

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico

**Análisis de calidad de energía eléctrica en la Empresa textil Etiquetex
S.A. ubicada en el cantón Quito, mediante la REGULACIÓN
ARCERNNR 002/20.**

Visarrea Lima, Luis Alberto

Ing. Freire Llerena, Washington Rodrigo

Latacunga, Enero 2022

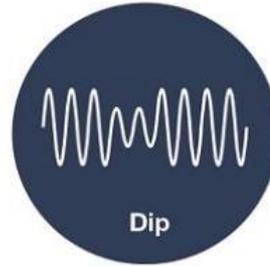


Agenda

- Motivación
- Planteamiento del problema
- Justificación e Importancia
- Objetivos
- Hipótesis
- Fundamentación Teórica
- Evaluación de calidad de energía
- Propuesta de mejora
- Análisis de resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía



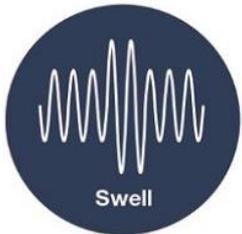
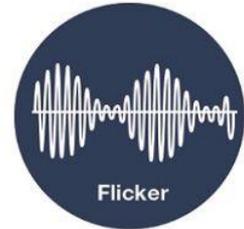
Motivación



La energía es necesaria para el crecimiento económico, para una mejor calidad y para el progreso humano.



Al final, lo que nos importa no son los años de vida, sino la calidad vida de los años



Planteamiento del problema

Actualmente, en la empresa Etiketex S.A., se han identificado problemas generales en el suministro de energía eléctrica, lo que ha conducido a paradas forzadas e inesperadas de los equipos



Ante la problemática existente se debe realizar un estudio de calidad de energía, para evaluar la prestación del servicio de energía eléctrica considerando los siguientes indicadores: nivel de voltaje, perturbación rápidas de voltaje y armónicos



Etiketex S.A.
INDUSTRIA DE ETIQUETAS Y CINTAS TEJIDAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Justificación e Importancia

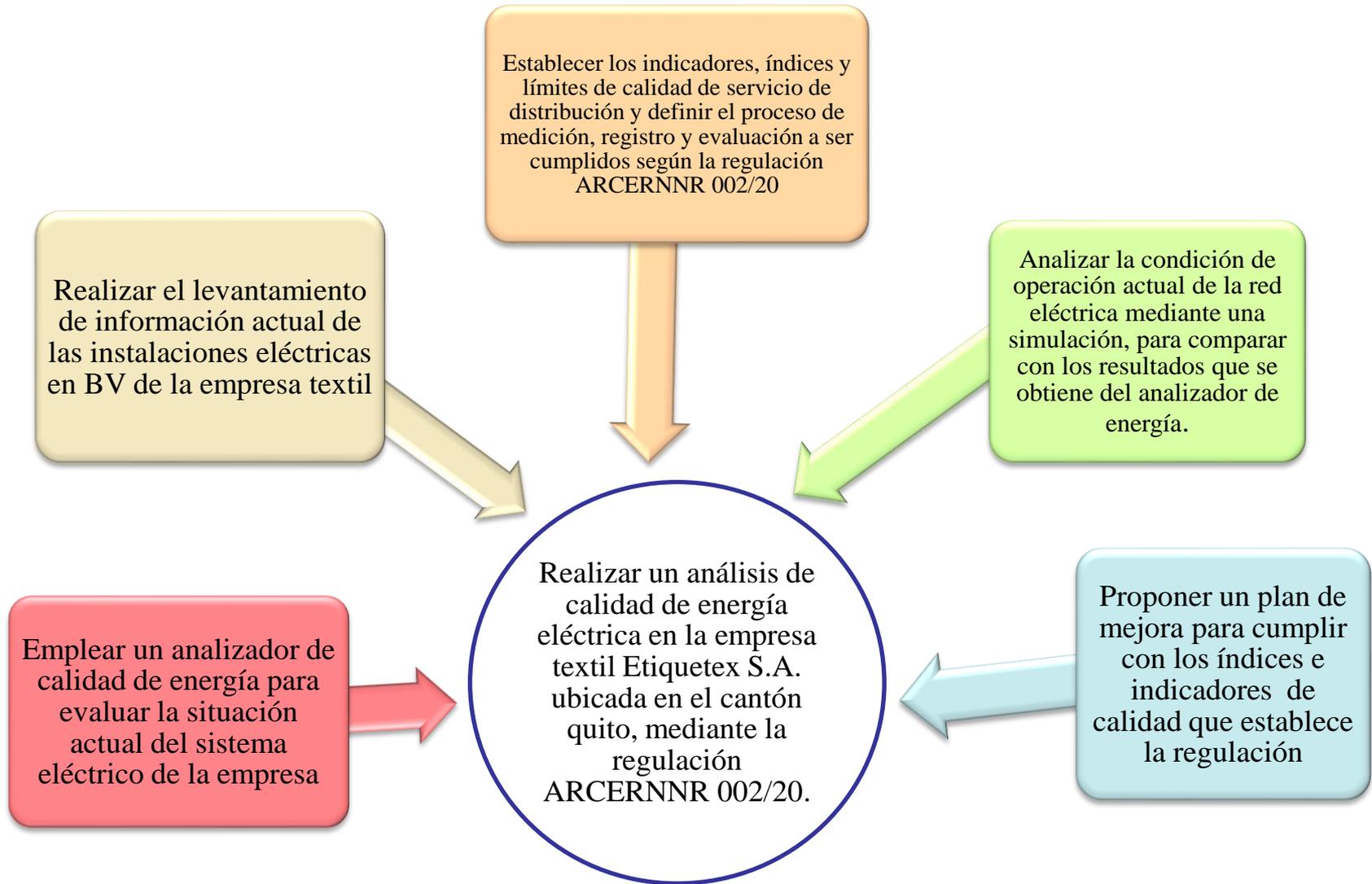
Un diagnóstico eléctrico es importante para determinar las condiciones de operación actual de la red eléctrica de la empresa Etiquetex S.A.

Mediante un estudio de calidad de energía, para evaluar los índices e indicadores de calidad



- Niveles de voltaje
- Perturbaciones de corta duración
- Distorsión armónica de voltaje
- Desequilibrio de voltaje

Objetivos



Hipótesis

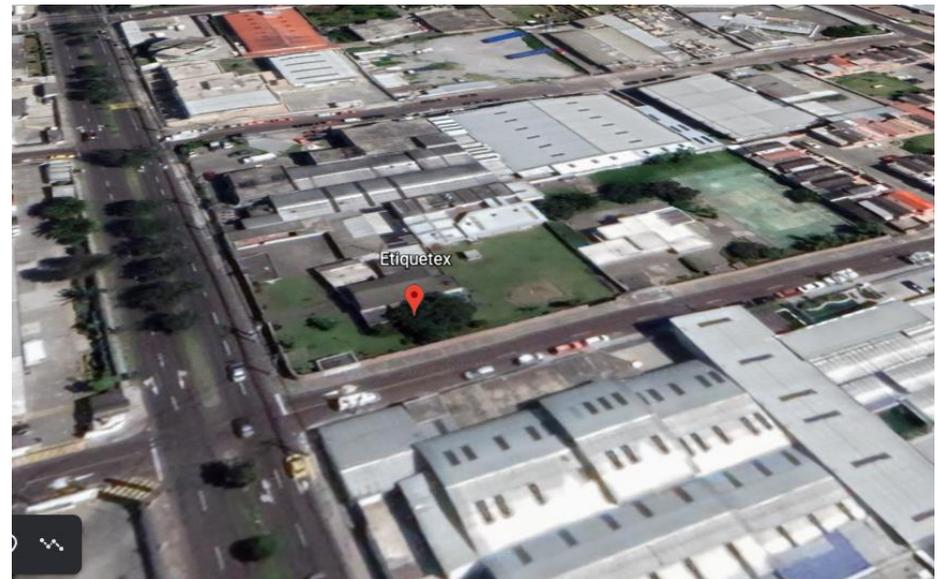


¿Al realizar el análisis de calidad de energía eléctrica en la empresa textil Etiketex S.A. ubicada en el cantón Quito mediante la regulación ARCERNNR 002/20, se podrá obtener métricas que permitan identificar los problemas que presenta en el suministro de energía la empresa, y de esta manera proponer planes para mejorar su calidad de energía eléctrica?

