



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO
T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Cristian Mauricio Ramírez Bravo

Asesorado por el Ing. Rolando Darío Chavéz Valverth

Guatemala, marzo de 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO
T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CRISTIAN MAURICIO RAMÍREZ BRAVO

ASESORADO POR EL ING. ROLANDO DARÍO CHÁVEZ

VALVERTH

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MARZO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
EXAMINADOR	Ing. Rolando Darío Chávez Valverth
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

tema que fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, con fecha 12 de agosto de 2005.



CRISTIAN MAURICIO RAMIREZ BRAVO

Guatemala, 29 de octubre del 2007

Ing. Norma Sarmiento
Coordinador Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniera Sarmiento:

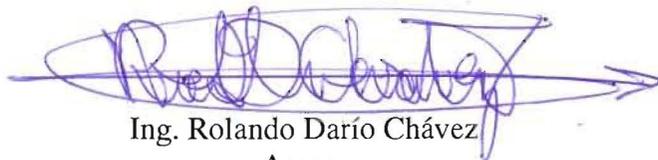
Por este medio atentamente le informo que como Asesor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante de la Carrera de Ingeniería Eléctrica **CRISTIAN MAURICIO RAMIREZ BRAVO**, procedí a revisar el informe final de la practica de EPS, titulado: **ESTUDIO ELECTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO T10 Y T11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte a nuestra Universidad.

En virtud, lo doy por **APROBADO**, solicitándole darle el tramite respectivo

Sin otro particular me es grato suscribirme

Atentamente,



Ing. Rolando Darío Chávez

Asesor

Colegiado No.

ROLANDO DARIO CHAVEZ VALVERTH
Ingeniero Mecánico Electricista
Colegiado 6870



Guatemala, 9 de abril de 2008
Ref. EPS. D. 257.04.08

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, **CRISTIAN MAURICIO RAMÍREZ BRAVO**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, titulado **“ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

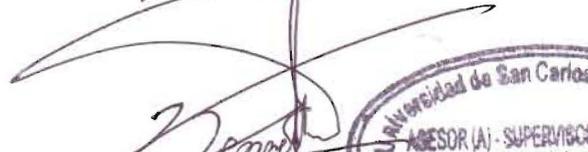
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todas”


Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica – Eléctrica



KIER/jm



Guatemala, 21 de abril de 2008
Ref. EPS. D. 257.04.08

Ing. Renato Escobedo
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Escobedo.

Por este medio atentamente le envió el **Informe Final** correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LAS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

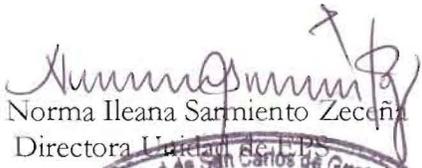
Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario, **CRISTIAN MAURICIO RAMÍREZ BRAVO**, quien fue asesorado por el Ing. Rolando Darío Chávez Valverth y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecón
Directora Unidad de EPS

NISZ/nader



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala 25 de Noviembre de 2008

Ing. Mario R. Escobedo M.
Director de Escuela EIME
Fac. de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

En referencia a su oficio EIME he procedido a revisar el trabajo de Graduación titulado: **Estudio eléctrico de las instalaciones del edificio T-10 y T11 del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala**, del estudiante Cristian Mauricio Ramírez Bravo, el cual llena todos los requisitos solicitados.

Sin otro particular, Atentamente,

Ing. Erwin E. Segura C.
Catedrático EIME
Facultad de Ingeniería, USAC





REF. EIME 05.2009.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Cristian Mauricio Ramírez Bravo, titulado: ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, procede a la autorización del mismo.

Ing. Mario Renato Escobedo Martínez

DIRECTOR



GUATEMALA, 03 DE FEBRERO 2,009.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 084.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Mauricio Ramírez Bravo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop and a vertical stroke.



Guatemala, marzo de 2009

/cc

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO T-10 Y T-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

tema que fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, con fecha 12 de agosto de 2005.

CRISTIAN MAURICIO RAMIREZ BRAVO

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por ser la luz que guía mis actos.
- MIS ABUELOS** Justiniano Regino Ramirez Dionisio
Francisca Cipriana Orozco Miranda ☐
Rufino Esteban Bravo Fuentes ☐
Evelia Tomasa Navarro Santizo ☐
Por la sabiduría y humildad que me han enseñado.
- MIS PADRES** German Humberto Ramirez Orozco y
Elida Yolanda Bravo Navarro, porque han sido el
Pedestal donde me he apoyado para crecer.
- MIS HERMANOS** Rufino Estuardo, Roxana Francisca, Luis Fernando y
Sergio Roberto Ramírez Bravo, por la amistad,
el cariño y el respeto que me han demostrado a lo
largo de los años
- MI ESPOSA** Gladis Esmeralda Cano Gómez, por el amor y cariño
que me ha demostrado a través de su confianza,
respeto, comprensión y apoyo constante.
- MI HIJA** Karoline Alejandra Ramírez Cano, por darle un nuevo
sentido a mi vida y brindarme nuevas experiencias
como persona.
- MIS SOBRINOS** Por ser fuente de inspiración.

MIS CUÑADAS

Por el respeto que me han demostrado.

MIS TÍOS Y PRIMOS

Por estar siempre apoyándome y alentándome a seguir adelante.

MIS AMIGOS

Por estar siempre apoyándome y compartiendo

MI ASESOR

Ing. Rolando Darío Chávez

Gratitud sincera por el apoyo brindado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIX
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES	
ELÉCTRICAS ACTUALES.	1
1.1 Definición de instalación eléctrica.....	1
1.2 Objetivo de una instalación eléctrica	1
1.2.1 Seguridad.....	2
1.2.2 Eficiencia.....	2
1.2.3 Flexibilidad	2
1.2.4 Accesibilidad	3
1.2.5 Mantenimiento	3

1.3	Instalaciones	3
1.3.1	Caracterización de cargas	4
1.3.2	Estado actual y dimensión de conductores	5
1.3.2.1	Resistencia de aislamiento.....	5
1.3.2.2	Capacidad, calibres y secciones de conductores eléctricos.....	7
1.3.3	Tuberías.....	10
1.3.4	Protección.....	12
1.3.4.1	Fusibles	12
1.3.4.2	Interruptor termomagnético	14
1.3.4.3	Prueba de disparo	17
1.3.4.3.1	Prueba de corto circuito térmico.....	17
1.3.4.3.2	Prueba de disparo magnético.....	17
1.3.5	Tableros.....	18
1.3.5.1	Condición actual Edificio T10 y T11	19
1.4	Red de tierras.....	26
1.4.1	Puesta a tierra	26
1.4.2	Condición actual	28
1.4.2.1	Método Wenner o de los cuatro conductores	29
1.4.2.2	Factores que influyen en la resistividad del terreno.....	30
1.4.2.3	Electrodos de puesta a tierra.....	31
1.4.2.4	Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra	32
1.4.2.5	Consideraciones para un buen diseño de sistema de puesta a tierra de equipos eléctricos.....	33
1.5	Pararrayos.....	34
1.5.1	Condición actual	35
1.6	Iluminación	35
1.6.1	Alumbrado incandescente	36
1.6.2	Lámparas de descarga	36

1.6.3	Arrancador	39
1.6.4	Reactor	39
1.6.5	Revisión visual	40
1.6.6	Características de las luminarias	40
1.7	Instalaciones especiales.....	41
1.7.1	Equipo electrónico sensible y crítico	41
2.	DIAGRAMAS UNIFILARES	43
2.1	Diagrama unifilar de la sub-red eléctrica	45
2.1.1	Diagrama unifilar edificio T10 y T11	45
2.1.2	Diagrama unifilar tableros edificio T10.....	46
2.1.3	Diagrama unifilar tableros edificio T11	52
3.	ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS T10 Y T11.....	59
3.1	Selección del calibre del conductor	59
3.1.1	Cálculo de conductores por capacidad de conducción de corriente...	59
3.2	Cálculo de tuberías.....	79
3.3	Cálculo de iluminación.....	89
3.3.1	Cálculo de los lúmenes	89
3.3.2	Determinación del coeficiente de utilización (CU).....	90
3.3.3	Factor de mantenimiento (FPT)	91
3.3.4	Cálculo del número de luminarias	92

4.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS T10 Y T11	101
4.1	Comparación de los datos obtenidos del edificio T10 y T11	101
4.1.1	Comparación de conductores edificio T10.....	101
4.1.2	Comparación de conductores edificio T11.....	105
4.1.3	Comparación de luminarias edificio T10.....	108
4.1.4	Comparación de luminarias edificio T11	111
5.	MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE ENERGÍA Y ARMÓNICOS DE LOS EDIFICIOS T10 Y T11 DEL CAMPUS CENTRAL.....	115
5.1	Calidad de energía.....	115
5.1.1	Disturbios en el sistema.....	116
5.1.2	Disturbios por sobretensiones transitorias.....	116
5.1.3	Disturbios por bajo voltaje momentáneo.....	117
5.1.4	Interrupciones de servicio.....	117
5.1.5	Normas aplicables a la calidad de energía.....	117
5.2	Armónicos	119
5.2.1	La importancia de los armónicos, en los sistemas actuales.	120
5.2.2	Los efectos de los armónicos	123
5.2.3	Las fuentes de Armónicos	124
5.2.4	IEEE 519	125
5.2.5	Factor K.....	128
5.3	Instrumento utilizado para la medición de la calidad de energía y armónicos.....	131
5.3.1	Analizadores de red AR.5.....	131
5.3.2	Programas de medida	132

5.3.2.1	Programa de medida estándar.....	132
5.3.3	Programa de medida de armónicos	133
5.3.4	Software para el análisis de redes eléctricas	134
5.3.5	Funciones básica del software AR.5-VISIÓN.....	135
5.3.6	Características técnicas del AR.5	135
5.4	Mediciones del edificio T10 Y T11 del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en conjunto.	136
5.4.1	Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T10 Y T11.....	136
5.4.2	Resultados	137
5.4.2.1	Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T10 Y T11.....	137
5.4.2.2	Análisis de desbalance de corriente del edificio T10 Y T11 ...	138
5.4.2.3	Análisis de la potencia activa del edificio T10 Y T11	139
5.4.2.4	Análisis de la potencia reactiva del edificio T10 Y T11	140
5.4.2.5	Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T10 Y T11	141
5.4.2.6	Consumo de energía del edificio T10 Y T11	143
5.4.2.7	Análisis de armónicos	144
5.5	Mediciones del edificio T10 tablero 1, T10 tablero 2, T11 tablero 1 y T11 tablero 2 por edificio del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.	146
5.5.1	Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T10, tablero 1	147
5.5.2	Resultados	147
5.5.2.1	Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T10, tablero 1.....	147
5.5.2.2	Análisis de desbalance de corriente del edificio T10, tablero 1	148
5.5.2.3	Análisis de la potencia activa del edificio T10, tablero 1	149
5.5.2.4	Análisis de la potencia reactiva del edificio T10, tablero 1	150

5.5.2.5	Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T10, tablero 1	151
5.5.2.6	Consumo de energía del edificio T10, tablero 1	153
5.5.2.7	Análisis de armónicos del edificio T10, tablero 1	154
5.5.3	Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T10, tablero 2	156
5.5.4	Resultados.....	157
5.5.4.1	Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T10, tablero 2	157
5.5.4.2	Análisis de desbalance de corriente del edificio T10, tablero 2	158
5.5.4.3	Análisis de la potencia activa del edificio T10, tablero 2.....	159
5.5.4.4	Análisis de la potencia reactiva del edificio T10, tablero 2	160
5.5.4.5	Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T10, tablero 2	161
5.5.4.6	Consumo de energía del edificio T10, tablero 2	162
5.5.4.7	Análisis de armónicos del edificio T10, tablero 2.....	163
5.5.5	Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T11, tablero 1	165
5.5.6	Resultados.....	166
5.5.6.1	Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T11, tablero 1	166
5.5.6.2	Análisis de desbalance de corriente del edificio T11, tablero 1	167
5.5.6.3	Análisis de la potencia activa del edificio T11, tablero 1.....	168
5.5.6.4	Análisis de la potencia reactiva del edificio T11, tablero 1	169
5.5.6.5	Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T11, tablero 1	169
5.5.6.6	Consumo de energía del edificio T11, tablero 1	171
5.5.6.7	Análisis de armónicos del edificio T11, tablero 1	172
5.5.7	Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T11, tablero 2.....	174

5.5.8	Resultados	175
5.5.8.1	Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T11, tablero 2	175
5.5.8.2	Análisis de desbalance de corriente del edificio T11, tablero 2	176
5.5.8.3	Análisis de la potencia activa del edificio T11, tablero 2.....	176
5.5.8.4	Análisis de la potencia reactiva del edificio T11, tablero 2.....	177
5.5.8.5	Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T11, tablero 2.....	178
5.5.8.6	Consumo de energía del edificio T11, tablero 2.....	180
5.5.8.7	Análisis de armónicos del edificio T11, tablero 2	181
6.	IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS T10, T11 Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	185
6.1	Distorsión armónica de voltaje y corriente por fase	186
6.2	Factor de potencia red de distribución edificio T10_T11	190
7.	EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL EDIFICIO T10 Y T11 AL MERCADO MAYORISTA.....	193
7.1	Factor de potencia red de distribución edificio T10_T11	193
7.2	Requisitos para la incorporación al mercado mayorista	194
7.3	Factibilidad de incorporar el edificio T10 y T11 al mercado mayorista	195

CONCLUSIONES..... 197

RECOMENDACIONES 199

BIBLIOGRAFÍA..... 201

ANEXO..... 203

APÉNDICE 2133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Interruptor termomagnético	16
2.	Pruebas de disparo de corto circuito térmico y disparo magnético.....	18
3.	Medición de la resistividad con equipo Wenner.....	30
4.	Varilla electroquímica	33
5.	Lámpara de descarga.....	38
6.	Arrancador.....	39
7.	Símbolos estándar para los diagramas eléctricos.	44
8.	Diagrama unifilar edificio T10 y T11	45
9.	Diagrama unifilar tablero 1, sector 1 primer nivel edificio T10	46
10.	Diagrama unifilar tablero 2, sector 1 segundo nivel edificio T10.....	47
11.	Diagrama unifilar tablero 3, sector 1 tercer nivel edificio T10	48
12.	Diagrama unifilar tablero 4, sector 2 primer nivel edificio T10	49
13.	Diagrama unifilar tablero 5, sector 2 segundo nivel edificio T10.....	50
14.	Diagrama unifilar tablero 6, sector 2 tercer nivel edificio T10	51
15.	Diagrama unifilar tablero 1, sector 1 primer nivel edificio T11	52

16.	Diagrama unifilar tablero 2, sector 1 segundo nivel edificio T11	53
17.	Diagrama unifilar tablero 3, sector 1 tercer nivel edificio T11	54
18.	Diagrama unifilar tablero 4, sector 2 primer nivel edificio T11	55
19.	Diagrama unifilar tablero 5, sector 2 segundo nivel edificio T11	56
20.	Diagrama unifilar tablero 6, sector 2 tercer nivel edificio T11	57
22.	Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T10 Y T11	137
23.	Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11	138
24.	Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11	139
25.	Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11	140
26.	Potencia capacitiva de L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11	141
27.	Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T10 y T11 ...	142
28.	Factor de potencia del edificio T10 Y T11	143
29.	Energía activa y reactiva del edificio T10 y T11	144
30.	Forma de Onda del edificio T10 y T11	145
31.	Tasa de distorsión armónica del edificio T10 y T11	146
32.	Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T10, tablero 1	148
33.	Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 1	149
34.	Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 1 ..	150
35.	Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 1	151

36.	Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T10, tablero 1	152
37.	Factor de potencia del edificio T10, tablero 1	153
38.	Energía activa y reactiva del edificio T10, tablero 1	154
39.	Forma de Onda del edificio T10, tablero 1.....	155
40.	Tasa de distorsión armónica del edificio T10, tablero 1.....	156
41.	Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T10, tablero 2.....	157
42.	Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 2	158
43.	Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 2..	159
44.	Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 2.....	160
45.	Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T10, tablero 2	161
46.	Factor de potencia del edificio T10, tablero 2	162
47.	Energía activa y reactiva del edificio T10, tablero 2	163
48.	Forma de Onda del edificio T10, tablero 2.....	164
49.	Tasa de distorsión armónica del edificio T10, tablero 2.....	165
50.	Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T11, tablero 1	166
51.	Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 1	167
52.	Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 1..	168

53.	Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 1.....	169
54.	Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T11, tablero 1	170
55.	Factor de potencia del edificio T11, tablero 1.....	171
56.	Energía activa y reactiva del edificio T11, tablero 1	172
57.	Forma de Onda del edificio T11, tablero 1	173
58.	Tasa de distorsión armónica del edificio T11, tablero 1	174
59.	Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T11, tablero 2.....	175
60.	Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 2	176
61.	Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 2 ..	177
62.	Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 2.....	178
63.	Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T11, tablero 2	179
64.	Factor de potencia del edificio T11, tablero 2.....	180
65.	Energía activa y reactiva del edificio T11, tablero 2	181
66.	Forma de Onda del edificio T11, tablero 2	182
67.	Tasa de distorsión armónica del edificio T11, tablero 2	183
68.	Tasa de distorsión armónica línea 1 T10 _T11	187
69.	Tasa de distorsión armónica línea 2 T10 _T11	188

70.	Tasa de distorsión armónica línea 3 T10 _T11.....	190
71.	Factor de potencia T10 _T11.....	191

TABLAS

I.	Conversión de tamaños de conductor	7
II.	Capacidad de corriente de conductores de cobre	8
III.	Dimensiones de tubo conduit	11
IV.	Tablero 1 sector 1 primer nivel edificio T10	20
V.	Tablero 2 sector 1 segundo nivel edificio T10	20
VI.	Tablero 3 sector 1 tercer nivel edificio T10	21
VII.	Tablero 4 sector 2 primer nivel edificio T10	21
VIII.	Tablero 5 sector 2 segundo nivel edificio T10	22
IX.	Tablero 6 sector 2 tercer nivel edificio T10	22
X.	Tablero 1 sector 1 primer nivel edificio T11	23
XI.	Tablero 2 sector 1 segundo nivel edificio T11	23
XII.	Tablero 3 sector 1 tercer nivel edificio T11	24
XIII.	Tablero 4 sector 2 primer nivel edificio T11	24
XIV.	Tablero 5 sector 2 segundo nivel edificio T11	25

XV.	Tablero 6 sector 2 tercer nivel edificio T11.....	25
XVI.	Cuadro de resistencias y resistividades en terreno T10 y T11	29
XVII.	Factores de reducción de acuerdo al número de conductores.....	60
XVIII.	Factores de corrección por temperatura ambiente.....	61
XIX.	Cálculo de conductor por corriente tablero 1, T10	63
XX.	Cálculo de conductor por corriente tablero 2, T10	63
XXI.	Cálculo de conductor por corriente tablero 3, T10	64
XXII.	Cálculo de conductor por corriente tablero 4, T10	64
XXIII.	Cálculo de conductor por corriente tablero 5, T10	65
XXIV.	Cálculo de conductor por corriente tablero 6, T10	65
XXV.	Cálculo de conductor por corriente tablero 1, T11	66
XXVI.	Cálculo de conductor por corriente tablero 2, T11	66
XXVII.	Cálculo de conductor por corriente tablero 3, T11	67
XXVIII.	Cálculo de conductor por corriente tablero 4, T11	67
XXIX.	Cálculo de conductor por corriente tablero 5, T11	68
XXX.	Cálculo de conductor por corriente tablero 6, T11	68
XXXI.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 1, T10	73
XXXII.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 2, T10	74
XXXIII.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 3, T10	74

XXXIV.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 4, T10.....	75
XXXV.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 5, T10.....	75
XXXVI.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 6, T10.....	76
XXXVII.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 1, T11.....	76
XXXVIII.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 2, T11.....	77
XXXIX.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 3, T11.....	77
XL.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 4, T11.....	78
XLI.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 5, T11.....	78
XLII.	Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 6, T11.....	79
XLIII.	Área para conductores TW o THW.....	81
XLIV.	Cálculo de tuberías edificio T10 usando el resultado del cálculo por caída de tensión	83
XLV.	Cálculo de tuberías edificio T11	86
XLVI.	Cálculo de luminarias edificio T10	95
XLVII.	Cálculo de luminarias edificio T11	98
XLVIII.	Tablas comparativas de cálculo de conductores edificio T10.....	101
XLIX.	Tablas comparativas de cálculo de conductores edificio T11.....	105
L.	Tablas comparativas de cálculo de luminarias edificio T10.....	108
LI.	Tablas comparativas de cálculo de luminarias edificio T11.....	111

LII. IEEE 519 Límites en la distorsión de la corriente..... 127

LIII. Factor K..... 130

LISTA DE SÍMBOLOS

Δ	Intervalo de cambio del valor de una variable
Ω	Resistencia eléctrica en ohms
φ	Ángulo de desfase entre los valores efectivos de voltaje y corriente
∞	Valor infinito
ρ	Resistividad eléctrica de un material
$\%$	Valor en porcentaje

GLOSARIO

- AISLANTE** Un material aislante es aquel que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite sus desplazamientos y, por lo tanto, tampoco el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo.
- AMM:** Administrador del Mercado Mayorista, se encarga de realizar un conjunto de operaciones de compra y venta de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto y largo plazo entre los participantes del mercado.
- AMPERIO:** Unidad de medida de la corriente eléctrica, que debe su nombre al físico francés André Marie Ampere, y representa el número de cargas (coulombs) por segundo que pasan por un punto de un material conductor. (1Amperio = 1 coulomb/segundo).
- CIRCUITO:** El lazo ceado o camino por el que fluye una corriente eléctrica o un flujo magnético.

CONDENSADOR: Elemento de un circuito cuya característica predominante es la CAPACIDAD y el cual almacena energía en su campo eléctrico.

CONDUCTOR: Un material que ofrece una baja resistencia al paso de la corriente eléctrica.

CORRIENTE: Un desplazamiento de cargas eléctricas medida en amperios.

COMERCIALIZACIÓN: consiste en la venta, facturación y cobro por el servicio eléctrico prestado a los consumidores finales.

CORTO CIRCUITO: Una conexión entre dos puntos de un circuito a través de una fuente de energía eléctrica, mediante un camino de baja resistencia.

DAT: La Distorsión Armónica Total es un parámetro técnico utilizado para definir la señal de audio que sale de un sistema.

EMPALME DE CABLE: La conexión de un cable a otro de manera que la conductividad y el aislamiento en la unión sean de la misma calidad que la de los cables que intervienen.

ENERGÍA: No es más que potencia integrada en el tiempo, se mide en kilovatio-hora (KWH).

IEEE: Corresponde a las siglas en inglés de *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas.

INTERRUPTOR: Aparato o sistema de poder de corte, destinado a efectuar la apertura y/o cierre de un circuito eléctrico.

KILOWATT/HORA: Una medida práctica de energía. Es la energía consumida en una hora cuando la potencia es de 1000 watt.

NSTD: Normas Técnicas de Servicio de Distribución

PUNTO NEUTRO: Es el punto de un sistema polifásico que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

SPT: Sistema de puesta a tierra

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se realiza un estudio eléctrico de las instalaciones del edificio T10 y T11 del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, dicho análisis incluye una recopilación de información respecto de las características y estado de los elementos que componen la instalación.

Dentro del estudio eléctrico de cada edificio se realizó un análisis de la calidad de energía, donde se revisaron los diferentes parámetros eléctricos como el voltaje, corriente, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, energía activa, energía reactiva, agregando a ello un estudio muy importante sobre distorsión armónica, tema que no es tomado muy en cuenta en la actualidad, pero que tiene un efecto crucial en lo que respecta a la calidad de energía.

Finalmente, se realizó una evaluación al edificio que permite establecer si cumple con los requerimientos establecidos por el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), para que pueda ser incorporados individualmente o en su conjunto como grandes usuarios.

OBJETIVOS

- **General**

Realizar un estudio eléctrico y proponer las posibles mejoras de las instalaciones eléctricas de los edificios T-10 y T-11 del Campus Central de La Universidad de San Carlos de Guatemala.

- **Específicos**

1. Diagnosticar y evaluar las instalaciones eléctricas actuales del edificio T10 y T11 de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Realizar una comparación de los resultados teóricos y prácticos de las instalaciones eléctricas en los edificios T-10 Y T-11.
3. Interpretar los resultados de las mediciones de los parámetros eléctricos, para determinar la calidad de la energía eléctrica en los edificios T10 y T11.
4. Determinar y presentar las soluciones a los problemas que se pudiesen encontrar al realizar el estudio.
5. Evaluar la posibilidad de incorporar al edificio T10 y T11 al Administrador de Mercado Mayorista (AMM) como gran usuario

INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico es uno de los principales elementos de un edificio, es por eso que se desea aprovechar al máximo todos los beneficios que proporciona para alcanzar el mejor rendimiento y seguridad para todo el que utiliza la instalación.

Actualmente, el aumento constante de la población estudiantil universitaria ha provocado que los edificios del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala hayan modificado su estructura, en el caso particular de los edificios T10 y T11 fueron originalmente diseñados como salones de clase, siendo ahora laboratorios, salas de cómputo, etc., provocando con esto una mala calidad de la energía, saturación de los conductores y un desbalance de la carga, añadido a esto también, es importante reconocer que las instalaciones que actualmente funcionan son las que fueron diseñadas desde el principio de su funcionamiento que no han sido modificadas y que en muchas de las instalaciones eléctricas existentes se hace necesario un rediseño.

En el presente trabajo se presenta el estudio eléctrico de las instalaciones actuales, donde se presentan los resultados de las mediciones realizadas, el análisis teórico, la interpretación de los resultados de los cuales se plantean las posibles soluciones, cuya implementación permitirá tener una red eléctrica eficiente y segura, que además prolongará su vida útil.

1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES

1.1 Definición de instalación eléctrica

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, conductores, conexiones, canalizaciones y soportes.

1.2 Objetivo de una instalación eléctrica

El objetivo de una instalación eléctrica es fundamentalmente cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa del proyecto, de forma segura, eficiente, además de ser económica, flexible y de fácil acceso para su mantenimiento.

Es importante conocer los siguientes conceptos antes de realizar el diagnóstico de las instalaciones tomando en cuenta que este proyecto tiene más de dos décadas que fue ejecutado.

1.2.1 Seguridad

Una instalación segura es aquella que no representa riesgos para los usuarios ni para los equipos que alimenta o que están cerca. Hay elementos que pueden utilizarse para proteger a las personas que trabajan cerca de una instalación eléctrica como la conexión a tierra de todas las partes metálicas que están accesibles, la inclusión de mecanismos que impidan que la puerta de un tablero pueda abrirse mientras este se encuentre energizado, elementos que impidan el paso letreros, candados, etc. En relación a la seguridad de los equipos, debe realizarse un análisis técnico-económico para determinar la inversión en protecciones para cada equipo.

1.2.2 Eficiencia

El diseño de una instalación debe hacerse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios, como lo pueden ser pérdidas en los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alumbrado mientras éstos no se estén utilizando.

1.2.3 Flexibilidad

Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a pequeños cambios.

1.2.4 Accesibilidad

Una instalación bien diseñada debe tener las previsiones necesarias para permitir el acceso a todas aquellas partes que puedan requerir mantenimiento.

1.2.5 Mantenimiento

El mantenimiento consiste básicamente en limpieza, renovación de pintura, apriete de uniones, ajuste de contactos y revisión de los elementos de protección. Con el fin que una instalación eléctrica aproveche al máximo su vida útil, resulta indispensable considerar una labor de mantenimiento preventivo adecuada.

1.3 Instalaciones

Los edificios en donde se realizó el diagnóstico y evaluación de las instalaciones eléctricas son el T10 Y T11 del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los cuales constan de un mismo tablero principal que alimenta adicionalmente al edificio M6 y T12.

1.3.1 Caracterización de cargas

Los edificios T10 y T11 se caracterizan por tener cargas inductivas, entre las cuales podemos mencionar el sistema de iluminación, aire acondicionado, refrigeradores, incubadoras, extractores de aire, bomba de agua, equipos electrónicos de laboratorio, fotocopiadoras y computadoras, hay que mencionar que estos edificios eran originalmente destinados a ser usados como aulas, en la actualidad han sido modificadas las aulas por laboratorios, biblioteca, salas de Internet, salas audiovisuales, cafetería, salas de cómputo y oficinas. En la evaluación que se realizó de las instalaciones se observa que los dispositivos instalados originalmente ya son obsoletos en la actualidad, ya que han sido discontinuados en su fabricación.

En el primer nivel del edificio T10 se encuentran una serie de laboratorios multidisciplinarios y la Escuela de Química Farmacéutica; en el segundo nivel se encuentran otra serie de laboratorios un Herbario, la Escuela de Biología en este nivel es de notar que en el pasillo se tienen oficinas las cuales no son del diseño original del edificio, lo cual limita la entrada de luz natural y se tiene una gran deficiencia en la iluminación artificial; en el tercer nivel se tienen los laboratorios de Química, el laboratorio del monitoreo del aire y oficinas de la Escuela de Química.

En el primer nivel del edificio T11 se encuentra la cafetería, salones de clases y el laboratorio de alimentos; en el segundo nivel se encuentra la AEQ, salones de clases, las oficinas de CEDE, oficinas de catedráticos, centro de cómputo, Departamento de Citó histología; en el tercer nivel se encuentra un

salón de multimedia, salones de clase, fotocopiadoras, centro de computo y la biblioteca.

1.3.2 Estado actual y dimensión de conductores

En las instalaciones eléctricas los elementos que proveen la trayectoria para la circulación de la corriente eléctrica son los conductores. Estos, generalmente, están constituidos por un elemento conductor y un aislante. Los materiales que mayormente se utilizan para la construcción de los conductores son cobre y aluminio, cada uno con sus características y sus aplicaciones especiales. Los conductores de cobre tienen una menor resistencia específica pero un mayor peso, mientras los de aluminio tienen una mayor resistencia específica y un menor peso por lo que son más utilizados en tendidos de línea aérea.

1.3.2.1 Resistencia de aislamiento.

La vida de una instalación y su operación segura depende en gran medida de la vida del aislamiento. El nivel de aislamiento de una instalación eléctrica se entiende como la capacidad del aislamiento para oponerse a las corrientes de conducción y de fuga cuando se aplica un voltaje entre todas las partes vivas conectadas entre si y las estructuras metálicas y partes normalmente conectadas a tierra.

El *megger* es el instrumento que se utiliza en la medición de valores de resistencia muy altos (del orden de los megaohms). El *megger* aplica un voltaje y mide la resistencia entre un conjunto de elementos conductores conectados a una de sus terminales y las partes unidas a tierra a la otra terminal, también se puede medir el nivel de aislamiento entre fases. Las causas que hacen que el valor de resistencia de aislamiento entre conductores sea menor a los recomendados, son el envejecimiento de los aislantes, efectos del ambiente, sobretensiones y calentamiento de los conductores por sobrecargas constantes. Por lo complejo de la acometida no es posible realizar la medición de resistencia de aislamiento de los edificios.

Procedimiento de la prueba:

- Verificación de la operación del *megger*.
- Escoger la escala apropiada.
- Desconectar el interruptor principal y el hilo neutro procedente de la alimentación (puede estar conectado sólidamente a tierra).
- Poner todos los interruptores termomagnéticos derivados en posición de encendido.
- Vigilar que los apagadores estén en posición de encendido.
- Asegurarse que todos los contactos estén libres.
- La medición de la resistencia de aislamiento se hace entre cualquier punto de las partes vivas, inclusive la barra neutra del tablero y la barra de la conexión a tierra del tablero.

1.3.2.2 Capacidad, calibres y secciones de conductores eléctricos.

Los conductores se encuentran en diferentes secciones o calibres los cuales están estipulados por la *American Wire Gauge (AWG)*, sin embargo pueden manejarse las dimensiones en milímetros cuadrados (mm^2), ver la tabla conversión de tamaños de conductor de AWG y mm^2 . En las instalaciones eléctricas del edificio T10 y T11 se utiliza desde el calibre número 12 hasta 250MCM.

Tabla I. Conversión de tamaños de conductor

ÁREA CONDUCTOR MÉTRICO <i>mm</i>²	TAMAÑOS ESTÁNDAR INGLES MCM o AWG	ÁREA CONDUCTOR INGLES Circular mil
508	1000	1000000
381	750	750000
305	600	600000
254	500	500000
230	400	400000
178	350	350000
152	300	300000
127	250	250000
107	4/0	211600
85	3/0	167800
67	2/0	133100
54	1/0	105600
34	2	66360
21	4	41740
13.3	6	26240
8.38	8	16510
5.26	10	10380
3.31	12	6530
2.08	14	4110
1.31	16	2580
0.82	18	1620
0.52	20	1020

Fuente: Tabla 5.2 sección de conductores p. 103, Eduardo Campero.

La intensidad máxima de corriente es la capacidad en amperes del conductor. El amperaje del conductor siempre debe incluir, además del tamaño del conductor el material de que está hecho, la temperatura del aire que lo rodea y si se encuentra en tubería o al aire libre. La temperatura del conductor es la temperatura máxima del propio alambre cuando lleva toda su corriente nominal. La temperatura base del aire en el medio ambiente es de 86 °F (30° C).

Tabla II. Capacidad de corriente de conductores de cobre

Tipo de aislamiento TEMP. MAX Temp. Ambiente	THWN, RH, RHW, XHHW, THW	
	75 ° C 30° C	
CALIBRE/AWG	En tubo	Al aire
500	380	620
400	335	545
350	310	505
300	285	445
250	255	405
4/0	230	360
3/0	200	310
2/0	175	265
1/0	150	230
2	115	170
4	85	125
6	65	95
8	45	65
10	30	40
12	20	25
14	15	20

Fuente: Tabla 5.1 sección de conductores p. 100, Eduardo Campero.

Para la acometida principal se tiene que por haber tenido desperfectos la subestación original ubicada a 250 mts de los edificios, se realizaron reparaciones a la salida del seccionador de cuchillas de donde se tiene un

empalme de cable calibre 3/0 (200 A, 85.0mm²) a un calibre 250 MCM (255 A, 126.6mm²) por fase que es el que alimenta a los dos edificios, por lo que la capacidad en corriente, se limitó de 280 amperios a 200 amperios para las fases vivas, para la fase neutral se tienen dos cables desnudos en paralelo calibre 2 (115 A, 33.6mm²), en la fosa que va hacia los edificios se encuentra la derivación con empalmes que alimenta a los edificios, T10 y T11 en cable calibre 1/0 (150 A, 53.4mm²) para las fases vivas y calibre 2 para el neutral, al llegar a cada edificio nuevamente en la fosa se tiene otra derivación con la cual la carga total del edificio se divide en dos secciones, en una sección se tiene tres tableros uno por nivel, en donde al tablero del primer nivel se alimenta con el cable calibre 1/0 por fases y calibre 2 para el neutral, los otros dos tableros se alimentan con cable calibre 2 para las fases vivas y calibre 2 desnudo para el neutral, esta misma configuración se aplica a los demás secciones tanto en el T10 como en el T11. No se observan sobrecalentamientos en los puntos de conexión ni en las barras de neutro.

Para los circuitos monofásicos de iluminación se utilizan conductores de cobre calibre 12 (20 A, 3.3mm²), es de notar que el conductor para la fase viva está forrado y no se tiene una base para el color del forro, ya que se utilizan los colores indistintamente para las fases vivas (blanco, verde, rojo, negro), mientras que para el neutro se utiliza un cable desnudo del mismo calibre, esta instalación nos da una referencia del tiempo de su diseño aproximadamente 30 años atrás, ya que actualmente ya no se realizan instalaciones de este tipo con el neutro desnudo, sino se utiliza el cable con forro color blanco para la línea neutra y el cable con forro verde o desnudo para la tierra física, se debe tener el cuidado de no confundir el cable neutro desnudo como un cable de tierra física. No se observan sobrecalentamientos en los conductores de las fases vivas ni en los neutrales.

De igual manera para los circuitos monofásicos de fuerza principalmente tomacorrientes de uso general, se utiliza conductor con forro calibre 10 (30 A, 5.2mm²), para la fase viva y conductor desnudo calibre 12 (20 A, 3.3mm²), para el neutral, en el edificio T11 donde se tienen incubadoras se tienen tomacorrientes monofásicos en 208 voltios con cables calibre 10 (30 A, 5.2mm²), para las fases vivas. No se observan sobrecalentamientos en los conductores de las fases vivas ni en los neutrales.

1.3.3 Tuberías.

Las tuberías eléctricas son los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores de manera que estos queden protegidos en lo posible contra deterioro mecánico y contaminación.

