



PROYECTO FINAL DE GRADO

Análisis y mejora de la infraestructura eléctrica en el alimentador PPE-04 del departamento de Guairá.

PRESENTADO POR:

FABIO ISIDRO ORQUIOLA SANTACRUZ

TUTOR:

ING. MOISES BRITZ

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA
INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DEL ALIMENTADOR
PPE-04 DEL DEPARTAMENTO DE GUAIRÁ.**

ALIMENTADOR PPE-04.

CONTEXTO - INTRODUCCIÓN.

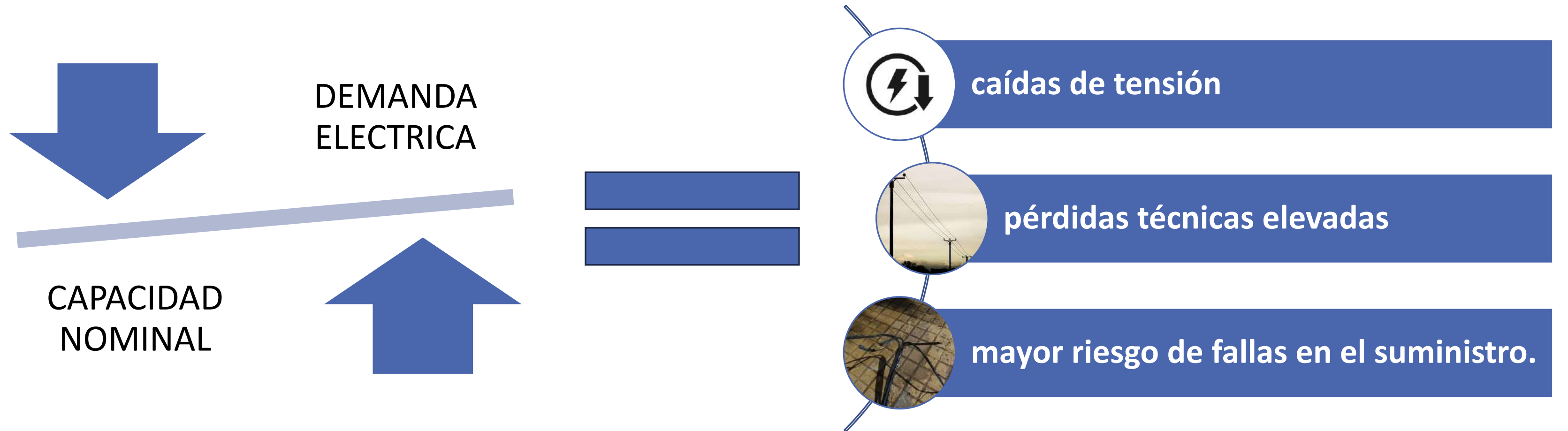
El alimentador PPE-04 en el departamento de Guairá, pieza clave en la red de M.T.

PPE-04 : Aumento de la demanda eléctrica, envejecimiento de equipos y falta de modernizaciones.

Consecuencias: Sobrecargas, desequilibrios de fases y caídas de tensión, afectando la calidad y continuidad del servicio a usuarios residenciales, empresas e instituciones.

La investigación aporta métodos para garantizar un suministro eléctrico fiable y eficiente.

PPE-04 enfrenta desafíos significativos debido a su **SOBRECARGA.**

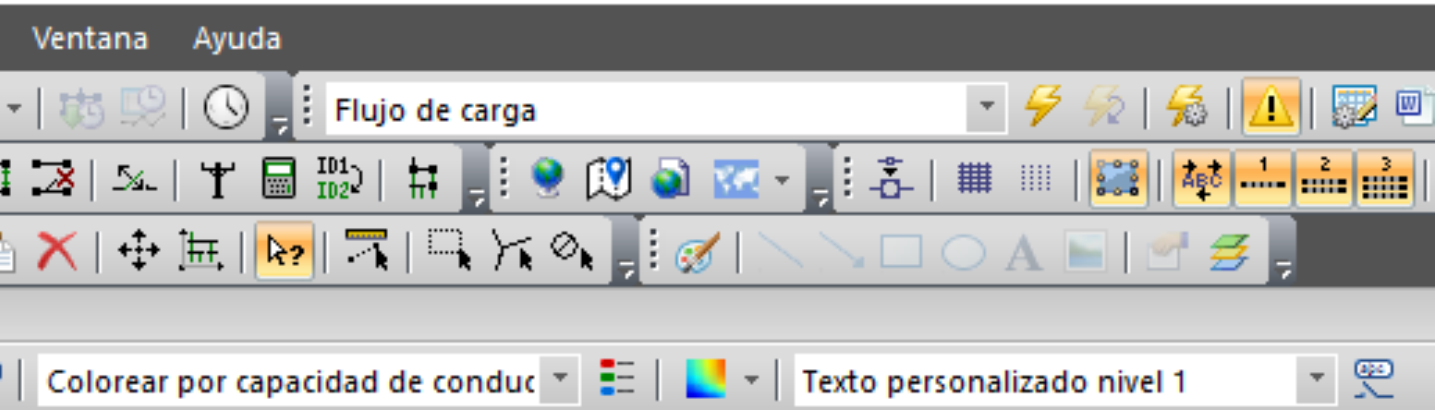


OBJETIVO GENERAL

Optimizar el desempeño del alimentador PPE-04 en el departamento de Guaira, a través del análisis detallado y la mejora de la capacidad, estabilidad y eficiencia de la red, buscando la reducción de pérdidas y mejora de los niveles de tensión.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un relevamiento y análisis exhaustivo de los datos de demanda y las características técnicas de la red del alimentador PPE-04.
- Plantear y evaluar alternativas técnicas viables para resolver los problemas de capacidad y estabilidad identificados en el alimentador PPE-04.
- Realizar un análisis financiero de las alternativas propuestas.