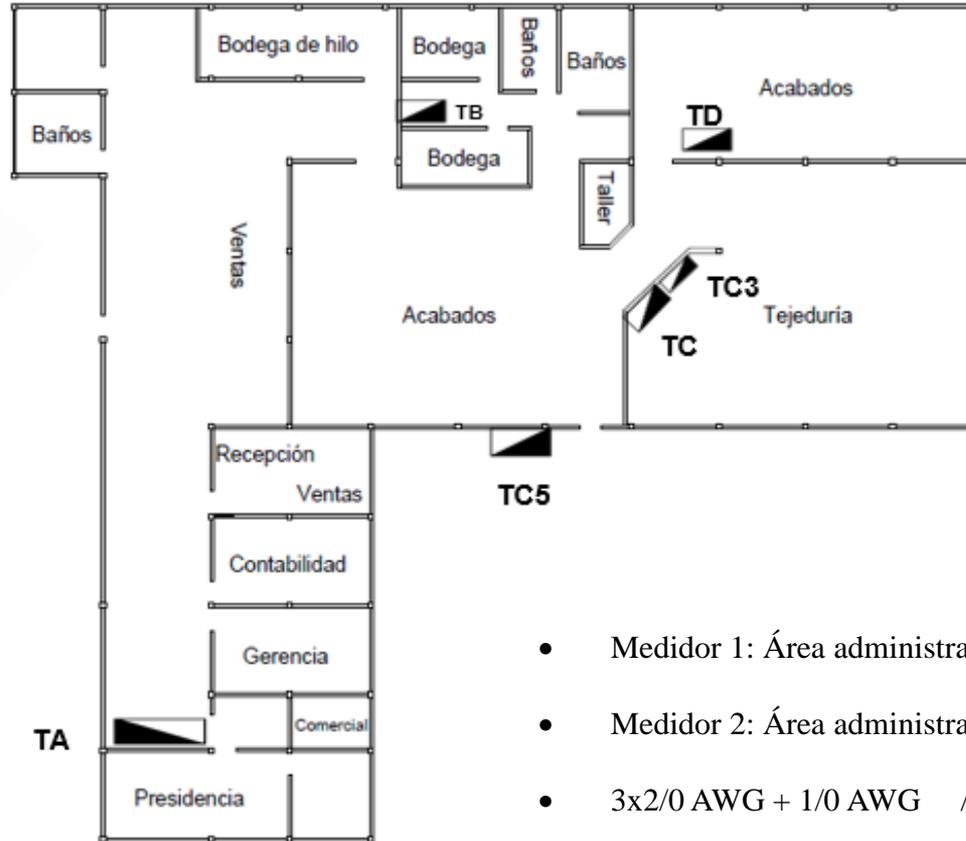
Fundamentación Teórica

Descripción de la industria

La Empresa Etiquetex S.A; dedicada a la fabricación de etiquetas: tejidas, impresas sublimadas, hang tags, pulseras, promocionales textiles, instrucciones norma técnica, shopping bags, etc., son 40 años durante los cuales se han ido adaptando a las constantes y crecientes demandas de sus clientes, la cual se encuentra ubicada en la calle Juan de Selis y Tadeo Benítez.



Delimitación del área de estudio



- Medidor 1: Área administrativa
- Medidor 2: Área administrativa y área de producción
- 3x2/0 AWG + 1/0 AWG // 175 + 155 [A]

Descripción del sistema eléctrico

Suministro de Energía

La energía eléctrica proviene desde la red pública de EEQ, mediante una red trifásica de 22,8 kV, llega a un transformador trifásico de 45 KVA a 220/127V

Marca	Martignoni Elettrotécnica
Voltaje de entrada	0.22 kV
Voltaje de salida	0.370-0.360-0.350-0.340-0.330 k
Capacidad	25 kV
Tipo de conexión	Yn0
Z%	-
Frecuencia	60 Hz



Item	Equipos Descripción	Conexión	
		3F - 2F - 1F	A - B - C
1	Departamento de Gerencia	1F	A
2	Departamento Administración	1F	A
3	Urdidora	3F	A - B - C
4	Cortadora láser	2F	A - C
5	Oficina de Diseño	1F	C
6	Ilum. Telar	1F	A
7	Ilum. 1	1F	C
8	Ilum. 2	1F	A
9	Máquina de corte #1	1F	C
10	Máquina de corte #2	2F	A - C
11	Otros	2F	C - A
12	Telar #3	3F	A - B - C
13	Telar #4	3F	A - B - C
14	Telar #5	3F	A - B - C
15	Telar #6	3F	A - B - C
16	Telar #7	3F	A - B - C
17	Telar #8	3F	A - B - C
18	Motor Ventilador	2F	C - A
19	Prestadora	3F	A - B - C
20	Compresor	2F	B - C
21	Caldero	3F	A - B - C
22	Jacquar	1F	B

$P = 151.42 \text{ kW}$

$P = 57.08 \text{ kW}$

37.69%

Equipos

- Analizador de carga Fluke 434
- Software ETAP
- Software Power Log Classic
- Software AUTOCAD



Calidad del Producto

Nivel de voltaje

Nivel de voltaje	Rango admisible (ΔV_k)
Alto Voltaje	±5.0%
Grupo 1 y Grupo 2	
Medio Voltaje	±6.0%
Bajo Voltaje	±8.0%

Distorsión Armónica de Voltaje

Nivel de voltaje	$DV_{h,k}$ [%]	$THD_{h,k}$ [%]
Medio Voltaje	3	5
Bajo Voltaje	5	8
Alto Voltaje (G1)	1.5	2.5
Alto Voltaje (G2)	1	1.5

Perturbaciones rápidas de voltaje

1

Desequilibrio de voltaje

2



La distribuidora cumple con el índice del indicador en un punto de medición cuando el 95% o más de los valores registrados, en el periodo de evaluación no inferior a siete días continuos, es menor al límite máximo establecido

Regulación ARCERNR 002/20

Calidad responsabilidad del consumidor

Distorsión Armónica de Corriente

Nivel máximo de armónicos impares [% de la corriente máxima de demanda]						
Icc/II	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h < 50$	TDD
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20<50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50<100	10	4.5	4	1.5	0.7	12
100<1000	12	5.5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2.5	1.4	20

Nivel máximo de armónicos pares [% de la corriente máxima de demanda]						
Icc/II	$3 \leq h \leq 11$	$11 \leq h \leq 17$	$17 \leq h \leq 23$	$23 \leq h \leq 35$	$35 \leq h \leq 50$	TDD
<20	1	0.5	0.375	0.15	0.075	1.25
20<50	1.75	0.875	0.625	0.25	0.125	2
50<100	2.5	1.125	1	0.375	0.175	3
100<1000	3	1.375	1.25	0.5	0.25	3.75
>1000	3.75	1.75	1.5	0.625	0.35	5

