

1.3. Antecedentes: 5

1.4. Generalidades del proyecto: 5

1.4.1. Red de media tensión: 5

1.4.2. Subestación: 5

1.5. Observaciones y recomendaciones: 5

1.6. Criterios generales y normatividad aplicable: 6

2. Memorias de cálculo: 7

2.1. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos. 7

2.2. Análisis de Coordinación de Aislamiento eléctrico 9

2.3. Análisis de cortocircuito y falla a tierra: 9

2.4. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. 9

2.5. Análisis de riesgo eléctrico y medidas para mitigarlo. 9

2.5.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS: 20

2.5.3. SEGURIDAD INDUSTRIAL 21

2.5.4. ORDEN Y LIMPIEZA 22

2.5.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPP) 22

2.5.6 HERRAMIENTAS MANUALES 23

2.5.7 SEGURIDAD Y RIESGOS ELÉCTRICOS 23

2.5.8 RIESGO DE INCENDIOS 24

2.5.9 EMERGENCIA 24

2.5.10 ACCIDENTES 24

2.6. Análisis del nivel de tensión requerido. 25

2.7. Calculo de Campos Electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la tabla 14.1. 25

2.8. Calculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga. 27

2.8.1. Carga total proyecto: 27

2.8.2. Características del transformador seleccionado: 29

2.8.3. Análisis de factor de potencia y armónicos: 29

2.9. Cálculo del sistema de puesta a tierra: 32

2.10. Cálculo económico y ambiental de conductores teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas y factor de potencia en la carga: 33

2.10.1. Acometida Principal a TD-GN 220V 33

2.10.2. Acometida Bomba contra Incendio 34

2.10.3. Cálculo de regulación TD-GN 220V: 35

2.10.4. Cálculo de regulación Bomba contra Incendio: 36

2.10.5. Pérdidas de potencia en baja tensión: 37

2.11. Verificación 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 de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, Capitulo 9 o equivalente 37

2.12. Cálculo Mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos. 37

2.13. Cálculo de Canalizaciones (Tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (Cajas tableros, conduletas, etc.)..... 37

2.14. Establecer las Distancias de seguridad requerida. 37

2.15. Selección de equipos de medida. 39

2.16. Clasificación de Áreas 43

2.17. Justificación técnica de desviación de la NTC2050 cuando sea permitido, siempre y cuando y no comprometa la seguridad de las personas o de su instalación. 43

2.18. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas. 43

2.19. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares. 43

1. Información General del Proyecto:

1.1. Datos Generales:

Nombre del proyecto:	PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE
Dirección del proyecto:	CARRERA 23 No. 39 – 22
Ciudad/Municipio:	CALARCA - QUINDIO
Propietario:	DIRECCION SECCIONAL DE ADMINISTRACION JUDICIAL
Representante Legal:	ELKIN GUSTAVO CORREA LEON
Tipo de servicio:	JUDICIAL
Estrato:	SIN ESTRATO
Objeto:	AUMENTO DE CARGA
Carga Existente:	150kVA
Carga Proyectada:	300kVA
Tensión primaria:	13.200 Voltios.
Tensión secundaria:	220/127V.
Numero Factibilidad	12646240 - 275090
Circuito	Circuito 208-24, Circuito 2
Subestacion	Calarcá

1.2. Objeto del proyecto:

Aumento de carga de subestación existente de 150 kVA, con transformador tipo seco por subestación de 300kVA, de acuerdo con la norma EDEQ S.A. E.S.P. para la alimentación eléctrica de todas las cargas existentes (incluyendo la red contra incendio) del Palacio de Justicia.

1.3. Antecedentes:

Este predio cuenta con servicio de energía proveniente de una subestación de 150kVA con transformador tipo seco; se pretende realizar el aumento de carga de la subestacion a 300 kVA, para dar un apropiado servicio tanto al sistema contraincendio, como a la red normal del edificio.

Cabe anotar que para el dimensionamiento del transformador existente de 150kVA no se tuvo en cuenta la carga de la Bomba contraincendio, por lo tanto, el transformador actual no tiene la capacidad para soportar la carga del edificio normal en simultáneo con la red contra incendio.

1.4. Generalidades del proyecto:

1.4.1. Red de media tensión:

La alimentación de la subestación existente se encuentra conectado a la línea de media tensión aérea de 13.200 Voltios en el Circuito 208-24, Circuito 2, subestacion Calarcá, redes de propiedad de EDEQ S.A. E.S.P. descrita en el plano.

1.4.2. Subestación:

Transformador tipo seco clase H de 300 KVA, calculado bajo norma NTC2050, subestación bajo norma EDEQ S.A.

1.5. Observaciones y recomendaciones:

Para el diseño de la subestación se recomienda un sistema de puesta a tierra, tal como se detalla en estudio, diseño de planos y memorias de cálculo.

1.6. Criterios generales y normatividad aplicable:

Se consideran las normas:

- Normas EDEQ S.A.
- Capítulo 2 Alumbrado y protección de las instalaciones eléctricas. Norma técnica Colombiana NTC2050.
- Capítulo 3 Métodos y materiales de las instalaciones eléctricas. Norma técnica Colombiana NTC2050.
- Criterios del ingeniero diseñador.
- Reglamento técnico de las instalaciones eléctricas RETIE, vigente, resolución No 90708 de agosto de 2013.