De acuerdo a la interacción con los circuitos eléctricos que contienen, se encuentran divididas en dos grandes grupos como lo son las tuberías magnéticas de construcción ferrosa y las no magnéticas como son las de aluminio, plástico y PVC. En el edificio T10 y T11 se utiliza tubos conduit de acero galvanizado de pared gruesa y delgada y canaleta metálica.

Tabla III. Dimensiones de tubo conduit

Diámetro nominal pulgadas	Diámetro interior útil pulgadas	Área interior pulgadas
½	0.622	0.30
¾	0.824	0.53
1	1.049	0.86
1 ¼	1.380	1.50
1 ½	1.610	2.04
2	2.067	3.36
2 ½	2.469	4.79
3	3.168	7.28
3 ½	3.548	9.90
4	4.026	12.72
5	5.047	20.06
6	6.065	28.89

Fuente: Tabla 2.9 dimensiones de tubo conduit p. 115, Enríquez Harper.

Los tubos conduit de acero galvanizado de pared gruesa están protegidos interior y exteriormente por medio de acabado galvanizado, puede ser empleado en muchas clases de trabajo dada su resistencia. En especial se recomienda en instalaciones industriales tipo sobrepuesta, en instalaciones a la intemperie o permanentemente húmedos. En Guatemala la EEGSA establece que los de acometida sean galvanizados, lo cual se comprobó al realizar la inspección a la acometida principal, ya que se usa un tubo conduit de acero galvanizado de pared gruesa de 4" de diámetro enterrado para llevar la acometida a los cuatro sectores que se determinaron como entrada principal a los edificios, para llevar la alimentación a los dos niveles superiores se usa tubo conduit de pared gruesa de 2" de diámetro empotrados a la pared.

Para los circuitos de fuerza y de iluminación se utiliza tubo conduit de ¾" y 1", la instalación en su mayor parte esta sobrepuesta en las paredes y en el techo, se tienen cajas de registro de tipo rectangular, cuadrado y hexagonal, para realizar la conexión de los dispositivos.

La canaleta eléctrica metálica está siendo utilizada en instalaciones de sobreponer, tiene mayor área de ventilación que la tubería, ya que es de fácil mantenimiento y ampliación de circuitos.

1.3.4 Protección.

Los dispositivos de protección tienen por objeto resguardar la seguridad de la instalación y del edificio en caso de sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos que pudieran causar incendios u otros daños. En todo circuito, la corriente máxima que pueda circular debe quedar limitada de acuerdo al diseño y capacidad de conducción de la corriente de los conductores, en función de la intensidad y del tiempo, ya que el incremento de la temperatura es función de estos dos factores.

Los dispositivos de protección que se presentan en los edificios T10 y T11 son de "caja moldeada" que son de dimensiones pequeñas y construcción menos robusta de capacidad de 20 y 30 amperios de un polo y de dos polos, de marca Federal Pacific, de los cuales ya no se fabrican en nuestro tiempo y que nunca han tenido pruebas de corto circuito y de disparo, en la acometida principal se encuentra instalado un seccionador de cuchillas con fusibles de capacidad de 600 Amperios.

1.3.4.1 Fusibles

Los fusibles presentan las siguientes particularidades de operación:

- Son de una operación, ya que después de haber interrumpido la falla debe romperse el fusible completo o su elemento fusible;
- Son de operación individual ya que solo interrumpen la corriente en la fase donde sucedió el corto circuito o sobrecarga;
- Son más económicos comparados con otros elementos de protección;
- Tienen una curva de operación muy inversa o tiempo de operación muy corto, lo cual hace que resulte difícil coordinarlo con otro tipo de protección que no sean fusibles,
- Tienen una potencia de corto circuito mayor o una capacidad mayor que otros dispositivos de protección;
- Si son de buena calidad, y preferentemente sellados, son seguros y difícilmente operan sin causa justificada, ahora si son de mala calidad y del tipo no-sellado pueden llegar a existir una falla y estos no accionar poniendo en peligro toda la instalación.

En forma general podemos decir que un fusible es un conductor con una calibración para fundirse cuando la corriente que circula por el pasa de cierto valor predeterminado. Cabe mencionar también que los fusibles nos darán únicamente una protección contra corto circuito y no contra sobrecargas.

El elemento fusible está colocado dentro de la estructura con terminales y bases para su fijación con los aislantes necesarios, los cuales se ven limitados por el nivel de voltaje entre línea y tierra. El elemento fusible puede estar rodeado de aire, arena de cuarzo o algún otro material para enfriar los gases del arco y restablecer el medio dieléctrico.

1.3.4.2 Interruptor termomagnético

El interruptor termomagnético es un elemento de uso generalizado por el personal que se dedica a realizar instalaciones eléctricas, ya que es de construcción compacta, puede desarrollar funciones de conexión y desconexión para realizar trabajos de mantenimiento, reparación o ampliación y sobre todo protege contra corto circuito y sobrecargas.

Está constituido por una caja plástica moldeada con terminales, una para unirse a la barra del centro de carga y la otra para salida mediante conductor o barra sólida y una palanca para su accionamiento que puede ser manual o motorizado, esto dependiendo de la capacidad en amperios del interruptor termomagnético.

En el interior de la caja moldeada están colocados los juegos de contactos (uno por cada polo del interruptor) uno de los cuales es móvil y el otro fijo y están situados en una cámara de extinción de arco.

El sistema de disparo del interruptor termomagnético funciona mediante el almacenamiento de energía mecánica, por la compresión de un resorte. Cuando se cierran los contactos se oprime el resorte en donde se almacena la energía, al operar el interruptor ya sea por sobrecarga o corto circuito la energía almacenada se libera separando los platinos o contactos.

La protección contra sobrecarga está constituida por una barra bimetálica que, dependiendo del valor que tenga la corriente así como el tiempo que se mantenga, provoca un disparo que abre los contactos de todos los polos a la

vez por medio de un enclavamiento mecánico, constituido por una barra que entrelaza los polos.

La barra bimetálica está colocada a una distancia específica de una puyaza bimetálica y está colocada a una distancia específica de una pieza ferromagnética. Cuando la corriente llega a valores muy elevados (corto circuito) se crean fuerzas electromagnéticas de atracción capaces de provocar que los contactos se abran en tiempos muy cortos. Dichos dispositivos tienen una calibración que solamente el fabricante puede modificar, a menos que, como en interruptores termomagnéticos de gran capacidad nominal, se pueden cambiar las bobinas de disparo para así poder darle un diferente rango de operación.

Cuando un interruptor termomagnético se dispara por sobrecarga o corto circuito la manija queda en una posición intermedia entre encendido y apagado, para restaurarlo debemos primeramente llevar la manija a la posición de apagado y luego de reparada la falla, pasar la manija a la posición de encendido.

La capacidad interrumpida o la potencia máxima de corto circuito que puede soportar un interruptor termomagnéticos está limitada por:

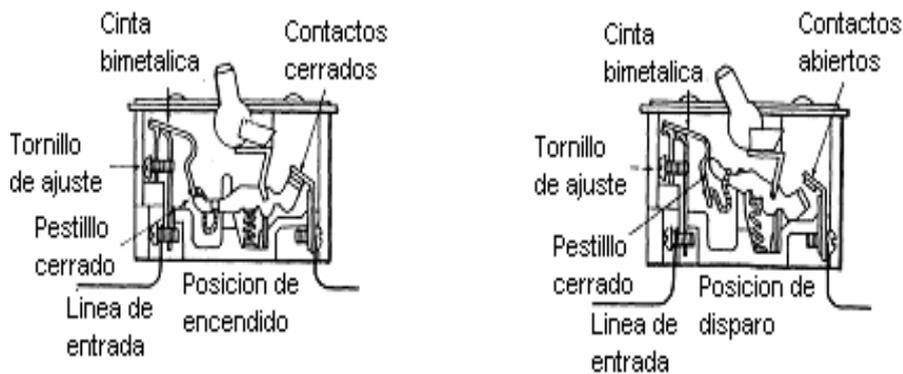
- la posición o separación de los contactos en posición abierta;
- el tiempo de apertura de los contactos hasta llegar a la posición de máxima apertura. Este tiempo a su vez depende generalmente de la

cantidad de energía que almacena el resorte y de la fricción que existe en los pivotes del eje de los contactos;

- la capacidad de la cámara de extinción para el enfriamiento del arco.

La capacidad de corto circuito se especifica en kiloamperios KA. Si la corriente de corto circuito sobrepasa la capacidad interruptiva, primeramente, se pueden fundir los platinos o bien la cámara de expansión de gases no logra enfriar los mismos, por lo que el arco persiste y la corriente como consecuencia lógica sigue fluyendo. La energía disipada en forma de calor aumenta considerablemente y en fracciones de segundo los gases han logrado tal volumen que pueden hacer estallar la caja del interruptor.

Figura 1. Interruptor termomagnético



Fuente: Enrique Harper, **EL ABC de las instalaciones eléctricas**, pág. 20

1.3.4.3 Prueba de disparo

1.3.4.3.1 Prueba de corto circuito térmico.

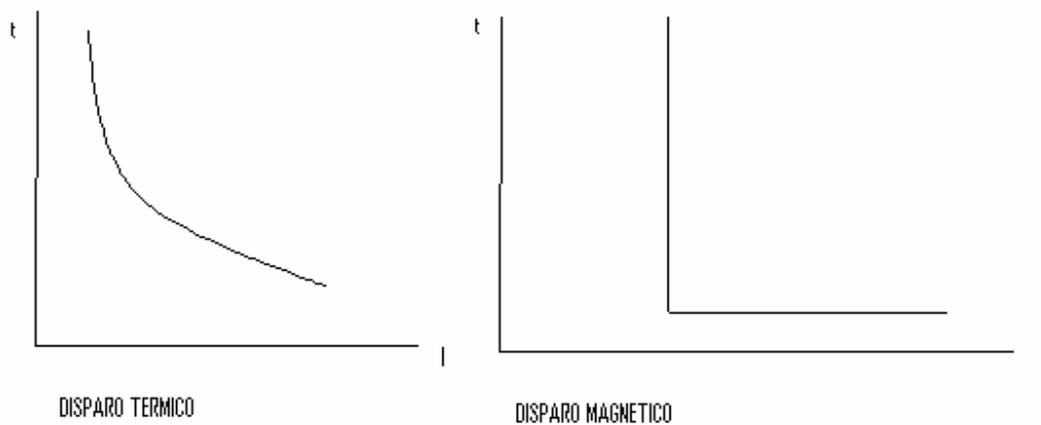
La prueba de disparo se realiza cuando la corriente pasa por un conductor paralelo a una tira bimetálica, calentándola en función de I^2 y el tiempo, así como a la disipación de calor del mecanismo.

Al calentarse, la tira bimetálica se encorva, empujando una palanquita del mecanismo de disparo, con lo que los contactos se abren rápidamente por la acción de un resorte tensado. Al dispararse, la palanca externa queda en una posición intermedia, indicando el disparo. Primero se tiene que bajar la palanca para reponer el mecanismo de disparo, y luego subirla, para cerrar nuevamente el circuito.

1.3.4.3.2 Prueba de disparo magnético.

El disparo magnético se utiliza para la protección más rápida en caso de un cortocircuito. Consiste en una bobina conectada en serie con la corriente, que al sobrepasar están en un cierto valor, atrae su armadura, que esta interconectada mecánicamente en el mecanismo de disparo. El elemento magnético generalmente es ajustable en cuanto a la corriente de disparo, el tiempo es fijo, casi instantáneo

Figura 2. Pruebas de disparo de corto circuito térmico y disparo magnético



Fuente: Ing. Rodolfo Koenigsberger. **Instalaciones Eléctricas**, pág. 84

1.3.5 Tableros

Como tableros eléctricos se conoce un gabinete metálico con un circuito de alimentación mediante barras que contiene los elementos necesarios para la distribución de energía eléctrica a varios circuitos derivados.

El centro de carga compacto o tableros de marco metálico se seleccionan tomando en cuenta las siguientes características:

- a. servicio monofásico o trifásico
- b. si se desea o no interruptor principal

- c. capacidad de las barras
- d. Cantidad de polos. Se tiene un máximo de 14 polos por fase o sea 42 polos por tableros (en tableros de tres fases)
- e. según la capacidad del ramal mayor, así deberá ser el tipo de interruptores que irá en el tablero

1.3.5.1 Condición actual Edificio T10 y T11

Se realizó una inspección de campo a los tableros del edificio T10 y T11 donde se tienen seis tableros por edificio, de los cuales se agrupan en dos sectores, cada uno de estos sectores alimentan el 50% de la carga del Edificio, cada sector cuenta con un tablero trifásico de 24 polos por nivel, tomando el del primer nivel como receptor de la entrada de acometida, alimentado posteriormente con puentes los otras dos tableros, de estos tableros los ubicados en el primer nivel fueron remodelados instalándose en su lugar un tablero de 24 polos marca General Electric, los demás son marca Federal Pacific Electric Company de 100 Amperios, 120/208 voltios, de 3 fases.

En los tableros se observa desorden de los cables, suciedad principalmente polvo y telarañas, además presentan oxidación. En las siguientes tablas se encuentran la descripción de los tableros 1, 2 y 3 del sector 1 ubicados en el baño de mujeres de cada nivel y los tableros 4, 5 y 6 del sector 2 ubicados en el baño de hombres de cada nivel.

Tabla IV. Tablero 1 sector 1 primer nivel edificio T10

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	4.3	1	12	ILUMINACIÓN	Depto. Farmacología
2	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 102
3	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 103
4	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 104
5	20	120 V	4.9	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 105
6	20	120 V	5.0	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 106
7	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de hombres
8	20	120 V	10	1	10	FUERZA	Depto. Farmacología
9	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 102
10	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Laboratorio 103
11	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 104
12	20	120 V	6.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 105
13	20	120 V	4.1	1	10	FUERZA	Laboratorio 106

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla V. Tablero 2 sector 1 segundo nivel edificio T10

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Oficina 201
2	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Oficina 202
3	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Oficina 203
4	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Oficina 204
5	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Oficina 205
6	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Oficina 206
7	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de hombres
8	20	120 V	4.5	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos 7, 8, 9, 10, 11, 12
9	20	120 V	3.8	1	10	FUERZA	Oficina 201
10	20	120 V	4.0	1	10	FUERZA	Oficina 202
11	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Oficina 203
12	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Oficina 204
13	20	120 V	5.0	1	10	FUERZA	Oficina 205
14	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Oficina 206
15	20	120 V	6.8	1	10	FUERZA	Cubículos 7, 8, 9, 10, 11, 12
16	30	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Calentador agua B. H.

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla VI. Tablero 3 sector 1 tercer nivel edificio T10

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio monitoreo del aire
2	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 303
3	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 304
4	20	120 V	5.4	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 305
5	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 306
6	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 307
7	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de hombres
8	20	120 V	8.0	1	10	FUERZA	Laboratorio monitoreo del aire
9	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 303
10	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Laboratorio 304
11	20	120 V	4.0	1	10	FUERZA	Laboratorio 305
12	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 306
13	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 307

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla VII. Tablero 4 sector 2 primer nivel edificio T10

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Centro investigaciones
2	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio genética
3	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 109
4	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Fisiología
5	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 111
6	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Pasillo
7	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de mujeres
8	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Gradas a segundo nivel
9	20	120 V	8.0	1	10	FUERZA	Centro investigaciones
10	30	208 V	0.3	2	10	FUERZA	Centro investigaciones
11	20	120 V	11.0	1	10	FUERZA	Laboratorio genética
12	30	208 V	0.2	2	10	FUERZA	Laboratorio genética
13	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Laboratorio 109
14	20	120 V	4.0	1	10	FUERZA	Fisiología
15	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Laboratorio 111

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla VIII. Tablero 5 sector 2 segundo nivel edificio T10

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	2.6	1	12	ILUMINACIÓN	Oficina 207 a y b
2	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Herbario
3	20	120 V	5.0	1	12	ILUMINACIÓN	Escuela de Biología
4	20	120 V	4.3	1	12	ILUMINACIÓN	Escuela de Biología
5	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Pasillo
6	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos 4, 5 y 6
7	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Baño Escuela Biología
8	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Gradas a tercer nivel
9	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Oficina 207 a y b
10	20	120 V	7.0	1	10	FUERZA	Herbario
11	30	208 V	0.2	2	10	FUERZA	Herbario
12	20	120 V	3.4	1	10	FUERZA	Escuela de Biología
13	20	208 V	3.5	2	10	FUERZA	Escuela de Biología
14	20	120 V	4.6	1	10	FUERZA	Cubículos 4, 5 y 6

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla IX. Tablero 6 sector 2 tercer nivel edificio T10

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 302
2	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio 301
3	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Bodega Escuela Química
4	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Escuela de Química
5	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Escuela de Química
6	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Baño Escuela Química
7	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 302
8	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Laboratorio 301
9	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Bodega Escuela Química
10	20	120 V	4.5	1	10	FUERZA	Escuela de Química
11	20	120 V	4.2	1	10	FUERZA	Escuela de Química

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla X. Tablero 1 sector 1 primer nivel edificio T11

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Cafetería
2	20	120 V	5.2	1	12	ILUMINACIÓN	salón A 102
3	20	120 V	4.6	1	12	ILUMINACIÓN	salón A 103
4	20	120 V	2.4	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de mujeres
5	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Gradas a segundo nivel
6	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	salón A 102
7	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	salón A 103
8	30	208 V	15.6	2	10	FUERZA	Bomba de agua

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XI. Tablero 2 sector 1 segundo nivel edificio T11

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	AEQ
2	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón 202
3	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Salón 203
4	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón 204
5	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Área de social humanística
6	20	120 V	5.2	1	12	ILUMINACIÓN	Área de matemáticas
7	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Gradas a tercer nivel
8	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de mujeres
9	20	120 V	2.2	1	12	ILUMINACIÓN	Pasillo 1
10	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	AEQ
11	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón 202
12	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón 203
13	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón 204
14	20	120 V	6.8	1	10	FUERZA	Área de social humanística
15	20	120 V	4.5	1	10	FUERZA	Área de matemáticas
16	30	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Aire acondicionado AEQ

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XII. Tablero 3 sector 1 tercer nivel edificio T11

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	7.8	1	12	ILUMINACIÓN	Salón multimedia
2	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón 302
3	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón 303
4	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón 304
5	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón 305
6	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Unidad de biometría
7	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de mujeres / hombres
8	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos 1, 2, 3
9	20	120 V	12.3	1	10	FUERZA	Salón multimedia
10	30	120 V	15.2	1	10	FUERZA	Aire acondicionado S. Multi.
11	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Salón 302
12	30	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Aire acondicionado S. 302
13	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón 303
14	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón 304
15	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón 305
16	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Unidad de biometría
17	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Cubículos 1, 2, 3

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XIII. Tablero 4 sector 2 primer nivel edificio T11

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón A 104
2	20	120 V	5.4	1	12	ILUMINACIÓN	Salón A 105
3	20	120 V	4.6	1	12	ILUMINACIÓN	Laboratorio de Alimentos
4	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Pasillo
5	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Baño de hombres
6	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón A 104
7	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Salón A 105
8	20	120 V	5.2	1	10	FUERZA	Laboratorio de Alimentos
9	30	208 V	0.2	2	10	FUERZA	Laboratorio de Alimentos
10	30	208 V	0.2	2	10	FUERZA	Laboratorio de Alimentos

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XIV. Tablero 5 sector 2 segundo nivel edificio T11

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	2.3	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos del 1 al 4
2	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos del 5 al 8
3	20	120 V	4.8	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos del 9 al 12
4	20	120 V	2.4	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos de 13 al 16
5	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos del 17 al 20
6	20	120 V	4.9	1	12	ILUMINACIÓN	Cubículos del 21 al 23
7	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	CEDE
8	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Decano
9	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Pasillo 2
10	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Baño Hombres / Mujeres
11	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Cubículos del 1 al 4
12	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Cubículos del 5 al 8
13	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Cubículos del 9 al 12
14	20	120 V	4.8	1	10	FUERZA	Cubículos de 13 al 16
15	20	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Cubículos del 17 al 20
16	20	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Cubículos del 21 al 23
17	30	208 V	14.0	2	10	FUERZA	Cubículos del 5 al 8
18	20	120 V	5.2	1	10	FUERZA	CEDE
19	20	120 V	5.3	1	10	FUERZA	Decano
20	30	120 V	0.2	1	10	FUERZA	Aire acondicionado cub. 1
21	30	120 V	0.3	1	10	FUERZA	Aire acondicionado cub. 2

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XV. Tablero 6 sector 2 tercer nivel edificio T11

CIRCUITO	PROTECCIÓN (AMP)	VOLTAJE	AMP	POLOS	CALIBRE	TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION
1	20	120 V	5.3	1	12	ILUMINACIÓN	Salón de Internet
2	20	120 V	5.2	1	12	ILUMINACIÓN	Biblioteca
3	20	120 V	5.0	1	12	ILUMINACIÓN	Biblioteca
4	20	120 V	5.2	1	12	ILUMINACIÓN	Biblioteca
5	20	120 V	0.3	1	12	ILUMINACIÓN	Pasillo
6	20	120 V	0.2	1	12	ILUMINACIÓN	Baño
7	30	120 V	6.8	1	10	FUERZA	Salón de Internet
8	20	120 V	4.5	1	10	FUERZA	Biblioteca
9	30	120 V	20	1	10	FUERZA	Aire acondicionado Biblioteca

Fuente. Instalaciones edificio T11

1.4 Red de tierras

La física acepta la convención que el globo terráqueo tiene un potencial eléctrico de cero voltios, en la práctica esto es muy importante, ya que el suelo es considerado como un conductor de la corriente eléctrica, de manera que un conductor conectado a ella pasa a tener el mismo potencial y este es también llamado "TIERRA" (*earth, ground*). El término MASA es utilizado cuando no se trata de una tierra verdadera, sino de un chasis, un soporte metálico o bastidor.

También se representada comúnmente por las siglas GND o en algunos instrumentos por las letras E o G. En el tendido de cables es indicado con el aislante de color verde, amarillo, verde-amarillo o un cable desnudo.

La instalación de un Sistema de Puesta a Tierra, permite la protección de las personas y los bienes, contra los efectos de las caídas de rayos, descargas estáticas, señales de interferencia electromagnética y contactos indirectos por corrientes de fugas a tierra. Por lo tanto, la ejecución correcta del sistema de puesta a tierra brinda importantes beneficios al evitar pérdidas de vidas, daños materiales e interferencias con otras instalaciones.

1.4.1 Puesta a tierra

Se le llama sistema de puesta a tierra, a la unión eléctrica entre todas las masas metálicas de una instalación y por lo menos un electrodo dispensor

enterrado en el suelo, con el fin de conseguir una unión con la menor resistencia eléctrica posible entre las masas y la tierra. Si esa unión se realiza sin interposición de impedancia alguna, se dice que es una puesta a tierra directa, en caso contrario sería una vinculación indirecta.

Se entiende por masa a las partes metálicas accesibles de los elementos de la instalación y de los aparatos eléctricos, separados de las partes bajo tensión por su aislamiento funcional. Asimismo, los contactos indirectos son aquellos que se establecen con piezas conductoras (elementos inactivos) que, sin estar normalmente bajo tensión, pueden estarlo por un defecto de su aislamiento. Su peligrosidad está en que los usuarios se acerquen a las masas sin saber que están energizadas.

Con el sistema de puesta a tierra se busca que las corrientes de falla a tierra encuentren un camino más fácil, que el que ofrecería el cuerpo de una persona que tocará la carcasa metálica bajo tensión. De esta manera, como el sistema de puesta a tierra tiene una resistencia menor que la del cuerpo humano, la corriente de falla circulará por la red de tierra, en lugar de hacerlo por el cuerpo de la persona.

Las normas de aplicación establecen que, en las instalaciones eléctricas en general se conectarán al sistema de puesta a tierra:

- Las instalaciones de pararrayos
- Las instalaciones de antenas, tanto de TV como de FM
- Los tomacorrientes y las masas metálicas de baños y cocinas

- Las estructuras metálicas y las armaduras de columnas y muros de hormigón
- Las instalaciones ejecutadas con tubos metálicos de: agua, y calefacción, así como calderas, depósitos, instalaciones de ascensores y montacargas, y en general todo elemento metálico que pueda entrar en contacto con un cable bajo tensión.

Por este motivo, en los aparatos y en la instalación eléctrica, hay que prever un cable de puesta a tierra que se conecte directa o indirectamente al sistema de puesta a tierra. En las instalaciones industriales deben realizarse tomas de tierra independientes para las masas metálicas de los aparatos eléctricos, para la conexión de los neutros de los transformadores de potencia y para la conexión de los descargadores o pararrayos.

1.4.2 Condición Actual

Los edificios T10 y T11 no cuentan con un sistema de red de tierras, ya que la red de tierras del área del transformador la conectan a través de las barras de tierra a la barra del neutro del transformador, pero a los edificios solo llega el cable del neutro, por lo que los equipos no se encuentran protegidos.

Debido a la falta de un sistema de red de tierras se detallan los siguientes conceptos a tomar en cuenta para realizar un sistema de red de tierras, tomando en consideración que en los alrededores de los edificios T10 y T11 se tienen los siguientes valores de resistencia y resistividad.

Tabla XVI. Cuadro de resistencias y resistividades en terreno T10 y T11

Edificio	Resistencia (ohm)			Resistividad (Ohm-m)		
	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Dato 1	Dato 2	Dato 3
T10	4.5	2.51	1.78	113.10	126.17	134.21
T11	1.79	0.55	0.28	44.99	27.65	21.11

Fuente: Cuadro de resistencia y resistividades terrenos USAC.

Las NTIE (1981) establecen que para que una conexión a tierra sea segura, el valor de la resistencia a tierra no debe ser mayor de 25 ohms en el caso de instalaciones de edificios, menor o igual a 5 ohmios en el caso de subestaciones eléctricas y plantas industriales, y menor o igual a 1 ohmio en el caso de Generadoras y subestaciones grandes.

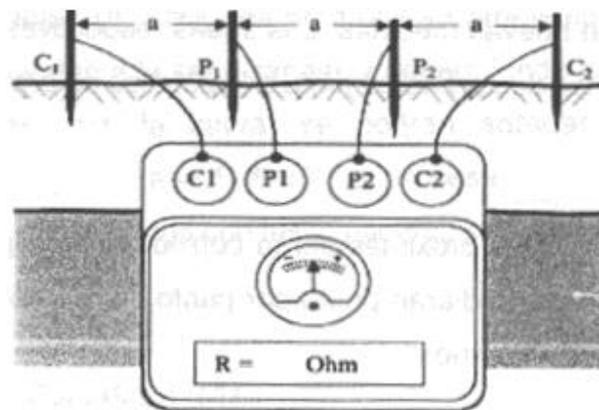
Por los valores de resistividad que se presentan en la tabla anterior el tipo de suelo de estos edificios entran en el rango de los limos, arcillas, suelo vegetal y de cultivo que están comprendidos entre 10 a 100 (ohm-m), por lo que tiene un valor bajo de resistencia como se observa en los datos. Dado que el valor de resistencia de tierra está muy por debajo del máximo recomendado, no se hace necesaria la instalación de una red de tierras compleja, por lo que serian suficientes electrodos de toma a tierra.

1.4.2.1 Método Wenner o de los cuatro conductores

En el método de Wenner se clavan en el suelo cuatro electrodos pequeños, dispuestos en línea recta, con la misma distancia “a” entre ellos a

una profundidad “b” que no supere 1/10 de “a”, así cada electrodo podrá parecer un punto con respecto a las distancias involucradas en la medida con la finalidad de no introducir mayores errores. Entonces se inyecta una corriente de medición I que pasa por el terreno a través de los dos electrodos extremos y simultáneamente se mide la caída de tensión entre los electrodos interiores, utilizando un potenciómetro, un voltímetro de alta impedancia interna y un telurómetro, en la siguiente figura se observa la conexión del equipo.

Figura 3. Medición de la resistividad con equipo Wenner



Fuente: Rolando Chávez. Análisis comparativo de métodos de medición de redes de tierra, p. 177.

1.4.2.2 Factores que influyen en la resistividad del terreno

Desde el punto de vista eléctrico, un terreno se caracteriza por su resistividad. Es importante que la resistividad sea lo más baja posible. Puesto

que los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un terreno dado tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La resistividad aparente, no es constante en el tiempo y se ve afectado por varios factores, siendo los principales.

- Naturaleza del terreno
- Humedad
- Temperatura
- Salinidad
- Estratigrafía
- Variaciones estacionales

1.4.2.3 Electrodo de puesta a tierra

Son las varillas que se clavan en terrenos más o menos blandos y que sirven para encontrar zonas más húmedas y con menor resistividad eléctrica. Son muy importantes en terrenos sin vegetación y cuya superficie al quedar expuesta a los rayos del sol, está completamente seca. Los electrodos se fabrican con tubos o varillas de acero galvanizado o bien con varillas de copperweld, debido a su resistencia mecánica y su resistencia a la corrosión. Ahora bien, todo metal convertido en electrodo e introducido en un terreno más o menos húmedo, se corroe debido a las siguientes causas:

- Reacción química entre el agua del terreno y el electrodo

- Ataque de los agentes químicos contenidos en el terreno
- Corrientes eléctricas que atraviesan el terreno
- Corrientes galvánicas

1.4.2.4 Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra

Se puede clasificar los materiales que forman el pozo de puesta a tierra, de la siguiente manera:

- Material circundante al electrodo
- Elementos químicos para reducir la resistencia de puesta a tierra
- Conectores entre el electrodo y conductor de puesta a tierra
- Protección externa del pozo

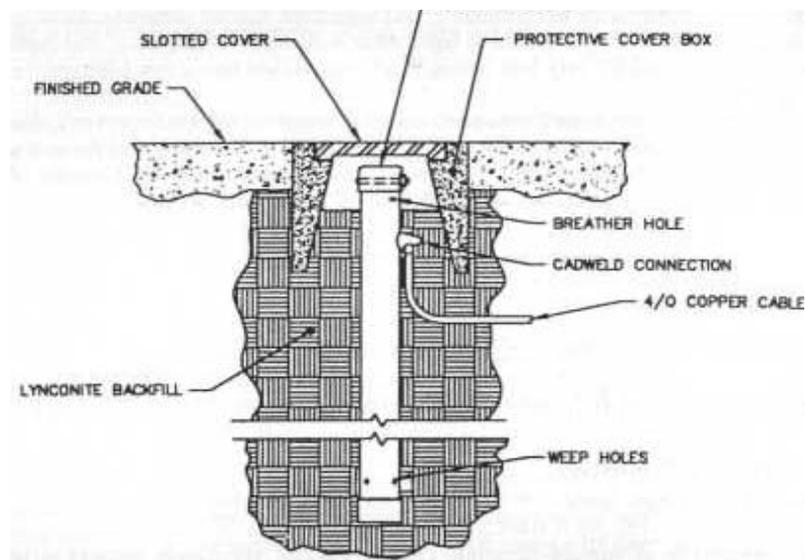
La elección e instalación de los materiales debe ser tal que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme a las normas de protección y se mantenga la estabilidad de la resistencia.
- Las corrientes de falla a tierra y fuga circulen sin peligro, según sollicitaciones térmicas y electromecánicas.
- La solidez y protección mecánica estén aseguradas, según condiciones estimadas de influencia externa.

Ahora bien, el problema de lograr una resistencia baja en la roca así como en otros suelos de alta resistividad, está asociado con el material en contacto con el electrodo y la compactación que éste recibe al rellenar el pozo. El

relleno ideal debe compactarse fácilmente, no ser corrosivo, ser buen conductor eléctrico, y no debe dañar el ambiente, ni perjudicar la vida o la fauna. La bentonita entre otros compuestos como el sulfato de magnesio, el sulfato de cobre, o compuestos químicos patentados (THOR GEL, GEM, GAP, etc.) cumple con esos requisitos.

Figura 4. Varilla electroquímica



Fuente: Rolando Chávez. Análisis comparativo de métodos de medición de redes de tierra, p. 29.

1.4.2.5 Consideraciones para un buen diseño de sistema de puesta a tierra de equipos eléctricos

El trayecto a tierra desde circuitos, equipos y cubiertas conductoras debe:

- Ser permanente y continuo

- Tener suficiente capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente de falla probable que pueda circular en él
- Tener una impedancia lo suficientemente baja para limitar la tensión a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito

Un sistema de puesta a tierra bien diseñado, considera:

- La conexión de la varilla de tierra
- Conectar a tierra el tubo conduit metálico del conductor del sistema de puesta a tierra.
- Emplear las charolas y, las tuberías metálicas roscadas como conductores de puesta a tierra
- Usar los interruptores automáticos con detector de falla a tierra en los garajes, cocinas, y obras en construcción.

El cableado del conductor del sistema de puesta a tierra junto con los cables de líneas y del neutro del mismo circuito por dentro de la misma canalización metálica.

1.5 Pararrayos

Los pararrayos se utilizan como protección contra descargas atmosféricas, el cual consiste en un sistema de barras o electrodos metálicos puntiagudos colocados en las partes superiores de los objetos a proteger. La trayectoria de

una descarga atmosférica depende de las condiciones de humedad y contaminación de la atmósfera y de los objetos que se encuentren en la superficie terrestre.

Debido a que la concentración de campos eléctricos es mayor en objetos puntiagudos, las descargas escogen su trayectoria a través de torres, esquinas de estructuras o edificios, por tal razón un objeto está razonablemente protegido cuando queda bajo un cono cuyo vértice superior es la punta de la barra y que tiene una base de radio igual a dos veces la altura de la punta.

1.5.1 Condición actual

En los edificios del T10 y T11 por no tener un sistema de tierras por edificio no se cuenta con un sistema de pararrayos.

1.6 Iluminación

El alumbrado es una parte integral de cualquier actividad, ya que con el se hacen visibles los objetos y se obtienen efectos agradables y decorativos. Las personas podemos ver los objetos porque estos reflejan la luz desde su superficie hacia los ojos. Si un objeto blanco se encuentra en una habitación oscura, el mismo sería incapaz de ser percibido por la vista si no existiera alguna fuente de luz que producirá que el objeto reflejara esta luz hacia los ojos, esta es la gran importancia que tiene la iluminación.

1.6.1 Alumbrado incandescente

Las lámparas de incandescencia tienen su fundamento en la ley de Joule, ya que transforman la energía eléctrica en luminosa y calorífica, pues las radiaciones luminosas se emiten al ponerse en rojo el filamento. El filamento es un conductor de muy alto punto de fusión, para evitar que se funda. El material que se utiliza para los filamentos de las lámparas de wolframio, cuyo punto de fusión es del orden de los 3,400° C. El wolframio también se llama tungsteno y se utilizan indistintamente los dos nombres. La temperatura media del filamento de una lámpara de incandescencia es del orden de los 2,000° C, razón por la cual no se funden. De todas formas, si el filamento estuviese a la intemperie se combinaría con el oxígeno del aire y se destruiría por oxidación; por esta razón el filamento tiene que estar en el interior de una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío o se ha introducido un gas inerte, como puede ser el nitrógeno, el xenón, etc. Después de un tiempo de funcionamiento se produce la evaporación del material que forma el filamento, se ennegrece la ampolla y disminuye su intensidad luminosa poco a poco.

Esta evaporación del filamento hace que se debilite poco a poco hasta que se rompe, se dice entonces que se ha fundido.

1.6.2 Lámparas de descarga

En estas lámparas la luz se produce por el paso de una corriente eléctrica a través de un vapor o gas, en lugar de atravesar un hilo o filamento, como en el caso de las lámparas incandescentes. Un vacío determinado de la lámpara y

una tensión lo suficientemente elevada en sus bornes o contactos hacen al gas conductor, permitiendo que se establezca la corriente entre dos electrodos situados en extremos opuestos de la misma. Los electrones que forman la corriente o "arco de descarga" circulan con grandes velocidades a través del gas, chocando continuamente con los átomos de este. El impacto altera por un momento, las posiciones normales de los electrones de dichos átomos, los cuales tienden a recuperarlas lo más rápidamente posible. En este movimiento de recuperación a su estado normal, la energía absorbida en el choque la devuelven en forma de luz.

Las lámparas de descarga tienen resistencia eléctrica de característica negativa, esto es, su resistencia disminuye facilitando el paso de la corriente eléctrica a medida que aumenta la temperatura; por ello, si se conectan directamente a la red eléctrica la intensidad de corriente absorbida iría aumentando y con ella la temperatura. Lo que daría lugar rápidamente a la destrucción de la lámpara. Para evitar esto las lámparas de descarga deben conectarse a través de una bobina de inducción, "reactancia" que limite el aumento de la corriente eléctrica.