Metodología

Método descriptivo

Caracterización de la calidad de energía

Método empírico

Equipo de medición

Método analítico

Evaluación de la calidad de energía

Evaluación de la calidad de energía

Nivel de voltaje

Voltaje	Mínimo [V]	Media [V]	Máximo [V]	% De variación	ARCERNNR 002/200
V_{A-N}	123.43	130.50	133.97	3.69	Si cumple
V_{B-N}	123.73	129.53	132.86	3.06	Si cumple
V_{C-N}	122.63	129.06	132.82	3.22	Si cumple



Análisis de Voltaje Fase - Neutro



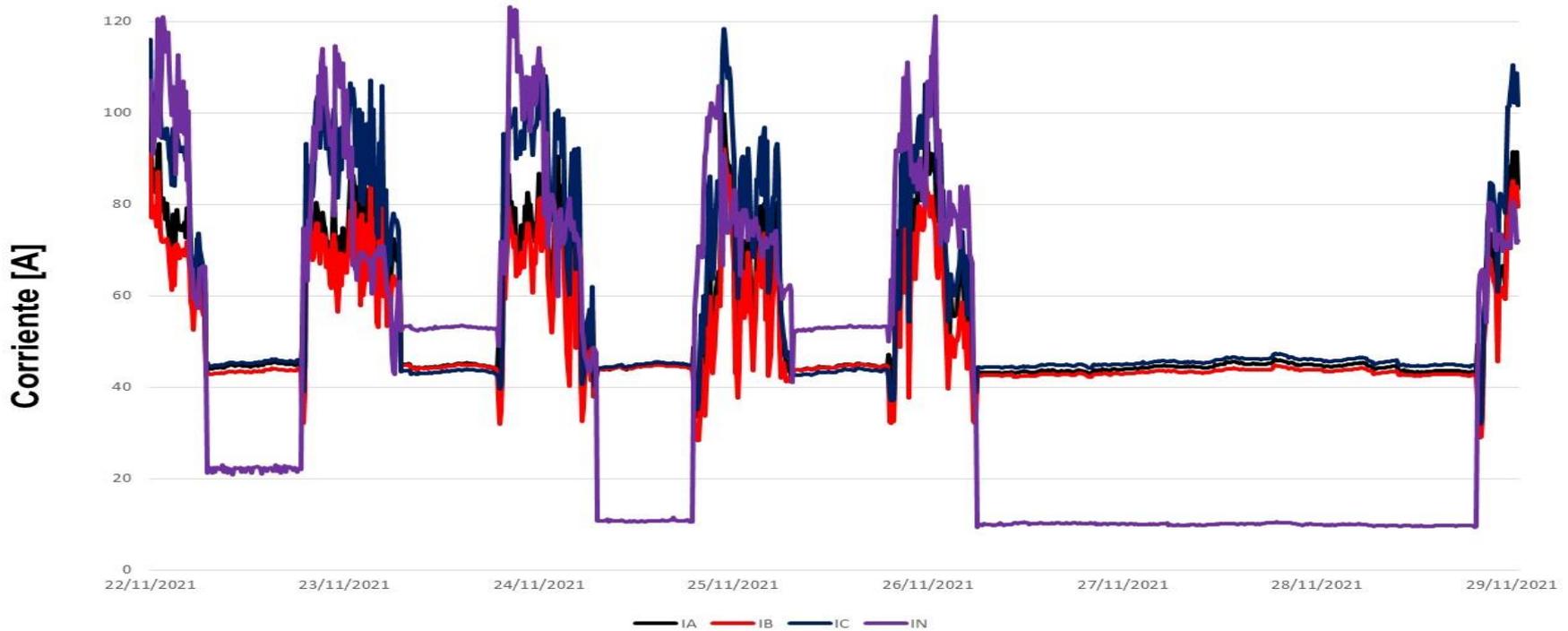
Evaluación de la calidad de energía

Corriente

Corriente [A]	Mínimo [A]	Media [A]	Máximo [A]
I_{A-N}	31.6	52.87	100.8
I_{B-N}	28.3	50.23	92.1
I_{C-N}	32	57.64	118.6
I_N	9.4	41.68	123.2



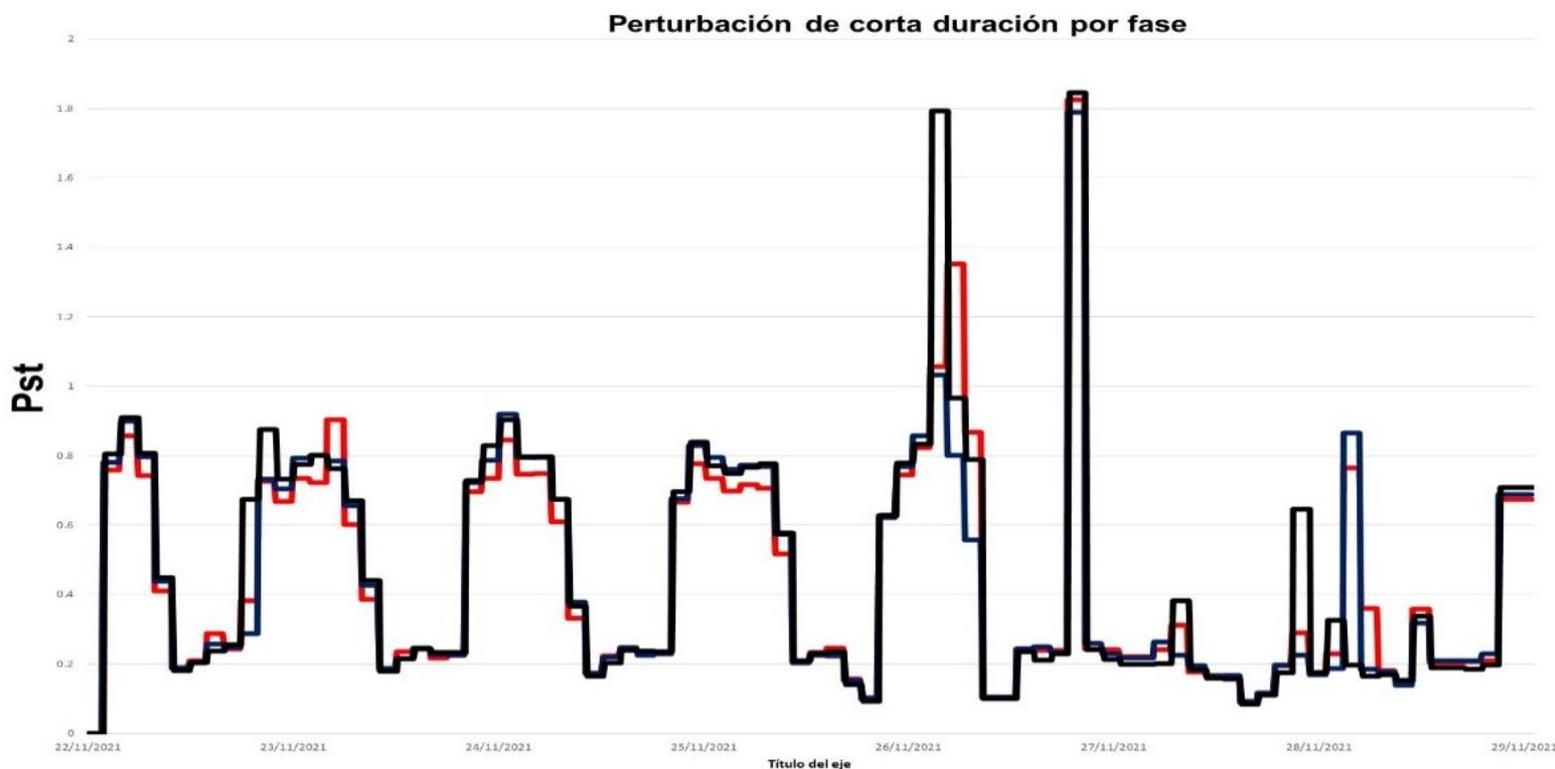
Análisis de Corriente Fase - Neutro



Evaluación de la calidad de energía

Perturbación rápida de voltaje

Pst	Pst Min	Pst Medio	Pst Máx	Pst Prom [%]	ARCERNNR 002/200
Pst A-N	0	0.4543	1.846	0.77	Si cumple
Pst B-N	0	0.4386	1.825	0.75	Si cumple
Pst C-N	0	0.4356	1.789	0.74	Si cumple