2. Memorias de cálculo:

2.1. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

La carga del proyecto está constituida por sistemas de iluminación, tomacorrientes, tablero bombas, cargas reguladas. Cada carga está distribuida en un tablero secundario y dirigido a las áreas específicas. El resumen de las cargas de los tableros del palacio de Justicia se muestra a continuación:

TABLERO TD-GN EXISTENTE	
CARGA TOTAL DIVERSIFICADA TABLEROS EXISTENTES	**131620,00 VA**
Calculo Corriente = (S / (220√3)) =	**345 A**
Longitud Alimentador =	15 m
Cálculo Regulación Tensión:	
Zef (2#4/0)=	0,121 Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,63 V
Vff = Vfn x 1,73	1,08 V
% Reg= (Vff/Vnom)x100 =	0,52%
Por ser menor al 3% Cumple.	
El Alimentador Existente es:	**2*(3#4/0 Cu+1#4/0 Cu + 1#2/0Cu D)**
Cálculo Protección (Inom x 1,25):	431,8 A
	3x430A
Cálculo de Canalización por cada tubo 3x4/0+1x4/0+1x2/0T:	
Aréa Ocupación Conductores en mm2	
Cable Cu 1#4/0:	238,09 mm2
Cable Cu #2/0:	167,81 mm2
Área interior ducto 4" pvc:	9049 mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	22,90 %
Cumple por ser menor o igual al 40%	
Ducteria pvc existente:	**4"**

Carga Total Bomba contra incendio

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

CARGA DE EMERGENCIA DEDICADA, trifásico, de 208 V, suministra potencia a una bomba contra incendios, código G, trifásica de 74600W (100 HP), 208 V, y a una bomba jockey, código H, trifásica de 7460W (10HP), 208 V.	
En primer lugar, a fin de determinar el valor de corriente mínimo que se va a usar en el cálculo de la potencia trifásica, se adicionan las corrientes de carga total (FLC) de los motores de la bomba contra incendios y de la bomba jockey. Las FLC de los dos motores,	
FLC Trifásica de 100HP	273,0 A
FLC Trifásica de 10HP Bomba Jockey	30,8 A
FLC Total =	303,8 A
Ahora, se incrementa la suma del motor de la bomba contra incendios y el motor de la bomba jockey a 125 %:	**379,75 A**
A continuación, se dimensiona la planta de la siguiente manera: kVA Planta = tensión × corriente × √3/1000	**136,81 KVA**
La capacidad de consumo de emergencia para la BCI y Jockey debe ser de:	**136,8 KVA**

2.2. Análisis de Coordinación de Aislamiento eléctrico.

No Aplica ya que la acometida en media tensión es existente

2.3. Análisis de cortocircuito y falla a tierra:

Para este análisis se toman los datos de características del transformador acorde con la norma NTC3445 y se obtienen los siguientes datos:

Tensión
Vp= 13200 V
Vs= 220 V
Trafo 300 KVA
Uz= 6.0% (Para trafos seco).

Relación transformación: 60

- Corrientes en MT:

Icc (MT) = In (MT) / Uz % = (KVA / 1,73* Vp) / Uz % = (300KVA / 1,73 * 13200) / 0,06 = (13,12 / 0,06) = 218,7A.

Icc en MT = 218,7A.

- Corrientes en BT:

Icc (BT) = In (BT) / Uz % = (KVA / 1,73* Vs) / Uz % = (300KVA / 1,73 * 220) / 0,06= (787,3 / 0,06) = 13.121,7 A

Icc en BT = 13.121,7A.

2.4. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

No Aplica ya que la edificación es existente y ya cuenta con sistema de apantallamiento

2.5. Análisis de riesgo eléctrico y medidas para mitigarlo.

De acuerdo con el capítulo 9 del RETIE, se evalúan los diferentes riesgos eléctricos y se determinan las medidas de mitigación. Se utilizó la "TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos" en la cual se determinan las consecuencias y la frecuencia de los riesgos sean potenciales o reales.

Para el estudio se tuvieron en cuenta los riesgos por contacto indirecto, cortocircuitos, equipos defectuosos, sobrecargas y descargas atmosféricas.

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación primaria en media tensión se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos y por violación de las distancias mínimas de a seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución o quemaduras**	**por**	**Contacto directo**	**(al) o (en)**	**RED PRIMARIA 13200 V**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	**X**		**REAL**		**FRECUENCIA**				
					E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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**	**MEDIO**	**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 E2	Efecto menor	**Local E2**	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	**Sin efecto E1**	Interna	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	**Quemaduras**	**por**	**Contacto indirecto**	**(al) o (en)**	**RED PRIMARIA 13200 V**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	**X**		**REAL**		**FRECUENCIA**				
					E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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**	**MEDIO**	**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 E2	Efecto menor	Local E2	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	**Quemaduras**	**por**	**Cortocircuitos**	**(al) o (en)**	**RED PRIMARIA 13200 V**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	**X**		**REAL**		**FRECUENCIA**				
					E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	**5**	**MEDIO**	**ALTO**	**ALTO**	**ALTO**	**MUY ALTO**
	Incapacidad parcial permanente E4	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	**4**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**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. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

edeq la energía de nuestra gente	**Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion.** **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	ENGELEC s.a.s. Ingeniería
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Instalar puestas a tierras solidas, equipotencialización.

RIESGO A EVALUAR:	**Quemaduras, Electrocución**	**por**	**Rayos**	**(al) o (en)**	**Sistema de puesta a tierra**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	X		**REAL**		**FRECUENCIA**				
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		**E**	**D**	**C**	**B**	**A**
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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**	**MEDIO**	**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. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

edeq la energía de nuestra gente	**Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion.** **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	ENGELEC s.a.s. Ingeniería
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: En las instalaciónes eléctricas de media tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos, por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores, instalaciones que no cumplen con normas técnicas y conexiones flojas

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar interruptores automáticos con relés de sobrecarga, dimensionamiento técnico de conductores y equipos

RIESGO A EVALUAR:	**Incendio**	**por**	**Sobrecarga**	**(al) o (en)**	**Conductores, equipos y/o red**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	**X**		**REAL**		**FRECUENCIA**				
					E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la		No ha ocurrido en	Ha ocurrido en	Ha ocurrido en la	Sucede varias veces	Sucede varias veces
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	en	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**	**MEDIO**	**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. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución**	**por**	**Tensión de contacto**	**(al) o (en)**	**Conductores y equipos**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	X		**REAL**		**FRECUENCIA**				
					E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la		No ha ocurrido en	Ha ocurrido en	Ha ocurrido en la	Sucede varias veces	Sucede varias veces
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en	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**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

edeq la energía de nuestra gente	**Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion.** **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	ENGELEC s.a.s. Ingeniería
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución**	**por**	**Tensión de paso**	**(al) o (en)**	**Conductores y equipos**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	X	**REAL**		**FRECUENCIA**				

						E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la		No ha ocurrido en	Ha ocurrido en	Ha ocurrido en la	Sucede varias veces	Sucede varias veces
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes	Daño grave en	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**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

edeq la energía de nuestra gente	**Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion.** **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	ENGELEC s.a.s. Ingeniería
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR ELECTRICIDAD ESTÁTICA