METODOLOGÍA



RESULTADOS Y ANÁLISIS

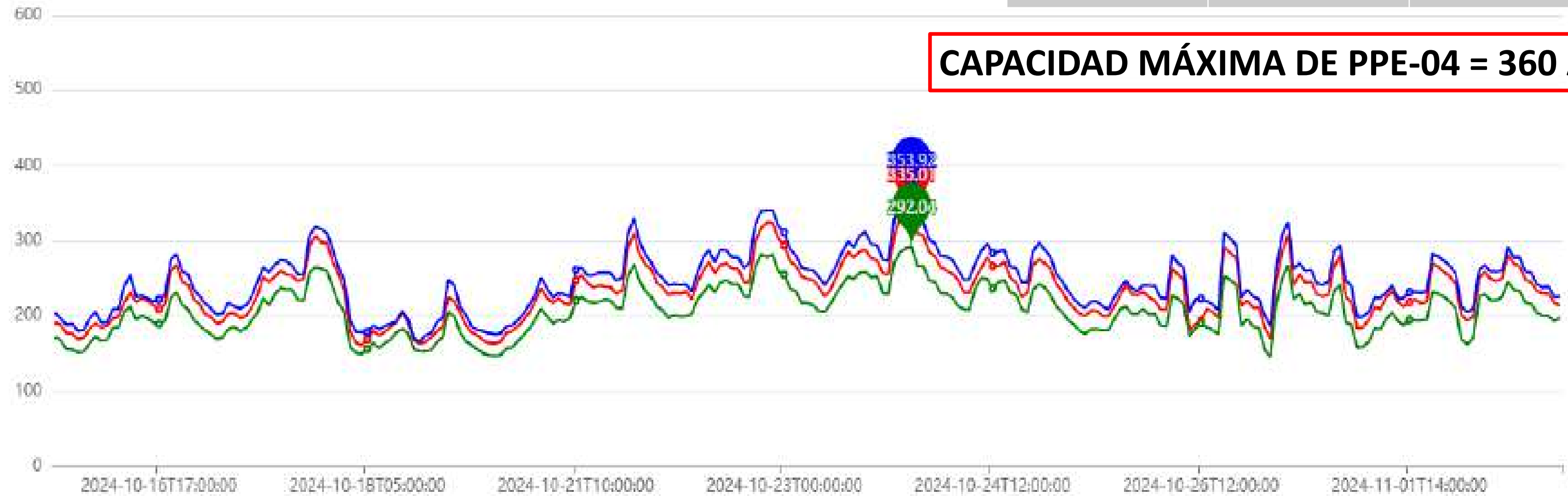
RESULTADOS Y ANÁLISIS

Análisis de Datos.

FASE	CORRIENTE	
A	331 A	7.85%
B	352 A	
C	290 A	

Maximos y tendencias PPE 4

● I_A (A) ● I_B (A) ● I_C (A) ● MA (Movil Avar)



CAPACIDAD MÁXIMA DE PPE-04 = 360 A.

Figura 1: Demanda máxima del alimentador PPE-04

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Relevamiento de Datos – Proyección y crecimiento de la demanda

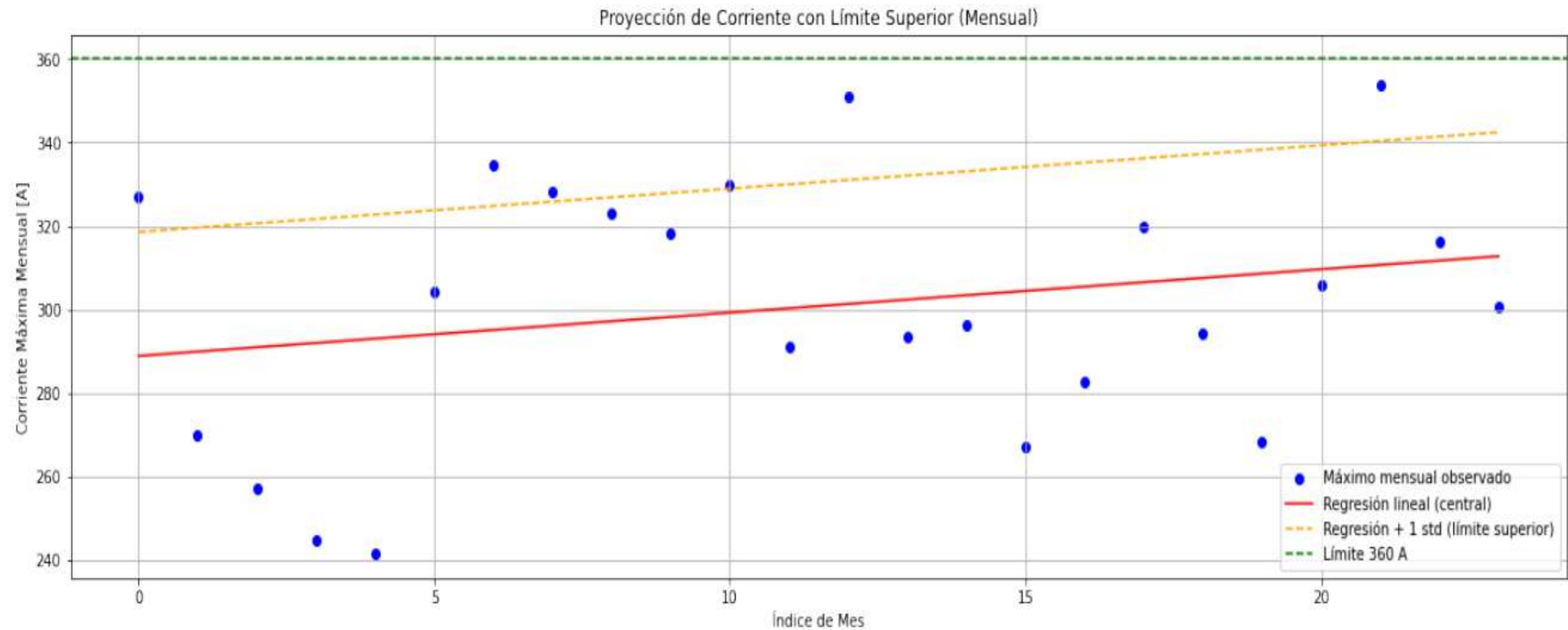


Figura 2: Proyección de la demanda del alimentador.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