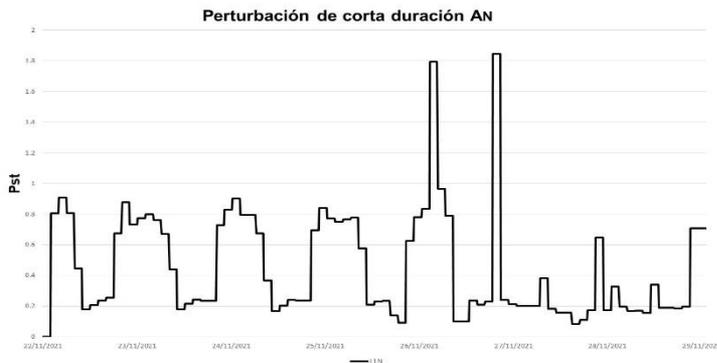
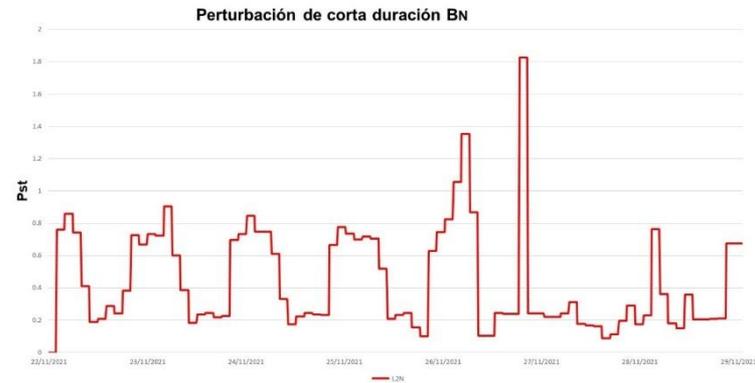
Evaluación de la calidad de energía

Perturbación rápida de voltaje

Pst	Pst Min	Pst Medio	Pst Máx	Pst Prom [%]	ARCERNR 002/200
Pst A-N	0	0.4543	1.846	0.77	Si cumple
Pst B-N	0	0.4386	1.825	0.75	Si cumple
Pst C-N	0	0.4356	1.789	0.74	Si cumple



Total, de muestras	Fase A	Fase B	Fase C
1008	1008	1008	1008
Muestras mayores al limite	24	36	24
% de cumplimiento	97.62	96.43	97.62



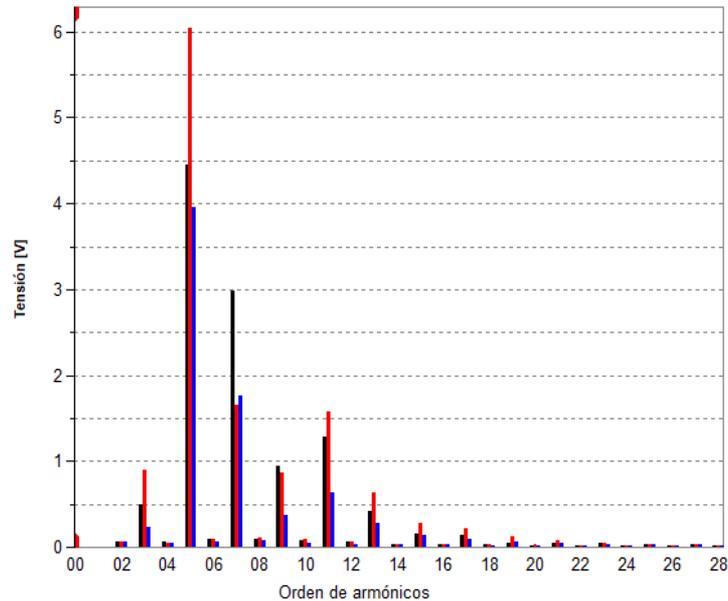
Evaluación de la calidad de energía

Distorsión armónica de voltaje THD

Orden 5

- A 4.446 V
- B 6.048 V
- C 3.953 V

THD Voltaje	THD Min [%]	THD Med [%]	THD Máx [%]	THD Prom [%]	ARCERNNR 002/200
THD _{A-N}	3.86	5.633	8.661	6.05	Si cumple
THD _{B-N}	4.226	6.63	9.525	6.79	Si cumple
THD _{C-N}	3.084	4.416	6.344	4.61	Si cumple



Evaluación de la calidad de energía

Distorsión armónica de voltaje individual

THD

Armónico orden

5	6.297 V	13.89%
7	5.071 V	2.78%
9	1.535 V	1.31 %

Armónicas Fase A						
Limite THDv	Mínimo	THDv	Máximo	Número de muestras mayores al limite		
8%	3.86	5.633	8.681	3		
Cumplimiento con la regulación	SI	x	99.70%	NO	0.30%	

Armónicas Individuales						
Impares no múltiplos de 3						
Orden Armónica	5	7	11	13	17	19
Limite THDv	8	5	3.5	3	2	1.5
Valor medido	6.927	5.071	2.797	1.088	0.334	0.111
Muestra > Limite	140	28	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X
No Cumple	X	X				
Porcentaje no cumple	13.89%	2.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Orden Armónica	23	25	29	31	35	37
Limite THDv	1.5	1.5	1.32	1.24	1.12	1.07
Valor medido	0.113	0.088	0.048	0.045	0.027	0.031
Muestra > Limite	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X
No Cumple						
Porcentaje no cumple	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Orden Armónica	41	43	47	49
Limite THDv	0.990	0.950	0.890	0.860
Valor medido	0.025	0.025	0.024	0.025
Muestra > Limite	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X
No Cumple				
Porcentaje no cumple	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Impares múltiplos de 3								
Orden Armónica	3	9	15	21	27	33	39	45
Limite THDv	5	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Valor medido	0.691	1.535	0.357	0.102	0.028	0.028	0.028	0.024
Muestra > Limite	0	14	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X	X
No Cumple		X						