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución**	**por**	**Electricidad estática**	**(al) o (en)**	**biente o manipulación de equi**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	X	**REAL**		**FRECUENCIA**

							E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la	Sucede varias veces al mes en la
C	Una o mas muertes	Daño grave en	Contaminación irreparable.	Internacional	**5**		**MEDIO**	**ALTO**	**ALTO**	**ALTO**	**MUY ALTO**
O	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de	Contaminación mayor	Nacional	**4**		**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
N	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción	Contaminación localizada	Regional	**3**		**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
S	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	**2**		**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
E	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	**1**		**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**
C											
U											
E											
N											
C											
I											
A											
S											

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

FACTOR DE RIESGO POR EQUIPO DEFECTUOSO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica primaria externa se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contactos, cortocircuitos o contactos con equipos energizados a través de equipos defectuosos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar guantes dieléctricos de clase clase 2 para media tensión y gafas de protección ultravioleta; además de ropa de dotación hecha a base de algodón. Efectuar mantenimiento a los equipos utilizados.

RIESGO A EVALUAR:	**Electrocución o quemaduras**	**por**	**Equipo defectuoso**	**(al) o (en)**	**biente o manipulación de equi**
	EVENTO O EFECTO		**FACTOR DE RIESGO (CAUSA)**		**FUENTE**

POTENCIAL	**X**	**REAL**		**FRECUENCIA**				
				E	**D**	**C**	**B**	**A**
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la	Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas muertes	Daño grave en	Contaminación irreparable.	Internacional	**5**	**MEDIO**	**ALTO**	**ALTO**	**ALTO**	**MUY ALTO**
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de	Contaminación mayor	Nacional	**4**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción	Contaminación localizada	Regional	**3**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**ALTO**
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	**2**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	**MUY BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**BAJO**	**MEDIO**

2.5.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- Los equipos e instalaciones eléctricas deben construirse e instalarse evitando los contactos con fuentes de tensión y previendo la producción de incendio. Al seleccionar los materiales que se emplearán hay que tener en cuenta las tensiones a que estarán sometidos.
- El control de estas operaciones, así como la puesta en funcionamiento de estos equipos, debe estar a cargo de personal con experiencia y conocimientos. Especialmente cuando se trate de instalaciones de alta tensión eléctrica es necesario impedir que accidentalmente alguna persona o material tome contacto con los mismos. Esto puede lograrse ya sea cercando el lugar peligroso o instalando en lugares elevados o en locales separados a los cuales sólo tengan acceso ciertas personas. Debe ponerse atención a este peligro cuando se realicen trabajos de reparación, pintura, etc. En las vecindades y se quiten provisoriamente las medidas de seguridad.
- Al instalar los equipos eléctricos debe dejarse lugar suficiente alrededor de los mismos como para permitir no sólo el trabajo adecuado sino también el acceso a todas las partes del equipo para su reparación, regulación o limpieza.
- Los lugares donde existan equipos de alta tensión no deben usarse como pasaje habitual del personal.
- Los conductores se señalarán adecuadamente, de manera que sea fácil seguir su recorrido. Deben fijarse a las paredes firmemente y cuando vayan dentro de canales, caños, etc., tendrán, a intervalos regulares, lugares de acceso a los mismos.
- Los conductores estarán aislados mediante caucho, amianto, cambray, etc. En el caso de que no puedan aislarse completamente, por ejemplo: cables de troles, los conductores deben protegerse para impedir contactos accidentales
- Es preferible que los conductores se ubiquen dentro de canales, caños, etc. Para impedir su deterioro.
- Es necesario que los fusibles estén también resguardados. Esto puede hacerse de varias formas, por ejemplo: encerrándolos o permitiendo el acceso a las cajas sólo al personal autorizado.
- Cuando los fusibles funcionen con alto voltaje es conveniente que estén colocados dentro de un receptáculo o sobre un tablero de distribución y sean desconectables mediante un conmutador. Estos conmutadores podrán accionarse desde un lugar seguro, teniendo un letrero que indique claramente cuando de conectan o desconectan los fusiles.

- Los conmutadores deben instalarse de manera tal que impidan su manipulación accidental.
- Los tableros de distribución se utilizan para controlar individualmente los motores. Para evitar accidentes conviene que estén blindados, encerrados los elementos conectados a fuentes de alta tensión eléctrica para evitar el acceso de personas no autorizadas. El piso alrededor de los mismos debe estar aislado y aquellos elementos conectados a fuentes de alta tensión deben tener pantallas aislantes que permitan su reparación o regulación sin tocarlos.
- Los circuitos de cada uno de los elementos del tablero deben ser fácilmente individualizables y de fácil acceso. Es conveniente poner a tierra las manivelas.
- Para realizar reparaciones debe cortarse el pasaje de electricidad.
- Los motores eléctricos deben aislarse y protegerse, evitando que los trabajadores puedan entrar en contacto con ellos por descuido. Cuando funcionen en lugares con exceso de humedad, vapores corrosivos, etc., deben protegerse con resguardos adecuados.
- Si bien es preferible no utilizar lámparas eléctricas portátiles, cuando no sea posible reemplazarlas por sistemas eléctricos fijos se las proveerá de portalámparas aislados con cables y enchufes en perfectas condiciones y los mismos deberán ser revisados periódicamente.
- Los aparatos para soldadura y corte mediante arco eléctrico deben aislarse adecuadamente, colocando los armazones de los mismos conectados a tierra. Las ranuras para ventilación no deben dejar un espacio tal que permita la introducción de objetos que puedan hacer contacto con los elementos a tensión.

2.5.3. SEGURIDAD INDUSTRIAL

- El orden y la limpieza son imprescindibles para mantener los estándares de seguridad, se debe colaborar en conseguirlo
- Corregir o dar aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
- No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
- Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación. Al terminar el trabajo dejarlas en el sitio adecuado.
- Utilizar en cada tarea los elementos de Protección Personal. Mantenerlos en buen estado.
- No quitar sin autorización ninguna protección o resguardo de seguridad o señal de peligro.
- Todas las heridas requieren atención. Acudir al servicio médico o botiquín.

- No hacer bromas en el trabajo.
- No improvisar, seguir las instrucciones y cumplir las normas.
- Prestar atención al trabajo que se está realizando.