La producción de la luz y su colorido en las lámparas de descarga dependen fundamentalmente de la naturaleza o clase del gas, de la presión que rodea el arco, de la temperatura y de la tensión aplicada. Como conductores gaseosos se emplean principalmente el mercurio y el sodio. Entre las principales lámparas de descarga eléctrica figuran las denominadas fluorescentes, mercurio, (mezcla) y sodio. Las lámparas fluorescentes poseen excelentes características luminotécnicas para proporcionar la cantidad, la calidad y el tono de luz requeridos en la moderna iluminación, además de

presentar la ventaja económica que supone su elevado rendimiento luminoso y su gran duración en comparación con las lámparas de incandescencia, han conseguido que se generalice su uso en el alumbrado de industrias, oficinas, comercios, locales públicos y de espectáculos e incluso en las viviendas.

Figura 5. Lámpara de descarga



Fuente: C.F.P. Ricaldone, **Instalaciones Eléctricas Residenciales** pág.22

Las posibilidades de utilización de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión son, en la actualidad, muy importantes.

La gran economía que representan por su elevado rendimiento luminoso y larga vida, permiten realizar iluminaciones que hasta no hace muchos años parecían imposibles de resolver, en las cuales se precisa una iluminación rica y abundante, siendo en ellas el color de la luz un factor secundario . Su empleo está especialmente indicado para el moderno alumbrado urbano, para el industrial, para el de parques y jardines, etc., además de otras aplicaciones de

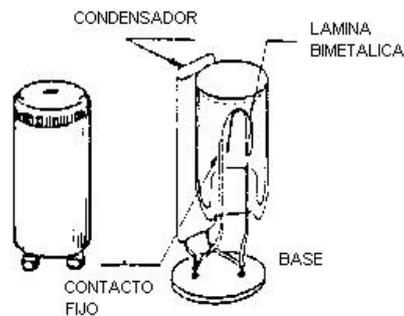
carácter especial. Para la conexión y funcionamiento de luminarias fluorescentes son necesarios los siguientes accesorios:

- arrancador
- reactor.

1.6.3 Arrancador

Es un interruptor automático que consiste en un tubo de vidrio sellado de gas argón. Al cerrar el circuito de arranque las puntas de la lámina fija y de la móvil (bimetálica) se separan y se produce entre ellos una descarga lumínica; se calientan las láminas y cierran el circuito. De esto se aprovecha el reactor para calentar los filamentos y hacer funcionar los tubos.

Figura 6. Arrancador



Fuente: C.F.P. Ricaldone, **Instalaciones Eléctricas Residenciales** pág.23

1.6.4 Reactor

Llamado también balastro o transformador para lámpara fluorescente sirve para limitar el paso de la corriente al valor que la lámpara puede soportar, y para elevar la tensión al prender la lámpara.

El reactor cumple la función principal de producir tensión inicial necesaria para el encendido del tubo fluorescente, pero también limita la corriente cuando:

- Aumenta la tensión por causas externas
- Disminuye la tensión

1.6.5 Revisión visual

En los edificios T10 y T11 se presenta un problema de iluminación a nivel general por falta de mantenimiento, ya que al irse quemando las lámparas, las mismas no son reemplazadas. La limpieza de los aparatos de iluminación no se realiza a intervalos adecuados, para obtener los niveles de iluminación deseados y así, realizar las distintas actividades de una manera más eficiente y confortable.

1.6.6 Características de las luminarias

Los sistemas de alumbrado se clasifican normalmente dentro de varios tipos, partiendo del alumbrado directo al indirecto de acuerdo con las características de la distribución de los rayos luminosos por los artefactos del alumbrado.

En los sistemas en los que se usa más de un tipo de sistemas de iluminación se determinan los niveles del alumbrado calculando la intensidad de

la luz proyectada sobre el área correspondiente por cada uno de los artefactos luminosos y después se suman los valores obtenidos.

Existen tres tipos de fuentes de luz que se utiliza en los edificios T10 y T11 las cuales son: reflectores de 150 W utilizadas en las gradas a los diferentes niveles, bombillos incandescentes de 75 W para el pasillo entre edificios y áreas verdes y las lámparas fluorescentes sobrepuestas en unidades de 2 x 40 W y de 4 X 40 W para los salones de clase, laboratorios y oficinas. El edificio está pintado en las paredes de color blanco hueso y el cielo de color blanco, lo cual ayuda a la iluminación.

1.7 Instalaciones Especiales

Se entiende por instalaciones espaciales aquellas que se realizan con el objeto de brindar protección a equipos sensibles a los disturbios de la red.

1.7.1 Equipo electrónico sensible y critico

En los laboratorios de los edificios se encuentran equipos de cómputo, proyectores, equipos electrónicos de laboratorio como centrifugas, microscopios y refractómetros.

2. DIAGRAMAS UNIFILARES

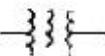
Los diagramas unifilares representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así una forma de visualización completa del sistema, de una manera más sencilla.

El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema.

La importancia de las diferentes partes de un sistema varía con el problema, y la cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del propósito para el que se realiza. Por ejemplo, la localización de los interruptores y relevadores no es importante para un estudio de cargas.

Los interruptores y relevadores no se mostrarían en el diagrama si su función primaria fuera la de proveer información para tal estudio. Por otro lado, la determinación de la estabilidad de un sistema bajo condiciones transitorias resultantes de una falla, depende de la velocidad con la que los relevadores e interruptores operan para aislar la parte del sistema que ha fallado. Por lo tanto, la información relacionada con los interruptores puede ser de extrema importancia. Algunas veces, los diagramas unifilares incluyen información acerca de los transformadores de corriente y de potencia que conectan los relevadores al sistema o que son instalados para medición.

Figura 7. Símbolos estándar para los diagramas eléctricos.

<i>Maquina o armadura rotatoria</i>		<i>Interruptor de potencia de aceite u otro liquido</i>	
<i>Transformador de potencia de dos devanados</i>		<i>Interruptor de aire</i>	
<i>Transformador de potencia de dos devanados</i>		<i>Conexion delta trifasica o de tres conductores</i>	
<i>Fusible</i>		<i>Y trifasica, neutro no aterrizado</i>	
<i>Trasnsformador de corriente</i>		<i>Y trifasica, neutro aterrizado</i>	
<i>Transformador de potencial</i>			
<i>Amperimetro y voltmetro</i>			

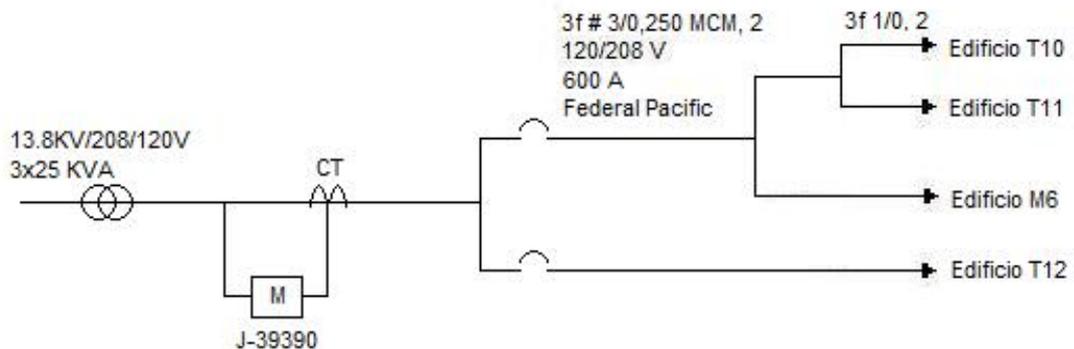
Fuente: John J. Grainger, **Análisis de Sistemas de Potencia** pág.32

2.1 Diagrama unifilar de la sub-red eléctrica

2.1.1 Diagrama unifilar edificio T10 y T11

En la sub-red eléctrica que alimenta a los edificios T10 y T11 se tiene que el transformador principal alimenta también a los edificios T12 y M6, en donde el T12 tiene protección independiente, para los demás circuitos existe un tablero marca Federal Pacific con un seccionador de cuchillas y fusibles de 600 A, sin barra de conexiones de donde se alimenta el edificio M6 y los edificios T10 y T11, para la acometida de estos últimos edificios el cable usado a la salida del seccionador es calibre 3/0 empalmado a un cable de 250 MCM, posteriormente se empalma a cable calibre 1/0 para alimentar los tableros de cada sector.

Figura 8. Diagrama unifilar edificio T10 y T11

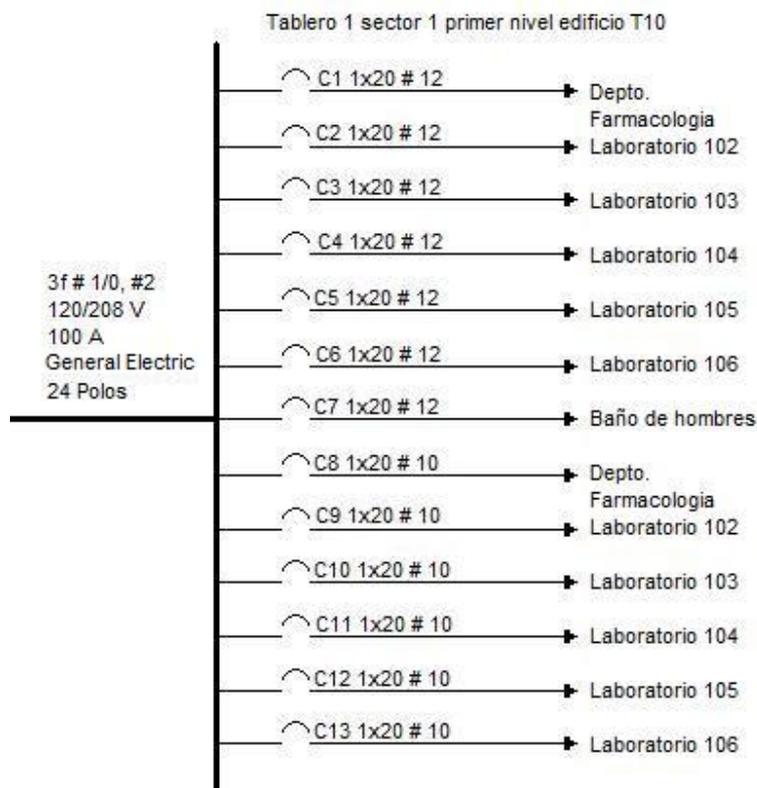


Fuente. Instalaciones edificio T10 y T11

2.1.2 Diagrama unifilar tableros edificio T10

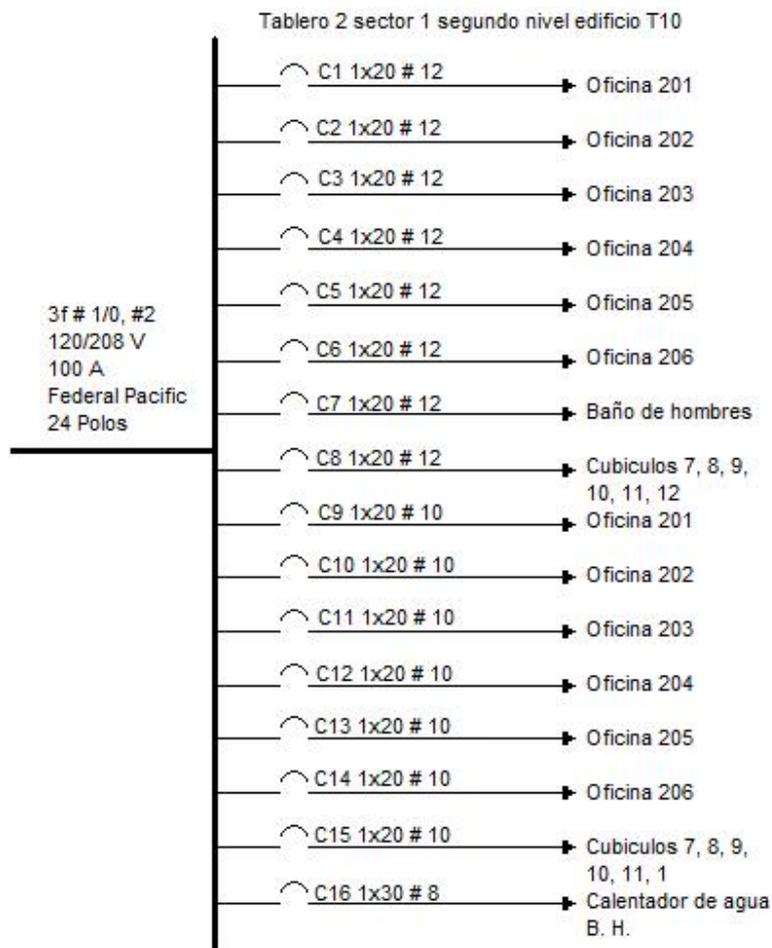
Por cada sector del edificio T10, existen tres sub-tableros ubicados en cada nivel, de los cuales se presentan los diagramas unifilares.

Figura 9. Diagrama unifilar tablero 1, sector 1 primer nivel edificio T10



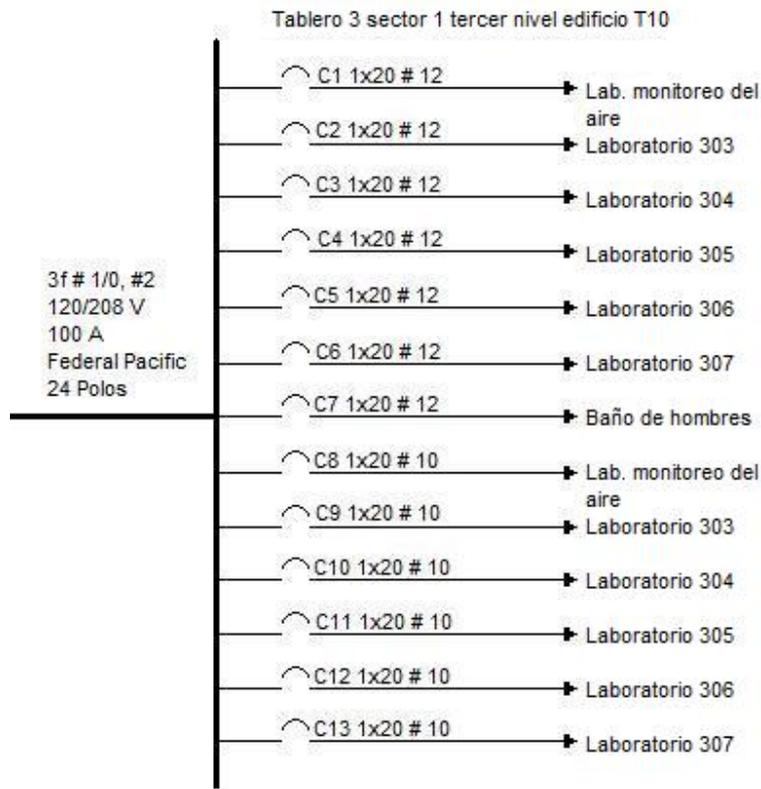
Fuente. Instalaciones edificio T10

Figura 10. Diagrama unifilar tablero 2, sector 1 segundo nivel edificio T10



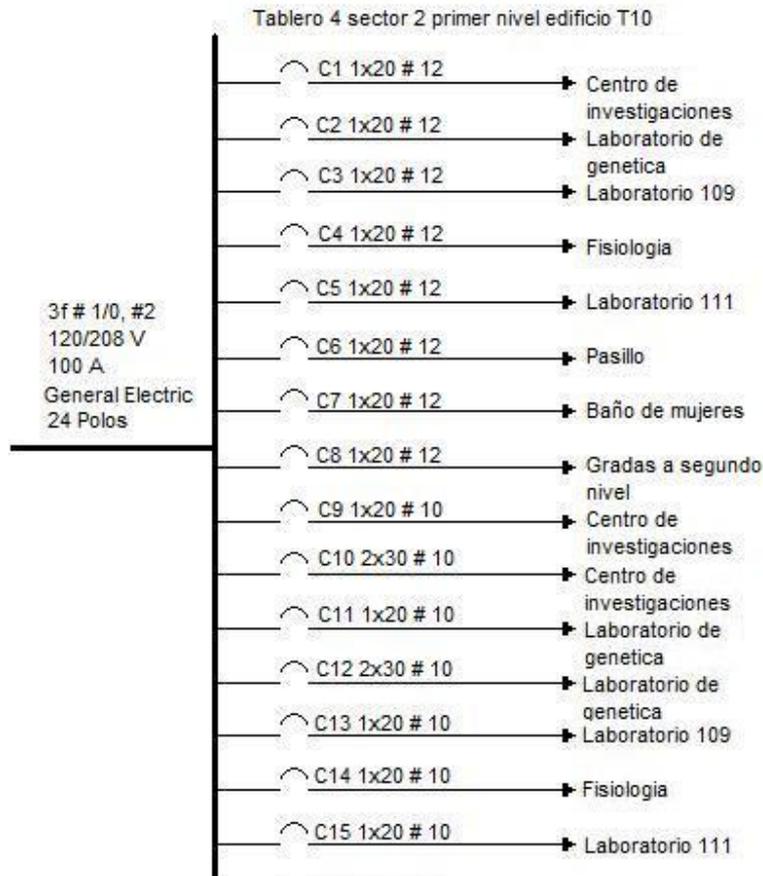
Fuente. Instalaciones edificio T10

Figura 11. Diagrama unifilar tablero 3, sector 1 tercer nivel edificio T10



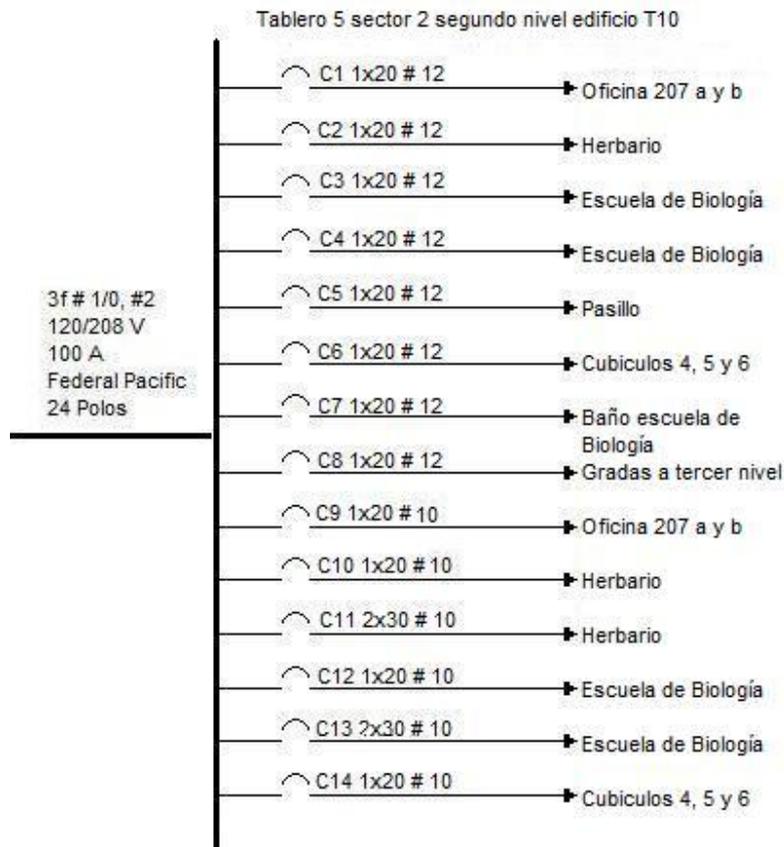
Fuente. Instalaciones edificio T10

Figura 12. Diagrama unifilar tablero 4, sector 2 primer nivel edificio T10



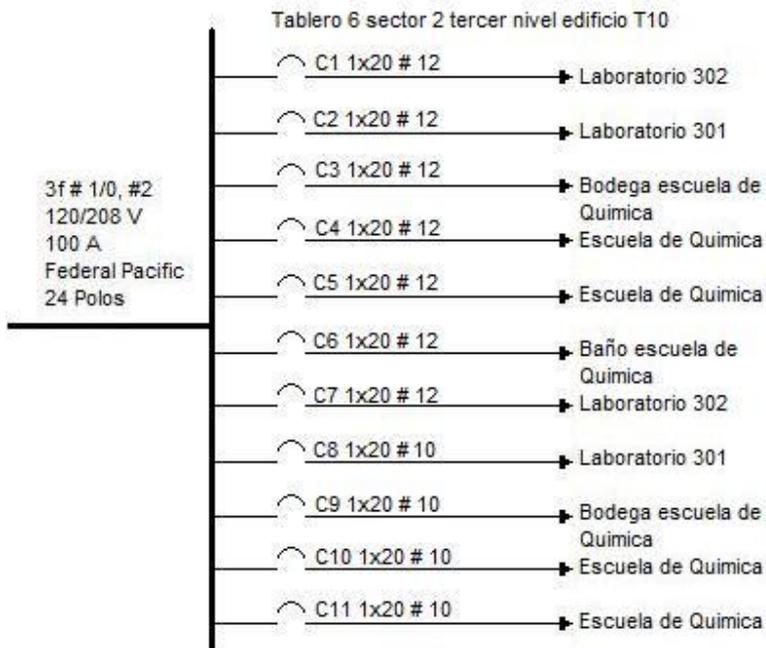
Fuente. Instalaciones edificio T10

Figura 13. Diagrama unifilar tablero 5, sector 2 segundo nivel edificio T10



Fuente. Instalaciones edificio T10

Figura 14. Diagrama unifilar tablero 6, sector 2 tercer nivel edificio T10

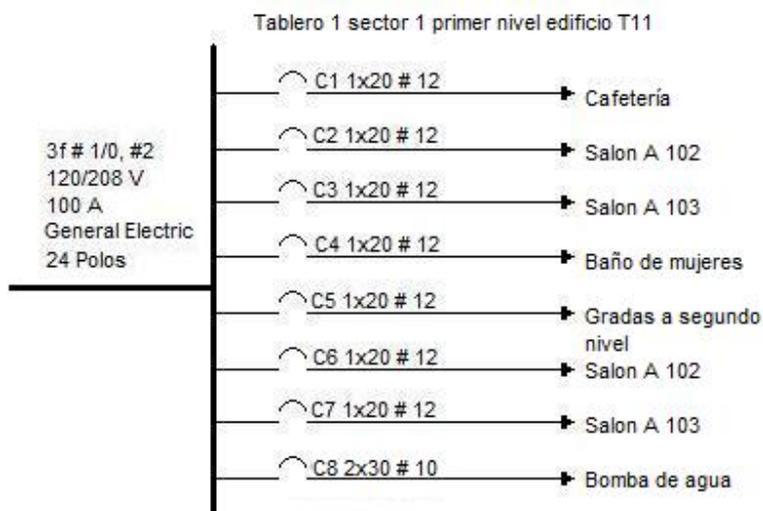


Fuente. Instalaciones edificio T10

2.1.3 Diagrama unifilar tableros edificio T11

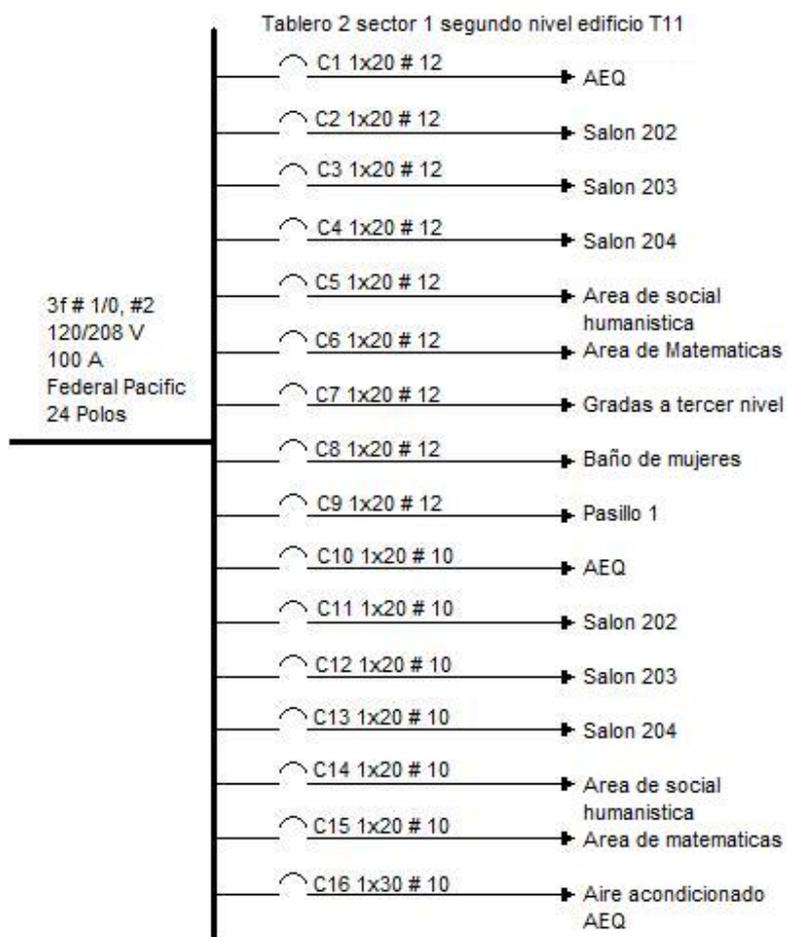
Por cada sector del edificio T11, existen tres sub-tableros ubicados en cada nivel, de los cuales se presentan los diagramas unifilares.

Figura 15. Diagrama unifilar tablero 1, sector 1 primer nivel edificio T11



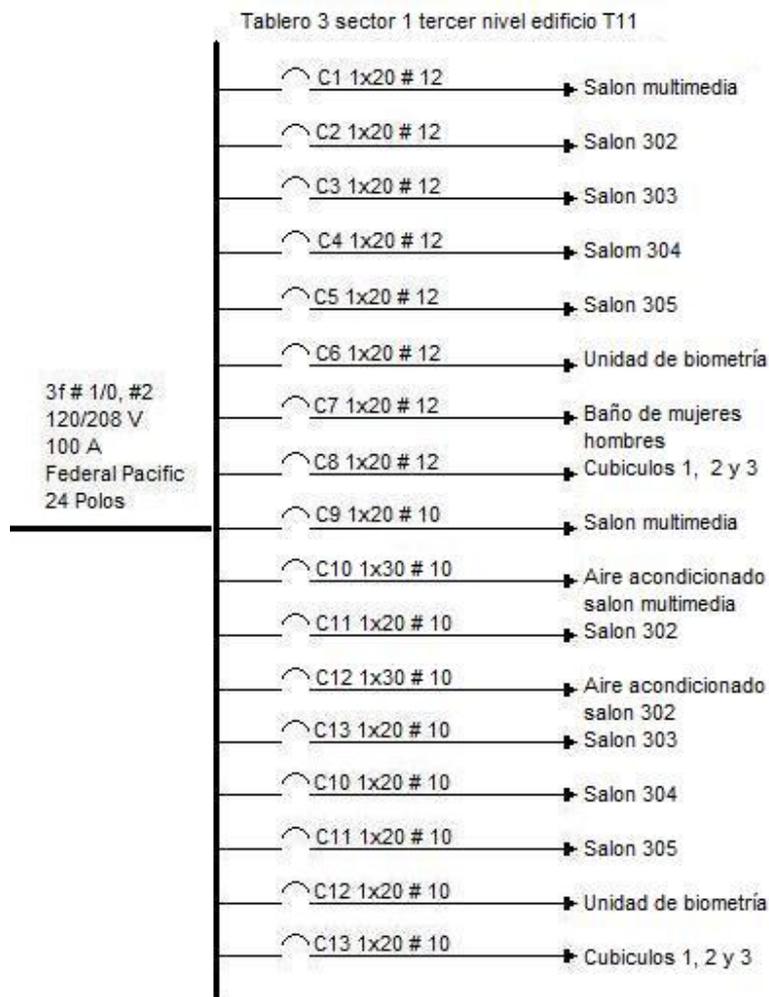
Fuente. Instalaciones edificio T11

Figura 16. Diagrama unifilar tablero 2, sector 1 segundo nivel edificio T11



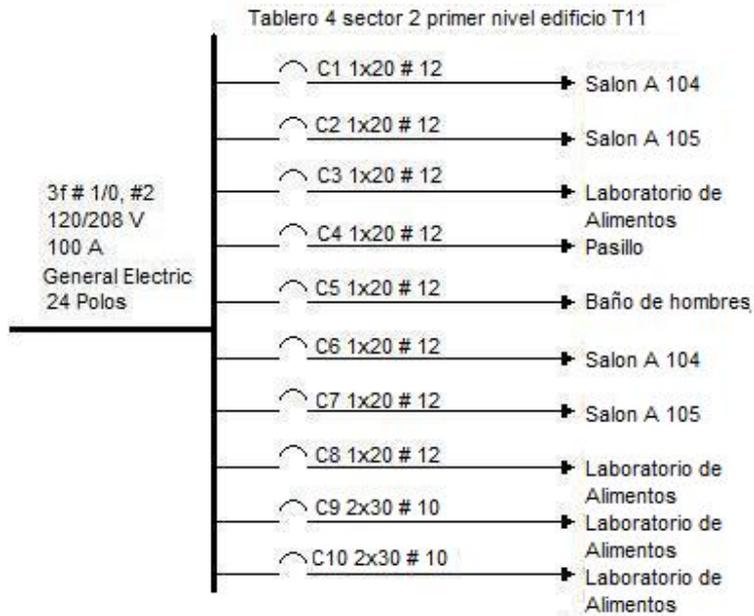
Fuente. Instalaciones edificio T11

Figura 17. Diagrama unifilar tablero 3, sector 1 tercer nivel edificio T11



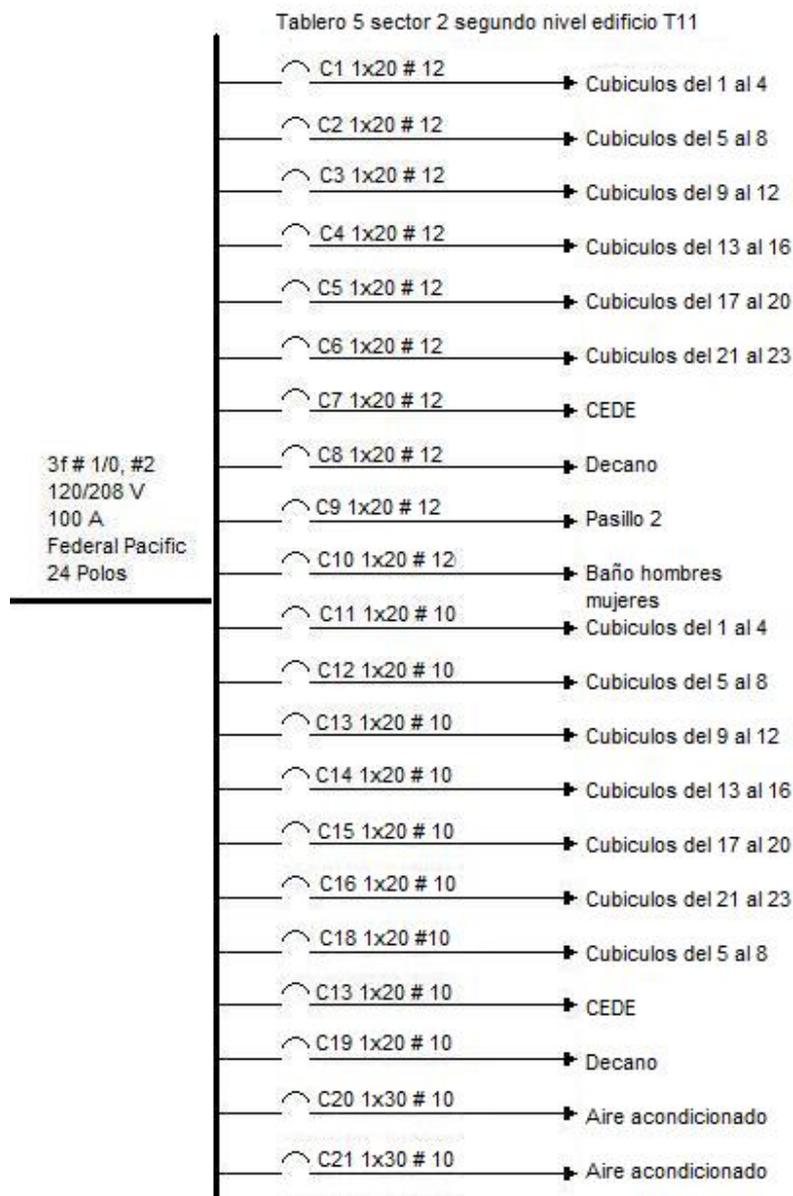
Fuente. Instalaciones edificio T11

Figura 18. Diagrama unifilar tablero 4, sector 2 primer nivel edificio T11



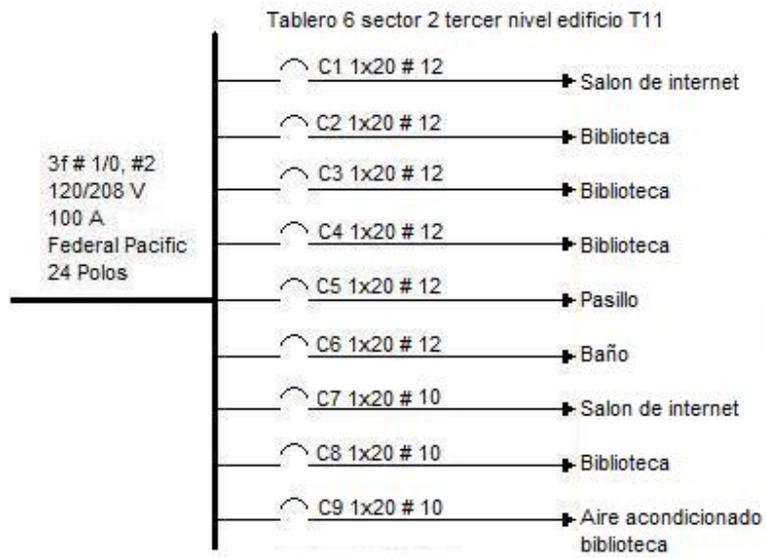
Fuente. Instalaciones edificio T11

Figura 19. Diagrama unifilar tablero 5, sector 2 segundo nivel edificio T11



Fuente. Instalaciones edificio T11

Figura 20. Diagrama unifilar tablero 6, sector 2 tercer nivel edificio T11



Fuente. Instalaciones edificio T11

3. ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS T10 Y T11

3.1 Selección del calibre del conductor

La selección adecuada de un conductor que llevara corriente a un dispositivo específico se hace tomando en consideración dos factores:

- La capacidad de conducción de corriente (ampacidad)
- La caída de voltaje

Estos dos factores se consideran por separado para un análisis, pero se consideran simultáneamente en la selección de un conductor, como es posible que los resultados en la selección de un conductor difieran considerando estos factores, entonces se debe tomar como bueno el que resulte de mayor sección, ya que de esta manera el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de voltaje y cumplirá con los requerimientos de capacidad de corriente.

3.1.1 Cálculo de conductores por capacidad de conducción de corriente.

Los conductores eléctricos están forrados por material aislante, que por lo general contienen materiales orgánicos. Estos forros están clasificados de

acuerdo con la temperatura de operación permisible, de tal forma que una misma sección de cobre puede tener diferente capacidad de conducción de corriente, dependiendo del tipo de aislamiento que se seleccione como se indica en la tabla III capítulo 1.

También existe reducción de la capacidad de transporte de corriente de los conductores por la cantidad de conductores que van dentro de una tubería, según lo indica la siguiente tabla

Tabla XVII. Factores de reducción de acuerdo al número de conductores

No. de conductores	Factor de reducción de capacidad de conducción
4 a 6	80 %
7 a 24	70 %
25 a 42	60 %
Más de 42	50 %

Fuente: Tabla 5.1 a factores de corrección por agrupamiento p. 102, Eduardo Campero.

Para aplicar correctamente los factores de corrección por cantidad de conductores no se deben tomar en cuenta los conductores que sirven como neutral o tierra, ya que se asume por ellos no circula corriente alguna.

Factores corrección de capacidad de corriente por temperatura ambiente.

Tabla XVIII. Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima, permisible en el aislamiento en °C			
	60	75	85	90
31-40	0.82	0.88	0.9	0.91
41-45	0.71	0.82	0.85	0.87
46-50	0.58	0.75	0.8	0.82
51-55	0.41	0.67	0.74	0.76
56-60		0.58	0.67	0.71
61-70		0.35	0.52	0.58
71-80			0.3	0.41

Fuente: Tabla 5.1 b factores de corrección por agrupamiento p. 102, Eduardo Campero.