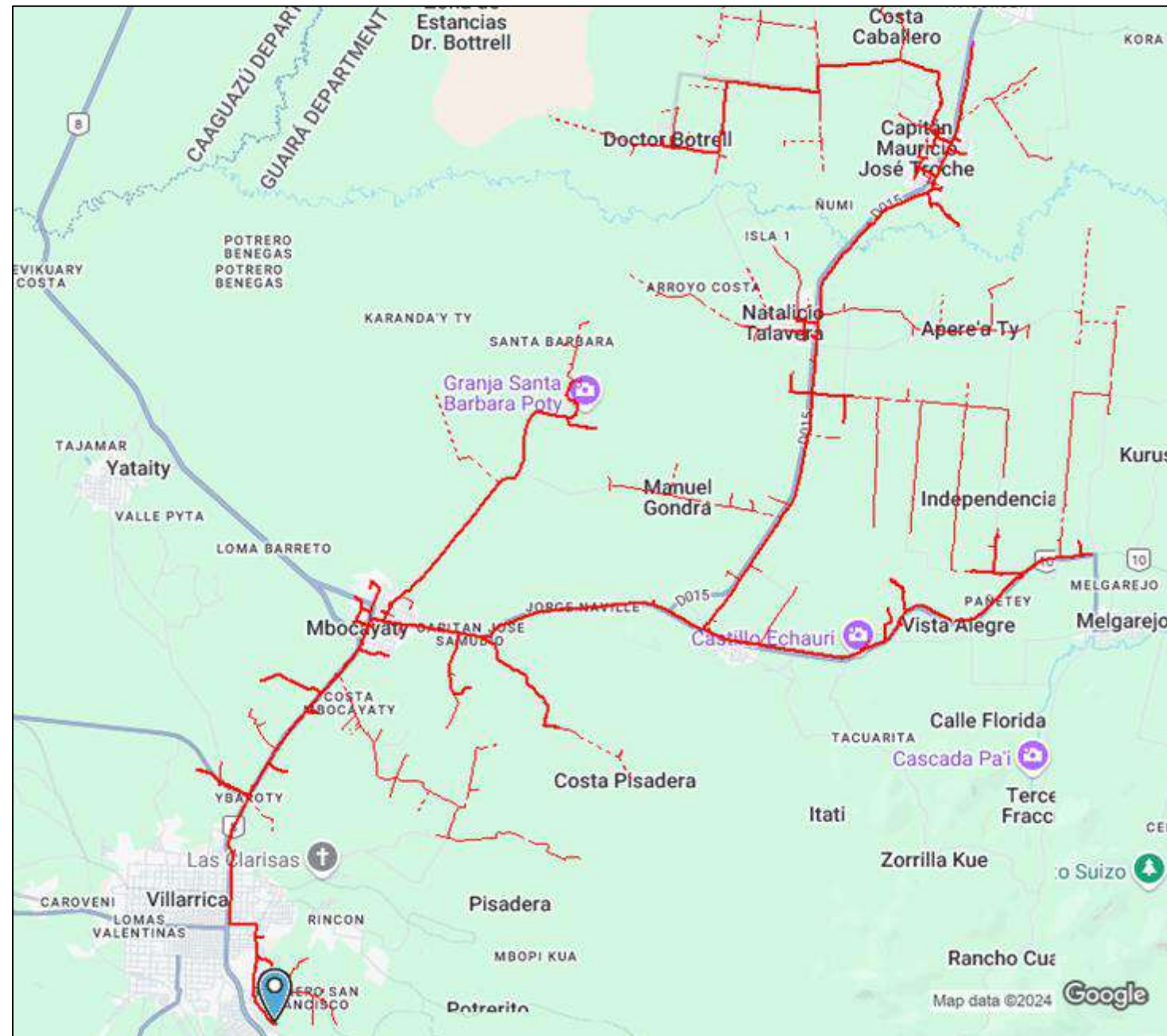
Relevamiento de Datos – Demanda Máxima.