2.5.4. ORDEN Y LIMPIEZA

- Mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo
- No dejar materiales alrededor de las máquinas. Colocarlos en lugar seguro y donde no estorben el paso.
- Recoger todo material que se encuentre "tirado" en el piso que pueda causar un accidente.
- Guardar ordenadamente los materiales y herramientas. No dejarlos en lugares inseguros.
- No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.

2.5.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPP)

- Utilizar el equipo de protección personal tanto en los trabajos en la empresa como en su casa.
- Si se observa alguna deficiencia en el EPP, ponerlo enseguida en conocimiento del superior.
- Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro.
- Llevar ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen.
- En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilizar el casco.
- Si se ejecuta o presencia trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc. Utilizar gafas de seguridad.
- Si hay riesgos de lesiones para los pies, no dejar de usar calzado de seguridad.
- Ante la posibilidad de inhalar productos químicos, nieblas, humos gases debemos Proteger las vías respiratorias.
- Cuando no pueda mantener una conversación sin alzar a la voz a un metro de distancia significa q los niveles de ruidos pueden perjudicar los oídos. Utilice protección Auditiva.

2.5.6 HERRAMIENTAS MANUALES

- Utilizar las herramientas manuales sólo para sus fines específicos.
- Inspeccionar las herramientas periódicamente repare las anomalías presentadas.
- Retirar de uso las herramientas defectuosas.
- No llevar herramientas en los bolsillos, salvo que estén adaptados para ello.
- Dejar las herramientas en lugares que no puedan producir accidentes cuando no se utilicen.
- Verifique el estado de las bocas de las herramientas llamadas fijas o estriadas.
- Las herramientas de golpe son para personas que ya hayan tenido experiencias en el uso: Antes de usarlas pregunte.
- Escaleras de Mano, Antes de utilizar una escalera comprobar que se encuentre en perfecto estado.
- No utilizar nunca escaleras empalmadas una con otra, salvo que estén preparadas para ello.
- Prestar atención si se tiene que colocar una escalera en las proximidades de instalaciones con tensión.
- La escalera debe estar siempre bien asentada. Cerciorarse de que no se pueda deslizar.
- Al subir o bajar, dar siempre la cara a la escalera.
- No pinte las escaleras, una rajadura es difícil de ver. Píntelas con aceites, barnices etc.

2.5.7 SEGURIDAD Y RIESGOS ELÉCTRICOS

- Toda instalación debe considerarse bajo tensión o con tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.
- No realizar nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión.
- Aislarse si se trabaja con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica. Utilizar prendas y equipos de seguridad.
- Comunicar inmediatamente si se observa alguna anomalía en la instalación eléctrica.
- Reparar en forma inmediata si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos.
- Desconecta el aparato o máquina al menor chispazo.
- Prestar atención a los calentamientos anormales en motores, cables, armarios.

- Todas las instalaciones eléctricas deben tener llave térmica, disyuntor diferencial y puesta a tierra.

2.5.8 RIESGO DE INCENDIOS

- Los extintores son fáciles de utilizar, pero sólo si se conocen; enterarse de cómo funcionan.
- Conocer las causas que pueden provocar un incendio en el área de trabajo y las medidas preventivas necesarias.
- Recordar el número de teléfono de los bomberos privados o Voluntarios en nuestro País con el Número 119 en cualquier lugar, desde un teléfono público Ud. Puede avisar a los Bomberos.
- Que el buen orden y limpieza son los principios más importantes de prevención de incendios.
- No fumar en lugares prohibidos, ni tirar las colillas o cigarros sin apagar.
- Controlar las chispas de cualquier origen ya que pueden ser causa de muchos incendios.
- Ante un caso de incendio conocer las posibles acciones.
- Si se manejan productos inflamables, prestar mucha atención y respetar las normas de seguridad.

2.5.9 EMERGENCIA

- Preocuparse por conocer el plan de emergencia. Conocer las instrucciones de la empresa y de su hogar, escuela, club, etc. Al respecto.
- Seguir las instrucciones que se indiquen, y en particular, de quien tenga la responsabilidad en esos momentos.
- No correr ni empujar a los demás; si ser está en un lugar cerrado buscar la salida más cercana sin atropellamientos.
- Usar las salidas de emergencia, nunca los ascensores o montacargas.
- Prestar atención a la señalización, ayudará a localizar las salidas de emergencia.

2.5.10 ACCIDENTES

- Mantener la calma y actuar con rapidez.
- La tranquilidad dará confianza al lesionado y a los demás.

- Pensar antes de actuar.
- Asegurarse de que no hay más peligros.
- Asegurarse de quien necesita más la ayuda y atender al herido o heridos con cuidado y precaución.
- No hacer más de lo indispensable; recordar no reemplazar al médico.
- No dar jamás de beber a una persona sin conocimiento; puede ser ahogada con el líquido.
- Avisar inmediatamente por los medios posibles al médico o servicio de socorro.

2.6. Análisis del nivel de tensión requerido.

Tomando como base las condiciones de servicio de la red existente y la visita en terreno, se verifica que el nivel de tensión requerido es de 13200 Voltios en media tensión. Puesto que las cargas son de tipo comercial, las especificaciones de los niveles de tensión se especifican en los cuadros de carga anexos al proyecto 220-127 V.

2.7. Calculo de Campos Electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la tabla 14.1.

Los diseños de las líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5KV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener presencia de personas.

El artículo 14.3 de valores límites de exposición a Campos electromagnéticos del RETIE, establece valores de máxima intensidad de campo eléctrico y densidad de flujo magnético en baja frecuencia, para las zonas donde puedan permanecer personas, independientemente del tiempo de permanencia, los cuales basados en los criterios de la OMS y la institución internacional para la protección de la población y el medio ambiente, frente a las radiaciones no ionizantes ICNIRP.

Para el caso de las instalaciones objeto de este reglamento, las personas que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no debe ser sometido a campos que superen los valores establecidos en la Tabla 14.1.

TIPO DE EXPOSICIÓN	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO(kV/m)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (μT)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas.	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas	4,16	200

Tabla 14.1 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos.