Evaluación de la calidad de energía

Distorsión armónica de voltaje individual

THD

Armónico orden

5

35.11 V

36.11%

9

1.89 V

6.94%

Armónicas Fase B								
Limite THDv	Mínimo	THDv	Máximo	Número de muestras mayores al limite				
8%	4.226	6.63	9.525	2				
Cumplimiento con la regulación		SI	x	99.80%	NO	0.20%		
Armónicas Individuales								
Impares no múltiplos de 3								
Orden Armónica	5	7	11	13	17	19		
Limite THDv	6	5	3.5	3	2	1.5		
Valor medido	9.030	2.630	3.408	1.296	0.548	0.224		
Muestra > Limite	364	0	0	0	0	0		
Cumple		X	X	X	X	X		
No Cumple	X							
Porcentaje no cumple	36.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%		
Orden Armónica	23	25	29	31	35	37		
Limite THDv	1.5	1.5	1.32	1.24	1.12	1.07		
Valor medido	0.093	0.078	0.039	0.039	0.030	0.027		
Muestra > Limite	0	0	0	0	0	0		
Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
No Cumple								
Porcentaje no cumple	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%		
Orden Armónica	41	43	47	49				
Limite THDv	0.990	0.950	0.890	0.860				
Valor medido	0.025	0.027	0.024	0.024				
Muestra > Limite	0	0	0	0				
Cumple	X	X	X	X				
No Cumple								
Porcentaje no cumple	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
Impares múltiplos de 3								
Orden Armónica	3	9	15	21	27	33	39	45
Limite THDv	5	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Valor medido	1.459	1.698	0.633	0.145	0.039	0.039	0.030	0.024
Muestra > Limite	0	70	0	0	0	0	0	0
Cumple	X		X	X	X	X	X	X
No Cumple		X						
Porcentaje no cumple	0.00%	6.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Evaluación de la calidad de energía

Distorsión armónica de voltaje individual

THD

Armónico orden

5

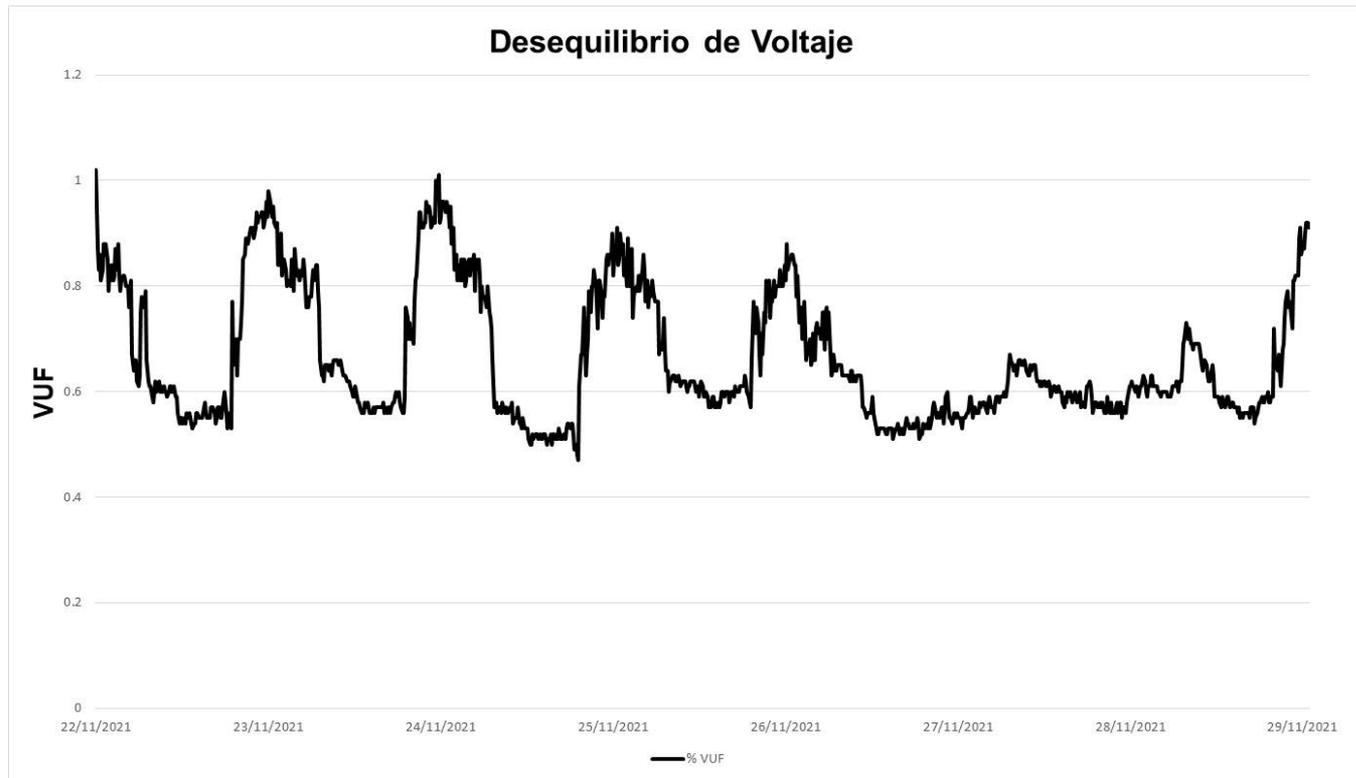
6.077 V | 2.08%

Armónicas Fase C								
Limite THDv	Mínimo	THDv	Máximo	Numero de muestras mayores al limite				
8%	3.084	4.416	6.344	1				
Cumplimiento con la regulación		SI	x	99.90%	NO	0.10%		
Armónicas Individuales								
Impares no múltiplos de 3								
Orden Armónica	5	7	11	13	17	19		
Limite THDv	6	5	3.5	3	2	1.5		
Valor medido	6.077	3.199	1.459	0.558	0.217	0.097		
Muestra > Limite	21	0	0	0	0	0		
Cumple		X	X	X	X	X		
No Cumple	X							
Porcentaje no cumple	2.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%		
Orden Armónica	23	25	29	31	35	37		
Limite THDv	1.5	1.5	1.32	1.24	1.12	1.07		
Valor medido	0.053	0.058	0.036	0.033	0.029	0.025		
Muestra > Limite	0	0	0	0	0	0		
Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
No Cumple								
Porcentaje no cumple	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%		
Orden Armónica	41	43	47	49				
Limite THDv	0.990	0.950	0.890	0.860				
Valor medido	0.026	0.024	0.024	0.025				
Muestra > Limite	0	0	0	0				
Cumple	X	X	X	X				
No Cumple								
Porcentaje no cumple	0%	0%	0%	0%				
Impares múltiplos de 3								
Orden Armónica	3	9	15	21	27	33	39	45
Limite THDv	5	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Valor medido	0.426	0.658	0.270	0.070	0.026	0.026	0.025	0.024
Muestra > Limite	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumple	X	X	X	X	X	X	X	X
No Cumple								
Porcentaje no cumple	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Evaluación de la calidad de energía

Desequilibrio de voltaje

Desequilibrio de Voltaje	Mínimo [%]	Media [%]	Máximo [%]	Prom [%]	ARCERNNR 002/200
V _{UF}	0.47	0.66	1.02	0.72	Si cumple