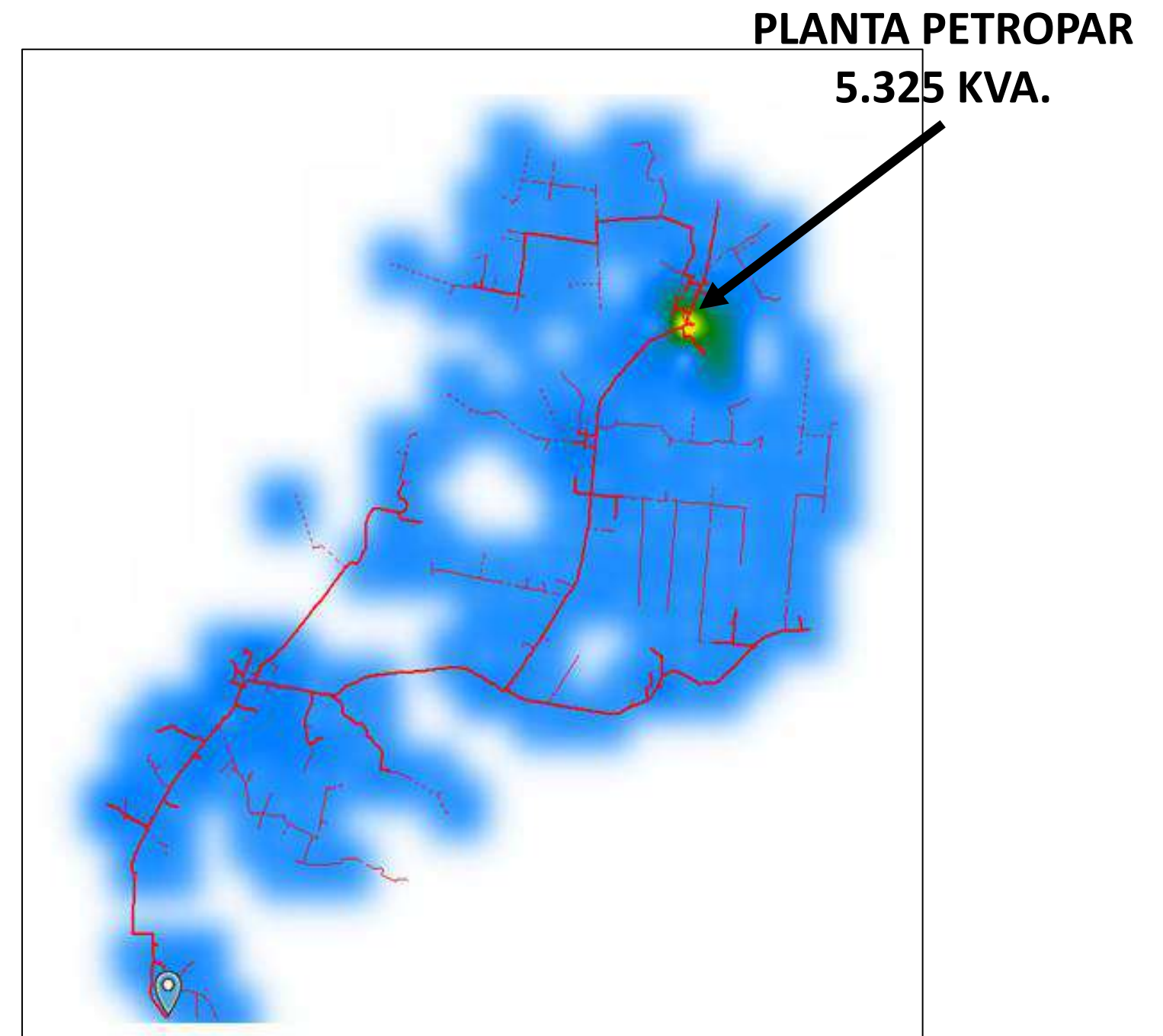
Figura 3: Factor de Potencia 23/10/2024.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Relevamiento de Datos – Trazados y carga Instalada.



Extensión de líneas de MT de PPE-04



Densidad de Carga de PPE-04

Figura 4: Trazado y Densidad de Carga instalada del Alimentador.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Relevamiento de Datos – Trazados y carga Instalada.

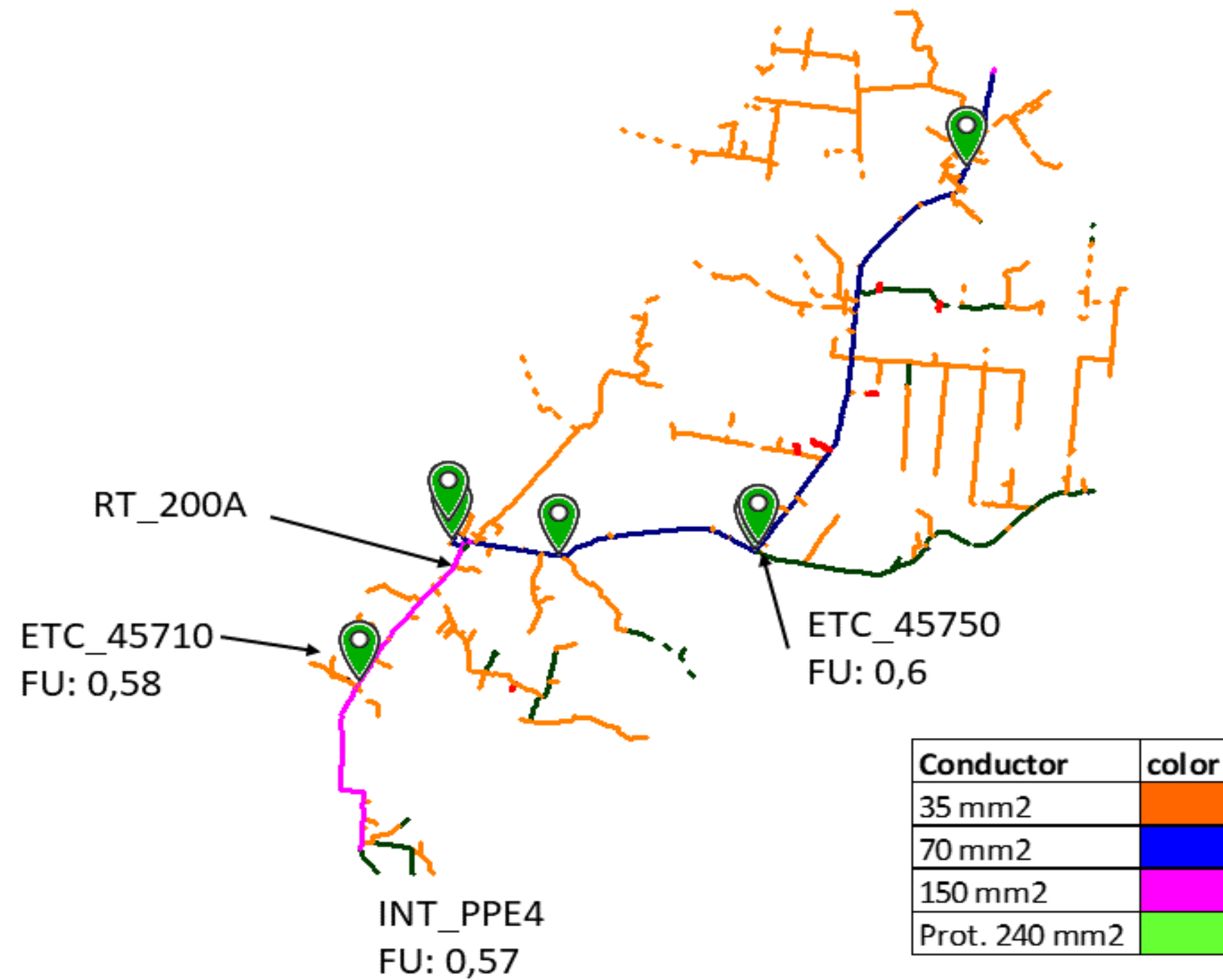


Figura 5: Calibres y equipos del Alimentador.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Relevamiento de Datos – Equipos telecomandados.