El artículo 22.2 del RETIE, establece el ancho de las zonas de servidumbre de líneas de transmisión (m), donde se tiene afectación de los campos electromagnéticos, de acuerdo a la tabla 22.1:

h. Para efectos del presente reglamento y de acuerdo con las tensiones normalizadas en el país, en la Tabla 22.1 se fijan los valores mínimos requeridos en el ancho de la zona de servidumbre, cuyo centro es el eje de la línea.

TIPO DE ESTRUCTURA	TENSIÓN (kV)	ANCHO MÍNIMO (m)
Torres	500	60
Torres	220/230 (2 Ctos.)	32
	220/230 (1 Cto)	30
Postes	220/230 (2 ctos)	30
	220/230 (1 cto)	28
Torres	110/115 (2 ctos)	20
	110/115 (1 cto)	20
Postes	110/115 (2 ctos)	15
	110/115 (1 cto)	15
Torres/postes	57,5/66	15

Tabla 22.1 Ancho de la zona de servidumbre de líneas de transmisión [m]

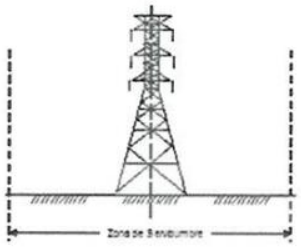


Figura 22.1. Ancho de la zona de servidumbre

"En este caso no aplica el estudio de campos electromagnéticos, ya que no se presentan líneas de alta tensión aledañas a la edificación".

2.8. Calculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

2.8.1. Carga total proyecto:

RESUMEN DE CARGAS				
TABLERO GENERAL				
DESCRIPCIÓN	**TENSIÓN (V)**	**POTENCIA (VA)**	**Cant.**	**Potencia Total (VA)**
TABLERO TN-1 EXISTENTE	220	11.130	*1*	11.130
TABLERO TN-2 EXISTENTE	220	9.860	*1*	9.860
TABLERO TN-3 EXISTENTE	220	14.210	*1*	14.210
TABLERO TE-A1 EXISTENTE	220	1.500	*1*	1.500
TABLERO TN-A1 EXISTENTE	220	66.260	*1*	66.260
TABLERO TE-1 EXISTENTE	220	3.590	*1*	3.590
TABLERO TE-2 EXISTENTE	220	9.800	*1*	9.800
TABLERO TE-3 EXISTENTE	220	6.580	*1*	6.580
TABLERO TE-B1 EXISTENTE	220	4.650	*1*	4.650
TABLERO TD-GR EXISTENTE	220	35.000	*1*	35.000
Carga instalada (VA)				***162.580***

Calculo carga de emergencia dedicada bomba contraincendio

CARGA DE EMERGENCIA DEDICADA, trifásico, de 208 V, suministra potencia a una bomba contra incendios, código G, trifásica de 74600W (100 HP), 208 V, y a una bomba jockey, código H, trifásica de 7460W (10HP), 208 V.	
En primer lugar, a fin de determinar el valor de corriente mínimo que se va a usar en el cálculo de la potencia trifásica, se adicionan las corrientes de carga total (FLC) de los motores de la bomba contra incendios y de la bomba jockey. Las FLC de los dos motores,	
FLC Trifásica de 100HP	273,0 A
FLC Trifásica de 10HP Bomba Jockey	30,8 A
FLC Total =	303,8 A
Ahora, se incrementa la suma del motor de la bomba contra incendios y el motor de la bomba jockey a 125 %:	**379,75 A**
A continuación, se dimensiona la planta de la siguiente manera: kVA Planta = tensión × corriente × √3/1000	**136,81 KVA**
La capacidad de consumo de emergencia para la BCI y Jockey debe ser de:	**136,8 KVA**

Calculo Transformador

TRANSFORMADOR				
TABLERO GENERAL				
DESCRIPCIÓN	**TENSIÓN**	**POTENCIA**	**F. div**	**D. MAX**
TABLERO TN-1 EXISTENTE	220	11.130	*1*	*11.130*
TABLERO TN-2 EXISTENTE	220	9.860	*1*	*9.860*
TABLERO TN-3 EXISTENTE	220	14.210	*1*	*14.210*
TABLERO TE-A1 EXISTENTE	220	1.500	*1*	*1.500*
TABLERO TN-A1 EXISTENTE	220	66.260	*1*	*66.260*
TABLERO TE-1 EXISTENTE	220	3.590	*1*	*3.590*
TABLERO TE-2 EXISTENTE	220	9.800	*1*	*9.800*
TABLERO TE-3 EXISTENTE	220	6.580	*1*	*6.580*
TABLERO TE-B1 EXISTENTE	220	4.650	*1*	*4.650*
TABLERO TD-GR EXISTENTE	220	35.000	*1*	*35.000*
TABLERO TE-A2 EXISTENTE	220	136.800	*1*	*136.800*
Demanda Máxima total (VA)				***299.380***
Capacidad requerida (VA)				***299.380***
Transformador seleccionado (VA)				***300.000***
Intensidad Nominal en MT: 13,12 A	**Intensidad Nominal en BT (A)**			**787,30**

Acorde a la carga requerida, se selecciona un transformador tipo seco Clase H de 300 KVA, 13200/220-127 Voltios.

2.8.2. Características del transformador seleccionado:

Descripción	Unidades	Valor
Potencia nominal	KVA	300
Tensión nominal del primario	KV	13.2
Tensión nominal del secundario a plena carga	V	220
Frecuencia	Hz	60
Corriente nominal del primario	A	13,12
Corriente nominal del secundario	A	787,3
Factor de potencia		0.9

2.8.3. Análisis de factor de potencia y armónicos:

Factor de potencia. Las cargas instaladas son en su gran mayoría cargas de iluminación tipo led y cargas de artefactos pequeños, solo encontramos 1 UPS de 35KW. Además de 2 motobombas de 3,7KW lo que representa apenas el 30% de la carga, y si bien es cierto que por su principio de funcionamiento pueden alterar el factor de potencia la mayoría de estos artefactos trabaja con un factor de potencia superior a 0,9 lo cual por analogía nos indica que podemos asumir el factor de potencia recomendado por la CREG y las normas de EDEQ que para el caso es de 0,9.