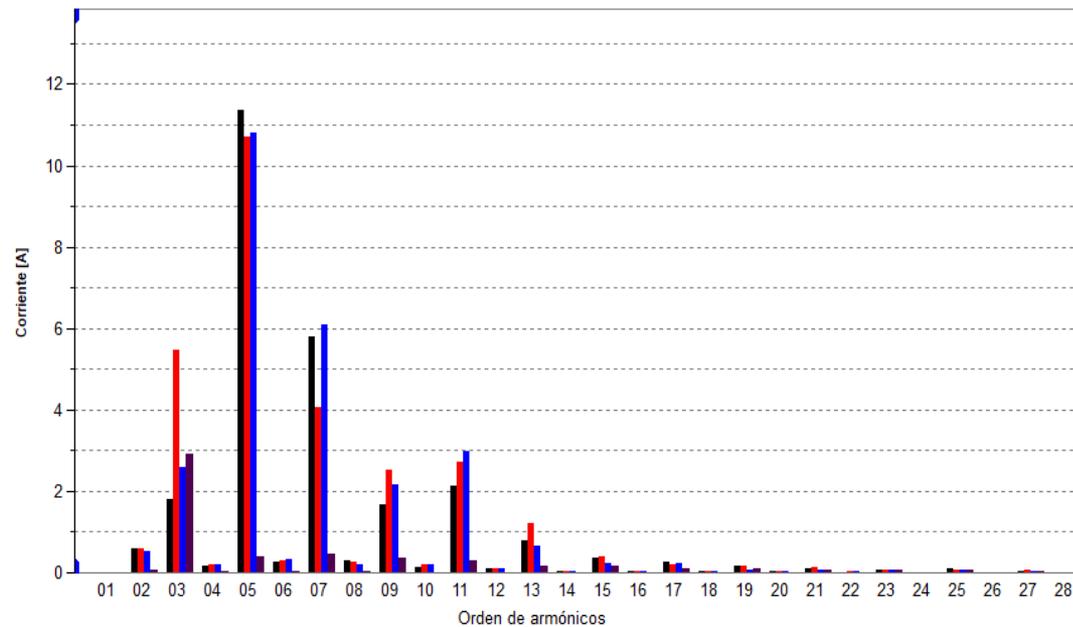
Evaluación de la calidad de energía / Consumidor

Distorsión armónica de corriente TDD

Orden 5

- A 4.446 V
- B 6.048 V
- C 3.953 V

THD Voltaje	THD Min [%]	THD Med [%]	THD Máx [%]	THD Prom [%]	ARCERNNR 002/200
THD _{A-N}	3.86	5.633	8.661	6.05	Si cumple
THD _{B-N}	4.226	6.63	9.525	6.79	Si cumple
THD _{C-N}	3.084	4.416	6.344	4.61	Si cumple



Evaluación de la calidad de energía / Consumidor

Distorsión armónica

de corriente individual

TDD

Armónico orden

A B C

3

- 10.86% -

5

21.28% 21.26% 17.28%

7

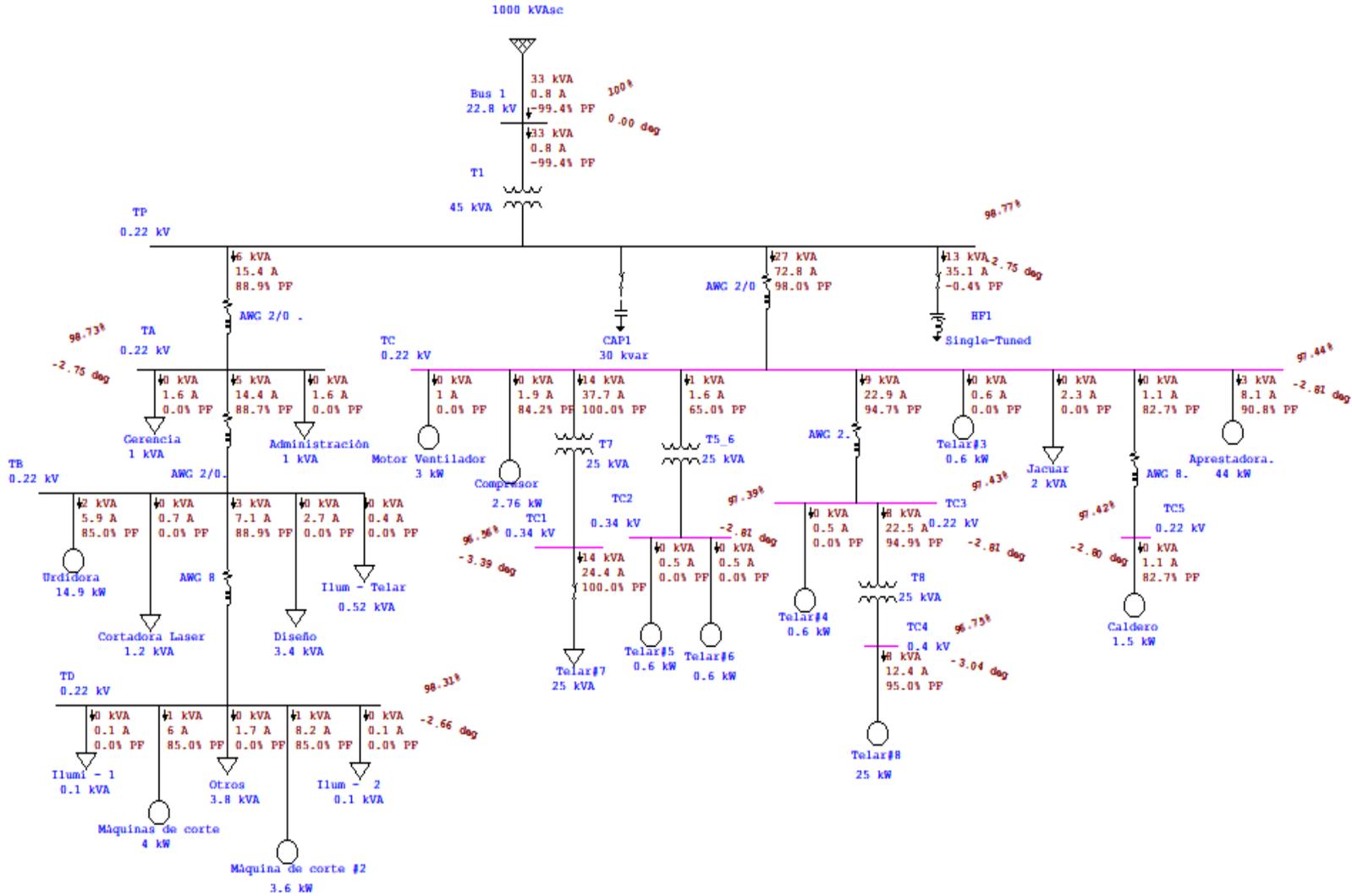
10.84% 8.080% 9.769%

11

3.983% 5.380% 4.773%

$I_{h,1}$	Fase A		Fase B		Fase C	
	53.48		50.37		62.44	
H	$I_{h,10}$	DI _{h-10A}	$I_{h,10}$	DI _{h-10B}	$I_{h,10}$	DI _{h-10C}
h02	0.58	1.085	0.58	1.151	0.52	0.833
h03	1.79	3.347	5.47	10.860	2.58	4.132
h04	0.17	0.318	0.2	0.397	0.21	0.338
h05	11.37	21.280	10.71	21.263	10.79	17.281
h06	0.28	0.524	0.29	0.576	0.31	0.498
h07	5.8	10.845	4.07	8.080	6.1	9.769
h08	0.3	0.581	0.25	0.496	0.2	0.320
h09	1.66	3.104	2.51	4.983	2.15	3.443
h10	0.13	0.243	0.2	0.397	0.19	0.304
h11	2.13	3.983	2.71	5.380	2.98	4.773
h12	0.1	0.187	0.08	0.159	0.1	0.160
h13	0.77	1.440	1.22	2.422	0.64	1.025
h14	0.04	0.075	0.05	0.099	0.04	0.064
h15	0.38	0.673	0.39	0.774	0.24	0.384
h16	0.03	0.056	0.03	0.060	0.03	0.048
h17	0.26	0.488	0.19	0.377	0.24	0.384
h18	0.02	0.037	0.02	0.040	0.02	0.032
h19	0.15	0.280	0.16	0.318	0.08	0.128
h20	0.02	0.037	0.02	0.040	0.02	0.032
h21	0.1	0.187	0.14	0.278	0.05	0.080
h22	0.01	0.019	0.02	0.040	0.02	0.032
h23	0.08	0.150	0.07	0.139	0.08	0.128
h24	0.01	0.019	0.02	0.040	0.02	0.032
h25	0.1	0.187	0.07	0.139	0.08	0.128
h26	0.01	0.019	0.02	0.040	0.02	0.032
h27	0.04	0.075	0.05	0.099	0.03	0.048
h28	0.01	0.019	0.01	0.020	0.01	0.016
h29	0.05	0.093	0.06	0.119	0.06	0.096
h30	0.01	0.019	0.01	0.020	0.01	0.016
h31	0.06	0.112	0.05	0.099	0.06	0.096
h32	0.01	0.019	0.01	0.020	0.01	0.016
h33	0.02	0.037	0.03	0.060	0.02	0.032
h34	0.01	0.019	0.01	0.020	0.01	0.016
h35	0.03	0.056	0.04	0.079	0.04	0.064
h36	0.01	0.019	0.01	0.020	0.01	0.016
h37	0.02	0.037	0.03	0.060	0.03	0.048
h38	0.01	0.019	0.01	0.020	0.01	0.016
h39	0.02	0.037	0.02	0.040	0.02	0.032