ETC_45710		
Fase	Corriente max (A)	Hora
R	265.67	21:00
S	299.6	21:00
T	255.11	21:00
ETC_45750		
R	184.13	20:15
S	203.33	20:30
T	181.4	20:30

Tabla 1: Demanda de equipos de la red 23/10/2024.

**CONDICIONES INICIALES DEL
ALIMENTADOR PPE-04.**

CONDICIONES INICIALES DEL ALIMENTADOR

Resultados del escenario inicial.

Utilizando el software CYME en su versión 9, se procedió a realizar las simulaciones de condiciones iniciales teniendo en cuenta todo lo relevado anteriormente.

KVLL	KVLN	i (A)	KVA	KW	KVAR	FP %	CONECTADA KVA	PERDIDAS KW
23.6	13.6	331	4510.5	4105.3	1868.4	91.02	7634	569.12
23.6	13.6	351.7	4791.7	4357.7	1868.4	90.94	7298	735.01
23.6	13.6	290	3951.2	3595.2	1639	90.99	6498	529.37
	Ical	324.2	13253	12058	5500		21502	1833.49

Tabla 2: Resultados del escenario inicial.

CONDICIONES INICIALES DEL ALIMENTADOR

Perfil de Tensión de PPE-04.

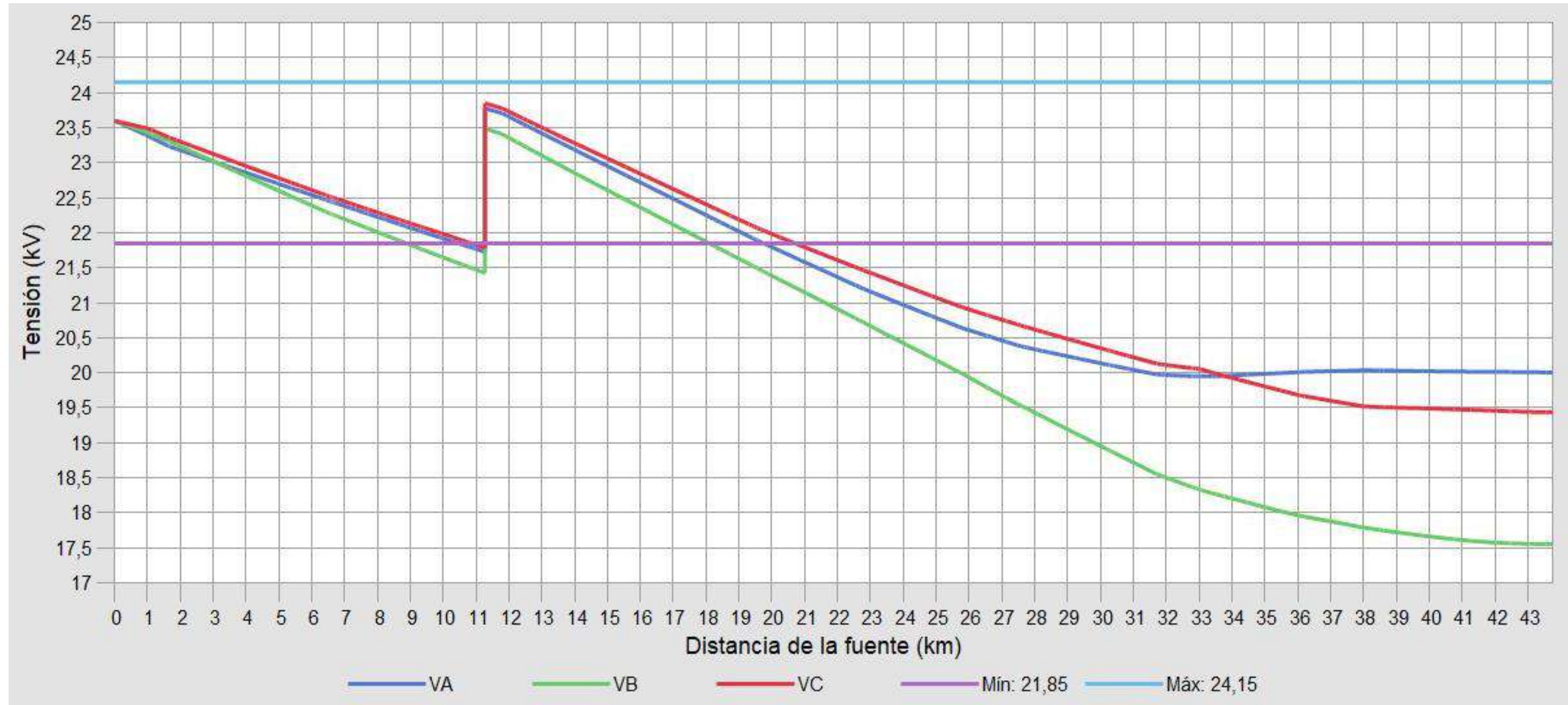


Figura 6: Perfil de tensión a lo largo del alimentador.

CONDICIONES INICIALES DEL ALIMENTADOR

Longitud, KW y V.