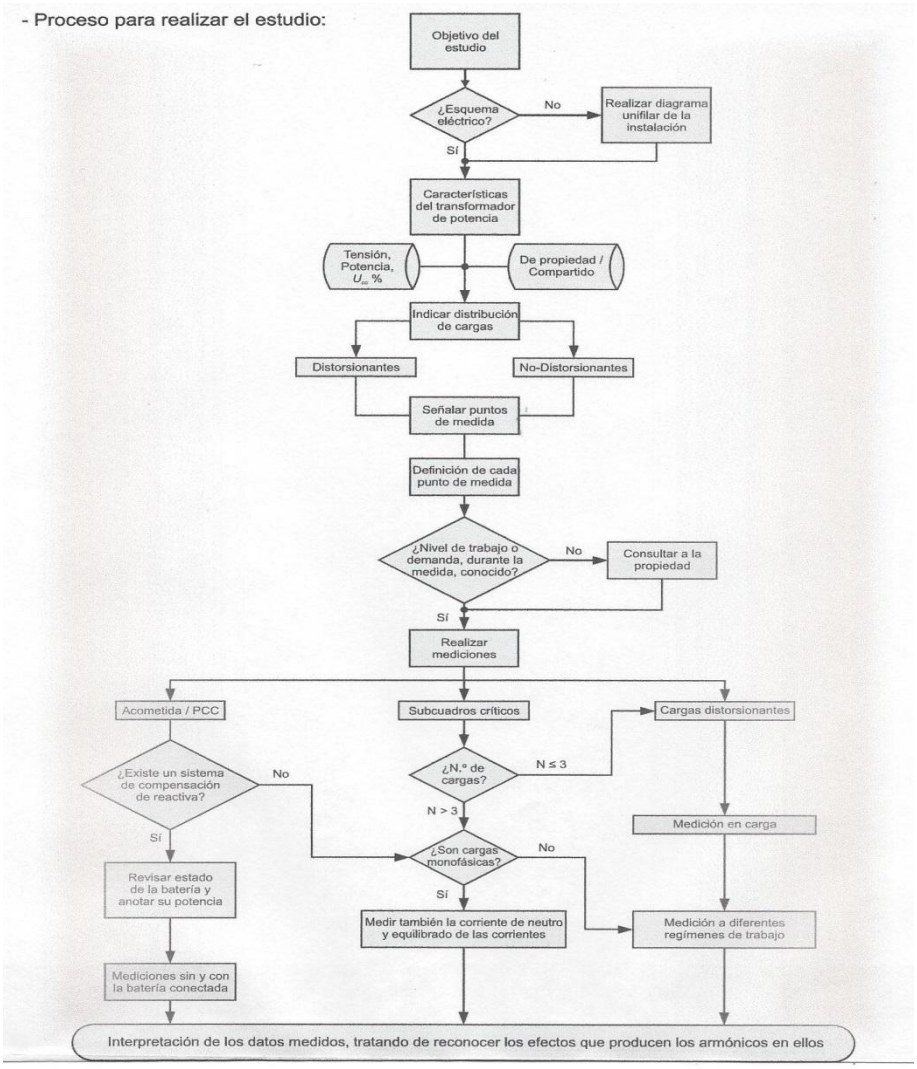
Armónicos. Los armónicos son ocasionados por equipos o artefactos con cargas llamadas no lineales que se encuentran mayoritariamente en dispositivos de estado sólido usados en control, controladores de velocidad de motores, hornos de arco eléctrico, transformadores de potencia sobreexcitados, computadores y todos los aparatos con rectificación e inversión, para el caso del presente proyecto podemos notar que solamente encontramos 1 equipos con esas características como son las UPS que representan una carga de 35KW lo cual predice una baja participación en el total de la carga instalada y por ende un bajo contenido de armónicos.

En general es bastante difícil predecir problemas de armónicos sin realizar mediciones dado que el flujo y las respuestas del sistema pueden variar sustancialmente de un sistema a otro con pequeñas desviaciones tales como tolerancias de los equipos, desbalances, etc.

Aunque por las características de la carga se puede deducir un bajo contenido de armónicos que puede afectar la red es recomendable realizar un estudio detallado luego de que el sistema eléctrico de la estación entre en funcionamiento para lo cual se recomienda tener en cuenta la metodología que aparece a continuación.

	Tipo del Proyecto: Aumento de Carga Subestacion. **PALACIO DE JUSTICIA RAFAEL URIBE URIBE** **CARRERA 23 No. 39 – 22** **CALARCA - QUINDIO** **Factibilidad N°:** **12646240 - 275090**	
MEMORIAS DE CÁLCULO		**ING. JAVIER CAMILO ANDRADE** **318-2895624** **dirgeneral@engelec.com.co**

- Proceso para realizar el estudio:



2.9. Cálculo del sistema de puesta a tierra:

Resistencia Malla a Tierra Existente 0.08





2.10. Cálculo económico y ambiental de conductores teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas y factor de potencia en la carga:

2.10.1. Acometida Principal a TD-GN 220V

TABLERO TD-GN EXISTENTE	
CARGA TOTAL DIVERSIFICADA TABLEROS EXISTENTES	**131620,00 VA**
Calculo Corriente = (S / (220√3)) =	**345 A**
Longitud Alimentador =	15 m
Cálculo Regulación Tensión:	
Zef (2#4/0)=	0,121 Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,63 V
Vff = Vfn x 1,73	1,08 V
% Reg= (Vff/Vnom)x100 =	0,52%
Por ser menor al 3% Cumple.	
El Alimentador Existente es:	**2*(3#4/0 Cu+1#4/0 Cu + 1#2/0Cu D)**
Cálculo Protección (Inom x 1,25):	431,8 A
	3x430A
Cálculo de Canalización por cada tubo 3x4/0+1x4/0+1x2/0T:	
Aréa Ocupación Conductores en mm2	
Cable Cu 1#4/0:	238,09 mm2
Cable Cu #2/0:	167,81 mm2
Área interior ducto 4" pvc:	9049 mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	22,90 %
Cumple por ser menor o igual al 40%	
Ducteria pvc existente:	**4"**