El NEC recomienda no cargar un conductor sobre el 80% de su capacidad nominal, cuando lo seleccionamos por corriente, ya que como toda instalación eléctrica es un sistema dinámico, pueden existir sobrecargas o desbalances lo que hace necesario dejar un margen de seguridad en el cálculo del conductor. La capacidad de los conductores de acuerdo al tipo y calibre del conductor está dada en la tabla III del capítulo 1.

Adicional para el cálculo de la protección del circuito se utiliza el 1.25 de la corriente nominal:

$$I_{\text{corriente del interruptor}} = 1.25 \times I_{\text{nominal del circuito}}$$

A continuación se realiza un ejercicio para cálculo por corriente de un circuito de iluminación y de fuerza, el resto de resultados se tabularan en tablas.

Circuito 2 de iluminación del edificio T10 sector 1 potencia requerida 640 W, 120 V, circuito 11 de fuerza del edificio T10 sector 1 potencia requerida 1350 W, 120 V.

Para el circuito 2 se tiene

$$I = P/V \text{ A}$$

$$I = 640 / 120 = 5.3 \text{ A}$$

De la tabla capacidad de corriente del conductor se selecciona el cable # 14 THW a 75 °C que tiene una capacidad de 15 amperios.

Aplicando los factores de corrección tenemos que para la temperatura ambiente de 31-40 se aplica el 0.88, aplicando el factor de corrección por números de conductores de 7 a 24 conductores se aplica el 0.7.

$$I = 15 * 0.88 * 0.7 = 9.2 \text{ A}$$

Para el circuito 11 se tiene

$$I = P/V \text{ A}$$

$$I = 1350 / 120 = 11.3 \text{ A}$$

De la tabla capacidad de corriente del conductor se selecciona el cable # 12 THW a 75 °C que tiene una capacidad de 20 amperios.

Aplicando los factores de corrección tenemos que para la temperatura ambiente de 31-40 se aplica el 0.88, aplicando el factor de corrección por números de conductores de 4 a 6 conductores se aplica el 0.8.

$$I = 15 * 0.88 * 0.8 = 14 \text{ A}$$

Por lo que el calibre # 12 tiene la capacidad de conducción para la corriente en este circuito.

Tabla XIX. Cálculo de conductor por corriente tablero 1, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
3	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
4	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
5	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
6	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	550	4.6	14	FUERZA
9	120	550	4.6	14	FUERZA
10	120	550	4.6	14	FUERZA
11	120	1350	11.3	12	FUERZA
12	120	1350	11.3	12	FUERZA
13	120	550	4.6	14	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XX. Cálculo de conductor por corriente tablero 2, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
3	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
4	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
5	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
6	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
9	120	800	6.7	14	FUERZA
10	120	800	6.7	14	FUERZA
11	120	800	6.7	14	FUERZA
12	120	800	6.7	14	FUERZA
13	120	800	6.7	14	FUERZA
14	120	800	6.7	14	FUERZA
15	120	900	7.5	14	FUERZA
16	120	2500	20.8	10	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXI. Cálculo de conductor por corriente tablero 3, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
2	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
3	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
4	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
5	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
6	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	1000	8.3	12	FUERZA
9	120	600	5.0	14	FUERZA
10	120	600	5.0	14	FUERZA
11	120	600	5.0	14	FUERZA
12	120	600	5.0	14	FUERZA
13	120	600	5.0	14	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXII. Cálculo de conductor por corriente tablero 4, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
3	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
4	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
5	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
6	120	800	6.7	14	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
9	120	550	4.6	14	FUERZA
10	208	3500	16.8	12	FUERZA
11	120	550	4.6	14	FUERZA
12	208	3500	16.8	12	FUERZA
13	120	550	4.6	14	FUERZA
14	120	550	4.6	14	FUERZA
15	120	550	4.6	14	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXIII. Cálculo de conductor por corriente tablero 5, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	1280	10.7	12	ILUMINACIÓN
3	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
4	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
5	120	800	6.7	14	ILUMINACIÓN
6	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
9	120	800	6.7	14	FUERZA
10	120	550	4.6	14	FUERZA
11	208	3500	16.8	12	FUERZA
12	120	550	4.6	14	FUERZA
13	208	3500	16.8	12	FUERZA
14	120	600	5.0	14	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXIV. Cálculo de conductor por corriente tablero 6, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
2	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
3	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
4	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
5	120	1280	10.7	12	ILUMINACIÓN
6	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	600	5.0	14	FUERZA
9	120	600	5.0	14	FUERZA
10	120	600	5.0	14	FUERZA
11	120	600	5.0	14	FUERZA
12	120	600	5.0	14	FUERZA
13	120	600	5.0	14	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXV. Cálculo de conductor por corriente tablero 1, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	800	6.7	14	ILUMINACIÓN
2	120	1280	10.7	12	ILUMINACIÓN
3	120	1280	10.7	12	ILUMINACIÓN
4	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
5	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
6	120	550	4.6	14	FUERZA
7	120	550	4.6	14	FUERZA
8	208	3500	16.8	12	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XXVI. Cálculo de conductor por corriente tablero 2, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
3	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
4	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
5	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
6	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
9	120	240	2.0	14	ILUMINACIÓN
10	120	550	4.6	14	FUERZA
11	120	550	4.6	14	FUERZA
12	120	550	4.6	14	FUERZA
13	120	550	4.6	14	FUERZA
14	120	800	6.7	14	FUERZA
15	120	800	6.7	14	FUERZA
16	120	2400	20.0	10	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XXVII. Cálculo de conductor por corriente tablero 3, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
3	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
4	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
5	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
6	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
7	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
8	120	480	4.0	14	ILUMINACIÓN
9	120	800	6.7	14	FUERZA
10	120	2400	20.0	10	FUERZA
11	120	550	4.6	14	FUERZA
12	120	2400	20.0	10	FUERZA
13	120	550	4.6	14	FUERZA
14	120	550	4.6	14	FUERZA
15	120	550	4.6	14	FUERZA
16	120	800	6.7	14	FUERZA
17	120	800	6.7	14	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XXVIII. Cálculo de conductor por corriente tablero 4, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	1280	10.7	12	ILUMINACIÓN
2	120	1280	10.7	12	ILUMINACIÓN
3	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
4	120	800	6.7	14	ILUMINACIÓN
5	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
6	120	550	4.6	14	FUERZA
7	120	550	4.6	14	FUERZA
8	120	800	6.7	14	FUERZA
9	208	2200	10.6	12	FUERZA
10	208	2200	10.6	12	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XXIX. Cálculo de conductor por corriente tablero 5, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
3	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
4	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
5	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
6	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
7	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
8	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
9	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
10	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
11	120	800	6.7	14	FUERZA
12	120	800	6.7	14	FUERZA
13	120	800	6.7	14	FUERZA
14	120	800	6.7	14	FUERZA
15	120	800	6.7	14	FUERZA
16	120	800	6.7	14	FUERZA
17	208	3500	16.8	12	FUERZA
18	120	800	6.7	14	FUERZA
19	120	800	6.7	14	FUERZA
20	120	2400	20.0	10	FUERZA
21	120	2400	20.0	10	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XXX. Cálculo de conductor por corriente tablero 6, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	POTENCIA (w)	Corriente (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CIRCUITO
1	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
2	120	800	6.7	14	ILUMINACIÓN
3	120	800	6.7	14	ILUMINACIÓN
4	120	960	8.0	12	ILUMINACIÓN
5	120	640	5.3	14	ILUMINACIÓN
6	120	320	2.7	14	ILUMINACIÓN
7	120	3000	25.0	10	FUERZA
8	120	800	6.7	14	FUERZA
9	120	2400	20.0	10	FUERZA

Fuente. Instalaciones edificio T11

3.1.2 Cálculo de conductores por regulación de voltaje

Es necesario que la caída de tensión en los conductores no exceda de las estipuladas por las normas. La caída de tensión permisible es del 2% de la tensión nominal para la acometida y del 3% de la misma para los ramales.

Antes de pasar al cálculo del porcentaje de caída de tensión se debe conocer las siguientes fórmulas:

$$V = I \times R \quad 3.1$$

$$P = V \times I \times \cos\theta \quad 3.2$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\theta \quad 3.3$$

Donde:

v = voltaje

I = corriente

R = resistencia

P_{ϕ} = potencia monofásica

$P_{3\phi}$ = potencia trifásica

$\cos\theta$ = factor de potencia

$$R = L / (a \times k) \quad 3.4$$

Donde:

L = longitud en metros o pies

a= sección transversal en mm² o circular mils

k= conductividad

Conductividad del cobre:

$$K_{cu} = \frac{57 \text{ mm}^2}{\Omega \cdot \text{m}}$$

Conductividad del aluminio:

$$K_{al} = \frac{36 \text{ mm}^2}{\Omega \cdot \text{m}}$$

Caída de voltaje en el conductor:

$$e = \frac{I \times L}{a \times k} \quad 3.5$$

Donde:

e = porcentaje de caída de tensión.

L = $\sqrt{3}d$ para circuitos trifásicos

L = 2d para circuitos trifásicos

I = corriente

a = sección transversal en mm² o circular mils

K = conductividad

A continuación se realiza un ejercicio para cálculo por regulación de voltaje de un circuito de iluminación y de fuerza, el resto de resultados se tabularan en tablas.

Circuito 2 de iluminación del edificio T10 sector 1 potencia requerida 640 W, 120 V, distancia al tablero 27.5 m, circuito 11 de fuerza del edificio T10 sector 1 potencia requerida 1350 W, 120 V, distancia al tablero 41.5 m, con los datos anteriores calcular el calibre del conductor teniendo una caída de tensión del 3% del voltaje nominal, un circuito monofásico y conductor de cobre.

Para el circuito 2:

$$L = 2 * d \quad L = 2 * 27.5 = 55 \quad \text{m}$$

$$P = 4 * 4 * 40 = 640 \text{ W}$$

$$I = P / V \quad I = 640 / 120 = 5.3 \quad \text{A}$$

$$e = 3\% * V_{\text{nominal}} \quad e = 0.03 * 120 = 3.6 \text{ V}$$

Entonces:

$$a = \frac{5.3 * 55}{3.6 * 57} = 1.42 \text{ mm}^2$$

El resultado indica que se debe seleccionar un conductor de 1.42 mm², en este caso, es el # 14 que es el más próximo en AWG.

Al corroborar se tiene que para el calibre # 14 que tiene 2.08mm^2 a 27.5 m de distancia del tablero se tiene:

$$e = \frac{5.3 * 55}{2.08 * 57} = 2.47 \text{ V}$$

Con lo anterior, se tiene que la comprobación que el cable calibre # 14 cumple con la capacidad de conducción para este circuito de iluminación, ya que tiene una caída de voltaje del $2.47 \text{ V} < 3.6 \text{ V}$ máximo requerido.

Para el circuito 11:

$$L = 2 * d \quad L = 2 * 41.5 = 83 \text{ m}$$

$$P = 1350 \text{ W}$$

$$I = P / V \quad I = 1350 / 120 = 11.3 \text{ A}$$

$$e = 3\% * V_{\text{nominal}} \quad e = 0.03 * 120 = 3.6 \text{ V}$$

Entonces:

$$a = \frac{11.3 * 83}{3.6 * 57} = 4.57 \text{ mm}^2$$

El resultado indica que se debe seleccionar un conductor de 4.57 mm^2 , en este caso, es el # 10 que es el más próximo en AWG.

Al corroborar se tiene que para el calibre # 10 que tiene 2.08mm² a 41.5 m de distancia del tablero se tiene:

$$e = \frac{11.3 * 83}{5.26 * 57} = 3.11 \text{ V}$$

Con lo anterior, se tiene que la comprobación de que el cable calibre # 10 cumple con la capacidad de conducción para este circuito de iluminación, ya que tiene una caída de voltaje de 3.11 V < a 3.6 máximo requerido.

Tabla XXXI. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 1, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	20.5	1.1	14	1.8
2	120	5.3	ILUMINACIÓN	27.5	1.4	14	2.5
3	120	5.3	ILUMINACIÓN	34.5	1.8	14	3.1
4	120	5.3	ILUMINACIÓN	41.5	2.2	12	2.3
5	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
6	120	5.3	ILUMINACIÓN	55.5	2.9	12	3.1
7	120	2.7	ILUMINACIÓN	10	0.3	14	0.4
8	120	4.6	FUERZA	24.5	1.1	14	1.9
9	120	4.6	FUERZA	31.5	1.4	14	2.4
10	120	4.6	FUERZA	38.5	1.7	14	3.0
11	120	11.3	FUERZA	45.5	5.0	10	3.4
12	120	11.3	FUERZA	52.5	5.8	8	2.5
13	120	4.6	FUERZA	59.5	2.7	12	2.9

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXXII. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 2, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	20.5	1.1	14	1.8
2	120	5.3	ILUMINACIÓN	27.5	1.4	14	2.5
3	120	5.3	ILUMINACIÓN	34.5	1.8	14	3.1
4	120	5.3	ILUMINACIÓN	41.5	2.2	12	2.3
5	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
6	120	5.3	ILUMINACIÓN	55.5	2.9	12	3.1
7	120	2.7	ILUMINACIÓN	10	0.3	14	0.4
8	120	8.0	ILUMINACIÓN	51.5	4.0	10	2.7
9	120	6.7	FUERZA	24.5	1.6	14	2.8
10	120	6.7	FUERZA	31.5	2.0	12	2.2
11	120	6.7	FUERZA	38.5	2.5	12	2.7
12	120	6.7	FUERZA	45.5	3.0	12	3.2
13	120	6.7	FUERZA	52.5	3.4	10	2.3
14	120	6.7	FUERZA	59.5	3.9	10	2.6
15	120	7.5	FUERZA	55.5	4.1	10	2.8
16	120	20.8	FUERZA	10	2.0	12	2.2

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXXIII. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 3, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	8.0	ILUMINACIÓN	20.5	1.6	14	2.8
2	120	8.0	ILUMINACIÓN	55.5	4.3	10	3.0
3	120	8.0	ILUMINACIÓN	48.5	3.8	10	2.6
4	120	8.0	ILUMINACIÓN	41.5	3.2	12	3.5
5	120	8.0	ILUMINACIÓN	34.5	2.7	12	2.9
6	120	8.0	ILUMINACIÓN	27.5	2.1	12	2.3
7	120	2.7	ILUMINACIÓN	10	0.3	14	0.4
8	120	8.3	FUERZA	24.5	2.0	12	2.2
9	120	5.0	FUERZA	59.5	2.9	12	3.2
10	120	5.0	FUERZA	52.5	2.6	12	2.8
11	120	5.0	FUERZA	45.5	2.2	12	2.4
12	120	5.0	FUERZA	38.5	1.9	14	3.2
13	120	5.0	FUERZA	31.5	1.5	14	2.7

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXXIV. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 4, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
2	120	5.3	ILUMINACIÓN	41.5	2.2	12	2.3
3	120	5.3	ILUMINACIÓN	34.5	1.8	14	3.1
4	120	5.3	ILUMINACIÓN	27.5	1.4	14	2.5
5	120	5.3	ILUMINACIÓN	20.5	1.1	14	1.8
6	120	6.7	ILUMINACIÓN	72	4.7	10	3.2
7	120	2.7	ILUMINACIÓN	10	0.3	14	0.4
8	120	2.7	ILUMINACIÓN	25	0.6	14	1.1
9	120	4.6	FUERZA	52.5	2.3	12	2.6
10	208	16.8	FUERZA	52.5	5.0	10	5.9
11	120	4.6	FUERZA	45.5	2.0	14	3.5
12	208	16.8	FUERZA	45.5	4.3	10	5.1
13	120	4.6	FUERZA	38.5	1.7	14	3.0
14	120	4.6	FUERZA	31.5	1.4	14	2.4
15	120	4.6	FUERZA	24.5	1.1	14	1.9

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXXV. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 5, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
2	120	10.7	ILUMINACIÓN	41.5	4.3	10	3.0
3	120	8.0	ILUMINACIÓN	27.5	2.1	12	2.3
4	120	8.0	ILUMINACIÓN	27.5	2.1	12	2.3
5	120	6.7	ILUMINACIÓN	72	4.7	10	3.2
6	120	8.0	ILUMINACIÓN	48.5	3.8	10	2.6
7	120	2.7	ILUMINACIÓN	10	0.3	14	0.4
8	120	2.7	ILUMINACIÓN	25	0.6	14	1.1
9	120	6.7	FUERZA	48.5	3.2	12	3.4
10	120	4.6	FUERZA	41.5	1.9	14	3.2
11	208	16.8	FUERZA	41.5	4.0	10	4.7
12	120	4.6	FUERZA	27.5	1.2	14	2.1
13	208	16.8	FUERZA	27.5	2.6	12	4.9
14	120	5.0	FUERZA	48.5	2.4	12	2.6

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXXVI. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 6, T10

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	8.0	ILUMINACIÓN	41.5	3.2	12	3.5
2	120	8.0	ILUMINACIÓN	34.5	2.7	12	2.9
3	120	5.3	ILUMINACIÓN	27.5	1.4	14	2.5
4	120	10.7	ILUMINACIÓN	20.5	2.1	12	2.3
5	120	8.0	ILUMINACIÓN	20.5	1.6	14	2.8
6	120	2.7	ILUMINACIÓN	10	0.3	14	0.4
7	120	5.0	FUERZA	45.5	2.2	12	2.4
8	120	5.0	FUERZA	38.5	1.9	14	3.2
9	120	5.0	FUERZA	31.5	1.5	14	2.7
10	120	5.0	FUERZA	24.5	1.2	14	2.1
11	120	5.0	FUERZA	24.5	1.2	14	2.1

Fuente. Instalaciones edificio T10

Tabla XXXVII. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 1, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	6.7	ILUMINACIÓN	20.5	1.3	14	2.3
2	120	10.7	ILUMINACIÓN	36.3	3.8	10	2.6
3	120	10.7	ILUMINACIÓN	47.0	4.9	10	3.3
4	120	2.7	ILUMINACIÓN	10.0	0.3	14	0.4
5	120	2.7	ILUMINACIÓN	25.0	0.6	14	1.1
6	120	4.6	FUERZA	24.5	1.1	14	1.9
7	120	4.6	FUERZA	40.3	1.8	14	3.1
8	208	16.8	FUERZA	56.0	5.3	8	3.9

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XXXVIII. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 2, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	20.5	1.1	14	1.8
2	120	5.3	ILUMINACIÓN	27.5	1.4	14	2.5
3	120	5.3	ILUMINACIÓN	34.5	1.8	14	3.1
4	120	5.3	ILUMINACIÓN	41.5	2.2	12	2.3
5	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
6	120	5.3	ILUMINACIÓN	55.5	2.9	12	3.1
7	120	2.7	ILUMINACIÓN	25.0	0.6	14	1.1
8	120	2.7	ILUMINACIÓN	10.0	0.3	14	0.4
9	120	2.0	ILUMINACIÓN	36.0	0.7	14	1.2
10	120	4.6	FUERZA	24.5	1.1	14	1.9
11	120	4.6	FUERZA	31.5	1.4	14	2.4
12	120	4.6	FUERZA	38.5	1.7	14	3.0
13	120	4.6	FUERZA	45.5	2.0	12	2.2
14	120	6.7	FUERZA	52.5	3.4	10	2.3
15	120	6.7	FUERZA	59.5	3.9	10	2.6
16	120	20.0	FUERZA	24.5	4.8	10	3.3

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XXXIX. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 3, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	20.5	1.1	14	1.8
2	120	5.3	ILUMINACIÓN	27.5	1.4	14	2.5
3	120	5.3	ILUMINACIÓN	34.5	1.8	14	3.1
4	120	5.3	ILUMINACIÓN	41.5	2.2	12	2.3
5	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
6	120	5.3	ILUMINACIÓN	55.5	2.9	12	3.1
7	120	2.7	ILUMINACIÓN	20.0	0.5	14	0.9
8	120	4.0	ILUMINACIÓN	34.5	1.3	14	2.3
9	120	6.7	FUERZA	24.5	1.6	14	2.8
10	120	20.0	FUERZA	24.5	4.8	10	3.3
11	120	4.6	FUERZA	26.5	1.2	14	2.0
12	120	20.0	FUERZA	26.5	5.2	10	3.5
13	120	4.6	FUERZA	38.5	1.7	14	3.0
14	120	4.6	FUERZA	45.5	2.0	12	2.2
15	120	4.6	FUERZA	52.5	2.3	12	2.6
16	120	6.7	FUERZA	59.5	3.9	10	2.6
17	120	6.7	FUERZA	38.5	2.5	12	2.7

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XL. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 4, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	10.7	ILUMINACIÓN	47.0	4.9	10	3.3
2	120	10.7	ILUMINACIÓN	36.3	3.8	10	2.6
3	120	8.0	ILUMINACIÓN	20.5	1.6	14	2.8
4	120	6.7	ILUMINACIÓN	72.0	4.7	10	3.2
5	120	2.7	ILUMINACIÓN	10.0	0.3	14	0.4
6	120	4.6	FUERZA	56.0	2.5	12	2.7
7	120	4.6	FUERZA	40.3	1.8	14	3.1
8	120	6.7	FUERZA	24.5	1.6	14	2.8
9	208	16.3	FUERZA	24.5	2.3	12	4.2
10	208	16.3	FUERZA	24.5	2.3	12	4.2

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XLI. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 5, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	20.5	1.1	14	1.8
2	120	5.3	ILUMINACIÓN	27.5	1.4	14	2.5
3	120	5.3	ILUMINACIÓN	34.5	1.8	14	3.1
4	120	5.3	ILUMINACIÓN	41.5	2.2	12	2.3
5	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
6	120	5.3	ILUMINACIÓN	55.5	2.9	12	3.1
7	120	5.3	ILUMINACIÓN	55.5	2.9	12	3.1
8	120	5.3	ILUMINACIÓN	48.5	2.5	12	2.7
9	120	8.0	ILUMINACIÓN	40.0	3.1	12	3.4
10	120	2.7	ILUMINACIÓN	20.0	0.5	14	0.9
11	120	6.7	FUERZA	20.5	1.3	14	2.3
12	120	6.7	FUERZA	27.5	1.8	14	3.1
13	120	6.7	FUERZA	34.5	2.2	12	2.4
14	120	6.7	FUERZA	41.5	2.7	12	2.9
15	120	6.7	FUERZA	48.5	3.2	12	3.4
16	120	6.7	FUERZA	55.5	3.6	10	2.5
17	208	16.8	FUERZA	27.5	2.6	12	4.9
18	120	6.7	FUERZA	55.5	3.6	10	2.5
19	120	6.7	FUERZA	48.5	3.2	12	3.4
20	120	20.0	FUERZA	20.5	4.0	10	2.7
21	120	20.0	FUERZA	20.5	4.0	10	2.7

Fuente. Instalaciones edificio T11

Tabla XLII. Cálculo de conductor por regulación de tensión tablero 6, T11

CIRCUITO	VOLTAJE (V)	Corriente (A)	TIPO DE CIRCUITO	Distancia	Área Calculada mm ²	CALIBRE DE CONDUCTOR	Comprobación e (V)
1	120	5.3	ILUMINACIÓN	55.5	2.9	12	3.1
2	120	6.7	ILUMINACIÓN	39.0	2.5	12	2.8
3	120	6.7	ILUMINACIÓN	32.0	2.1	12	2.3
4	120	8.0	ILUMINACIÓN	32.0	2.5	12	2.7
5	120	5.3	ILUMINACIÓN	50.0	2.6	12	2.8
6	120	2.7	ILUMINACIÓN	10.0	0.3	14	0.4
7	120	12.5	FUERZA	41.5	5.1	10	3.5
8	120	6.7	FUERZA	43.0	2.8	12	3.0
9	120	20.0	FUERZA	25.0	4.9	10	3.3

Fuente. Instalaciones edificio T11

3.2 Cálculo de tuberías

Desde el punto de vista de ventilación sería deseable que todos los conductores estuvieran colocados de tal forma que el aire circulará libremente por su superficie.

Los conductores tienen una limitante en su capacidad de conducción de corriente, debido a la baja disipación de calor, ya que el aislante tiene límite térmico bajo.

Por esta razón, el número de conductores dentro de un tubo o cualquier sistema de canalización debe encontrarse limitado de maneja que se logre un arreglo físico de acuerdo con la forma y el área transversal de la canalización de forma tal que se facilite el alojamiento y la manipulación de los conductores durante la instalación.

Además, debe considerarse la cantidad adecuada de aire dentro de la tubería para que se disipe el calor que se genera internamente debido al efecto

joule. En la tabla del anexo A se presenta la cantidad de conductores de acuerdo al diámetro de la tubería.

Para el cálculo del diámetro de tuberías donde irán alojados varios conductores, debe tomarse en cuenta la relación entre la suma total de las secciones transversales de los conductores (incluyendo el aislamiento) y el área transversal del tubo. Esta relación se le llama factor de relleno. Según la norma NEC para 1 conductor el factor de relleno puede ser de 53%, para dos conductores se limita a un máximo de 31% y para 3 conductores o más a un 40%. También se toma en cuenta el factor de arreglo el cual es 0.80 por la norma NEC esto es debido a que el área del conductor de cobre no es igual al área del conductor forrado.

$$A_{\text{tubo}} = \frac{\pi \times \phi^2}{4} \quad 3.6$$

$$A_{\text{tubo}} = \frac{\sum A_{\text{conductores}}}{F. A \times F. R} \quad 3.7$$

Entonces se tiene:

$$\phi = ((4 \times \sum A_{\text{conductores}}) / (\pi \times F. A. \times F. R.))^{1/2} \quad 3.8$$

En la tabla siguiente se pueden observar las diferentes áreas para conductores TW y THW de acuerdo a su calibre.

Tabla XLIII. Área para conductores TW o THW

Calibre AWG o MCM	Tipo de aislante TW O THW
	Área aproximada plg ²
14	0.0206
12	0.0251
10	0.0311
8	0.0526
6	0.0819
4	0.1087
2	0.1473
1/0	0.2367
2/0	0.2781
3/0	.03288
4/0	0.3904
250	0.4877
300	0.5581
350	0.6291
400	0.6969
500	0.8316
600	1.0261
700	1.1575
750	1.2252
800	1.2908
900	1.4208

Fuente: *Nacional Electrical Code NEC*

A continuación se realiza un ejercicio para cálculo de tubería de un circuito de iluminación y de fuerza, debido a que en los circuitos predomina el uso de la tubería de ¾" y 1", la finalidad del ejercicio es para verificar el diámetro de tuberías que se utilizan en la parte final de la instalación.

Circuito 2 de iluminación del edificio T10 calibre encontrado por regulación de tensión # 14 de sección transversal de 0.0206 plg² (2.08 mm²), de dos conductores, circuito 11 de fuerza del edificio T10 sector 1, calibre encontrado

por regulación de tensión # 10 de sección transversal de 0.0311 plg² (5.26 mm²), con los datos anteriores calcular la tubería.

Circuito 2

Factor de relleno, por ser dos conductores es de 31% (FR=0.31, FA=0.80)

Entonces:

$$\phi = ((4 \times \Sigma A_{\text{conductores}}) / (\pi \times F. A. \times F. R.))^{1/2}$$

$$\phi = ((4 \times 2 \times 0.0206) / (3.1416 \times 0.8 \times 0.31))^{1/2}$$

$\phi = 0.5$ pulgadas.

Circuito 11

Factor de relleno, por ser dos conductores es de 31% (FR=0.31, FA=0.80)

Entonces

$$\phi = ((4 \times \Sigma A_{\text{conductores}}) / (\pi \times F. A. \times F. R.))^{1/2}$$

$$\phi = ((4 \times 2 \times 0.0311) / (3.1416 \times 0.8 \times 0.31))^{1/2}$$

$\phi = 0.56$ pulgadas.

Estos mismos valores de tubería se aplican para la mayoría de los circuitos.

En las siguientes tablas se tabulan el diámetro de las tuberías calculadas.

Tabla XLIV. Cálculo de tuberías edificio T10 usando el resultado del cálculo por caída de tensión

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu^2	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
2	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
6	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
7	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
8	14	0.0206	1/2	FUERZA
9	14	0.0206	1/2	FUERZA
10	14	0.0206	1/2	FUERZA
11	10	0.0311	4/7	FUERZA
12	8	0.0526	3/4	FUERZA
13	12	0.0251	1/2	FUERZA

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu^2	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
2	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
6	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
7	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
8	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
9	14	0.0206	1/2	FUERZA
10	12	0.0251	1/2	FUERZA
11	12	0.0251	1/2	FUERZA
12	12	0.0251	1/2	FUERZA
13	10	0.0311	4/7	FUERZA
14	10	0.0311	4/7	FUERZA
15	10	0.0311	4/7	FUERZA
16	12	0.0251	1/2	FUERZA

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
2	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
3	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
6	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
7	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
8	12	0.0251	1/2	FUERZA
9	12	0.0251	1/2	FUERZA
10	12	0.0251	1/2	FUERZA
11	12	0.0251	1/2	FUERZA
12	14	0.0206	1/2	FUERZA
13	14	0.0206	1/2	FUERZA

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
2	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
5	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
6	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
7	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
8	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
9	12	0.0251	1/2	FUERZA
10	10	0.0311	4/7	FUERZA
11	14	0.0206	1/2	FUERZA
12	10	0.0311	4/7	FUERZA
13	14	0.0206	1/2	FUERZA
14	14	0.0206	1/2	FUERZA
15	14	0.0206	1/2	FUERZA

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
2	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
3	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
6	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
7	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
8	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
9	12	0.0251	1/2	FUERZA
10	14	0.0206	1/2	FUERZA
11	10	0.0311	4/7	FUERZA
12	14	0.0206	1/2	FUERZA
13	12	0.0251	1/2	FUERZA
14	12	0.0251	1/2	FUERZA

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
2	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
6	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
7	12	0.0251	1/2	FUERZA
8	14	0.0206	1/2	FUERZA
9	14	0.0206	1/2	FUERZA
10	14	0.0206	1/2	FUERZA
11	14	0.0206	1/2	FUERZA

Tabla XLV. Cálculo de tuberías edificio T11

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu^2	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
2	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
3	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
4	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
5	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
6	14	0.0206	1/2	FUERZA
7	14	0.0206	1/2	FUERZA
8	8	0.0526	3/4	FUERZA

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu^2	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
2	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
6	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
7	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
8	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
9	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
10	14	0.0206	1/2	FUERZA
11	14	0.0206	1/2	FUERZA
12	14	0.0206	1/2	FUERZA
13	12	0.0251	1/2	FUERZA
14	10	0.0311	4/7	FUERZA
15	10	0.0311	4/7	FUERZA
16	10	0.0311	4/7	FUERZA

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
2	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
6	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
7	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
8	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
9	14	0.0206	1/2	FUERZA
10	10	0.0311	4/7	FUERZA
11	14	0.0206	1/2	FUERZA
12	10	0.0311	4/7	FUERZA
13	14	0.0206	1/2	FUERZA
14	12	0.0251	1/2	FUERZA
15	12	0.0251	1/2	FUERZA
16	10	0.0311	4/7	FUERZA
17	12	0.0251	1/2	FUERZA

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
2	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	10	0.0311	4/7	ILUMINACIÓN
5	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
6	12	0.0251	1/2	FUERZA
7	14	0.0206	1/2	FUERZA
8	14	0.0206	1/2	FUERZA
9	12	0.0251	1/2	FUERZA
10	12	0.0251	1/2	FUERZA

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
2	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
3	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
6	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
7	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
8	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
9	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
10	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
11	14	0.0206	1/2	FUERZA
12	14	0.0206	1/2	FUERZA
13	12	0.0251	1/2	FUERZA
14	12	0.0251	1/2	FUERZA
15	12	0.0251	1/2	FUERZA
16	10	0.0311	4/7	FUERZA
17	12	0.0251	1/2	FUERZA
18	10	0.0311	4/7	FUERZA
19	12	0.0251	1/2	FUERZA
20	10	0.0311	4/7	FUERZA
21	10	0.0311	4/7	FUERZA

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE DE CONDUCTOR	Área de conductor plu ²	Diámetro de tubería	TIPO DE CIRCUITO
1	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
2	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
3	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
4	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
5	12	0.0251	1/2	ILUMINACIÓN
6	14	0.0206	1/2	ILUMINACIÓN
7	10	0.0311	4/7	FUERZA
8	12	0.0251	1/2	FUERZA
9	10	0.0311	4/7	FUERZA

3.3 Cálculo de iluminación

Se pueden definir dos niveles en la iluminación de interiores: local y general. El primero se refiere a las necesidades de la luz para tareas específicas que se desarrollan en diferentes puntos del espacio a iluminar. El nivel general corresponde a la iluminación en todas las demás áreas. También puede llamarse alumbrado general por zonas, cuando se deciden niveles de iluminación diferentes para cada zona, lo cual resulta más económico.

Además de definir el nivel de iluminación general se requiere cuidar la colocación de las luminarias de tal forma que se reduzca el deslumbramiento directo o reflejado, o las sombras indeseables.

3.3.1 Cálculo de los lúmenes

Este método se utiliza únicamente para el cálculo de alumbrado de interiores y está basado en la definición de lux, que es igual a un lumen por metro cuadrado. Con la información del fabricante sobre la emisión luminosa inicial de cada lámpara, la cantidad instalada y el área de la zona considerada (en metros cuadrados) puede obtenerse el número de lúmenes por metro cuadrado o luxes:

$$E = \frac{\phi}{A} \quad 3.9$$

Donde:

E = Es el nivel de iluminación en lux.

ϕ = Flujo luminoso en Lumen.

A = área iluminada en m².

Siendo 1 pie-candela = 0.76 luxes.

Este valor difiere de los luxes medidos, debido a que algunos lúmenes son absorbidos por la misma luminaria o por la influencia de otros factores tales como la suciedad de la luminaria y la disminución gradual de la emisión de luz de las lámparas.

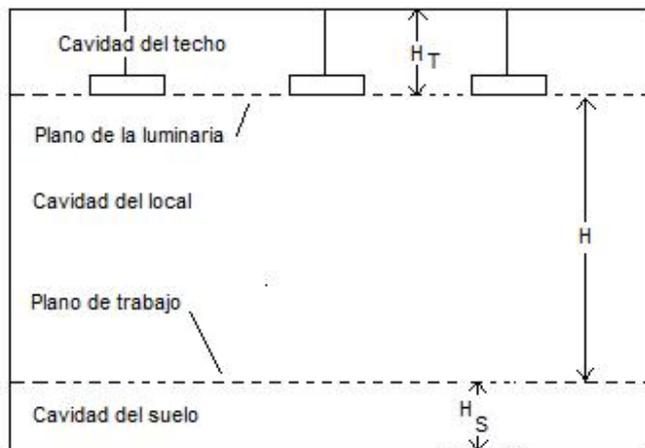
3.3.2 Determinación del coeficiente de utilización (CU)

El coeficiente de utilización es el cociente de lúmenes que llegan al plano de trabajo (plano horizontal a 75 cms. del suelo) y los totales generados por la lámpara. Este factor toma en cuenta la eficiencia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y suelo. A causa de las múltiples reflexiones que tienen lugar dentro de un local, una parte de luz pasa hacia abajo a través del plano imaginario de trabajo más de una vez, por lo que en algunas circunstancias el coeficiente de utilización puede sobrepasar la unidad. En general cuando mas alto y estrecho sea el local, mayor será la proporción de luz absorbida por las paredes y menor el coeficiente de utilización. Este efecto se considera mediante la relación de cavidad del local (RCL) que se define como:

$$RCL = (5H (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} \times \text{ancho})) \quad 3.10$$

Donde H = altura de la cavidad.

Figura 21. Dimensiones de cavidad de un local.



H = Altura de la cavidad del local.

H_T = Altura de la cavidad del techo.

H_S = Altura de la cavidad del suelo.

3.3.3 Factor de mantenimiento (FPT)

Este factor es una función de la depreciación de la emisión luminosa de la luminaria, debido a la acumulación de suciedad en el mismo, así como a la depreciación de las superficies reflectoras o transmisoras de la luz ocasionadas por el envejecimiento y las horas de uso.