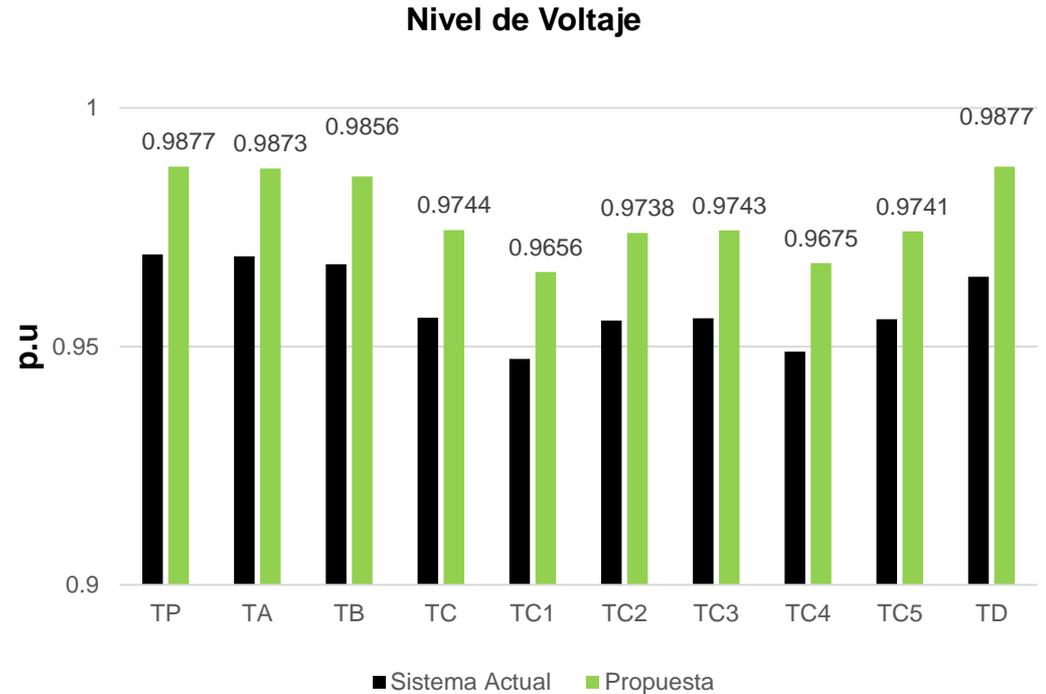
PROPUESTA



PROPUESTA

Nivel de voltaje en barras

Voltaje [p.u]		
Barra	Sistema Actual	Propuesta
TP	0.9693	0.9877
TA	0.9689	0.9873
TB	0.9672	0.9856
TC	0.9560	0.9744
TC1	0.9474	0.9656
TC2	0.9554	0.9738
TC3	0.9559	0.9743
TC4	0.9489	0.9675
TC5	0.9557	0.9741
TD	0.9646	0.9877

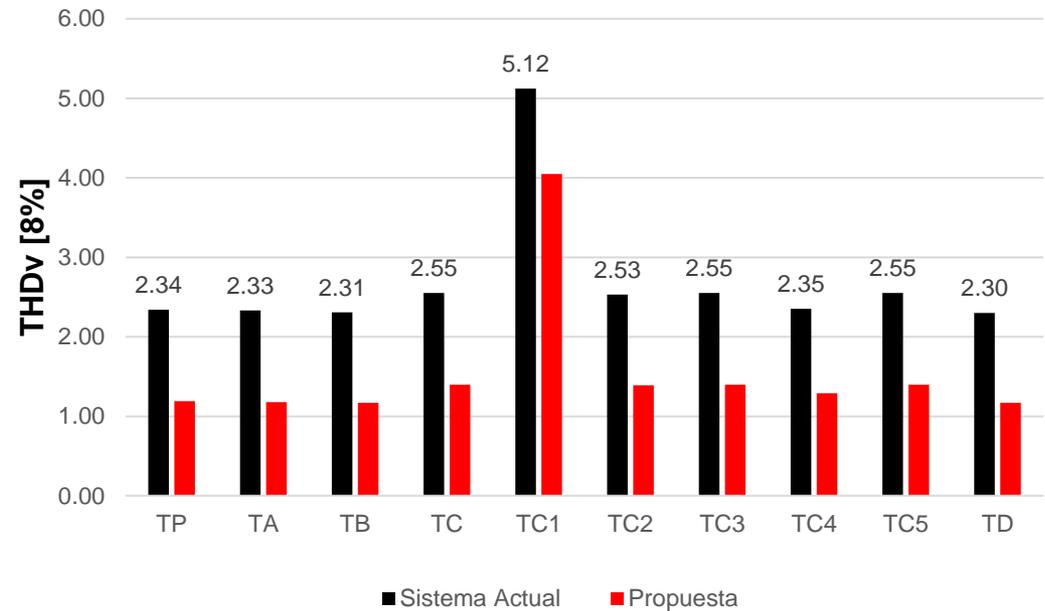


PROPUESTA

Nivel de THD en barras

Barra	THDv [8%]	
	Sistema Actual	Propuesta
TP	2.34	1.19
TA	2.33	1.18
TB	2.31	1.17
TC	2.55	1.40
TC1	5.12	4.05
TC2	2.53	1.39
TC3	2.55	1.40
TC4	2.35	1.29
TC5	2.55	1.40
TD	2.30	1.17