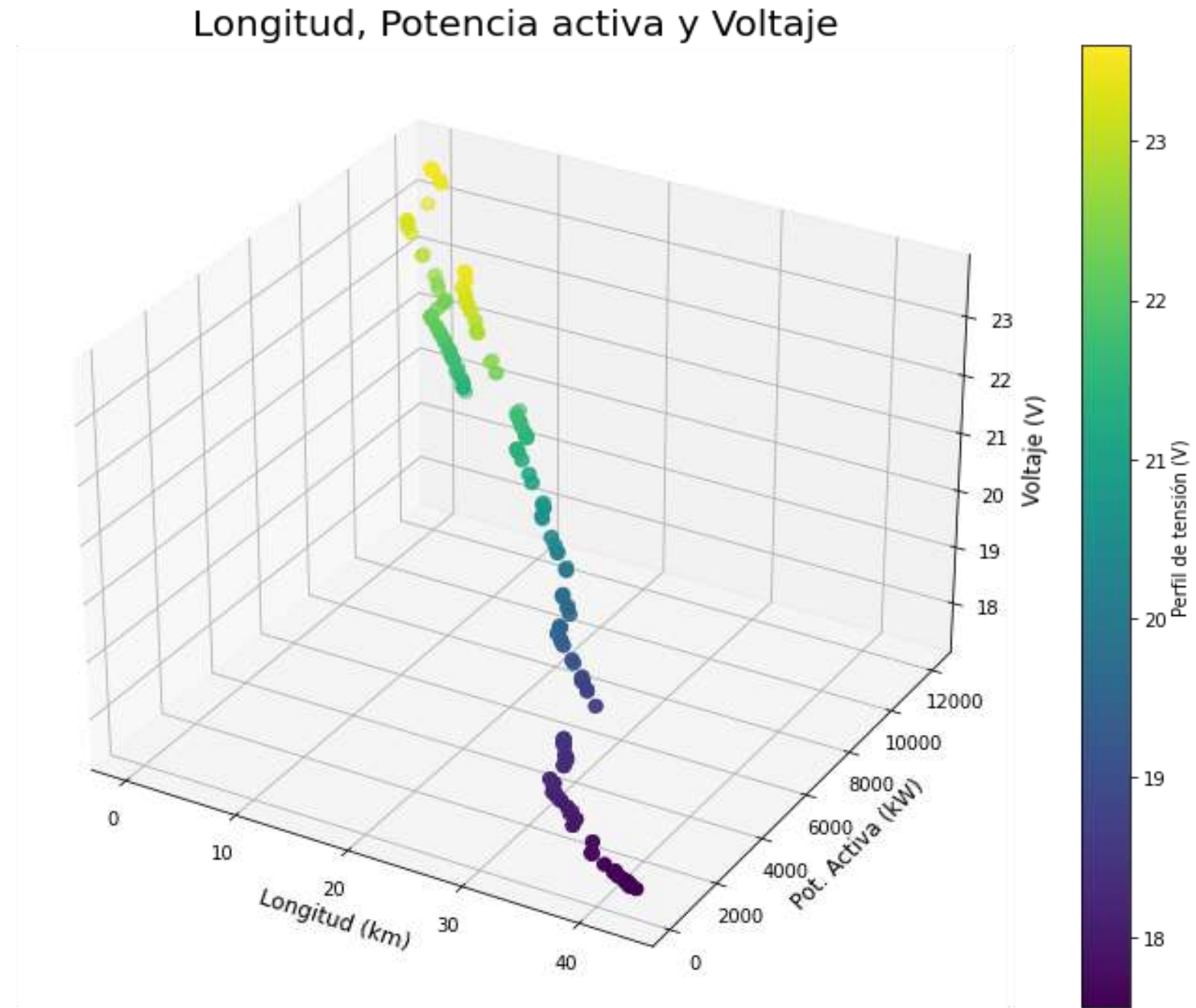


Figura 7: Conjunción del Voltaje, potencia y longitud del alimentador..

INTERVENCIÓN NRO. 1

REGULACIÓN DE TENSIÓN

Primera intervención – carácter paliativo.

KVLL	KVLN	i (A)	KVA	KW	KVAR	FP %	CONECTADA KVA	PERDIDAS KW
23.6	13.6	331.3	4513.7	4105.3	1760.5	92.08	7689	490.97
23.6	13.6	323.9	4413.4	4357.7	1760.5	92.35	6713	680.03
23.6	13.6	313.1	4266.1	3595.2	1634.5	92.37	7028	632.75
	lcal	322.8	13193	12058	5088		21502	1803.75



Tabla 3: Resultados de la Regulación de Tensión

INTERVENCIONES NRO. 2

NUEVO ALIMENTADOR

PPE13



DIVISIÓN DE CARGA

PPE-13	10.250 KVA
PPE-04	11.252 KVA



Figura 8: Alimentador PPE13, trazado.

NUEVO ALIMENTADOR

Valores de Operación luego tras la re-distribución de cargas

KVLL	KVLN	i (A)	KVA	KW	KVAR	FP %	CONECTADA KVA	PERDIDAS
23.6	13.6	180.6	2461.2	2343.5	752.2	95.22	3539	68.09
23.6	13.6	179.1	2440.4	2316.2	752.2	94.91	4203	73.28
23.6	13.6	137.5	1874	1782.2	579.4	95.1	3468	65.65
	Ical							207.02

REDUCCIÓN DE 1.111 KW.

Alimentador PPE-04..