El factor de se obtiene multiplicando el valor de la depreciación de la lámpara por la depreciación por suciedad de la luminaria. Este factor puede estimarse considerando los siguientes porcentajes:

Para locales limpios: 78%

Para locales de limpieza regular: 65%

Para locales sucios: 55%

3.3.4 Cálculo del número de luminarias

El número de luminarias (unidades de alumbrado) puede calcularse de la siguiente manera:

$$N = ((E \times S) / (\phi \times I \times CU \times FPT)) \quad 3.11$$

Donde

N = Número de luminarias

E = Iluminación requerida

S = Superficie

Φ = Flujo luminoso por lámpara

I = número de lámparas por luminaria

A continuación se realiza un ejercicio para cálculo de luminarias de un circuito de iluminación, el resto de resultados se tabularan en tablas.

Circuito 2 de iluminación del edificio T10 sector 1 el cual tiene 4 unidades de 4 lámparas, de 40 W c/u, de 3100 lúmenes, de 120 V, el ancho del salón es de 6.5 metros x 7 metros, el color de la pared es marfil con un coeficiente de reflexión de 75% (tabla anexo A), el techo de color blanco con un factor de 85% (tabla anexo A), color de suelo gris con un coeficiente de 40% (tabla anexo A). La altura de cavidad del techo es de 0.4 m, la altura de la cavidad del suelo es de 0.75 m, la altura de la cavidad del local es de 1.9 m, se necesitan 500 lux de operación por ser área de aulas y oficinas (niveles lumínico anexo A).

Cálculo de RCL

$$RCL_{\text{techo}} = (5 \times 0.40 \times (6.5 + 7)) / (6.5 \times 7) = 0.59$$

$$RCL_{\text{local}} = (5 \times 1.90 \times (6.5 + 7)) / (6.5 \times 7) = 2.82$$

$$RCL_{\text{piso}} = (5 \times 0.75 \times (6.5 + 7)) / (6.5 \times 7) = 1.11$$

Para el local se consigue el siguiente valor de CU extrapolando los valores de la tabla factores de coeficiente de utilización.

RCL	CU
2	0.71
2.82	x
3	0.80

Donde:

$$X = -((2 - 2.82) (0.71 - 0.80)) / (2 - 3) + 0.71 = 0.7838$$

El factor de mantenimiento (FM) se obtiene multiplicando, (datos de fabricante).

$$FM = LDD \times LLD \quad 3.12$$

Donde:

LDD = factor de degradación de la luminaria

Para ambiente de salones de clase y oficinas se tiene un LDD = 0.90 para una lámpara de categoría I a 24 meses de uso.

LLD = Factor de depreciación de la lámpara

Para ambiente de salones de clase y oficinas se tiene un LLD = 0.75 por el tipo de mantenimiento que se realiza

$$FM = 0.675$$

Con los resultados anteriores se tiene:

$$N = (E \times S) / (\phi \times I \times CU \times FPT)$$

$$N = (500 \times 6.5 \times 7) / (3100 \times 4 \times 0.7838 \times 0.675)$$

$$N = 3.46$$

Se aproxima a 4 lámparas.

Tabla XLVI. Cálculo de luminarias edificio T10

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	11	71.5	1.9	2.3	0.74	3100	0.68	500	4	5.8	6	Iluminación
2	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
3	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
4	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
5	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
6	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
7	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.8	2	Iluminación

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	11	71.5	1.9	2.3	0.74	3100	0.68	500	4	5.8	6	Iluminación
2	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
3	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
4	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
5	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
6	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
7	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.8	2	Iluminación
8	10.2	21	214	1.9	1.4	1.97	3100	0.68	500	4	6.5	6	Iluminación

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	8.5	11	93.5	1.9	2.0	0.71	3100	0.68	500	4	7.8	8	Iluminación
2	8.5	7	59.5	1.9	2.5	0.76	3100	0.68	500	4	4.7	6	Iluminación
3	8.5	7	59.5	1.9	2.5	0.76	3100	0.68	500	4	4.7	6	Iluminación
4	8.5	7	59.5	1.9	2.5	0.76	3100	0.68	500	4	4.7	6	Iluminación
5	8.5	7	59.5	1.9	2.5	0.76	3100	0.68	500	4	4.7	6	Iluminación
6	8.5	7	59.5	1.9	2.5	0.76	3100	0.68	500	4	4.7	6	Iluminación
7	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.8	2	Iluminación

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
2	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
3	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
4	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
5	6.5	11	71.5	1.9	2.3	0.74	3100	0.68	500	4	5.8	6	Iluminación
6	3.5	56	196	1.9	2.9	0.79	3100	0.68	100	4	3.0	4	Iluminación
7	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.8	2	Iluminación
8	5	5	25	1.9	3.8	0.84	1500	0.68	100	1	3.0	3	Iluminación

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
2	6.5	16	104	1.9	2.1	0.71	3100	0.68	500	4	8.7	10	Iluminación
3	6.5	16	104	1.9	2.1	0.71	3100	0.68	500	4	8.7	10	Iluminación
4	3.5	16	56	1.9	3.3	0.68	3100	0.68	500	4	4.9	6	Iluminación
5	3.5	56	196	1.9	2.9	0.79	3100	0.68	100	4	3.0	4	Iluminación
6	5.1	10.5	53.6	1.9	2.8	0.79	3100	0.68	500	4	4.1	4	Iluminación
7	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.8	2	Iluminación
8	5	5	25	1.9	3.8	0.84	1500	0.68	100	1	3.0	3	Iluminación

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	8.5	7	59.5	1.9	2.5	0.76	3100	0.68	500	4	4.7	6	Iluminación
2	8.5	7	59.5	1.9	2.5	0.76	3100	0.68	500	4	4.7	6	Iluminación
3	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.5	4	Iluminación
4	6.5	18	117	1.9	2.0	0.71	3100	0.68	500	4	9.9	12	Iluminación
5	3.5	18	63	1.9	3.2	0.81	3100	0.68	500	4	4.6	6	Iluminación
6	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.8	2	Iluminación

Tabla XLVII. Cálculo de luminarias edificio T11

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	11	71.5	1.9	2.3	0.74	3100	0.68	500	4	5.78	6	Iluminación
2	6.5	15.8	102	1.9	2.1	0.72	3100	0.68	500	4	8.54	10	Iluminación
3	6.5	15.8	102	1.9	2.1	0.72	3100	0.68	500	4	8.54	10	Iluminación
4	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.75	2	Iluminación
5	5	5	25	1.9	3.8	0.84	1500	0.68	100	1	2.95	3	Iluminación

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	11	71.5	1.9	2.3	0.74	3100	0.68	500	4	5.78	6	Iluminación
2	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
3	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
4	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
5	5	7	35	1.9	3.3	0.81	3100	0.68	500	4	2.58	4	Iluminación
6	5	7	35	1.9	3.3	0.81	3100	0.68	500	4	2.58	4	Iluminación
7	5	5	25	1.9	3.8	0.84	1500	0.68	100	1	2.95	3	Iluminación
8	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.75	2	Iluminación
9	3.5	30	105	1.9	3.0	0.80	3100	0.68	150	2	4.70	5	Iluminación

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (ϕ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	11	71.5	1.9	2.3	0.74	3100	0.68	500	4	5.78	6	Iluminación
2	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
3	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
4	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
5	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
6	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
7	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.75	2	Iluminación
8	4.7	10.5	49.4	1.9	2.9	0.78	3100	0.68	500	4	3.76	4	Iluminación

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (ϕ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	11	71.5	1.9	2.3	0.74	3100	0.68	500	4	5.78	6	Iluminación
2	6.5	15.8	102	1.9	2.1	0.72	3100	0.68	500	4	8.54	10	Iluminación
3	6.5	15.8	102	1.9	2.1	0.72	3100	0.68	500	4	8.54	10	Iluminación
4	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.75	2	Iluminación
5	5	5	25	1.9	3.8	0.84	1500	0.68	100	1	2.95	3	Iluminación

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	5	11	55	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	4.22	4	Iluminación
2	5	7	35	1.9	3.3	0.81	3100	0.68	500	4	2.58	3	Iluminación
3	5	7	35	1.9	3.3	0.81	3100	0.68	500	4	2.58	3	Iluminación
4	5	7	35	1.9	3.3	0.81	3100	0.68	500	4	2.58	3	Iluminación
5	5	7	35	1.9	3.3	0.81	3100	0.68	500	4	2.58	3	Iluminación
6	5	7	35	1.9	3.3	0.81	3100	0.68	500	4	2.58	3	Iluminación
7	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	500	4	1.46	2	Iluminación
8	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	500	4	1.46	2	Iluminación
9	3.5	30	105	1.9	3.0	0.80	3100	0.68	300	4	4.70	5	Iluminación
10	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.75	2	Iluminación

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	Ancho	Largo	Área	Altura	RCL	CU	NI (φ)	FM	E (lúmenes)	I (cantidad)	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	TIPO DE CIRCUITO
1	6.5	7	45.5	1.9	2.8	0.78	3100	0.68	500	4	3.47	4	Iluminación
2	10	26	260	1.9	1.3	0.64	3100	0.68	500	4	24.18	24	Iluminación
5	3.5	30	105	1.9	3.0	0.80	3100	0.68	300	4	4.69	5	Iluminación
6	3.5	6	21	1.9	4.3	0.86	3100	0.68	300	2	1.75	2	Iluminación

4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS T10 Y T11

Con los datos obtenidos del cálculo de conductores se presentan las siguientes tablas comparativas de los conductores existentes, los calculados por capacidad de corriente y los calculados por regulación de voltaje.

4.1 Comparación de los datos obtenidos del edificio T10 y T11

4.1.1 Comparación de conductores edificio T10

Tabla XLVIII. Tablas comparativas de calculo de conductores edificio T10

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE conductor instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	14	ILUMINACIÓN
2	12	14	14	ILUMINACIÓN
3	12	14	14	ILUMINACIÓN
4	12	14	12	ILUMINACIÓN
5	12	14	12	ILUMINACIÓN
6	12	14	12	ILUMINACIÓN
7	12	14	14	ILUMINACIÓN
8	10	14	14	FUERZA
9	10	14	14	FUERZA
10	10	14	14	FUERZA
11	10	12	10	FUERZA
12	10	12	8	FUERZA
13	10	14	12	FUERZA

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	14	ILUMINACIÓN
2	12	14	14	ILUMINACIÓN
3	12	14	14	ILUMINACIÓN
4	12	14	12	ILUMINACIÓN
5	12	14	12	ILUMINACIÓN
6	12	14	12	ILUMINACIÓN
7	12	14	14	ILUMINACIÓN
8	12	12	10	ILUMINACIÓN
9	10	14	14	FUERZA
10	10	14	12	FUERZA
11	10	14	12	FUERZA
12	10	14	12	FUERZA
13	10	14	10	FUERZA
14	10	14	10	FUERZA
15	10	14	10	FUERZA
16	10	10	12	FUERZA

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	12	14	ILUMINACIÓN
2	12	12	10	ILUMINACIÓN
3	12	12	10	ILUMINACIÓN
4	12	12	12	ILUMINACIÓN
5	12	12	12	ILUMINACIÓN
6	12	12	12	ILUMINACIÓN
7	12	14	14	ILUMINACIÓN
8	10	12	12	FUERZA
9	10	14	12	FUERZA
10	10	14	12	FUERZA
11	10	14	12	FUERZA
12	10	14	14	FUERZA
13	10	14	14	FUERZA

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	12	ILUMINACIÓN
2	12	14	12	ILUMINACIÓN
3	12	14	14	ILUMINACIÓN
4	12	14	14	ILUMINACIÓN
5	12	14	14	ILUMINACIÓN
6	12	14	10	ILUMINACIÓN
7	12	14	14	ILUMINACIÓN
8	12	14	14	ILUMINACIÓN
9	10	14	12	FUERZA
10	10	12	10	FUERZA
11	10	14	14	FUERZA
12	10	12	10	FUERZA
13	10	14	14	FUERZA
14	10	14	14	FUERZA
15	10	14	14	FUERZA

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	12	ILUMINACIÓN
2	12	12	10	ILUMINACIÓN
3	12	12	12	ILUMINACIÓN
4	12	12	12	ILUMINACIÓN
5	12	14	10	ILUMINACIÓN
6	12	12	10	ILUMINACIÓN
7	12	14	14	ILUMINACIÓN
8	12	14	14	ILUMINACIÓN
9	10	14	12	FUERZA
10	10	14	14	FUERZA
11	10	12	10	FUERZA
12	10	14	14	FUERZA
13	10	10	12	FUERZA
14	10	14	12	FUERZA

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	12	12	ILUMINACIÓN
2	12	12	12	ILUMINACIÓN
3	12	14	14	ILUMINACIÓN
4	12	12	12	ILUMINACIÓN
5	12	12	14	ILUMINACIÓN
6	12	14	14	ILUMINACIÓN
7	10	14	12	FUERZA
8	10	14	14	FUERZA
9	10	14	14	FUERZA
10	10	14	14	FUERZA
11	10	14	14	FUERZA

De lo anterior, se observa que la mayoría de circuitos tienen conductores con la capacidad adecuada. En el caso de los que no concuerdan por ejemplo el circuito 12 de fuerza del sector 1 primer nivel se tiene un cable calibre 10 instalado, por cálculo de capacidad de corriente se tiene un cable calibre 12, pero por caída de tensión se tiene un cable calibre 8, de acuerdo a que la carga del circuito no es utilizada al 100% se determina que el calibre 10 soporta la corriente de operación del circuito.

4.1.2 Comparación de conductores edificio T11

Tabla XLIX. Tablas comparativas de cálculo de conductores edificio T11

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	14	ILUMINACIÓN
2	12	12	10	ILUMINACIÓN
3	12	12	10	ILUMINACIÓN
4	12	14	14	ILUMINACIÓN
5	12	14	14	ILUMINACIÓN
6	10	14	14	FUERZA
7	10	14	14	FUERZA
8	10	12	8	FUERZA

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	14	ILUMINACIÓN
2	12	14	14	ILUMINACIÓN
3	12	14	14	ILUMINACIÓN
4	12	14	12	ILUMINACIÓN
5	12	14	12	ILUMINACIÓN
6	12	14	12	ILUMINACIÓN
7	12	14	14	ILUMINACIÓN
8	12	14	14	ILUMINACIÓN
9	12	14	14	ILUMINACIÓN
10	10	14	14	FUERZA
11	10	14	14	FUERZA
12	10	14	14	FUERZA
13	10	14	12	FUERZA
14	10	14	10	FUERZA
15	10	14	10	FUERZA
16	10	10	10	FUERZA

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	14	ILUMINACIÓN
2	12	14	14	ILUMINACIÓN
3	12	14	14	ILUMINACIÓN
4	12	14	12	ILUMINACIÓN
5	12	14	12	ILUMINACIÓN
6	12	14	12	ILUMINACIÓN
7	12	14	14	ILUMINACIÓN
8	12	14	14	ILUMINACIÓN
9	10	14	14	FUERZA
10	10	10	10	FUERZA
11	10	14	14	FUERZA
12	10	10	10	FUERZA
13	10	14	14	FUERZA
14	10	14	12	FUERZA
15	10	14	12	FUERZA
16	10	14	10	FUERZA
17	10	14	12	FUERZA

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	12	10	ILUMINACIÓN
2	12	12	10	ILUMINACIÓN
3	12	12	14	ILUMINACIÓN
4	12	14	10	ILUMINACIÓN
5	12	14	14	ILUMINACIÓN
6	10	14	12	FUERZA
7	10	14	14	FUERZA
8	10	14	14	FUERZA
9	10	12	12	FUERZA
10	10	12	12	FUERZA

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	14	ILUMINACIÓN
2	12	14	14	ILUMINACIÓN
3	12	14	14	ILUMINACIÓN
4	12	14	12	ILUMINACIÓN
5	12	14	12	ILUMINACIÓN
6	12	14	12	ILUMINACIÓN
7	12	14	12	ILUMINACIÓN
8	12	14	12	ILUMINACIÓN
9	12	12	12	ILUMINACIÓN
10	12	14	14	ILUMINACIÓN
11	10	14	14	FUERZA
12	10	14	14	FUERZA
13	10	14	12	FUERZA
14	10	14	12	FUERZA
15	10	14	12	FUERZA
16	10	14	10	FUERZA
17	10	12	12	FUERZA
18	10	14	10	FUERZA
19	10	14	12	FUERZA
20	10	10	10	FUERZA
21	10	10	10	FUERZA

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	CALIBRE instalado	CALIBRE conductor (capacidad de corriente)	CALIBRE conductor (caída de tensión)	TIPO DE CIRCUITO
1	12	14	12	ILUMINACIÓN
2	12	14	12	ILUMINACIÓN
3	12	14	12	ILUMINACIÓN
4	12	12	12	ILUMINACIÓN
5	12	14	12	ILUMINACIÓN
6	12	14	14	ILUMINACIÓN
7	10	10	10	FUERZA
8	10	14	12	FUERZA
9	10	10	10	FUERZA

De lo anterior, se observa que la mayoría de circuitos tienen conductores con la capacidad adecuada. En el caso del circuito 9 de iluminación del sector 2 segundo nivel se tiene un cable calibre 12 instalado, por cálculo de capacidad de corriente se tiene un cable calibre 12, y por caída de tensión se tiene un cable calibre 12 lo que nos indica que este circuito tiene la capacidad adecuada para su operación.

Con los datos obtenidos del cálculo luminarias se presentan las siguientes tablas comparativas de las existentes contra las calculadas.

4.1.3 Comparación de luminarias edificio T10

Tabla L. Tablas comparativas de cálculo de luminarias edificio T10

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	5.8	6	4 x 40 W	Depto. Farmacología	Iluminación
2	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Laboratorio 102	Iluminación
3	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Laboratorio 103	Iluminación
4	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Laboratorio 104	Iluminación
5	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Laboratorio 105	Iluminación
6	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Laboratorio 106	Iluminación
7	3100	2	1.8	2	2 x 40 W	Baño de hombres	Iluminación

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	5.8	6	4 x 40 W	Oficina 201	Iluminación
2	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Oficina 202	Iluminación
3	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Oficina 203	Iluminación
4	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Oficina 204	Iluminación
5	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Oficina 205	Iluminación
6	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Oficina 206	Iluminación
7	3100	2	1.8	2	2 x 40W	Baño de hombres	Iluminación
8	3100	6	6.5	6	4 x 40 W	Cubículos 7, 8, 9, 10, 11, 12	Iluminación

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	7.8	8	4 x 40 W	Laboratorio monitoreo del aire	Iluminación
2	3100	4	4.7	6	4 x 40 W	Laboratorio 303	Iluminación
3	3100	4	4.7	6	4 x 40 W	Laboratorio 304	Iluminación
4	3100	4	4.7	6	4 x 40 W	Laboratorio 305	Iluminación
5	3100	4	4.7	6	4 x 40 W	Laboratorio 306	Iluminación
6	3100	4	4.7	6	4 x 40 W	Laboratorio 307	Iluminación
7	3100	2	1.8	2	2 x 40W	Baño de hombres	Iluminación

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Centro de investigaciones	Iluminación
2	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Laboratorio de genética	Iluminación
3	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Laboratorio 109	Iluminación
4	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Fisiología	Iluminación
5	3100	4	5.8	6	4 x 40 W	Laboratorio 111	Iluminación
6	3100	10	8.9	9	2 x 40 W	Pasillo	Iluminación
7	3100	2	1.8	2	2 x 40 W	Baño de mujeres	Iluminación
8	1500	2	3.0	3	1 x 150 W	Gradas a segundo nivel	Iluminación

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Oficina 207 a y b	Iluminación
2	3100	8	8.7	10	4 x 40 W	Herbario	Iluminación
3	3100	8	8.7	10	4 x 40 W	Escuela de Biología	Iluminación
4	3100	6	4.9	6	4 x 40 W	Escuela de Biología	Iluminación
5	3100	3	8.9	9	2 x 40 W	Pasillo	Iluminación
6	3100	3	4.1	4	4 x 40 W	Cubículos 4, 5 y 6	Iluminación
7	3100	2	1.8	2	2 x 40 W	Baño Escuela de Biología	Iluminación
8	1500	2	3.0	3	1 x 150 W	Gradas a tercer nivel	Iluminación

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	4.7	6	4 x 40 W	Laboratorio 302	Iluminación
2	3100	4	4.7	6	4 x 40 W	Laboratorio 301	Iluminación
3	3100	4	3.5	4	4 x 40 W	Bodega Escuela de Química	Iluminación
4	3100	8	9.9	12	4 x 40 W	Escuela de Química	Iluminación
5	3100	4	4.6	6	4 x 40 W	Escuela de Química	Iluminación
6	3100	2	1.8	2	2 x 40 W	Baño Escuela de Química	Iluminación

4.1.4 Comparación de luminarias edificio T11

Tabla LI. Tablas comparativas de cálculo de luminarias edificio T11

Sector 1: primer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	10	5.78	6	4 x 40 W	Cafetería	Iluminación
2	3100	8	8.54	10	4 x 40 W	salón A 102	Iluminación
3	3100	8	8.54	10	4 x 40 W	salón A 103	Iluminación
4	3100	2	1.75	2	2 x 40 W	Baño de mujeres	Iluminación
5	1500	2	2.95	3	1 x 40 W	Gradas a segundo nivel	Iluminación

Sector 1: segundo nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	5.78	6	4 x 40 W	AEQ	Iluminación
2	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón 202	Iluminación
3	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón 203	Iluminación
4	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón 204	Iluminación
5	3100	4	2.58	4	4 x 40 W	Área de social humanística	Iluminación
6	3100	4	2.58	4	4 x 40 W	Área de matemáticas	Iluminación
7	1500	2	2.95	3	1 x 150 W	Gradas a tercer nivel	Iluminación
8	3100	2	1.75	2	2 x 40 W	Baño de mujeres	Iluminación
9	3100	3	4.70	5	2 x 40 W	Pasillo 1	Iluminación

Sector 1: tercer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	5.78	6	4 x 40 W	Salón multimedia	Iluminación
2	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón 302	Iluminación
3	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón 303	Iluminación
4	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón 304	Iluminación
5	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón 305	Iluminación
6	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Unidad de biometría	Iluminación
7	3100	2	1.75	2	2 x 40 W	Baño de mujeres / hombres	Iluminación
8	3100	3	3.76	4	4 x 40 W	Cubículos 1, 2, 3	Iluminación

Sector 2: primer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	8	8.54	10	4 x 40 W	Salón A 104	Iluminación
2	3100	8	8.54	10	4 x 40 W	Salón A 105	Iluminación
3	3100	8	5.78	6	4 x 40 W	Laboratorio de Alimentos	Iluminación
4	3100	10	8.90	9	2 x 40 W	Pasillo	Iluminación
5	3100	2	1.75	2	2 x 40 W	Baño de hombres	Iluminación

Sector 2: segundo nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	4.22	4	4 x 40 W	Cubículos del 1 al 4	Iluminación
2	3100	4	2.58	3	4 x 40 W	Cubículos del 5 al 8	Iluminación
3	3100	4	2.58	3	4 x 40 W	Cubículos del 9 al 12	Iluminación
4	3100	4	2.58	3	4 x 40 W	Cubículos de 13 al 16	Iluminación
5	3100	4	2.58	3	4 x 40 W	Cubículos del 17 al 20	Iluminación
6	3100	4	2.58	3	4 x 40 W	Cubículos del 21 al 23	Iluminación
7	3100	2	1.46	2	4 x 40 W	CEDE	Iluminación
8	3100	2	1.46	2	4 x 40 W	Decano	Iluminación
9	3100	6	4.70	5	2 x 40 W	Pasillo 2	Iluminación
10	3100	2	1.75	2	2 x 40 W	Baño Hombres / Mujeres	Iluminación

Sector 2: tercer nivel

CIRCUITO	NI (φ)	Luminarias instaladas	Luminarias calculadas	Luminarias recomendadas	Cantidad de lámparas por luminaria	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO
1	3100	4	3.47	4	4 x 40 W	Salón de Internet	Iluminación
2	3100	17	24.18	24	4 x 40 W	Biblioteca	Iluminación
5	3100	4	4.69	5	2 x 40 W	Pasillo	Iluminación
6	3100	2	1.75	2	2 x 40 W	Baño	Iluminación

De lo anterior, se tomó la capacidad de luminarias de 3100 lúmenes ya que en los edificios existen una gran cantidad de laboratorios, oficinas y aulas, es de notar que en área de pasillos existen varias luminarias que han sido anuladas y otras no se les ha dado mantenimiento. En el área de la biblioteca se tienen actualmente instaladas 17 luminarias, es recomendable mejorar la instalación a 24 luminarias. En la mayoría de salones se tiene la iluminación adecuada.

5. MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE ENERGÍA Y ARMÓNICOS DEL LOS EDIFICIOS T10 Y T11 DEL CAMPUS CENTRAL

5.1 Calidad de energía

El término "calidad de energía eléctrica" se emplea para describir la variación de la tensión, corriente, y frecuencia en el sistema eléctrico.

Históricamente, la mayoría de los equipos son capaces de operar satisfactoriamente con variaciones relativamente amplias de estos tres parámetros. Sin embargo, en los últimos diez años se han agregado al sistema eléctrico un elevado número de equipos, no tan tolerantes a estas variaciones, incluyendo a los controlados electrónicamente.

Los disturbios en el sistema, que se han considerado normales durante muchos años, ahora pueden causar desorden en el sistema eléctrico industrial, con la consecuente pérdida de producción. Adicionalmente, deben tomarse en cuenta nuevas medidas para desarrollar un sistema eléctrico confiable, mismas que anteriormente no se consideraron significativas.

Es importante darse cuenta de que existen otras fuentes de disturbios que no están asociadas con el suministro eléctrico de entrada.

Estas pueden incluir descargas electrostáticas, interferencia electromagnética radiada, y errores de operadores. Adicionalmente, los factores mecánicos y ambientales juegan un papel en los disturbios del sistema. Estos pueden incluir temperatura, vibración excesiva y conexiones flojas.

5.1.1 Disturbios en el sistema

Los disturbios en el sistema son variaciones generalmente temporales en la tensión del sistema. Que pueden causar mala operación o fallas del equipo. La variación de frecuencia puede ocasionalmente ser un factor en los disturbios del sistema, especialmente cuando una carga es alimentada por un generador de emergencia u ocurre un desequilibrio entre la carga de la planta industrial y la generación debido a la pérdida del suministro eléctrico. Sin embargo cuando el sistema eléctrico del usuario está interconectado a una red de potencia relativamente fuerte, la variación de frecuencia resulta a veces de preocupación insignificante.

5.1.2 Disturbios por sobretensiones transitorias

Las sobretensiones transitorias se refieren a variaciones en la forma de onda de tensión. Que dan como resultado condiciones de sobretensión durante una fracción de ciclo de la frecuencia fundamental. Las fuentes comunes de estos transitorios son los rayos, operación de los dispositivos de interrupción de los sistemas eléctricos y el arqueado de conexiones flojas o fallas intermitentes.

5.1.3 Disturbios por bajo voltaje momentáneo

Las caídas de tensión momentáneas de 60 Hz. se han vuelto un problema común en los años recientes, produciendo efectos que van desde el parpadeo de relojes digitales en los hogares hasta procesos industriales interrumpidos. Esta es una condición que típicamente ocurre cuando se inicia una falla en el sistema eléctrico y dura hasta que la falla sea eliminada por un dispositivo de sobrecorriente. La falla puede ocurrir en la planta industrial o en el sistema de la empresa eléctrica. Este tipo de condición puede ocurrir también durante el arranque de motores grandes.

5.1.4 Interrupciones de servicio

La pérdida completa de energía en una instalación es generalmente de un orden de magnitud menos frecuente que un disturbio por voltaje bajo momentáneo. Sin embargo, si la frecuencia es suficientemente significativa, entonces deben tomarse las medidas para tener una fuente alterna disponible en base conveniente.

5.1.5 Normas aplicables a la calidad de energía

Los disturbios en el sistema fueron un factor en el diseño de sistemas de alimentación para computadoras a finales de los 60's y 70's. Sólo en los últimos 5 ó 10 años fue que los controles por computadora se han hecho más comunes.

Consecuentemente, muy pocas normas tratan con la definición de variaciones de tensión de corto tiempo aceptables, pero se ha trabajado para desarrollar normas en esta área. Las normas significativas con respecto a variación de tensión se resumen como sigue:

- Las variaciones de tensión en estado estacionario son definidas por la norma ANSI C84.1. Para tensiones de servicio hasta de 600 V, se espera que la tensión normal de servicio esté dentro de $\pm 5\%$ de la nominal, con variaciones de tanto como $+5.8\%$ hasta -8.3% para períodos cortos. Las variaciones aceptables para otras tensiones del sistema se dan en la Norma ANSI C84.1.
- La Publicación de Normas NEMA. MG-1 motores y Generadores (Sección-12.45) establece que "los motores polifásicos de c. a. deberán operar satisfactoriamente bajo condiciones de operación a carga nominal cuando el desbalance de tensión en las terminales del motor no exceda del 1%". La sección I-14.5 de la misma norma proporciona una curva de reducción de carga para desbalances de tensión mayores: 90% con desbalance de 3% y 75% con desbalance de 5%. No se recomienda la operación de motores para desbalances de tensión de más de 5%. La Norma ANSI C84.1 recomienda que "los sistemas de suministro eléctrico deberán estar diseñados y operar para limitar el desbalance máximo de tensión al 3 % cuando se mida en el medidor de la empresa eléctrica, bajo condiciones sin carga. "
- Los voltajes bajos temporales a frecuencia fundamental, las cuales llegan a caer a un 88.3% de lo especificado por la Norma ANSI 84. 1, pueden dar como resultado la interrupción de la operación de algún equipo.

5.2 Armónicos

En un sistema de potencia ideal, el voltaje que abastece a los equipos de los clientes, y la corriente de carga resultante son perfectas ondas sinusoidales. En la práctica, sin embargo, las condiciones nunca son ideales, tan así que estas formas de onda se encuentran frecuentemente muy deformadas. Esta diferencia con la perfecta onda sinusoidal, se expresa comúnmente desde el punto de vista de la distorsión armónica de las formas de onda del voltaje y de la corriente.

La distorsión armónica en los sistemas de potencia no es un fenómeno nuevo. Esfuerzos para limitarlo a proporciones aceptables ha sido el interés de ingenieros de potencia desde los primeros días de los sistemas de distribución.

Entonces, la distorsión era ocasionada típicamente por la saturación magnética de transformadores o por ciertas cargas industriales, tales como hornos o soldadores de arco. El mayor interés eran los efectos de los armónicos sobre motores sincrónicos y de inducción, interferencia telefónica, y fallas en capacitores de potencia. En el pasado, los problemas de armónicas podían ser tolerados porque los equipos tenían un diseño conservador y las conexiones estrella/delta de los transformadores se usaron juiciosamente.

La distorsión de la sinusoidal fundamental, generalmente ocurre en múltiplos de la frecuencia fundamental. Así sobre un sistema de potencia de 60 Hz, la onda armónica tiene una frecuencia expresada por:

$$f_{\text{harmonics}} = n \times 60 \text{ Hz}$$

Donde: n es un entero.

Los armónicos son caracterizados frecuentemente por un factor de distorsión armónica (DF) definido como:

$$\text{DF} = \frac{\sqrt{\text{Sum of squares of harmonic amplitudes}}}{\text{Amplitude of the fundamental}}$$

El factor de distorsión puede usarse para caracterizar tanto la distorsión en las ondas de voltaje como de corriente. Los factores totales de distorsión armónica pueden especificarse para una gama de armónicos tal como el segundo a través del undécimo armónico.

El factor de distorsión también puede ser obtenido para armónicos sencillos o de pequeña magnitud. La distorsión armónica total (THD) es el factor de distorsión que incluye a todos los armónicos relevantes (típicamente tomado como el segundo a través del quincuagésimo armónico).

5.2.1 La importancia de los armónicos, en los sistemas actuales.

Como se mencionó recientemente, los problemas por distorsión armónica no son nuevos ni para las compañías de distribución eléctrica ni para los sistemas industriales.

Hoy día son necesarios ciertos métodos para reducir los armónicos, debido a tres razones principales:

- La proliferación en el uso de los convertidores estáticos de potencia.
- Las resonancias de red han aumentado.
- Las cargas del sistema de potencia son cada vez más sensibles al armónico.

La introducción de convertidores de potencia confiable y eficiente ha ocasionado un aumento elevado en el número de dispositivos generadores de armónicas lo que ha resultado en su dispersión sobre todo el sistema de potencia. El término " convertidor estático de potencia ", como se usa en este texto, se refiere al dispositivo semiconductor que convierte potencia de una frecuencia en potencia de otra frecuencia. Los tipos de convertidores más comunes en la industria son el rectificador, convertidor de potencia AC en DC, y el inversor que convierte de potencia DC a AC.

Además, el problema de los armónicos es agravado frecuentemente por la tendencia actual de instalar condensadores para mejorar el factor de potencia o regular el voltaje. Debido a que los capacitores se instalan en paralelo con la inductancia del sistema de potencia, entonces puede producirse una condición resonante a la frecuencia dada por:

$$f_{\text{resonant}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

Donde:

L = inductancia del sistema de potencia

C = capacitancia del capacitor instalado.

Si una corriente armónica es inyectada (desde un convertidor estático de potencia, por ejemplo) con una frecuencia cercana a la frecuencia resonante, puede entonces circular una alta corriente oscilante, la que podría quemar el fusible de los condensadores y producir voltajes armónicos altos.

Además del aumento en los generadores de armónicas y la resonancia de la red, las cargas y los sistemas eléctricos no se han quedado atrás, y en algunos casos son aun más sensibles a los armónicos. Hay un número de nuevas áreas de interés continuo:

- Computadoras, la computadora controla herramientas, máquinas, y los diversos tipos de controladores digitales los cuales son especialmente susceptibles al armónico, así como también a otros tipos de interferencia.
- El armónicos puede ocasionar daños calentando el dieléctrico en cables subterráneos.
- La medición de reactivos puede ser adversamente afectada por los armónicos.
- Las fallas en bancos de capacitores son frecuentemente ocasionadas por los armónicos.
- Diseños menos conservadores para máquinas de rotación y transformadores, agravan los problemas de calentamiento ocasionados por los armónicos.

- Los armónicos puede ser especialmente problemáticos para los sistemas de comunicación.

Los actuales problemas de armónicos pueden tener más consecuencias serias y generalizadas que en el pasado. Los diseñadores y los proyectistas de sistemas deberían ser capaces de reconocer y evitar o mitigar tales problemas.

5.2.2 Los efectos de los armónicos

Los efectos de los armónicos se dividen en tres categorías generales:

- Efectos sobre el sistema de potencia mismo
- Efectos sobre la carga del consumidor
- Efectos sobre circuitos de comunicación

En el sistema de potencia, las corrientes armónicas son el problema principal, ocasionando recalentamiento y pérdida de vida útil. Esto refiriéndonos a motores o transformadores. El impacto es peor cuando la resonancia de la red amplifica las corrientes armónicas. Los armónicos pueden también interferir en la operación de relees y mediciones.

Los armónicos pueden ocasionar también errores de disparo a los tiristores en equipos convertidores y en instalaciones SVC, inexactitudes en las mediciones, y falsos disparos en los dispositivos de protección. El desempeño de los equipos de los consumidores, tales como controladores de velocidad de

motores y fuentes de alimentación de computadoras, puede ser adversamente afectado por los armónicos. Además, las corrientes armónicas que fluyen sobre las líneas de potencia pueden inducir ruido sobre líneas cercanas de comunicación.

La distorsión armónica de voltaje puede ocasionar esfuerzos en el aislamiento de equipos, particularmente en condensadores. Cuando los armónicos deforman el voltaje en el banco de condensadores, el voltaje pico puede ser lo suficientemente alto como para ocasionar una descarga parcial, o efecto corona, dentro de el dieléctrico del condensador. Esto puede producir eventualmente un cortocircuito entre bornes y carcasa y hacer fallar al condensador.

Las corrientes armónicas altas también ocasionan el disparo de fusibles en bancos de condensadores. Esto ocasiona la pérdida de una fuente de alimentación reactiva al sistema, lo que puede ocasionar otros problemas.

5.2.3 Las fuentes de Armónicos

Los armónicos son ocasionados por cargas no lineales conectadas al sistema de potencia. Las cargas no lineales producen corrientes no sinusoidales. Los resistores, inductores, y los condensadores son dispositivos lineales. Cuando se conecta una carga resistiva en el sistema de potencia AC, se obtiene una corriente sinusoidal. Cuando se conecta una carga inductiva, se observan corrientes sinusoidales aunque con fase diferente a la carga resistiva. Hay muchos tipos de cargas no lineales que producen armónicos. La fuente

más grande de armónicos son los convertidores. Los convertidores oscilan desde enormes subestaciones inversoras de 1000 MW para líneas HVDC (High Voltaje DC) hasta rectificadores de 75 W encontrados en una televisión.