Distorsión Armónica de Voltaje

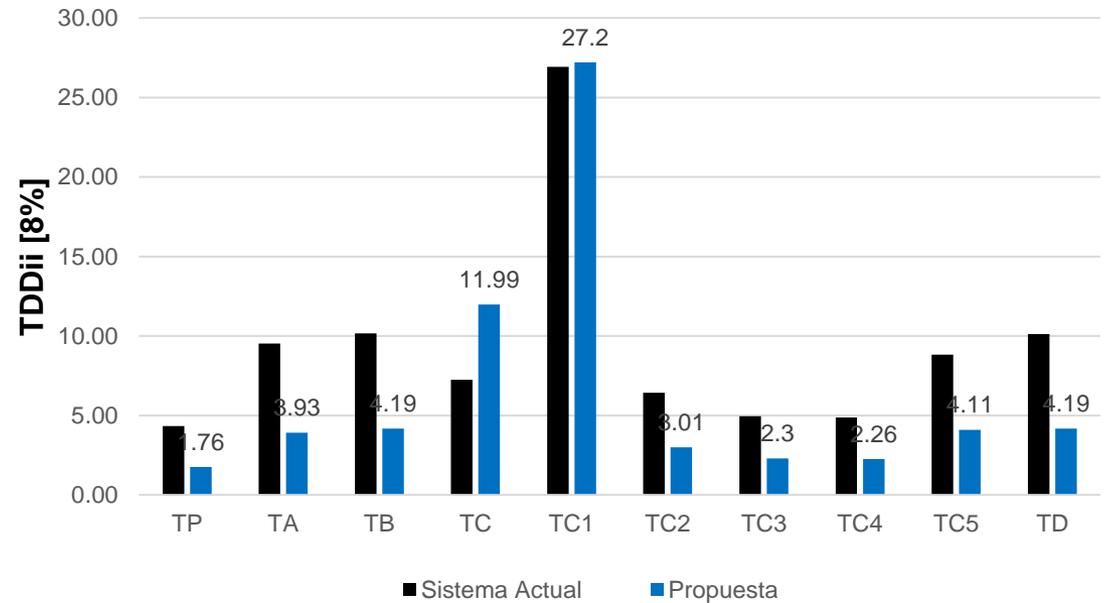


PROPUESTA

Nivel de TDD en barras

Barra	TDDi [8%]	
	Sistema Actual	Propuesta
TP	4.34	1.76
TA	9.53	3.93
TB	10.17	4.19
TC	7.26	11.99
TC1	26.92	27.2
TC2	6.44	3.01
TC3	4.96	2.3
TC4	4.88	2.26
TC5	8.82	4.11
TD	10.13	4.19

Distorsión Armónica de Corriente



Conclusiones

- Se concluye que la calidad de la prestación del servicio de energía eléctrica por parte de la empresa eléctrica de distribución EEQ, cumple los índices e indicadores que establece la regulación, los problemas encontrados se deben por parte de incumplimiento del consumidor, esto ocurre por el incremento paulatino de maquinaria no planificada, teniendo cargas monofásicas, bifásicas y trifásicas conectas a la red que afecta a la calidad de energía
- Se analizó la calidad de energía del servicio eléctrico en la Empresa Textil Etiquetex S.A en el cual no existen problemas de voltaje en base a lo que establece la Regulación ARCERNNR 002/20 debido a que las variaciones se encuentran dentro del $\pm 8,0\%$ que es el rango permitido, pero en cuanto a los armónicos de corriente y flickers se tiene mediciones fuera del límite, en el caso de la perturbación del flicker no supera el 5% del total de mediciones.
- En base a los índices e indicadores que establece Regulación ARCERNNR 002/20, mediante una herramienta que permite la tabulación y análisis de datos, se determina que existe armónicos de corriente en el sistema, además se idéntica los equipos que generan los armónicos: telares y máquinas de corte lo que afecta a todo el sistema eléctrico de la empresa.
- Una vez tabulado y analizado cada índice de calidad, se determina que los equipos tecnológicos son los causantes de producir las perturbaciones en el sistema eléctrico de la empresa, debido que cuentan con controles electrónicos
- Se determina que la corriente del neutro supera al valor de las corrientes de fase con un valor 123.2 [A], esto es ocasionado por demasiadas cargas monofásicas no lineales, el efecto que produce esta anomalía es el excesivo calentamiento, debido a que el conductor del neutro no posee ningún interruptor automático que límite el paso de la corriente como ocurre en los conductores de las fases



Conclusiones

- En un sistema de cuatro hilos con la presencia de corrientes armónicas que provocan las cargas no lineales, existe ciertas armónicas impares de orden 3°, 5, 7, 9°, etc. que no se anulan entre sí, sino que se suman en el conductor neutro, por lo tanto, se redimensiona el calibre del conductor en un 200% del valor de la corriente de fase
- Los picos de corriente ocasionados por los armónicos provocan desconexiones indeseadas o más conocidas como paradas no programadas, esto implica pérdidas en la producción, para evitar eso la implementación del filtro activo es la mejor opción para disminuir la distorsión armónica de la red.



Recomendaciones

- Para evaluar la calidad de energía en una empresa, se debe emplear un analizador de energía, se recomienda instalar el equipo mínimo 7 días consecutivos, con un lapso de 1 minutos entre cada medición como establece la regulación.
- El correcto levantamiento de carga, permite ingresar los datos al software ETAP 12.6 para visualizar los flujos de potencia, tensión en barras y cargabilidad de las líneas y de esta manera comparar con los datos que se obtuvieron del analizador de carga.
- Actualmente, es importante incentivar a profundizar este tipo temas de investigación, debido a que es importante el análisis de la calidad de energía y de esta manera encontrar nuevas soluciones para el control de perturbaciones en la red
- Las perturbaciones eléctricas en la red que son causadas por los armónicos producen grandes pérdidas económicas en instalaciones industriales, por lo que se recomienda tomar las medidas oportunas, antes que los equipos sufran daños permanentes.



Bibliografía

- ARCERNNR. (2020). Obtenido de Control de Recursos y Energía: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- Bastidas, D. (2021). *Análisis de Perturbaciones Rápidas de Voltaje (Flicker) y su incidencia en el comportamiento operativo dentro del área de concesión de la Corporación Nacional de Electricidad Bolívar [Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24270>
- Berasategui, I., Bonino, C., & González, J. (2019). *Análisis de perturbaciones en redes eléctricas, causas y consecuencias en sistemas de control industrial [Artículo Científico, Universidad Tecnológica Nacional]*. Obtenido de <http://rumbostecnologicos.utnfrainvestigacionyposgrado.com/wp-content/uploads/2019/11/R11-AR3.pdf>
- Cajas, L. E. (2008). *Laboratorio para la investigación de la calidad de energía eléctrica [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica del Ejército]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/453/T-ESPE-018404.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fluke. (2021). *Solución de problemas eléctricos de automoción*. Obtenido de Fluke: <https://www.fluke.com/>
- Gómez, J. (2019). *Análisis de la calidad de energía eléctrica en la Facultad de Ingeniería en la Universidad de Cuenca [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca - Facultad de Ingeniería]*. Repositorio Institucional.
- Holguín, M., & Gomezcoello, D. (2010). *Análisis de calidad de energía eléctrica en el "Nuevo Campus" de la Universidad Politécnica Salesiana [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Sede - Guayaquil]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>
- IEC 61000-4-30+AMD1. (2021). Obtenido de International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/68642>
- IEC 61000-4-7+AMD1. (2008). *International Electrotechnical Commission*. Obtenido de IEC: https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61000-4-7%7Bed2.0%7Db.pdf



Bibliografía

IEEE Std 519. (2014). Obtenido de IEEE Standards Association:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1589263/mod_resource/content/1/IEE%20Std%20519-2014.pdf

Jácome Segovia, R. D., & Vargas Cerda, H. N. (2019). *Análisis de calidad de energía eléctrica de la empresa florícola AGRORAB CIA LTDA. ubicada en el cantón Pujilí*. Latacunga.

López Guerrero, E. (1977). *Sobrevoltajes, causas y medidas de protección [Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/502/1/1020123001.PDF>

Mieles, L. F., & Molina, A. F. (2019). *Análisis de calidad de energía en el sistema eléctrico, de la empresa PROVEFRUT en el cantón Latacunga de ELEPCO S.A, para disminución de pérdidas de energía [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi]*. Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5585/1/PI-001113.pdf>

Muñoz, D. G. (2021). *Análisis de la calidad de energía eléctrica en fábrica de lubricantes [Tesis de Ingeniería, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://201.159.223.180/bitstream/3317/16221/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-264.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (Febrero de 2018). *Instalaciones Eléctricas*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>



GRACIAS