2.10.2. Acometida Bomba contra Incendio

BOMBA CONTRA INCENDIO EXISTENTE	
Carga Instalada BCI 100HP	**74600 VA**
Carga Bomba jockey 10HP	**7460 VA**
Se calcula el tamaño del alimentador hacia el controlador de la BCI, del numeral 430.6 (A)(1) y la Tabla 430,250 para la FLC de los motores:	
FLC Trifásica de 74,60 KW (100 HP)	273.0 A
FLC Trifásica de 7,46kW (10HP) Bomba Jockey	30.8 A
FLC =	303.80 A
Ahora se incrementa la suma del motor de la bomba contraincendio y el motor de la bomba jockey al 125%	
FLC Total =	379.75 A
Luego, la capacidad de corriente mínima para los conductores del alimentador es:	379.75 A
De acuerdo con la Tabla 310,15 (B) 16, el tamaño requerido es de un conductor de Aluminio a 95°:	**2#250 Al**
Corriente de conductor de neutro = Ifx0.7	**265.83 A**
Calibre de conducor Neutro segun norma CODENSA AE-244, el tamaño requerido es de un conductor de cobre a 90°:	**1#1/0**
Luego el alimentador es:	6x250(F) Al+2#1/0(N) Al +2#1/0T Cu
Longitud Alimentador	20 m
Cálculo Regulación Tensión:	
Zef (2#250kcmil)=	0.155 Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	1.18 V
Vff = Vfn x 1,73	2.04 V
% Reg= (Vff/Vnom)x100 =	0.98%
Luego el Alimentador por regulacion sera de:	6x250(F) Al+2#1/0(N) Al +2#1/0T Cu
Cálculo Protección (Inom x 1,25):	
	3x350 n 500A Reg. 380A
Cálculo Canalización para Alimentador:	
Aréa Ocupación Conductores en mm2	
Cable Al 1#250:	295.75 mm2
Cable Al #1/0:	167.81 mm2
Cable Cu #1/0D Cu T:	43.23 mm2
Área interior ducto 3" IMC:	5114 mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	**21.5%**
Cumple por ser menor o igual al 40% de Ocupación	
Ducteria IMC:	**2x3"**

2.10.3. Cálculo de regulación TD-GN 220V:

TABLERO TD-GN EXISTENTE	
CARGA TOTAL DIVERSIFICADA TABLEROS EXISTENTES	**131620,00 VA**
Calculo Corriente = (S / (220√3)) =	**345 A**
Longitud Alimentador =	15 m
Cálculo Regulación Tensión:	
Zef (2#4/0)=	0,121 Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,63 V
Vff = Vfn x 1,73	1,08 V
% Reg= (Vff/Vnom)x100 =	0,52%
Por ser menor al 3% Cumple.	
El Alimentador Existente es:	**2*(3#4/0 Cu+1#4/0 Cu + 1#2/0Cu D)**
Cálculo Protección (Inom x 1,25):	431,8 A
	3x430A
Cálculo de Canalización por cada tubo 3x4/0+1x4/0+1x2/0T:	
Aréa Ocupación Conductores en mm2	
Cable Cu 1#4/0:	238,09 mm2
Cable Cu #2/0:	167,81 mm2
Área interior ducto 4" pvc:	9049 mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	22,90 %
Cumple por ser menor o igual al 40%	
Ducteria pvc existente:	**4"**

2.10.4. Cálculo de regulación Bomba contra Incendio:

BOMBA CONTRA INCENDIO EXISTENTE	
Carga Instalada BCI 100HP	**74600 VA**
Carga Bomba jockey 10HP	**7460 VA**
Se calcula el tamaño del alimentador hacia el controlador de la BCI, del numeral 430.6 (A)(1) y la Tabla 430,250 para la FLC de los motores:	
FLC Trifásica de 74,60 KW (100 HP)	273.0 A
FLC Trifásica de 7,46kW (10HP) Bomba Jockey	30.8 A
FLC =	303.80 A
Ahora se incrementa la suma del motor de la bomba contraincendio y el motor de la bomba jockey al 125%	
FLC Total =	379.75 A
Luego, la capacidad de corriente mínima para los conductores del alimentador es:	379.75 A
De acuerdo con la Tabla 310,15 (B) 16, el tamaño requerido es de un conductor de Aluminio a 95°:	**2#250 Al**
Corriente de conductor de neutro = Ifx0.7	**265.83 A**
Calibre de conducor Neutro segun norma CODENSA AE-244, el tamaño requerido es de un conductor de cobre a 90°:	**1#1/0**
Luego el alimentador es:	6x250(F) Al+2#1/0(N) Al +2#1/0T Cu
Longitud Alimentador	20 m
Cálculo Regulación Tensión:	
Zef (2#250kcmil)=	0.155 Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	1.18 V
Vff = Vfn x 1,73	2.04 V
% Reg= (Vff/Vnom)x100 =	0.98%
Luego el Alimentador por regulacion sera de:	6x250(F) Al+2#1/0(N) Al +2#1/0T Cu
Cálculo Protección (Inom x 1,25):	
	3x350 n 500A Reg. 380A
Cálculo Canalización para Alimentador:	
Aréa Ocupación Conductores en mm2	
Cable Al 1#250:	295.75 mm2
Cable Al #1/0:	167.81 mm2
Cable Cu #1/0D Cu T:	43.23 mm2
Área interior ducto 3" IMC:	5114 mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	**21.5%**
Cumple por ser menor o igual al 40% de Ocupación	
Ducteria IMC:	**2x3"**

2.10.5. Pérdidas de potencia en baja tensión:

No aplica. Las acometidas del tablero TD-GN y la Bomba contra incendio son existentes

2.11. Verificación 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 de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, Capitulo 9 o equivalente

No aplica. Las acometidas del tablero TD-GN y la Bomba contra incendio son existentes

2.12. Cálculo Mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.

No Aplica

2.13. Cálculo de Canalizaciones (Tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (Cajas tableros, conduletas, etc.)

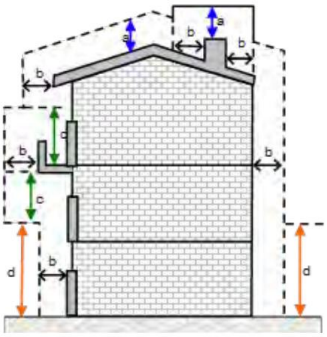
No aplica. Las acometidas del tablero TD-GN y la Bomba contra incendio son existentes

2.14. Establecer las Distancias de seguridad requerida.

Media tensión:

Para evaluar las distancias de seguridad en las líneas de media tensión existentes y proyectas que alimentan el proyecto, se tomaron los valores de distancias establecidos en la figura y tabla 13.1 del Retie (2013).

Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones



Nota: *En redes públicas o de uso general no se permite la construcción de edificaciones debajo de los conductores; en caso de presentarse tal situación el OR solicitará a las autoridades competentes tomar las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones.*

Figura 13.1 de RETIE 2013

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/ 110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Figura2. Tabla 13.1 de RETIE 2013

Por la tabla 13.1 del RETIE se puede evidenciar que las distancias horizontales entre las construcciones y los elementos energizado "b" corresponde a un valor de 2.3 m para 13.2 kV, para la distancia vertical "d" son 5.6 m. La norma restringe toda construcción por debajo de las líneas.

Baja tensión:

El espacio de trabajo demarcado para el tablero de distribución principal es de mínimo 0.9 m de profundidad y 0.75m de ancho de acuerdo con la NTC 2050 articulo 110-16 "Espacio alrededor de equipos eléctricos".

2.15. Selección de equipos de medida.

De acuerdo a la Resolución CREG 038/2014 la clase mínima de precisión es 0,5S. De acuerdo a la carga para esta cuenta se tiene:

Acometida	Carga (kVA)	Corriente (A)	Distancia (M)	Conductor (AWG) Cu
Trafo – Medición Indirecta	300	13,12	4	3x2XLPE Existente

$$I_N\,CT \times 0{,}8 \leq I_N \leq I_N\,CT \times 1{,}2$$

Luego se escoge un grupo de medida semi-directa, con transformadores de corriente con una relación 15/5A cumpliéndose así la condición anterior:

$$15 \times 0{,}8 \leq 13{,}13 \leq 15 \times 1{,}2$$

DESCRIPCIÓN	
Tipo de medida	Indirecta
Elementos	3 TC's +3 TP's
Transformador de corriente	Tres (3) TC's de 15/5 A Clase 0,5S Proyectado
Transformador de Potencia	Tres (2) TP's de 13200V/120V Clase 0,5 Existente
Medidor	Electrónico, 3x127/220 V, 5 A, Clase 0,2S Existente
Para montaje	En Gabinete Existente

CALCULO DEL ERROR QUE INTRODUCEN LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS CABLES Y DEMÁS ELEMENTOS PARA MEDIDA INDIRECTA ENTRE LOS PT'S Y EL EQUIPO DE MEDIDA

A continuación, se describe, el proceso de evaluación del error porcentual total máximo permitido en un sistema de medida, exigido por la resolución CREG 038-2014 para cada sistema de medida. a. Consideraciones generales • La tensión nominal secundaria del transformador de tensión se asume con ángulo de 0 grados (0°). • La impedancia del conductor, dado que, de los elementos ubicados entre el circuito secundario del transformador de tensión y el equipo de medida, los accesorios como borneras de conexión son considerados de impedancia despreciable.

Datos de entrada

Datos Generales	
Factor de potencia (FP)	0,9
θ[Grados]	25,84193276
Calibre del conductor de cobre [AWG]	12
Longitud del conductor [Km]	0,012
Tension nominal secundaria TT [V]	120
Datos del Conductor	
Impedancia del conductor [ohm/Km]	
|Zc|	6
|R1|	5.400
|X1|	2,61534
Datos del medidor	
Consumo de potencia nominal [V] (circuito de tension) (|S|)	0,35
Componente activa |P|=|S|*Cosθ [W]	0,315
Componente reactiva |Q|=|S|*Senθ [Var]	0,1525615

- El valor de impedancia del cable es tomado del catálogo del fabricante VIAKON
- Los VA asociados al medidor se extraen de la hoja técnica (datasheet), catalogo o certificado de pruebas del fabricante del medidor, para la marca y referencia que se pretende instalar en el proyecto, en este ejemplo se está trabajando con el medidor ELSTER AS 1800, por lo tanto, su consumo de potencia es 0.35 VA.

Se requiere determinar el valor de las siguientes variables de forma previa a la determonacion del error

- VmI: Componente imaginaria de la tensión de los medidores principal y respaldo.
- VmR: Componente real de la tensión de los medidores principal y respaldo
- Vm: Tension en Bornes

$$V_{ml} = \frac{R_1 * Q - X_1 * P}{V_s}$$

$$V_{mR} = \frac{V_s \pm \sqrt{{V_s}^2 - 4(V_{ml}^2 + R_1 * P + X_1 * Q)}}{2}$$

$$|V_m| = \sqrt{V_{mR}^2 + V_{ml}^2}$$

Se obtiene que

$$V_{ml} = \frac{5.400 * 0{,}1525615 - 2{,}61534 * 0.315}{120}$$

$$V_{ml} = 0$$

$$V_{mR} = \frac{120 \pm \sqrt{120^2 - 4(0^2 + 0{,}1525615 * 0.315 + 2{,}61534 * 0{,}1525615)}}{2}$$

$$V_{mR} = 119.964995 \text{ [V]}$$

$$|V_m| = \sqrt{119.964995^2 + 0^2}$$

$$|V_m| = 119.964995 \text{ [V]}$$

$$\theta V_m = 0 \text{ [°]}$$

$V_m = 119.964995 \ + 0i$ [V]

Por lo tanto, el valor porcentual en magnitud es:

$$\% \, Error = \frac{V_s - |V_m|}{V_s} * 100$$

$$\% \, Error = \frac{120 - |119.964995|}{120} * 100$$

$$\% \, Error = 0.014585\%$$

El error porcentual en fase es:

$$\% \, Error \; en \; fase = \frac{360^{\circ} - (\theta_m + 360^{\circ})}{360^{\circ}} * 100$$

$$\% \, Error \; en \; fase = 0.000000\%$$

2.16. Clasificación de Áreas

No Aplica

2.17. Justificación técnica de desviación de la NTC2050 cuando sea permitido, siempre y cuando y no comprometa la seguridad de las personas o de su instalación.

En este proyecto **NO** se contempló ninguna desviación de la NTC2050.

2.18. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

Este proyecto **NO** requiere de un ningún otro estudio.

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

Este proyecto **NO** requiere de especificaciones complementarias a los planos.