Las otras fuentes no lineales de armónicos incluyen dispositivos de arco tales como hornos de arco, impedancia magnetizante de transformadores, y luces fluorescentes. La corriente armónica ocasionada por las fuentes no lineales puede ocasionar la distorsión armónica en el voltaje del sistema, lo que puede ocasionar problemas para otros dispositivos.

5.2.4 IEEE 519

Las normas estadounidenses con respecto a los armónicos han sido agrupadas por la IEEE en la norma 519: IEEE Recomendaciones Prácticas y Requerimientos para el Control de armónicas en Sistemas Eléctricos de Potencia. Existe un efecto combinado de todas las cargas no lineales sobre el sistema de distribución la cual tienen una capacidad limitada para absorber corrientes armónicas. Adicionalmente, las compañías de distribución tienen la responsabilidad de proveer alta calidad de abastecimiento en lo que respecta al nivel del voltaje y su forma de onda. IEEE 519 hace referencia no solo al nivel absoluto de armónicos producido por una fuente individual sino también a su magnitud con respecto a la red de abastecimiento.

Se debe tomar en cuenta que la IEEE 519 esta limitada por tratarse de una colección de recomendaciones prácticas que sirven como guía tanto a consumidores como a distribuidores de energía eléctrica. Donde existan problemas, a causa de la inyección excesiva de corriente armónica o distorsión

del voltaje, es obligatorio para el suministrador y el consumidor, resolver estos problemas.

El propósito de la IEEE 519 es el de recomendar límites en la distorsión armónica según dos criterios distintos, específicamente:

- Existe una limitación sobre la cantidad de corriente armónica que un consumidor puede inyectar en la red de distribución eléctrica.
- Se establece una limitación en el nivel de voltaje armónico que una compañía de distribución de electricidad puede suministrar al consumidor.

Es importante notar que la siguiente tabla se muestra únicamente los límites para armónicos impares. IEEE 519 da lineamientos para los armónicos pares limitándolos al 25% de los impares, dentro de la misma gama. El armónico par es el resultado de una onda de corriente asimétrica (con forma diferente a la positiva y negativa) que puede contener componentes DC que saturarán los núcleos magnéticos.

Para equipos de generación, IEEE 519 no discrimina en el tamaño. Los límites son más estrictos por el hecho de que los límites de inyección de armónicos son menores que los mostrados en la tabla.

Tabla LII. IEEE 519 Límites en la distorsión de la corriente.

Límites de Corriente Armónica para Carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con Otras Cargas, para voltajes entre 120 - 69,000 voltios.						
Máxima Distorsión Armónica Impar de la Corriente, en % del Armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
<20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0
Límites de Corriente Armónica para Carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con Otras Cargas, para voltajes entre 69,000 - 161,000 voltios.						
Máxima Distorsión Armónica Impar de la Corriente, en % del Armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
<20*	2.0	1.0	0.75	0.3	0.15	2.5
20<50	3.5	1.75	1.25	0.5	0.25	4.0
50<100	5.0	2.25	2.0	0.75	0.35	6.0
100<1000	6.0	2.75	2.5	1.0	0.5	7.5
>1000	7.5	3.5	3.0	1.25	0.7	10.0
Límites de Corriente Armónica para Carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con Otras Cargas, para voltajes > 161,000 voltios.						
Máxima Distorsión Armónica Impar de la Corriente, en % del Armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
<50	2.0	1.0	0.75	0.30	0.15	2.5
50	3.0	1.5	1.15	0.45	0.22	3.75
Los armónicos pares se limitan al 25% de los límites de los armónicos impares mostrados anteriormente						
* Todo equipo de generación se limita a estos valores independientemente del valor de Isc/Il que presente						
Donde ISC = corriente Máxima de cortocircuito en el punto de acoplamiento común. IL = Máxima demanda de la corriente de carga (a frecuencia fundamental) en el punto de acoplamiento común. TDD = Distorsión total de la demanda (RSS) en % de la demanda máxima. Para condiciones con duración superior a una hora. Para períodos más cortos el límite aumenta un 50%						

5.2.5 Factor K

El factor K es una medida del calentamiento del transformador como efecto de las corrientes armónicas de la carga que alimenta, y se define como a continuación se muestra:

$$factor \quad k = \frac{\sum (i_h)^2}{h^2}$$

Donde i_h se define como se muestra la siguiente ecuación

$$i_h = \frac{i_h}{\left[\sum (i_h)^2 \right]^{1/2}}$$

Donde i_h es el valor eficaz de la corriente armónica correspondiente al orden h, en valores relativos y la expresión del denominador constituye la corriente eficaz total del transformador.

El factor K es igual al 1.0 para cargas lineales, donde no hay generadores de armónicas; o sea que depende de la carga y cualquier exceso sobre 1.0 indica la presencia de corrientes armónicas. Un transformador diseñado con factor k igual a 1.0 está destinado a alimentar solo cargas lineales, y tal es el caso de los transformadores convencionales.

La corriente eficaz total del transformador, en términos del factor k y el factor de pérdidas por corrientes de eddy, al combinar las ecuaciones anteriores se define como sigue:

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{1 + F_{pce}}{1 + kF_{pce}}} p.u.$$

Si la corriente eficaz se expresa en valores relativos, entonces

$$\sum (ih)^2 = 1.0 p.u.$$

Para el cálculo del factor K es importante tomar en cuenta una cantidad suficiente de componentes armónicas, debido a que a medida que la frecuencia de la componente armónica se incrementa decrece su amplitud; pero el orden armónico se incrementa. Es decir, las armónicas de orden alto pueden ser también significativas; por lo que habría que considerar por lo menos hasta la 25ª armónica.

En este ejemplo, que concuerda con el comportamiento de convertidores de 6 pulsos en los cuales las armónicas triples no están presentes, el factor k resulta igual a 8.3

A continuación se muestran dos tablas de cálculo del factor k.

Tabla LIII. Factor K

h	I_h en p. u.	$(I_h)^2$	i_h	i_h^2	$i_h^2 h$
1	100.000	1.000	0.960	0.922	0.922
3					
5	20.000	0.040	0.192	0.037	0.922
7	14.286	0.020	0.137	0.019	0.922
9					
11	9.091	0.008	0.087	0.008	0.922
13	7.692	0.006	0.074	0.005	0.922
15					
17	5.882	0.003	0.056	0.003	0.922
19	5.263	0.003	0.051	0.003	0.922
21					
23	4.348	0.002	0.042	0.002	0.922
25	4.000	0.002	0.038	0.001	0.922
	Total	1.084		1.000	8.300

Fuente: Francisco J. González López, **Fundamentos teóricos sobre las armónicas**,
 Pág. 216

En el mercado normalmente se ofrecen transformadores con factor k hasta $k = 20$ pero los valores normalizados son 1, 4, 9, 13, 20, 30, 40 y 50.

Un transformador con factor k se calcula como un transformador convencional para carga lineal y de acuerdo a los resultados del análisis respectivo se especifica para un factor k .

5.3 Instrumento utilizado para la medición de la calidad de energía y armónicos

Para la medición de todos los parámetros para evaluar la calidad de energía y armónicos se utilizo el analizador de red AR.5

5.3.1 Analizadores de red AR.5

Los analizadores de la serie AR.5 son instrumentos de medida programable que miden y registran en memoria todos los parámetros eléctricos de la red de alimentación. El aparato esta dotado de tres canales de tensión y tres de corriente y permite, por tanto, la medida de cualquier parámetro relativo a redes trifásicas equilibradas o no.

El aparato muestra los resultados de medida en una pantalla grafica de 160*160 píxeles, pero al mismo tiempo registra dichos resultados en la memoria interna, organizada en forma de fichero configurable. Los registros pueden incluir valores promedio, máximos y mínimos de tensión, corrientes y potencias, formas de onda, energía acumulada, perturbaciones, etc.

El AR.5 es un instrumento re-programable, a partir de un cartucho exterior de manera que su software puede ser utilizado o modificado a través del canal de comunicación externo.

Esto confiere al aparato una gran flexibilidad para poder cargar en los diversos programas de medida para control energético o control de la calidad de suministro, que se describen a continuación.

5.3.2 Programas de medida

El AR.5 dispone de varios programas de medidas estándar, seleccionables indistintamente durante el arranque del instrumento. En cada uno de dichos programas se puede registrar una serie de parámetros, ya sea de forma periódica en el tiempo o a partir de determinadas condiciones de disparo. La configuración se lleva a cabo mediante menús autoguiados que aparecen en la propia pantalla.

5.3.2.1 Programa de medida estándar

Programa básico que permite medir tensiones, corrientes, potencias y energía en todas y cada una de las fases y guardar estos datos a intervalos regulares de registro.

El programa permite observar los siguientes parámetros:

- Visualización numérica en pantalla de todos los datos de tensión, corriente, potencia y demás parámetros eléctricos por fase y trifásicos en forma de tabla.
- Visualización gráfica de las formas de onda de los tres canales de tensión y corriente.

- Medir corriente de neutro utilizando cualquier de las pinzas de fase.
- Registro de memoria, a intervalos regulares programables de ficheros de datos tipo A5.M, conteniendo valores promedio, valores máximos y mínimos etc.

Estos ficheros deben tratarse posteriormente en una PC mediante el software AR.5 VISIÓN. El AR.5 equipado con este programa permite efectuar estudios detallados de compensación de energía reactiva, de consumos energéticos y obtener gráficos de valores medios máximos y mínimos de un total de 20 parámetros básicos.

5.3.3 Programa de medida de armónicos

El programa de medida de armónicos contiene todas las funciones del programa estándar de energía indicado anteriormente, más las propias de medida de armónicos, según norma armonizada IEC 61000-4-7 que se describen a continuación:

- Visualización de análisis y registro de armónicos hasta el orden 30 ó 50 (programable).
- Visualización en pantalla grafica de forma de onda, con posibilidad de zoom.
- Visualización en pantalla de los contenidos individuales de armónicos, en forma de diagrama de barras y en forma numérica.
- Permite medir armónicos en la corriente de neutro utilizando cualquiera de las pinzas de fase.

Registro en memoria a intervalos regulares programables de ficheros de datos tipo A5.I, conteniendo todos los datos del fichero de energía más los correspondientes registros de armónicos. Estos ficheros pueden tratarse posteriormente en su PC mediante el software AR.5 VISIÓN.

Los resultados de la medida permiten hacer el diagnóstico de instalaciones con presencia de armónicos y calcular los factores de sobrecarga de condensadores y transformadores. Puede también medirse la sobrecarga de neutro en sistemas desequilibrados y obtener los datos básicos para cálculos de filtros. Otros programas disponibles:

- Programa de medida de flicker: adecuado para detectar y analizar fluctuaciones de tensión.
- Programa de medida de perturbaciones: permite la captura de cambios bruscos de la tensión en forma de impulsos o de huecos debajo de un cierto límite.
- Programa de captura rápida, Fast check: permite la captura de transitorios de corta duración (arranque de motores, etc.) obteniendo registro de todos y cada uno de los ciclos o promedios de un número muy reducido de ellos.

5.3.4 Software para el análisis de redes eléctricas

AR.5 VISIÓN es un paquete de software que se ejecuta bajo entorno WINDOWS, diseñado para leer, procesar y presentar en forma numérica y/o gráfica los registros obtenidos con un AR.5. Concretamente el software permite comunicar a través de un canal RS-232 y cargar datos de cualquier instrumento de las familias AR.5, QNA y CVM-BP y CVM-BQ de circuitor.

5.3.5 Funciones básica del software AR.5-VISIÓN

El software permite dos grandes grupos de funciones el primero es la comunicación con la PC que permite descargar los ficheros almacenados en memoria del instrumento en cuestión y guardarlos en la PC. El segundo es la representación gráfica o numérica de los datos para el análisis de los parámetros a medir.

5.3.6 Características técnicas del AR.5

- Alimentación interna: batería 12 volts recargable, autonomía 8 hrs.
- Rango de medición de tensión fase-neutro: 20 a 500 VAC.
- Rango de medición de tensión fase-fase: 20 a 866 VAC.
- Precisión: 0.5% de la escala
- Tensión: 0.5% de la escala
- Corriente: 0.5% de la escala
- Potencias: 1% de la escala
- Capacidad de memoria: 1 Mbyte (30 parámetros cada 5 minutos durante 28 días)
- Período de registro: programable entre 1 segundo a 4 horas.

5.4 Mediciones del edificio T10 Y T11 del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en conjunto.

En un primer análisis se obtuvieron las mediciones de los edificios T10 Y T11 como conjunto debido a que la acometida principal para estos edificios es la misma derivándose a través de empalmes a dos tableros por edificio los cuales se analizaron por separado.

El objetivo principal de la medición realizada y el posterior análisis de los datos es obtener el comportamiento de los parámetros eléctricos principales de la red eléctrica (voltajes, corrientes, potencias, energías factor de potencia y armónicos) para determinar el estado de la misma. El análisis realizado permite a simple vista conocer los problemas que existen y que afectan directamente la eficiencia y la calidad de la energía en las instalaciones así como los dispositivos y maquinaria instalados. Finalmente se presenta las soluciones propuestas y recomendaciones junto con la justificación de las mismas.

5.4.1 Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T10 Y T11

La medición se realizó por medio de un equipo analizador de redes marca CIRCUTOR modelo AR.5, el cual registro los parámetros mencionados.

- La configuración utilizada fue la siguiente:

Período de medición: 24 horas

Intervalos de medición 15 minutos

Tipo de medición: DIRECTA

- Los datos de la red son los siguientes:

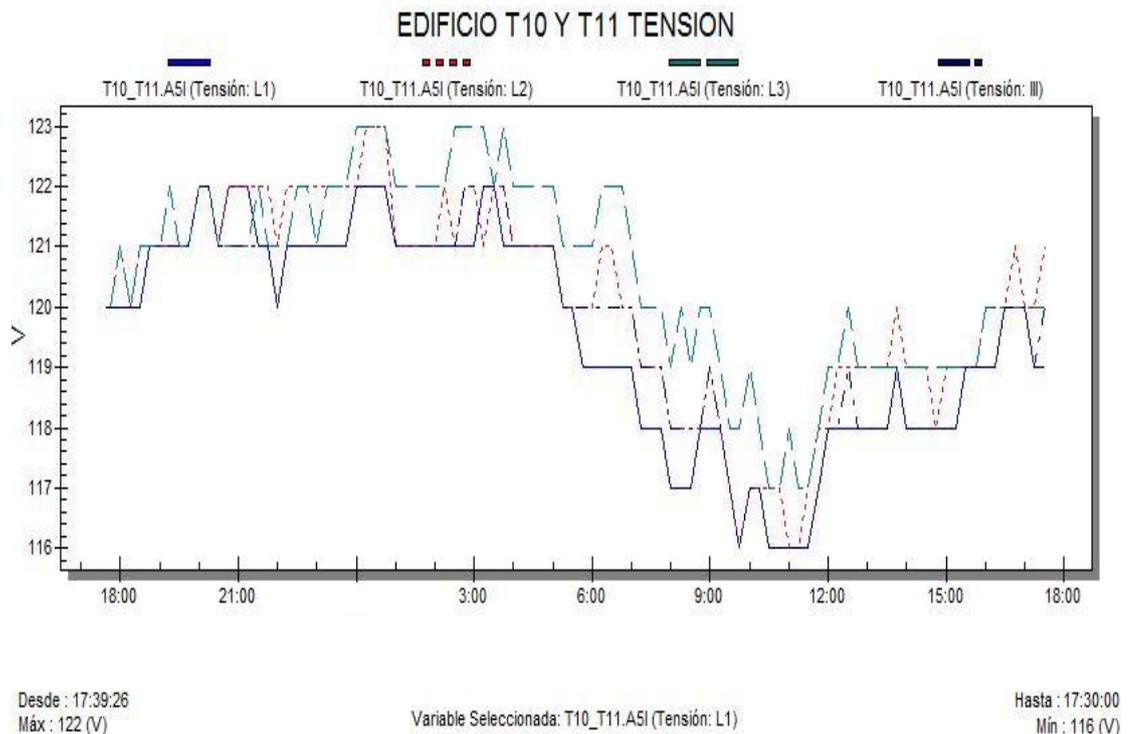
Red analizada: Sistema trifásico balanceado conexión estrella (120/208v.)

5.4.2 Resultados

5.4.2.1 Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T10 y T11

De los resultados gráficos de las figuras 22 se puede apreciar que los niveles de voltaje son bastantes uniformes entre si por lo cual existe un desbalance mínimo e insignificante para el equipo que existe conectado, el valor de tensión trifásica hay que multiplicarlo por un factor de 1.73 y nos da un voltaje entre fases correspondiente al mínimo de 200 voltios entre fases y un máximo de 211 voltios entre fases, en un rango del 4%, lo que lo hace estable y muy cercano al voltaje teórico de 208 voltios para una conexión en estrella.

Figura 22. Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T10 Y T11

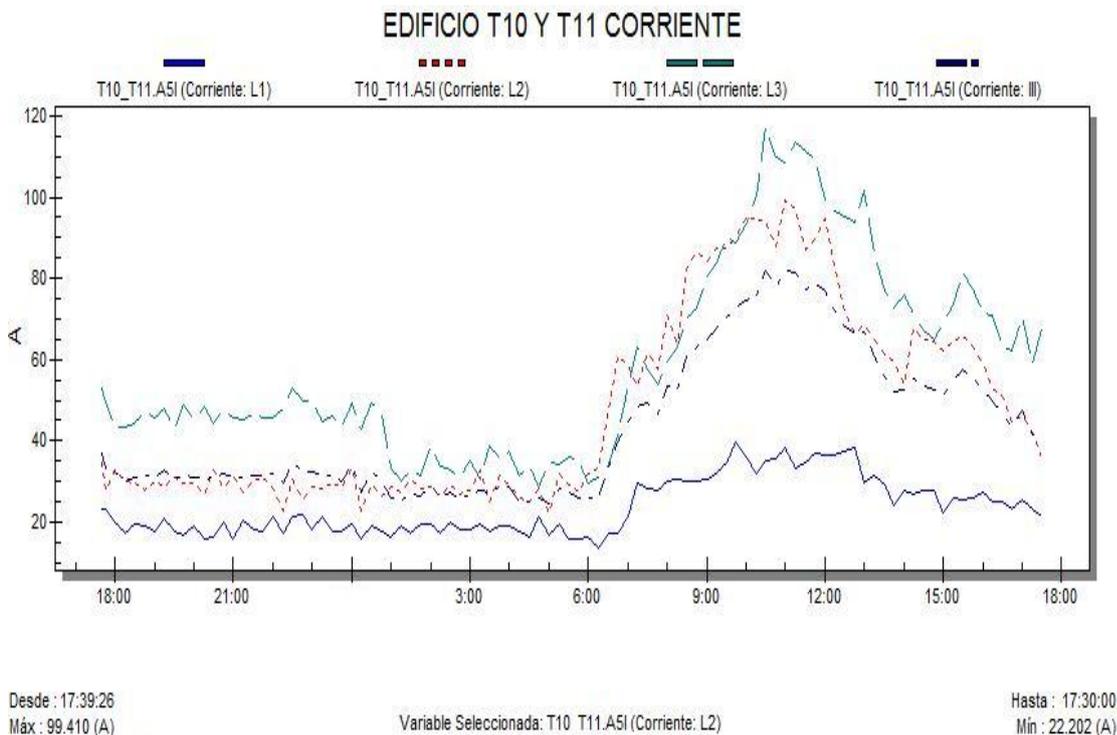


Fuente: Analizador AR.5

5.4.2.2 Análisis de desbalance de corriente del edificio T10 Y T11

De la figura 23, se puede obtener que las fases L2 y L3 mantienen un margen de estabilidad bueno de la corriente entre las dos fases, lo que no es lo mismo para L1 que varía su curva de carga con respecto a L2 y L3, por lo que se podría decir que es un sistema desbalanceado.

Figura 23. Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11

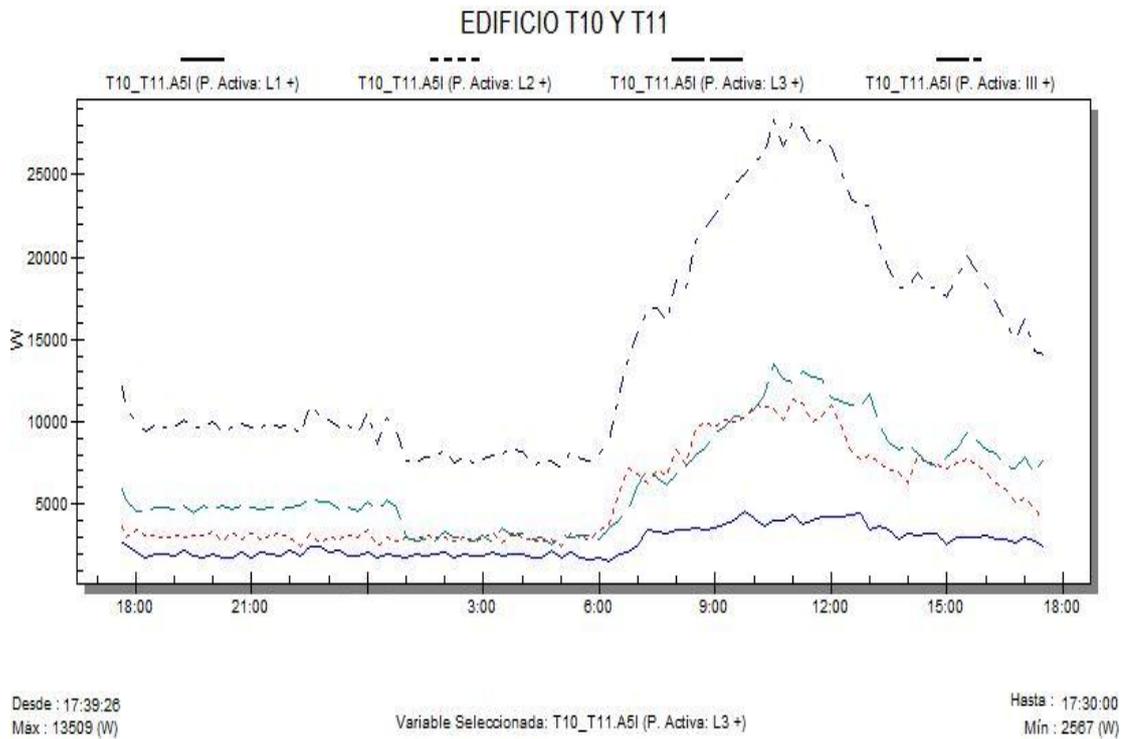


Fuente: Analizador AR.5

5.4.2.3 Análisis de la potencia activa del edificio T10 Y T11

En la figura 24 se nota que la curva de la potencia activa obedece al comportamiento de las curvas de la corriente vistas anteriormente. Los valores de consumo pico básicamente están entre las 9 a.m. a las 3 p.m. También se aprecia el valor de potencia activa trifásica donde el valor máximo es de 28.3 KW, el valor mínimo es de 7.89 KW.

Figura 24. Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11

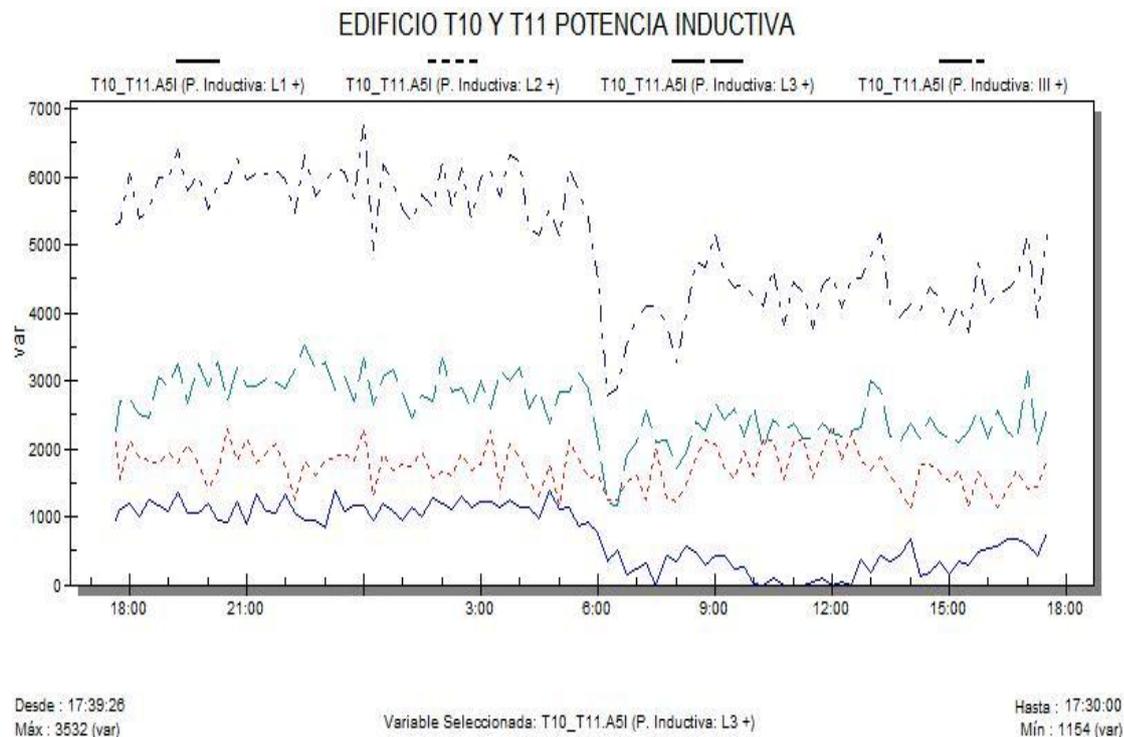


Fuente: **Analizador AR.5**

5.4.2.4 Análisis de la potencia reactiva del edificio T10 Y T11

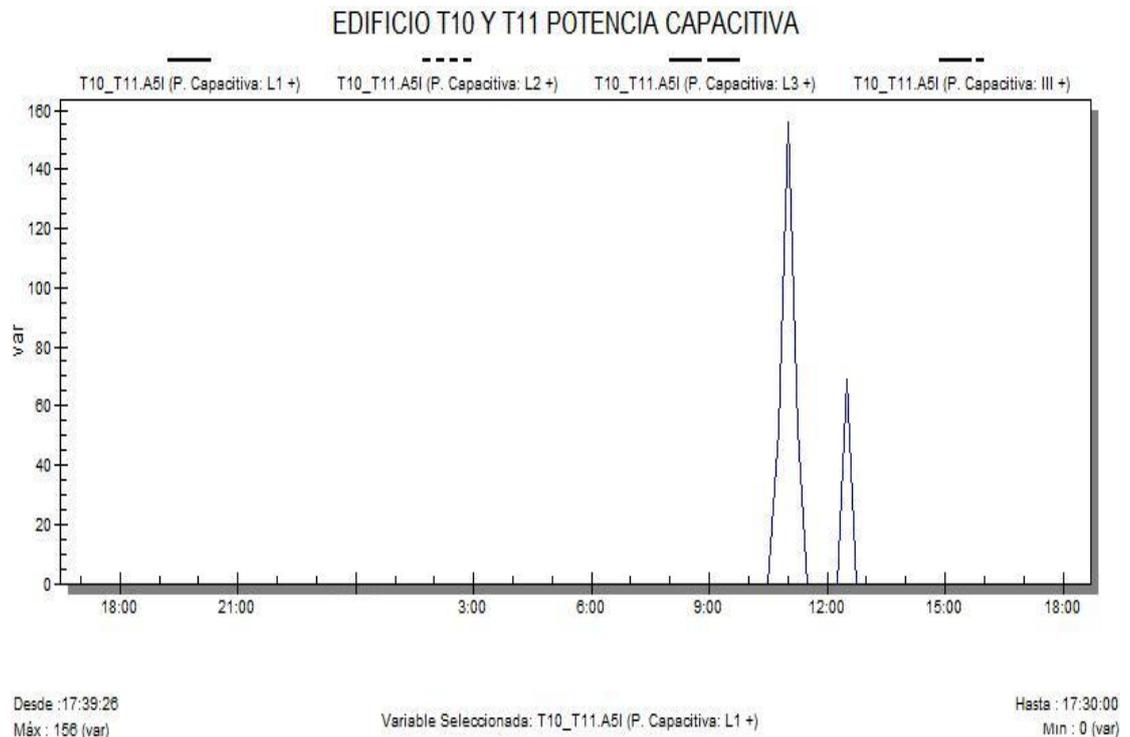
De acuerdo al tipo de carga instalada la potencia reactiva puede ser inductiva o capacitiva, en la mayoría de casos existe una mayor carga inductiva que capacitiva, en el análisis de la potencia reactiva inductiva realizada al edificio T10 Y T11 se encontró un comportamiento no lineal en cada fase igual que en la trifásica como lo muestra la figura 25, se observa que la L3 tiene la mayor cantidad de potencia inductiva. En la figura 26 se ve el resultado de la medición de potencia capacitaba que da un valor despreciable comparado con la potencia inductiva por lo que solo se hace mención de la misma en este punto.

Figura 25. Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11



Fuente: **Analizador AR.5**

Figura 26. Potencia capacitiva de L1, L2 y L3 del edificio T10 Y T11



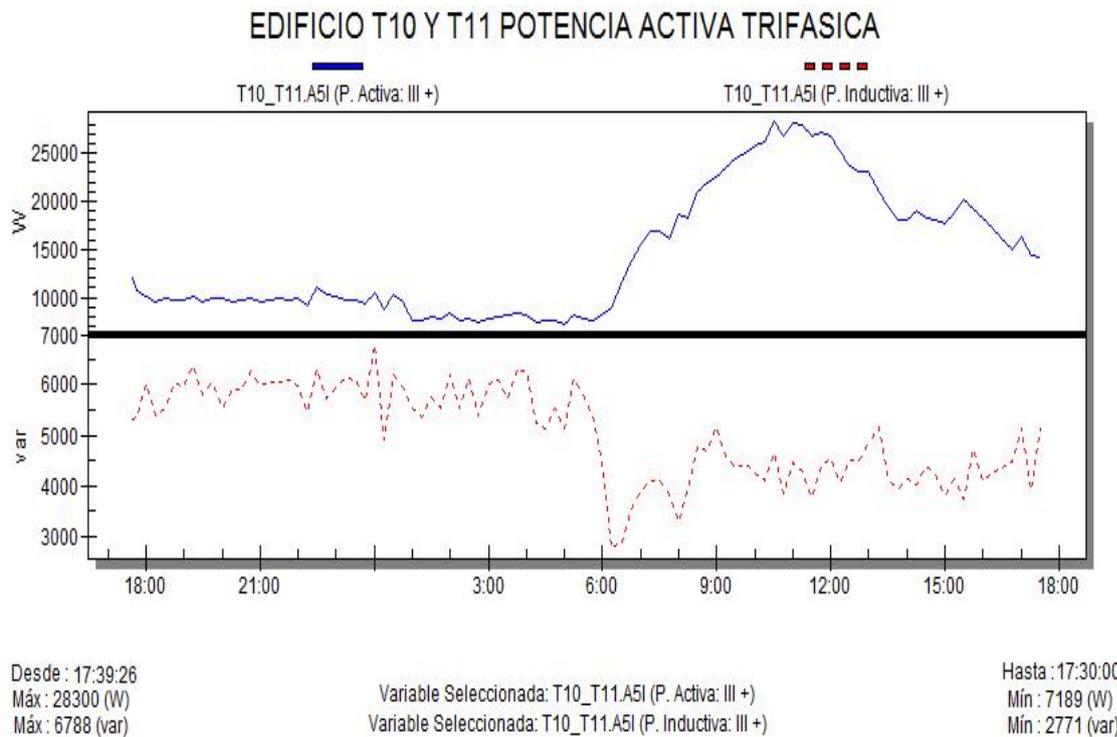
Fuente: Analizador AR.5

5.4.2.5 Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T10 Y T11

Los resultados obtenidos de las potencias trifásicas se muestran en la figura 27. Se puede observar que la potencia activa es mayor que la potencia reactiva, lo cual produce una pérdida sensible de la eficiencia del sistema ya que la potencia reactiva no produce trabajo alguno ni contribuye en la transformación de energía eléctrica a mecánica sino que se transforma únicamente en calentamiento y pérdidas. Es de notar que la potencia reactiva es mayor en la noche debido a que se quedan habilitados varios de los circuitos de iluminación.

El exceso de potencia reactiva puede provocar sobrecalentamiento en los conductores, desgaste de los devanados y aislamientos en transformadores y motores, daño a los dispositivos de control, alto consumo de potencia aparente y por ende mayor gasto en la relación de Q/Kwh.

Figura 27. Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T10 y T11

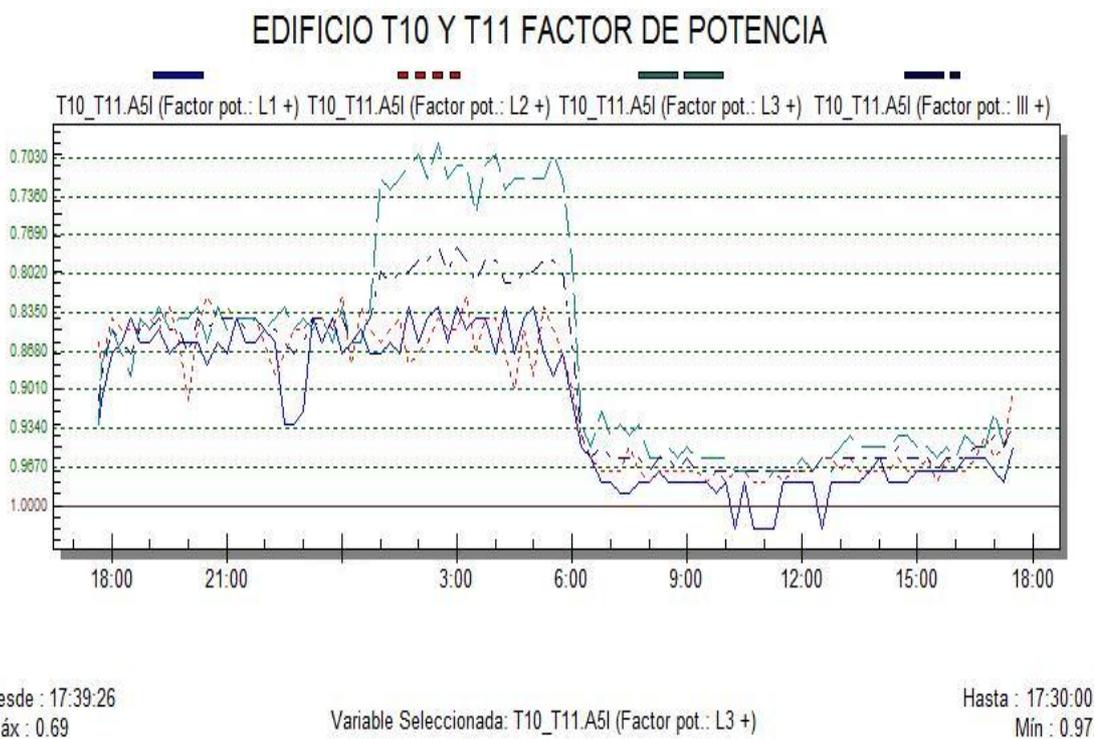


Fuente: **Analizador AR.5**

En la figura 28 se puede observar que el factor de potencia se encuentra en un valor muy bajo principalmente en el periodo de la noche, la Empresa Eléctrica de Guatemala S. A. establece en sus normas para acometidas de servicio eléctrico XII edición que en ningún caso el factor de potencia del usuario debe ser menor al 85% ($fp = 0.85$), los datos obtenidos nos indican que esta fuera de norma el factor de potencia de estos edificios. En la L3 que es la

que tiene mayor potencia inductiva y mayor potencia activa se puede ver que tiene mayor variación en el factor de potencia yendo desde valores de 0.65 a 0.97.