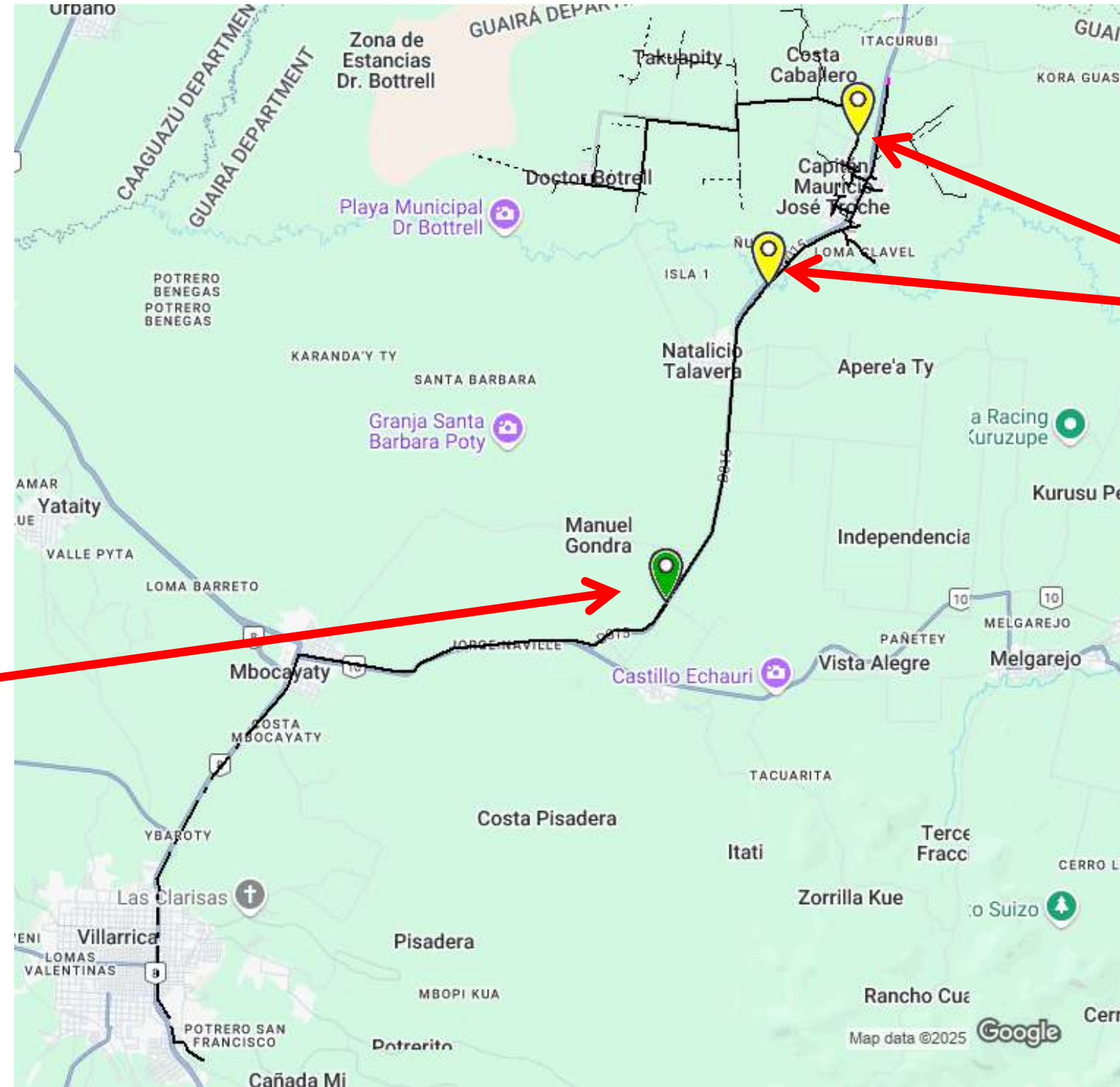
KVLL	KVLN	i (A)	KVA	KW	KVAR	FP %	CONECTADA KVA	PERDIDAS
23.6	13.6	131.2	1780.4	1705.3	511.5	95.78	3260	154.71
23.6	13.6	132.7	1800.7	1728.3	511.5	95.98	3335	177.91
23.6	13.6	132.1	1792.1	1724.6	487.5	96.23	3625	153.06
	Ical	132	5373	5158	1504		10250	485.68

Tabla 5: Resultados del Alimentador PPE13.

NUEVO ALIMENTADOR

PPE-13 - ESQUEMA.

REGULADOR.



**BC de 200 kVAR
POR FASE C/U.**

ALIMENTADOR ORIGINAL.

PPE-04 - ESQUEMA.



NUEVO ALIMENTADOR

Perfil de Tensión.



Figura 9: Perfil de tensión PPE-04.

NUEVO ALIMENTADOR

Perfil de Tensión.