Figura 28. Factor de potencia del edificio T10 Y T11

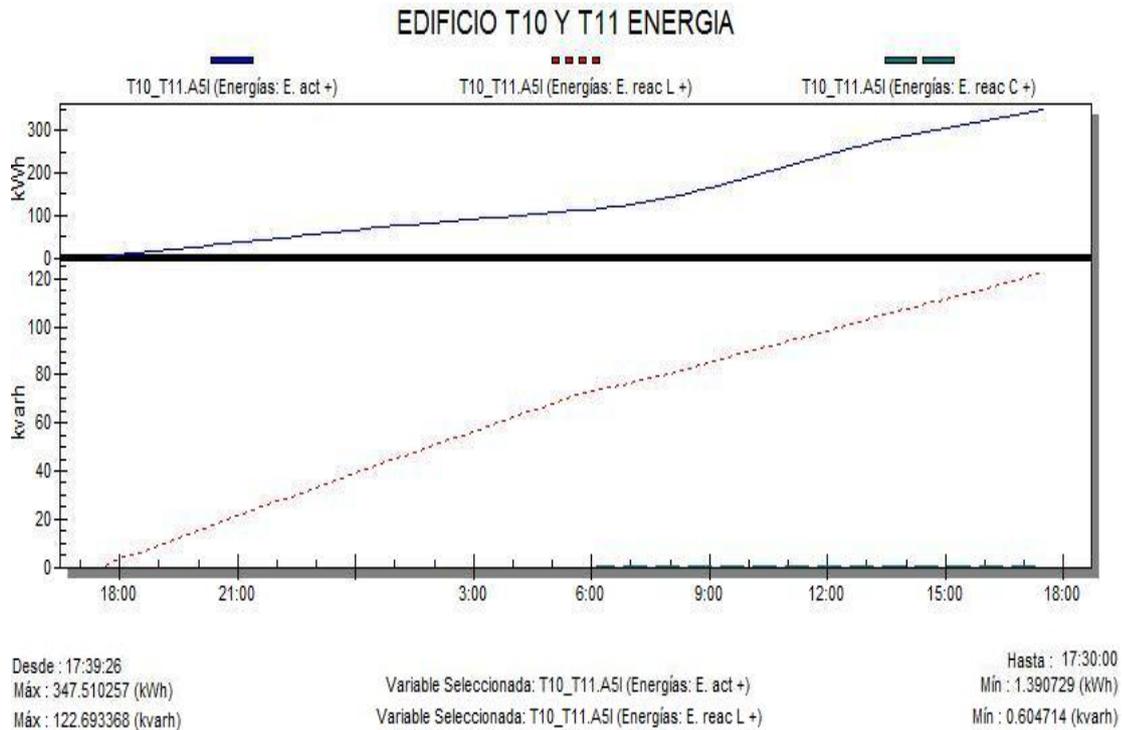


Fuente: **Analizador AR.5**

5.4.2.6 Consumo de energía del edificio T10 Y T11

El consumo de energía activa y el gasto de energía reactiva que se encontraron en el sistema se muestra en la figura 29. En esta gráfica puede apreciarse, que los Kwh. son de 347 y los kvar son de 122 en un período de 24 horas

Figura 29. Energía activa y reactiva del edificio T10 y T11

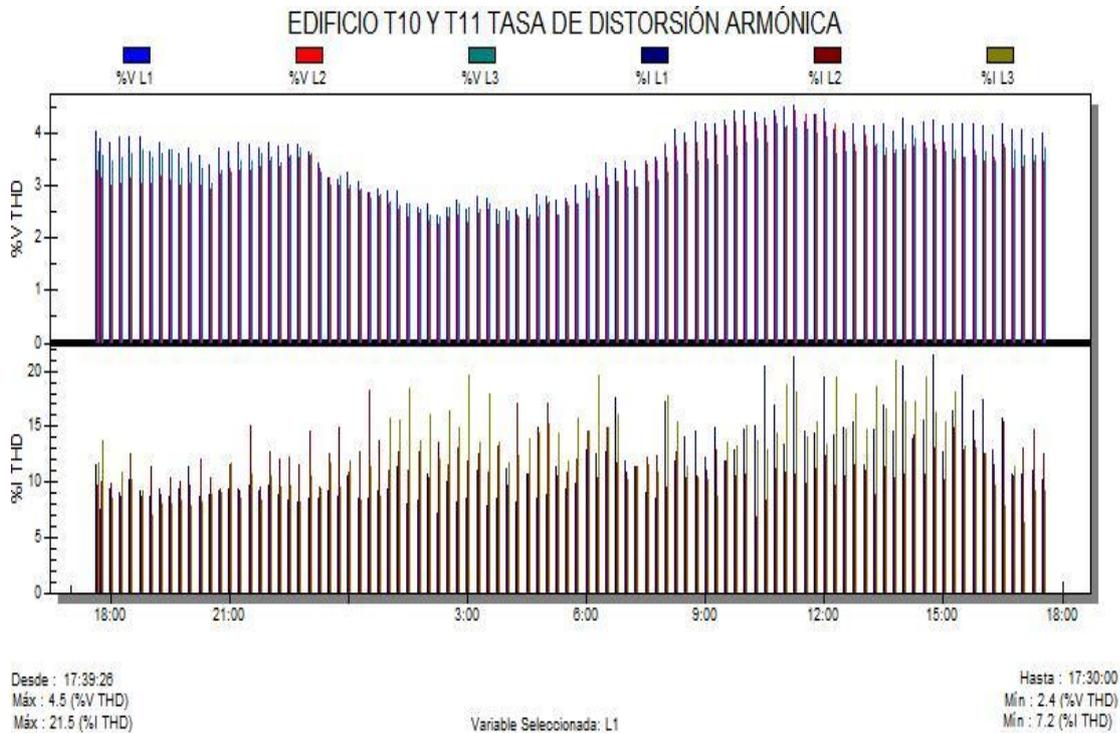


Fuente: **Analizador AR.5**

5.4.2.7 Análisis de armónicos

En la figura 30 se notará la forma de onda del análisis de armónicos realizada a las instalaciones del edificio T10 y T11 y se visualiza que la forma de onda de la corriente se mantiene distorsionada, lo cual se puede comprobar en el análisis de la tasa de distorsión armónica, donde el 4.5% V THD esta entre el rango del V THD máximo del 5% y el 21 % I THD de la corriente es mayor que el rango del I THD marino del 10% lo que nos indica una tasa de distorsión armónica para la corriente muy elevada según la gráfica 31.

Figura 31. Tasa de distorsión armónica del edificio T10 y T11



Fuente: Analizador AR.5

5.5 Mediciones del edificio T10 tablero 1, T10 tablero 2, T11 tablero 1 y T11 tablero 2 por edificio del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En un segundo análisis, se optó por realizar las mediciones a los tableros principales por edificio, ya que los valores anteriores nos dan el análisis del conjunto.

El objetivo principal de la medición realizada y el posterior análisis de los datos es obtener el comportamiento de los parámetros eléctricos principales de la red eléctrica (voltajes, corrientes, potencias, energías factor de potencia y armónicos) para determinar el estado de la misma. El análisis realizado permite a simple vista conocer los problemas que existen y que afectan directamente la

eficiencia y la calidad de la energía en las instalaciones así como los dispositivos y maquinaria instalados. Finalmente se presenta las soluciones propuestas y recomendaciones junto con la justificación de las mismas.

5.5.1 Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T10 tablero 1

La medición se realizó por medio de un equipo analizador de redes marca CIRCUTOR modelo AR.5, el cual registro los parámetros mencionados.

- La configuración utilizada fue la siguiente:

Período de medición: 10 horas

Intervalos de medición 5 minutos

Tipo de medición: DIRECTA

- Los datos de la red son los siguientes:

Red analizada: Sistema trifásico balanceado conexión estrella (120/208v.)

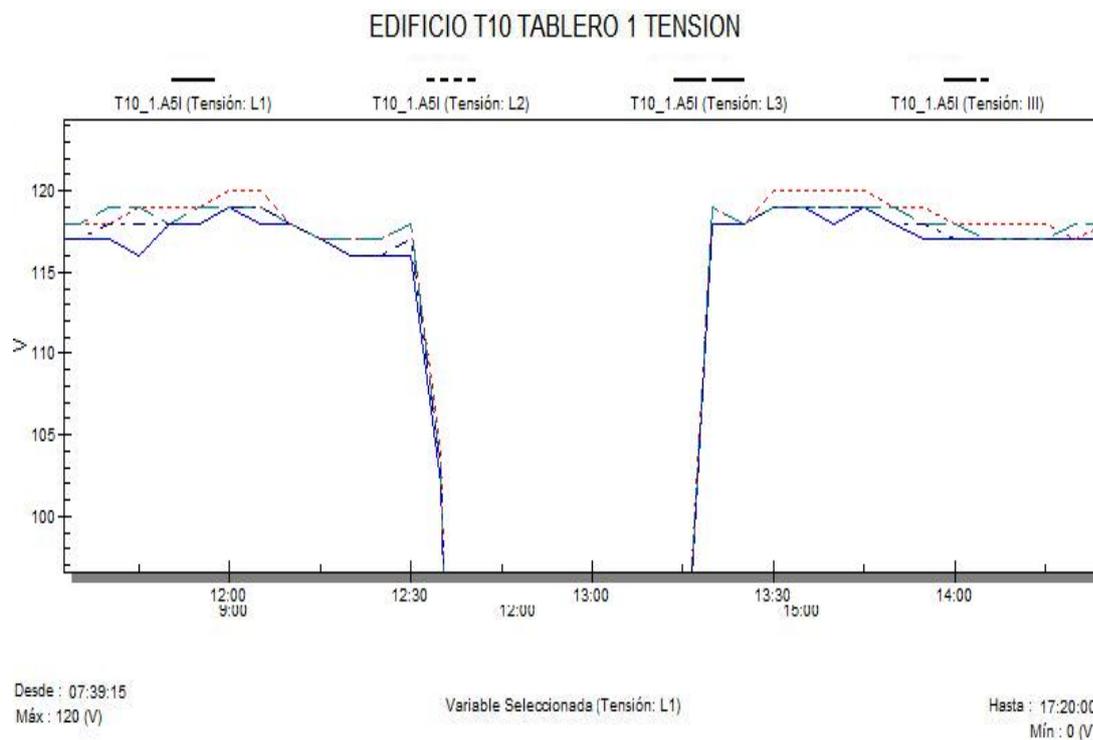
5.5.2 Resultados

5.5.2.1 Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T10 tablero 1

De los resultados gráficos de las figuras 32 se puede apreciar que los niveles de voltaje son bastantes uniformes entre si por lo cual existe un desbalance mínimo e insignificante para el equipo que existe conectado, el valor de tensión trifásica hay que multiplicarlo por un factor de 1.73 y nos da un voltaje entre fases correspondiente al mínimo de 200 voltios entre fases y un máximo de 207 voltios entre fases, en un rango del 4%, lo que lo hace estable

y muy cercano al voltaje teórico de 208 voltios para una conexión en estrella comparando estos valores con los obtenidos en el análisis de los edificios en conjunto se observa una variación en el voltaje máximo, adicional el equipo detecto una caída de tensión por falta de suministro eléctrico, ya que está capacitado con batería.

Figura 32. Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T10, tablero 1

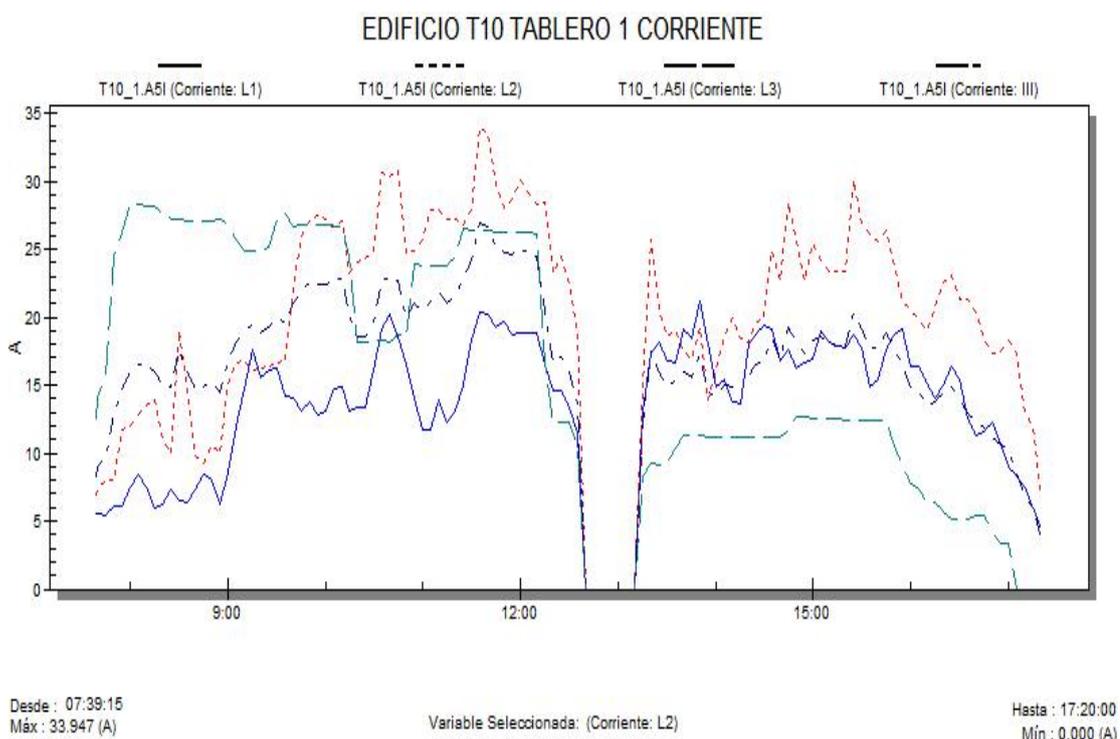


Fuente: Analizador AR.5

5.5.2.2 Análisis de desbalance de corriente del edificio T10 tablero 1

De la figura 33, se observa que el tablero 1 del edificio T10 presenta un desbalance de corriente considerable entre sus fases, por lo que las cargas no están distribuidas uniformemente.

Figura 33. Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 1

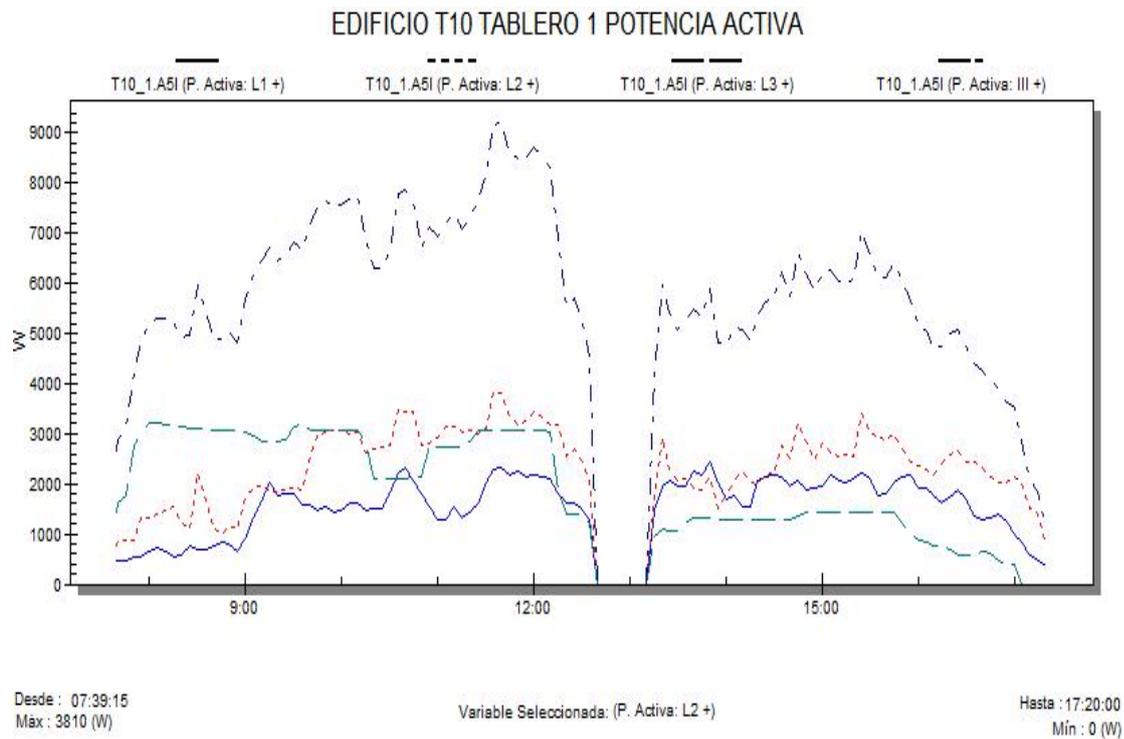


Fuente: Analizador AR.5

5.5.2.3 Análisis de la potencia activa del edificio T10 tablero 1

En la figura 34 se nota que la curva de la potencia activa obedece al comportamiento de las curvas de la corriente vistas anteriormente. Los valores de potencia se mantienen constantes durante el periodo de estudio por lo que no se observan picos de consumo. También se aprecia el valor de potencia activa trifásica donde el valor máximo es de 9.2 KW, el valor mínimo es de 1.1 KW.

Figura 34. Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 1

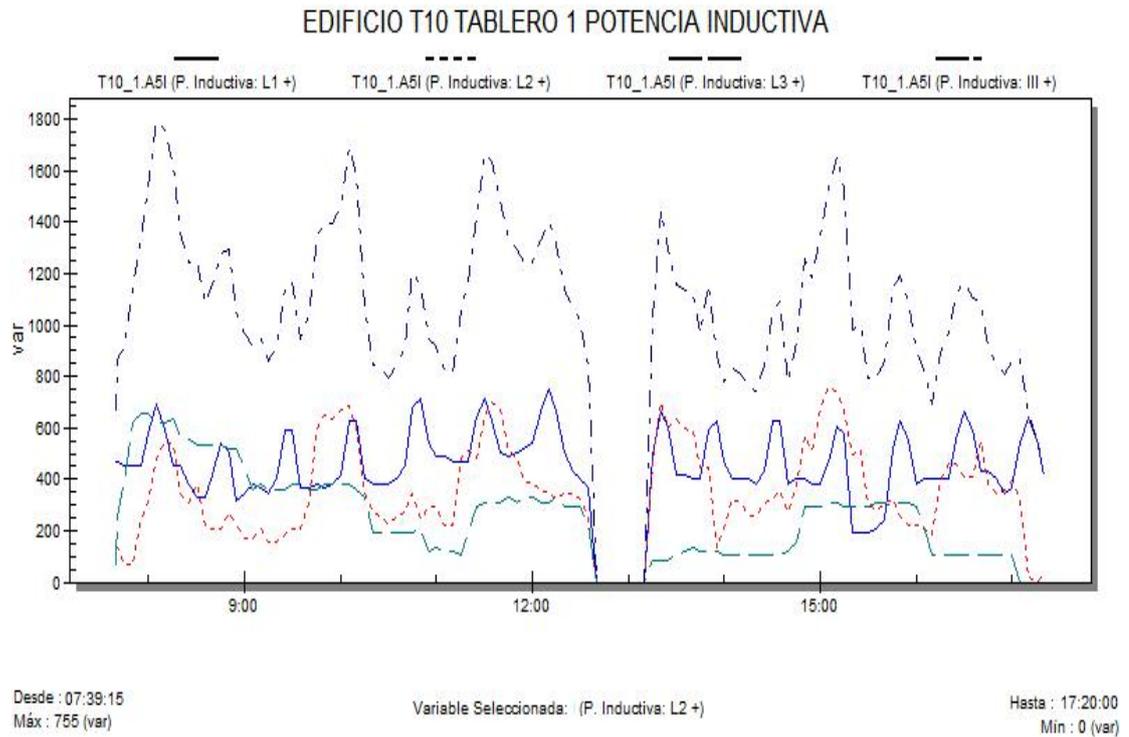


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.2.4 Análisis de la potencia reactiva del edificio T10 tablero 1

Los valores de potencia reactiva del tablero 1 del edificio T10 se observan en la figura 35, en la fase 1 se observa una carga inductiva que trabaja cíclicamente al igual que en la fase 2. La potencia trifásica reactiva suma un valor máximo de 1.8 Kvar y un mínimo de 690 var

Figura 35. Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 1

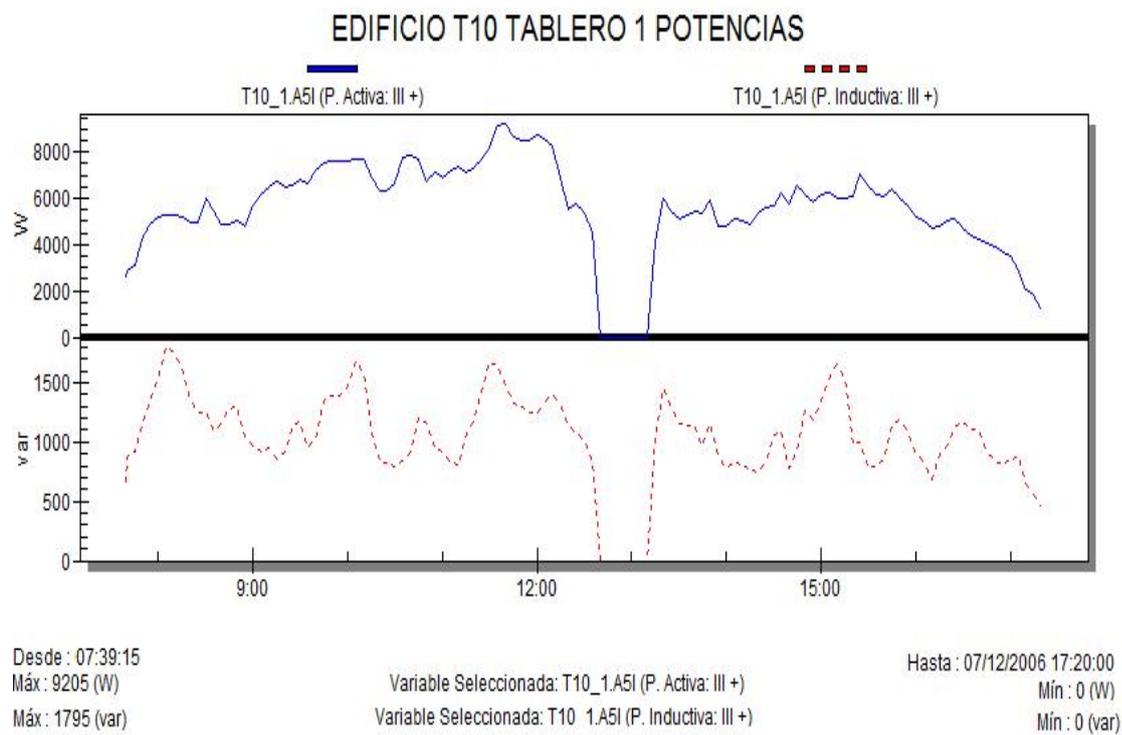


Fuente: Analizador AR.5

5.5.2.5 Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T10 tablero 1

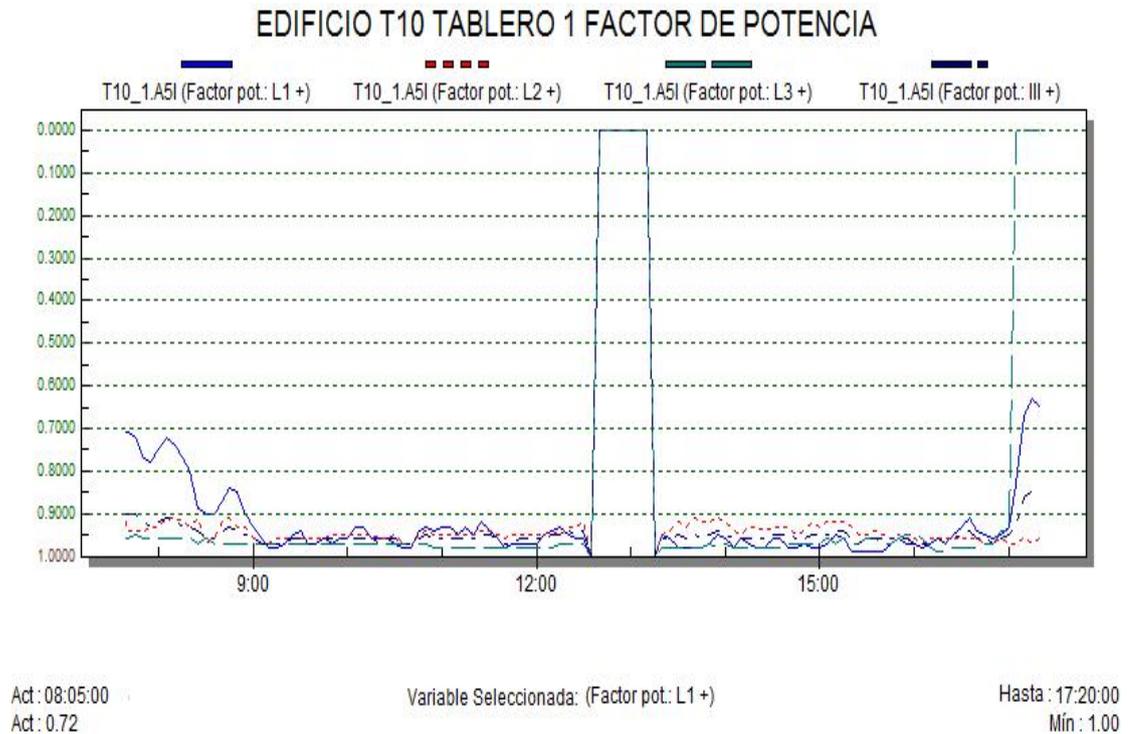
Los resultados obtenidos de las potencias trifásicas se muestran en la figura 36 y en la figura 37 se muestran los resultados del factor de potencia, estos resultados nos indican que el factor de potencia se mantiene en un valor por encima del 0.85 que es el mínimo, por lo que la potencia inductiva es menor a la potencia activa, por lo que este tablero no contribuye a que el valor de factor de potencia del análisis de los edificios en conjunto sea menor al requerido.

Figura 36. Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T10, tablero 1



Fuente: **Analizador AR.5**

Figura 37. Factor de potencia del edificio T10, tablero 1

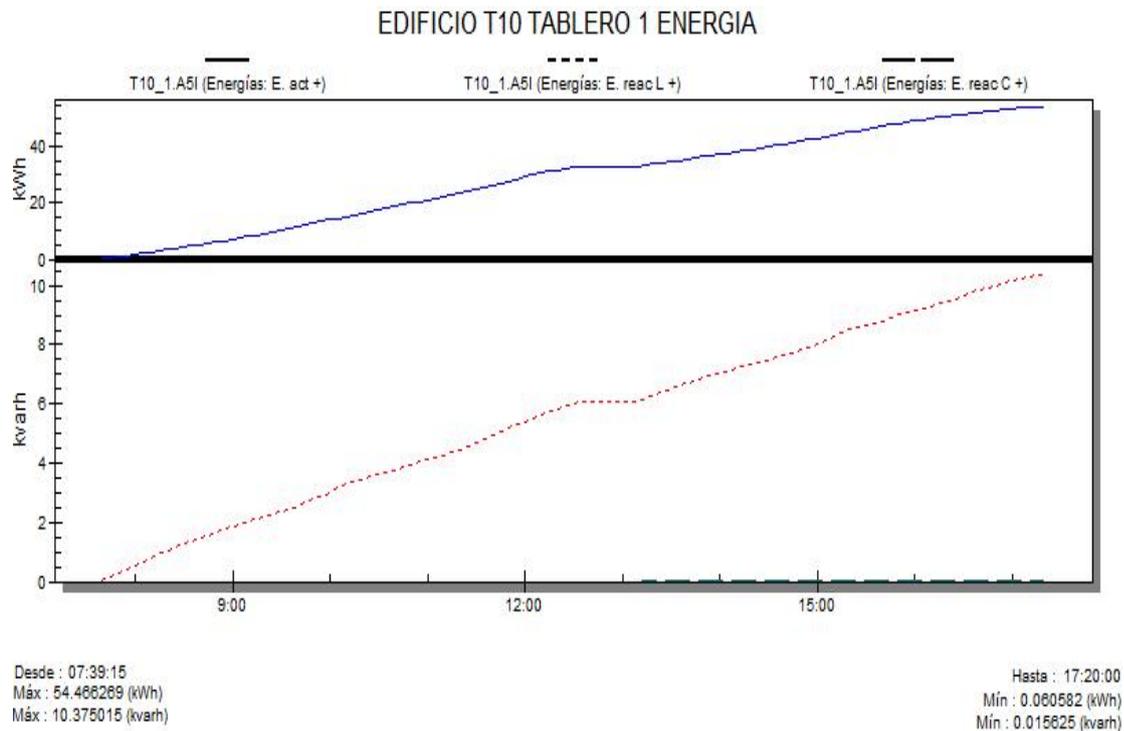


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.2.6 Consumo de energía del edificio T10 tablero 1

El consumo de energía activa y el gasto de energía reactiva que se encontraron en el sistema se muestra en la figura 38. En esta gráfica puede apreciarse, que los Kwh. son de 54.4 y los kvar son de 10.8 en un período de 10 horas

Figura 38. Energía activa y reactiva del edificio T10, tablero 1

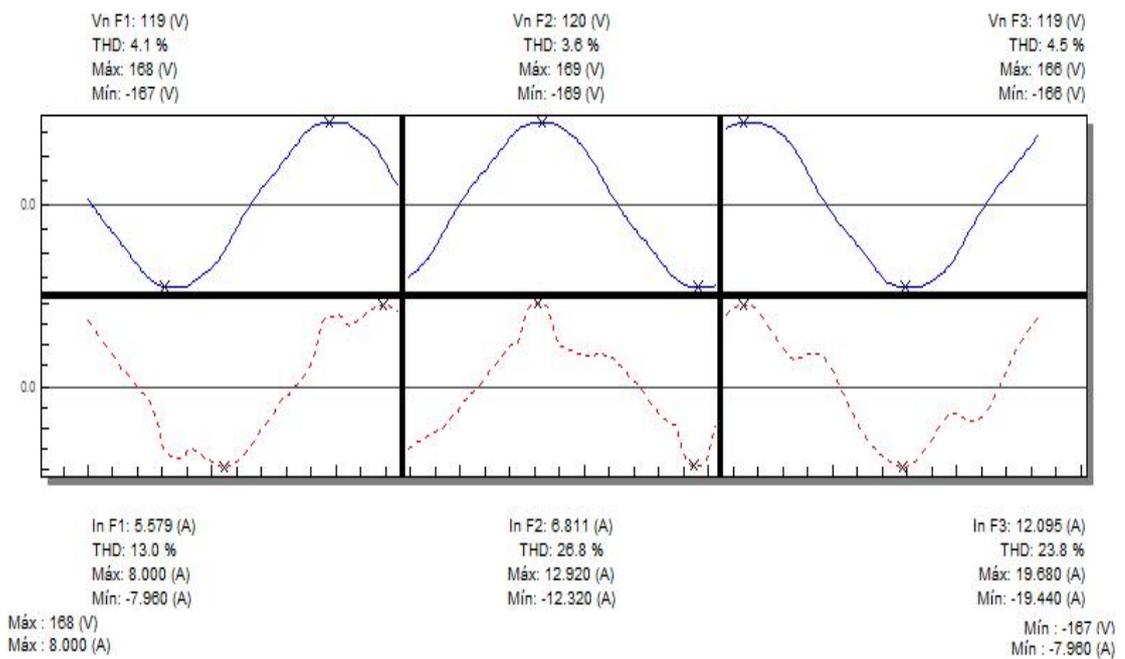


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.2.7 Análisis de armónicos del edificio T10 tablero 1

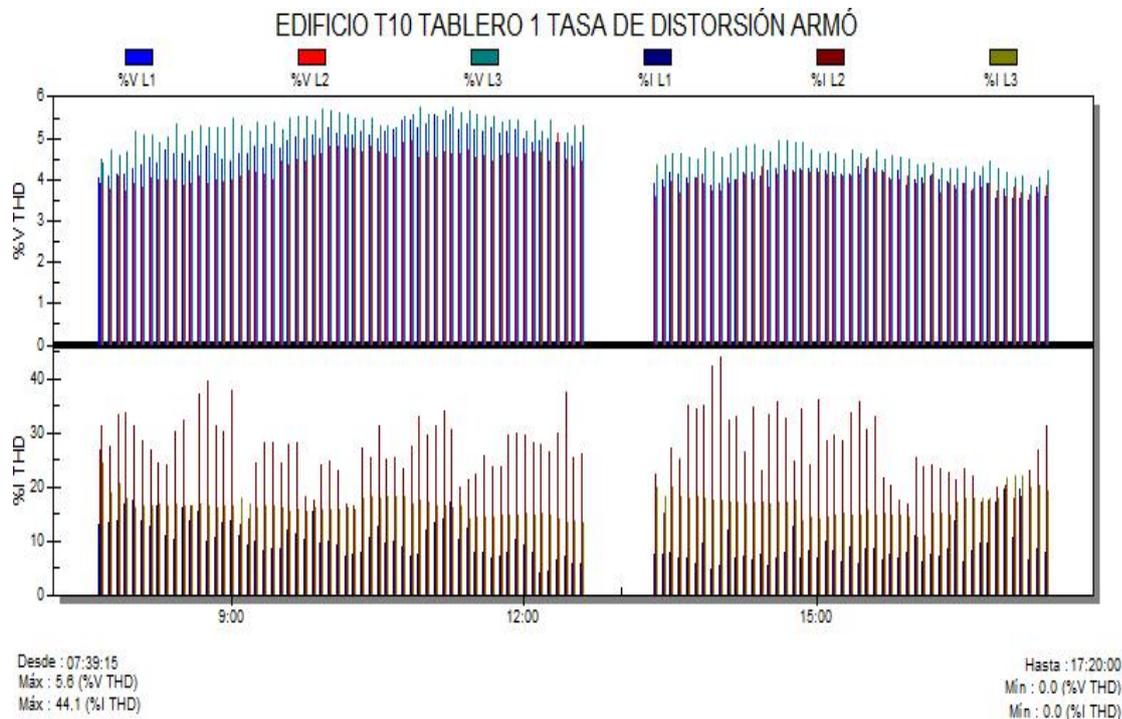
En la figura 39 se notará la forma de onda del análisis de armónicos realizada a las instalaciones del edificio T10 tablero 1 y se visualiza que la forma de onda de la corriente se mantiene distorsionada, lo cual se puede comprobar en el análisis de la tasa de distorsión armónica, donde el 5.8 % V THD esta levemente por encima del rango del V THD máximo del 5% y el 44 % I THD de la corriente es mayor que el rango del I THD marino del 10%, lo que nos indica una tasa de distorsión armónica para la corriente muy elevada según la gráfica 40.

Figura 39. Forma de Onda del edificio T10, tablero 1
EDIFICIO T10 TABLERO 1 FORMA DE ONDA



Fuente: Analizador AR.5

Figura 40. Tasa de distorsión armónica del edificio T10, tablero 1



Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.3 Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T10 tablero 2

La medición se realizó por medio de un equipo analizador de redes marca CIRCUTOR modelo AR.5, el cual registro los parámetros mencionados.

- La configuración utilizada fue la siguiente:

Período de medición: 12 horas

Intervalos de medición 10 minutos

Tipo de medición: DIRECTA

- Los datos de la red son los siguientes:

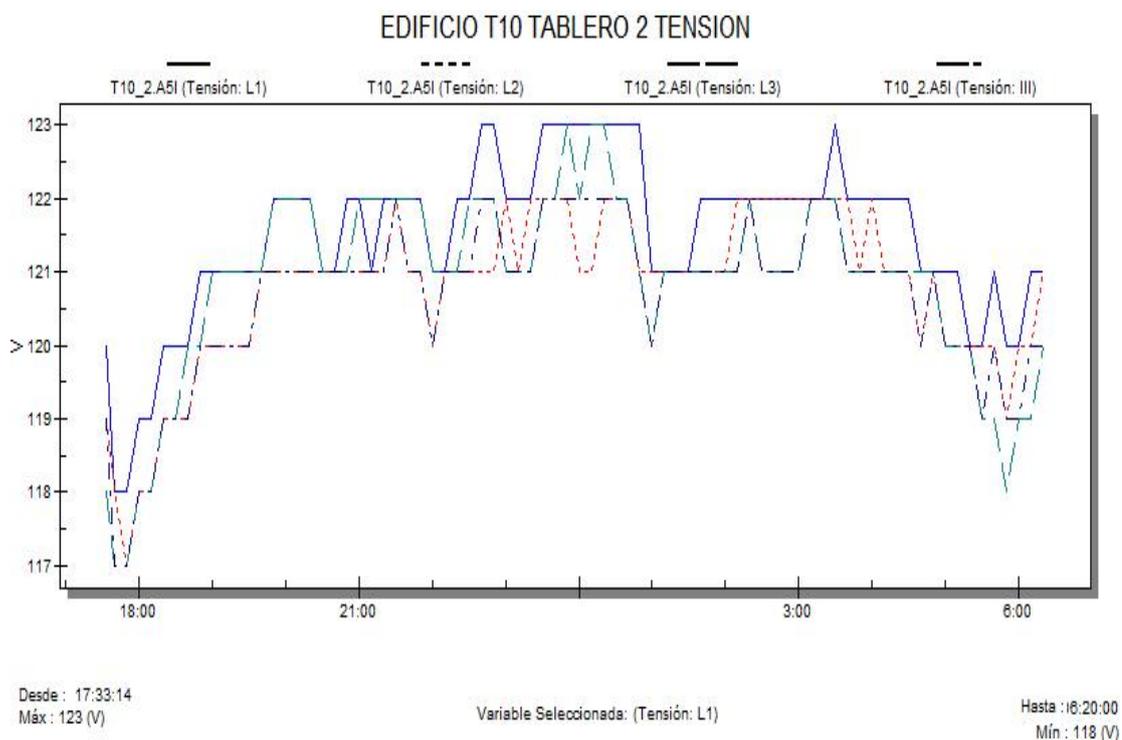
Red analizada: Sistema trifásico balanceado conexión estrella (120/208v.)