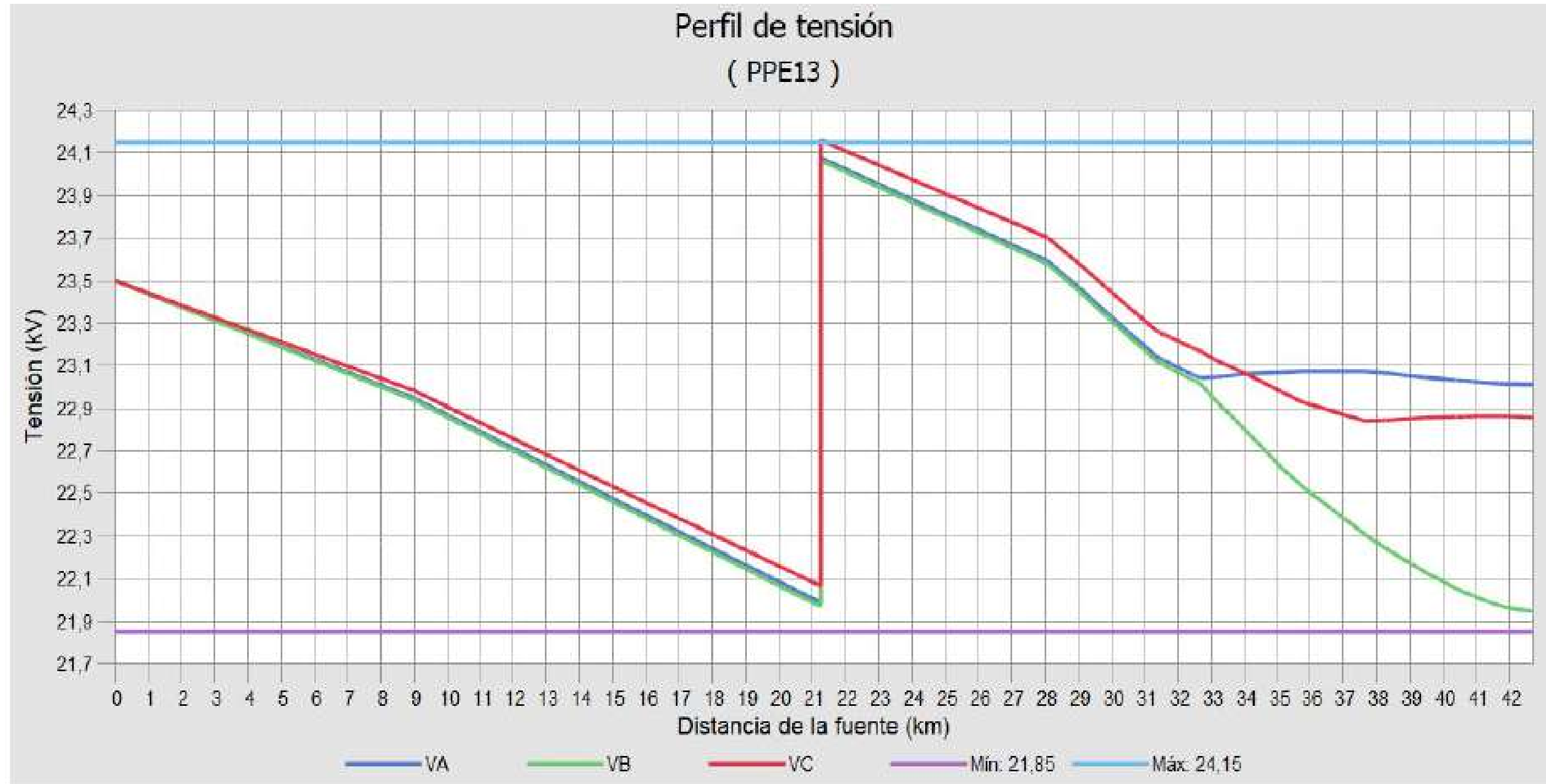


Figura 10: Perfil de tensión PPE-13

ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO.

COSTOS DEL NUEVO ALIMENTADOR

DESCRIPCIÓN	MATERIALES	M.O	Gs.	CANTIDAD / KM	TOTAL
CONSTRUCCION DE LINEA SUB. DE 3x240 MM2	552.994,075	171.318.222	724.312.297	0.10	72.431.229,69
CONSTRUCCIÓN DE LINEA TRÍFASICA PROTEGIDA DE 3x185 MM2	389.135.380	85.313.301	474.448.681	9	4.270.038.127,20
MONTAJE DE BANCO DE CAPACITORES				1	22.000.000
CONSTRUCCIÓN DE LINEA TRIFASICA 150 MM2	128.952.000	56.235.400	185.187.400	19	3.537.079.340
TOTAL					7.901.548.696,89

Tabla 6: Costo de la propuesta.

COSTOS DEL NUEVO ALIMENTADOR

Índices Financieros.

	BENEFICIO	COSTO	AÑO	FLUJO NETO	VAN ACUMULATIVO
0			-	-7.901.548.697	
1	3.462.924.360	2.105.066.150	1	1.357.858.210	-6.543.690.487
2	5.740.194.749	3.789.221.100	2	1.950.973.649	-5.592.716.838
3	8.165.487.712	5.582.846.121	3	2.582.641.591	-2.010.075.247
4	10.748.424.719	7.493.056.769	4	3.255.367.950	1.245.292.703
5	13.499.252.631	9.527.431.109	5	3.971.821.522	5.217.114.225

Tabla 15: Flujo de Caja.

VAN	Gs. 1.026.965.606,25
TIR	16.28%

Tabla 7: Síntesis de los indica financieros clave.

CONCLUSIONES

A partir de la recolección de datos de campo, registros de SCADA y el historial de mantenimientos, se logró un diagnóstico detallado de la situación actual del alimentador. El estudio de los perfiles de carga y la simulación eléctrica en CYME 9 evidenciaron desequilibrios de fases, factores de potencia inferiores al 0,95 y períodos de sobrecarga que comprometían la calidad del servicio. Asimismo, se determinaron las secciones de línea más críticas en términos de caídas de tensión y se cuantificaron las pérdidas en escenarios de máxima demanda.

Con base en el diagnóstico, se propusieron varias soluciones para mejorar la capacidad y estabilidad del alimentador. Entre ellas destacó la redistribución de cargas mediante la creación de un nuevo alimentador (PPE-13), la instalación de bancos de capacitores y el balanceo de cargas monofásicas. Estas alternativas fueron modeladas y evaluadas en distintas simulaciones, confirmando que la combinación de medidas de refuerzo de la red con la adecuada corrección del factor de potencia redujo significativamente las pérdidas e incrementó los niveles de tensión en tramos críticos. La construcción del alimentador PPE-13, en particular, permitió descargar PPE-04 en zonas de alta demanda, contribuyendo de forma decisiva a mejorar la confiabilidad y evitar sobrecargas en el mediano plazo.

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un estudio económico que contempló las inversiones iniciales en materiales y mano de obra, así como los beneficios derivados de la reducción de pérdidas técnicas y de posibles penalizaciones por bajo factor de potencia. El cálculo de indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) confirmó la viabilidad de las intervenciones; en el horizonte de cinco años considerado, los ahorros estimados superan el costo total de las obras, respaldando la rentabilidad del proyecto y su contribución a la sostenibilidad de la red de distribución.

En conjunto, las acciones emprendidas responden de manera satisfactoria a los objetivos del proyecto, puesto que optimizan el desempeño del alimentador PPE-04, incrementan la estabilidad y la confiabilidad de la red, y disminuyen las pérdidas asociadas al transporte de energía. Gracias a la integración de los aspectos técnicos, económicos y operativos, la propuesta se erige como un paso sólido hacia la modernización de la infraestructura eléctrica en el departamento de Guairá, sentando las bases para futuras ampliaciones que acompañen el crecimiento de la demanda.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere llevar a cabo un mantenimiento preventivo periódico en los nuevos tramos y equipos instalados, a fin de prevenir sobrecargas y fallas imprevistas.
- Es aconsejable ampliar la vigilancia de los indicadores de calidad de servicio (tensión, factor de potencia, pérdidas) mediante mediciones sistemáticas y un mayor uso de herramientas de monitoreo en línea.
- Debe mantenerse un balance continuo de las cargas monofásicas, revisando la distribución al menos una vez al año, o cuando se incorporen nuevas demandas importantes.
- La instalación y optimización de bancos de capacitores y otros sistemas de compensación reactiva debe actualizarse conforme se incrementen las cargas, buscando mantener un factor de potencia igual o superior a 0,95.

¡Muchas gracias!