5.5.4 Resultados

5.5.4.1 Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T10 tablero 2

De los resultados gráficos de las figuras 41 se puede apreciar que los niveles de voltaje son bastantes uniformes entre si por lo cual existe un desbalance mínimo e insignificante para el equipo que existe conectado, el valor de tensión trifásica hay que multiplicarlo por un factor de 1.73 y nos da un voltaje entre fases correspondiente al mínimo de 200 voltios entre fases y un máximo de 211 voltios entre fases, en un rango del 4%, lo que lo hace estable y muy cercano al voltaje teórico de 208 voltios para una conexión en estrella.

Figura 41. Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T10, tablero 2

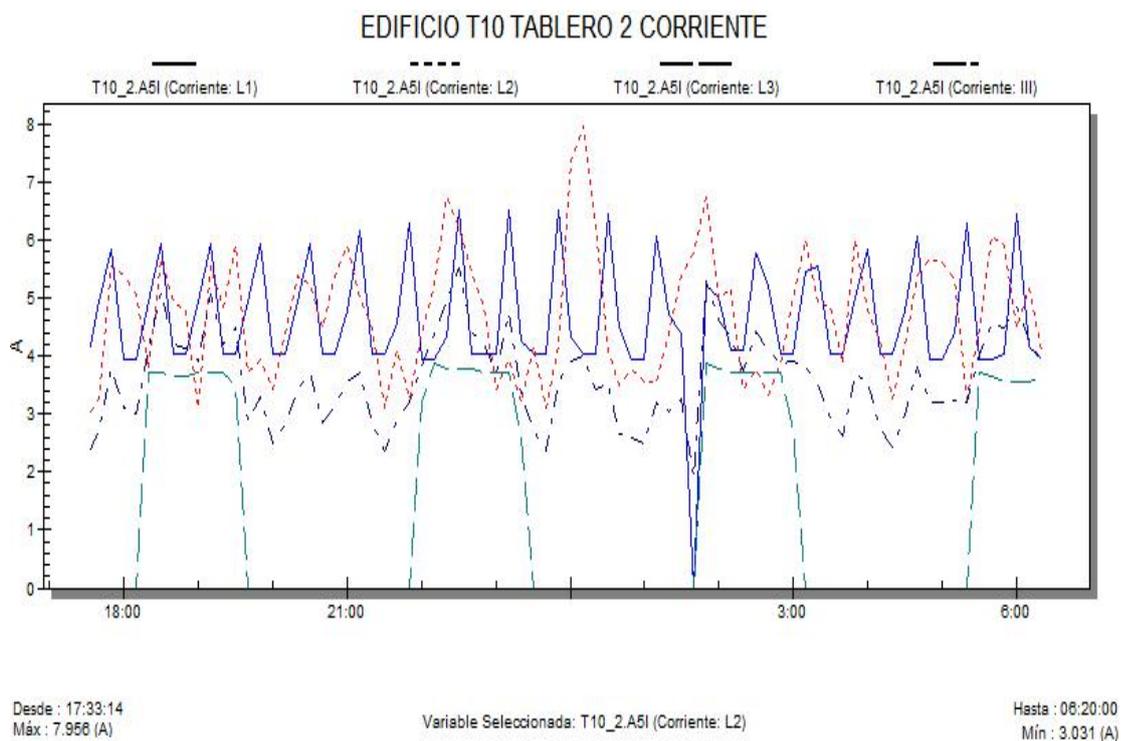


Fuente: Analizador AR.5

5.5.4.2 Análisis de desbalance de corriente del edificio T10 tablero 2

De la figura 42, se observa que el tablero 2 del edificio T10 presenta un desbalance de corriente considerable entre sus fases, por lo que las cargas no están distribuidas uniformemente.

Figura 42. Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 2

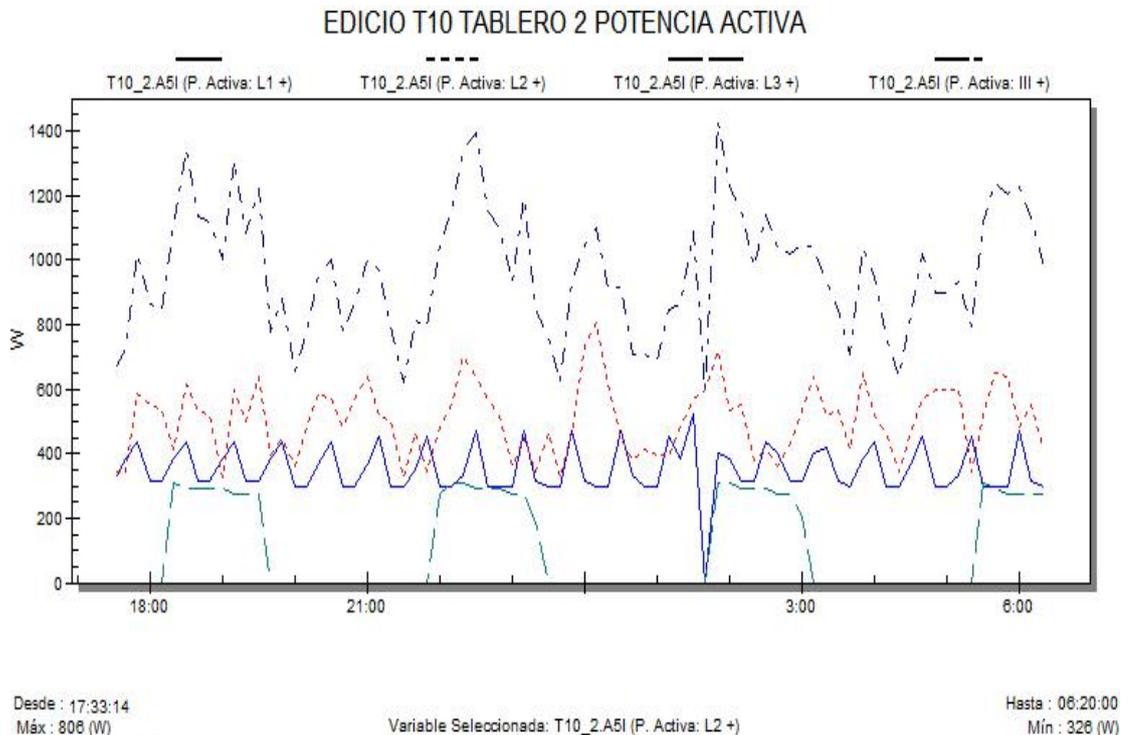


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.4.3 Análisis de la potencia activa del edificio T10 tablero 2

En la figura 43 se nota que la curva de la potencia activa obedece al comportamiento de las curvas de la corriente vistas anteriormente. Los valores de potencia se mantienen constantes durante el periodo de estudio por lo que no se observan picos de consumo. También se aprecia el valor de potencia activa trifásica donde el valor máximo es de 1.4 KW, el valor mínimo es de 600W.

Figura 43. Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 2

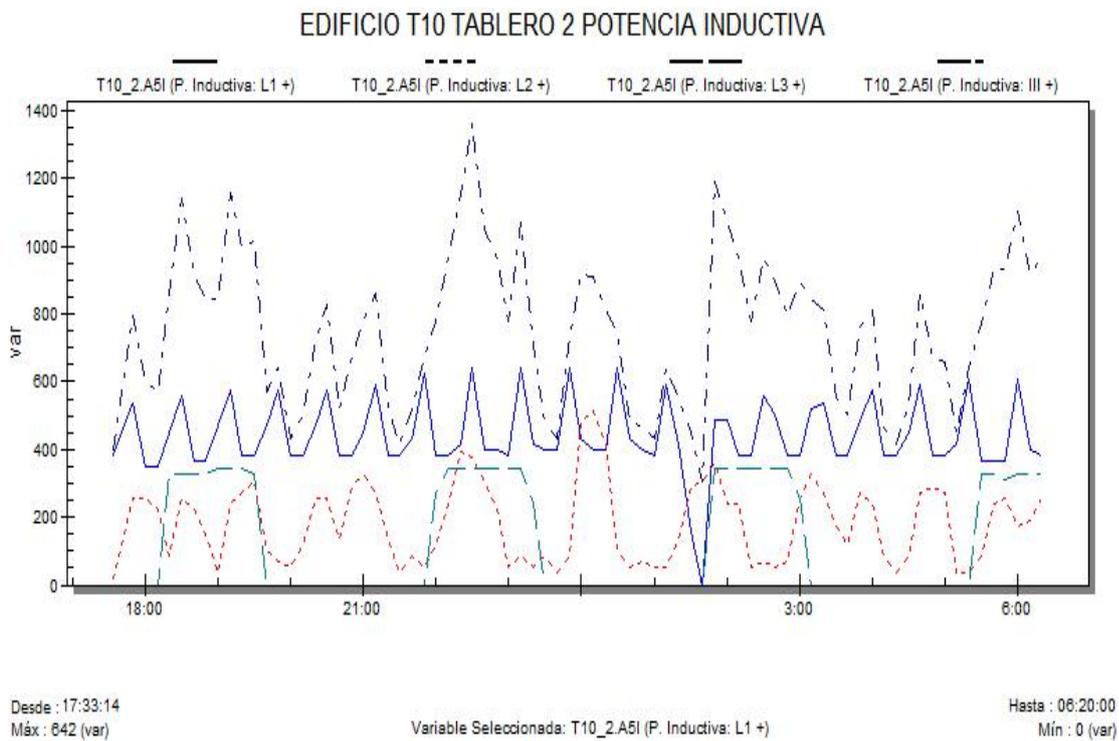


Fuente: Analizador AR.5

5.5.4.4 Análisis de la potencia reactiva del edificio T10 tablero 2

Los valores de potencia reactiva del tablero 2 del edificio T10 se observan en la figura 44, en la fase 3 se observa una carga inductiva que trabaja cíclicamente al igual que en la fase 1. La potencia trifásica reactiva suma un valor máximo de 1.3 Kvar y un mínimo de 308 var

Figura 44. Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T10, tablero 2

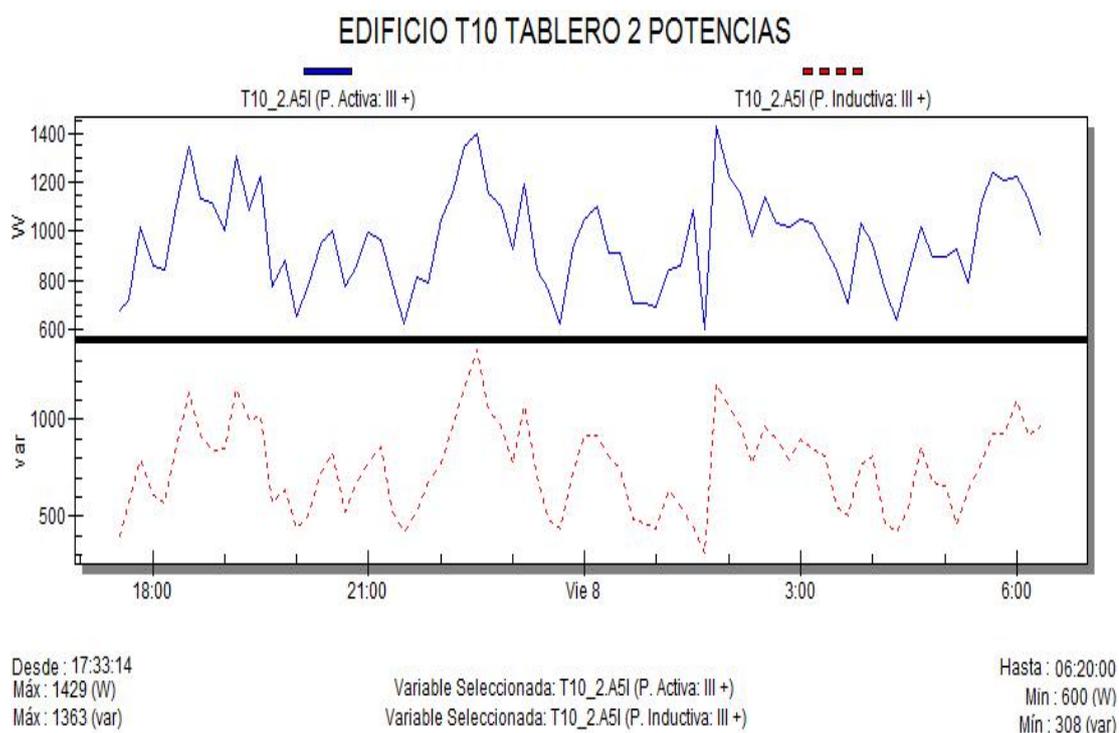


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.4.5 Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T10 tablero 2

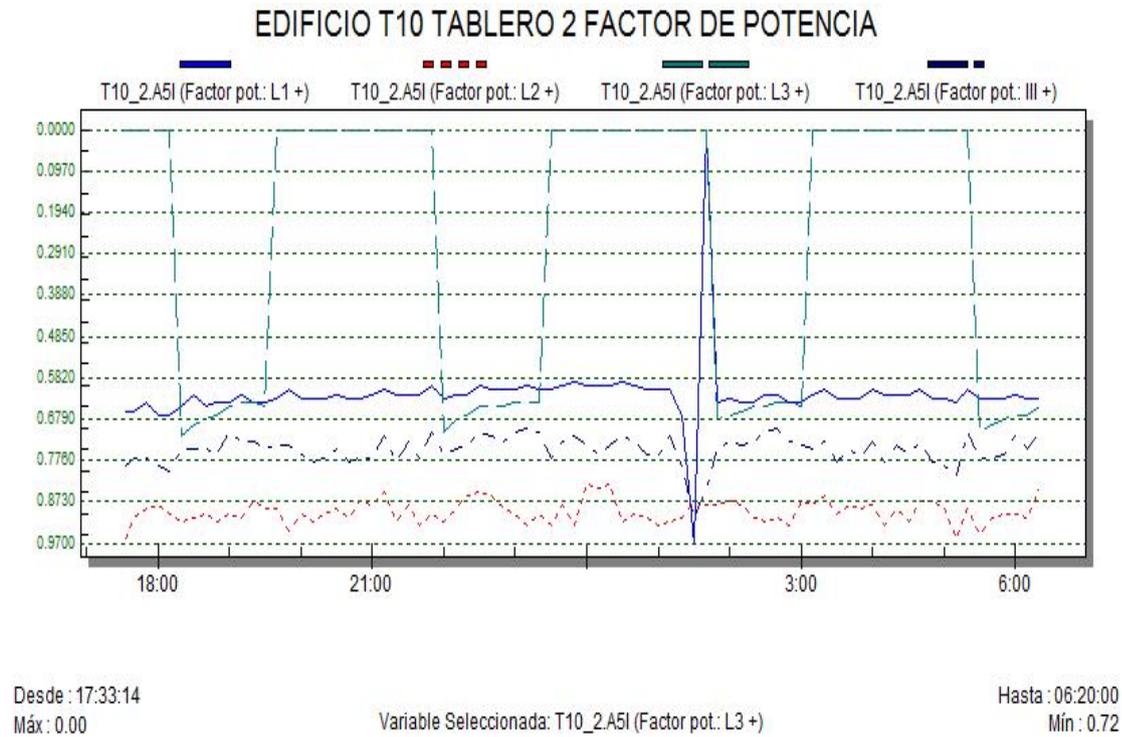
Los resultados obtenidos de las potencias trifásicas se muestran en la figura 45 y en la figura 46 se muestran los resultados del factor de potencia, estos resultados nos indican que el factor de potencia es menor al 0.85 ya que en el sistema al momento de la medición predominan cargas inductivas, la fase 3 es la que mas contribuye al bajo f. p. ya al entrar en operación tiene valor de f. p. de 0.64, la fase que se mantiene en un buen valor de f. p. es la fase 2 por encima del 0.85 de f p, en lo que respecta a la potencia activa y reactiva trifásica se observan las graficas de similar forma lo que nos indica que están actuando en el periodo de medición siempre las mismas cargas.

Figura 45. Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T10, tablero 2



Fuente: Analizador AR.5

Figura 46. Factor de potencia del edificio T10, tablero 2

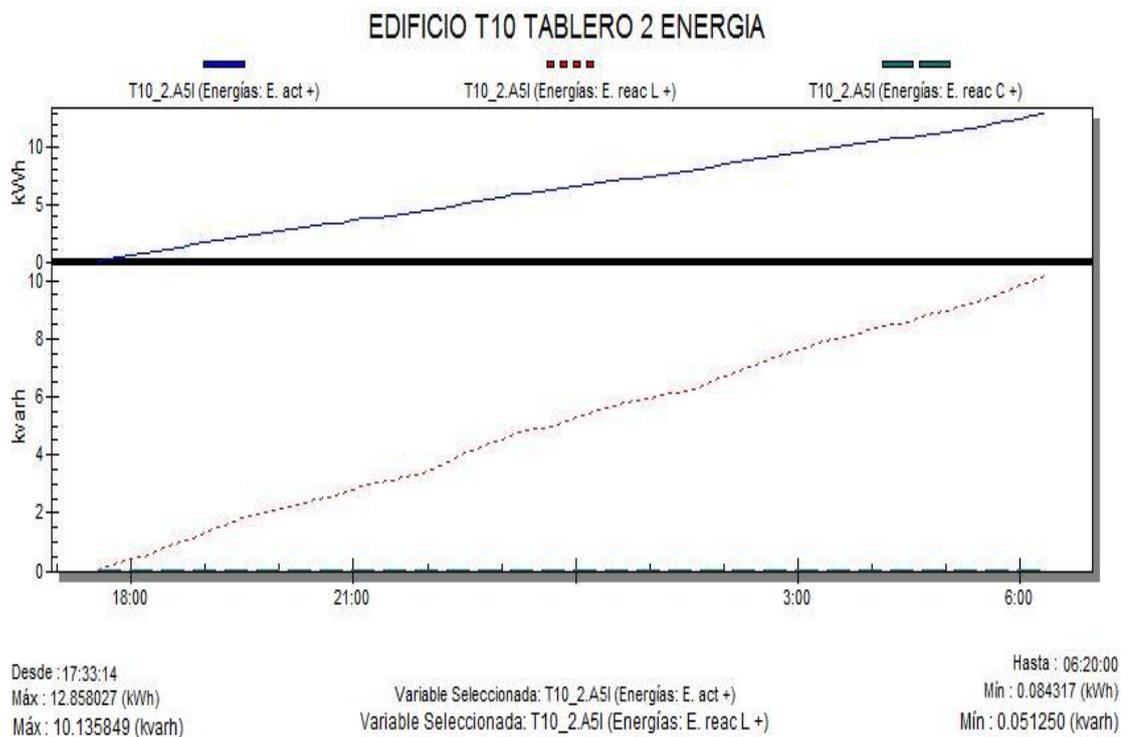


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.4.6 Consumo de energía del edificio T10 tablero 2

El consumo de energía activa y el gasto de energía reactiva que se encontraron en el sistema se muestra en la figura 47. En esta gráfica puede apreciarse, que hay un consumo de 12 KWh y 10 Kvar en un período de 12 horas, este valor nos ratifica que durante el período de la medición la mayor cantidad de carga es del tipo inductivo

Figura 47. Energía activa y reactiva del edificio T10, tablero 2

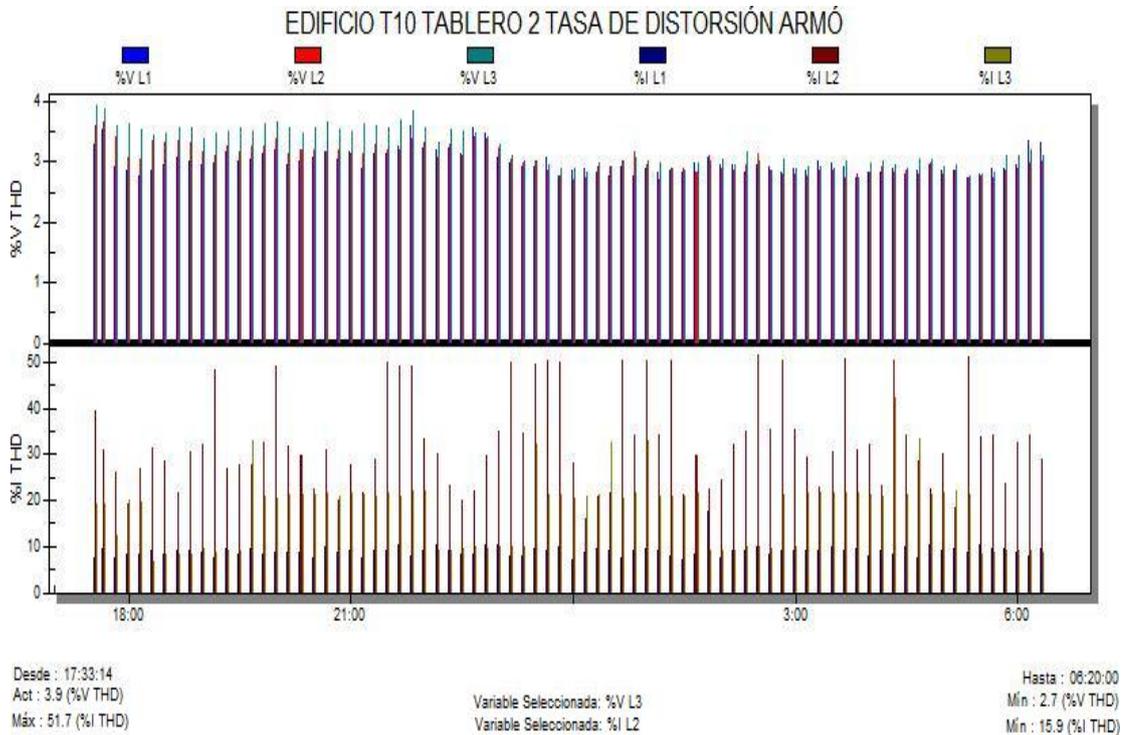


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.4.7 Análisis de armónicos del edificio T10 tablero 2

En la figura 48 se notará la forma de onda del análisis de armónicos realizada a las instalaciones del edificio T10 tablero 2 y se visualiza que la forma de onda de la corriente se mantiene distorsionada, lo cual se puede comprobar en el análisis de la tasa de distorsión armónica, donde el 3.9 % V

Figura 49. Tasa de distorsión armónica del edificio T10 tablero 2



Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.5 Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T11 tablero 1

La medición se realizó por medio de un equipo analizador de redes marca CIRCUTOR modelo AR.5, el cual registro los parámetros mencionados.

- La configuración utilizada fue la siguiente:

Período de medición: 16 horas

Intervalos de medición 15 minutos

Tipo de medición: DIRECTA

- Los datos de la red son los siguientes:

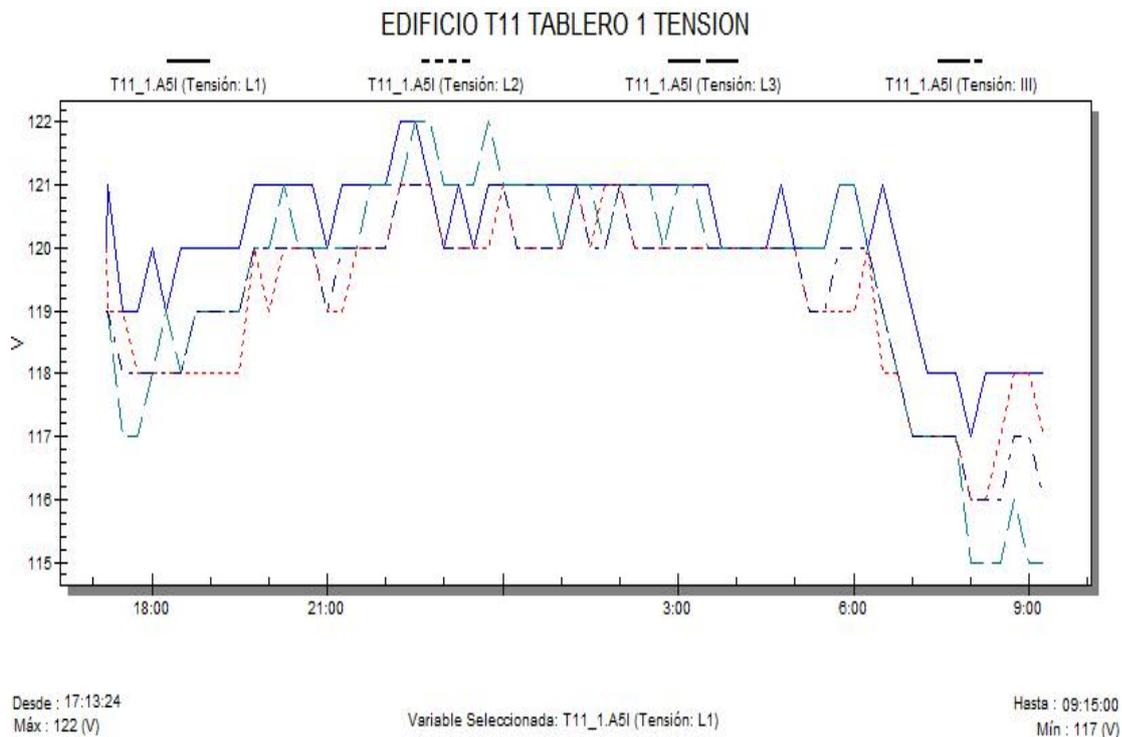
Red analizada: Sistema trifásico balanceado conexión estrella (120/208v.)

5.5.6 Resultados

5.5.6.1 Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T11 tablero 1

De los resultados gráficos de las figuras 50 se puede apreciar que los niveles de voltaje son bastantes uniformes entre si por lo cual existe un desbalance mínimo e insignificante para el equipo que existe conectado, el valor de tensión trifásica hay que multiplicarlo por un factor de 1.73 y nos da un voltaje entre fases correspondiente al mínimo de 199 voltios entre fases y un máximo de 211 voltios entre fases, en un rango del 5%, lo que lo hace estable y muy cercano al voltaje teórico de 208 voltios para una conexión en estrella, es de notar la caída de tensión que existe al momento de aumentar las cargas en el periodo de las 6 horas observándose más pronunciada en la fase 3.

Figura 50. Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T11, tablero 1

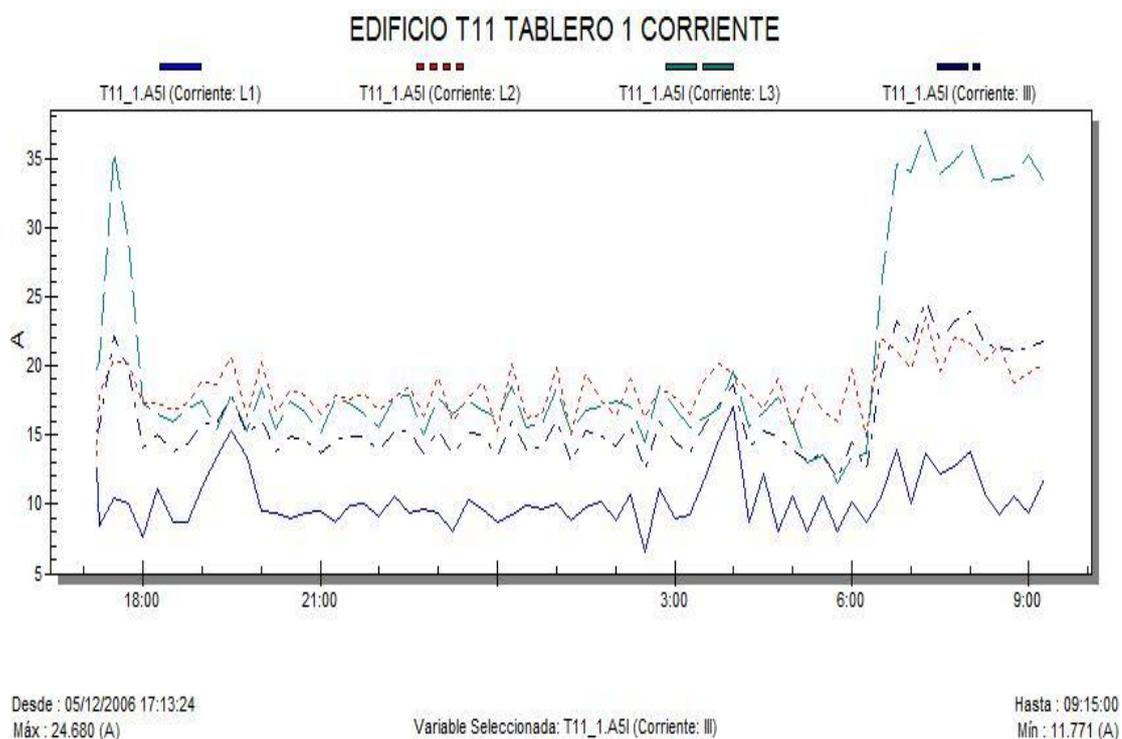


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.6.2 Análisis de desbalance de corriente del edificio T11 tablero 1

De la figura 51, se observa que el tablero 1 del edificio T11 presenta un desbalance de corriente entre fases, por lo que las cargas no están distribuidas uniformemente, además se observa que la fase 1 es la que tiene menor carga y tiende a mantenerse en esa condición en cambio la fase 3 tiene un aumento significativo después de las 6 horas que es cuando aumentan las cargas, la fase 2 no muestra mayor variación.

Figura 51. Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 1

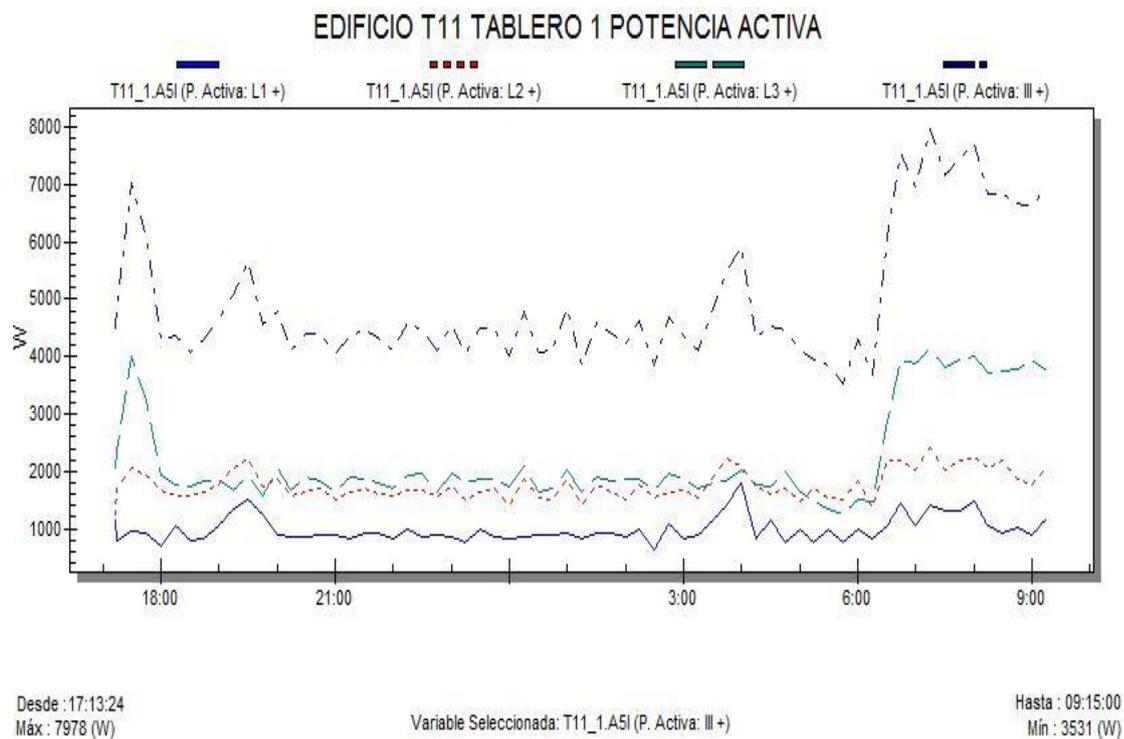


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.6.3 Análisis de la potencia activa del edificio T11, tablero 1

En la figura 52 se nota que la curva de la potencia activa obedece al comportamiento de las curvas de la corriente vistas anteriormente. Los valores de potencia presentan dos picos de consumo que son antes de las 18 horas y después de las 6 horas principalmente en la fase 3. También se aprecia el valor de potencia activa trifásica donde el valor máximo es de 7.9 KW, el valor mínimo es de 3.5 KW.

Figura 52. Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 1

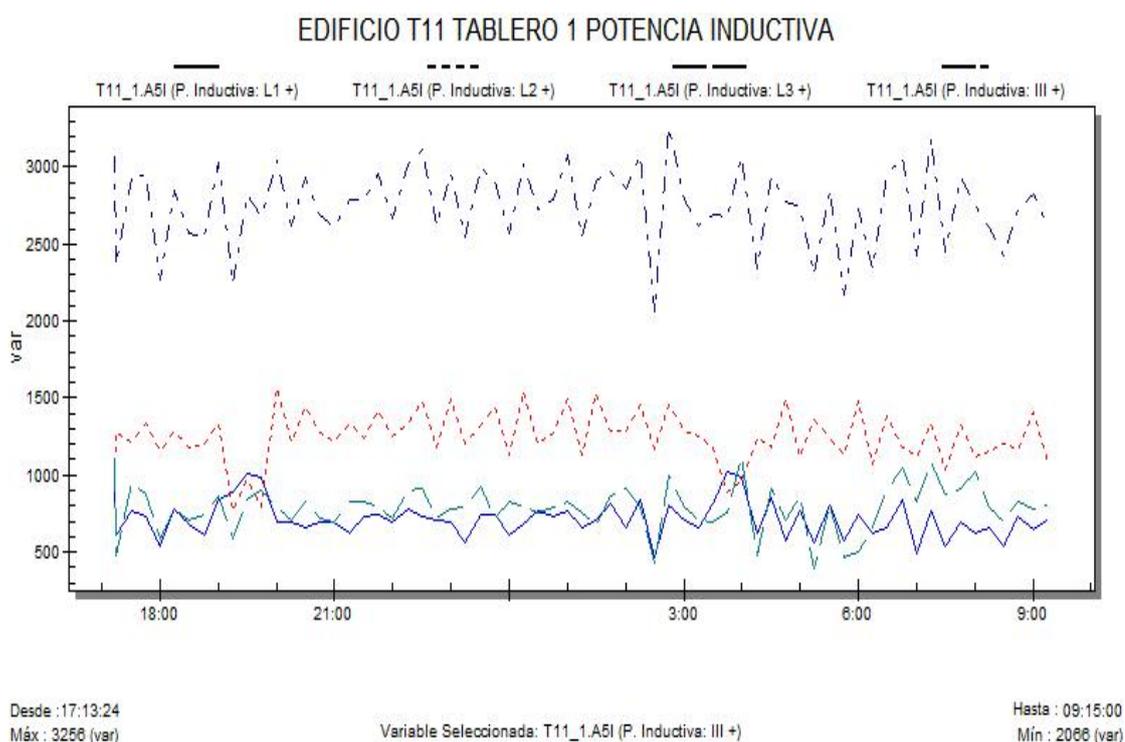


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.6.4 Análisis de la potencia reactiva del edificio T11 tablero 1

Los valores de potencia reactiva del tablero 1 del edificio T11 se observan en la figura 53, en la fase 2 se encuentra el mayor consumo de potencia reactiva y no son afectadas significativamente estas potencias reactivas por los picos de demanda que en su mayoría denotan no ser inductivos. La potencia trifásica reactiva suma un valor máximo de 3.2 Kvar y un mínimo de 2 Kvar

Figura 53. Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 1



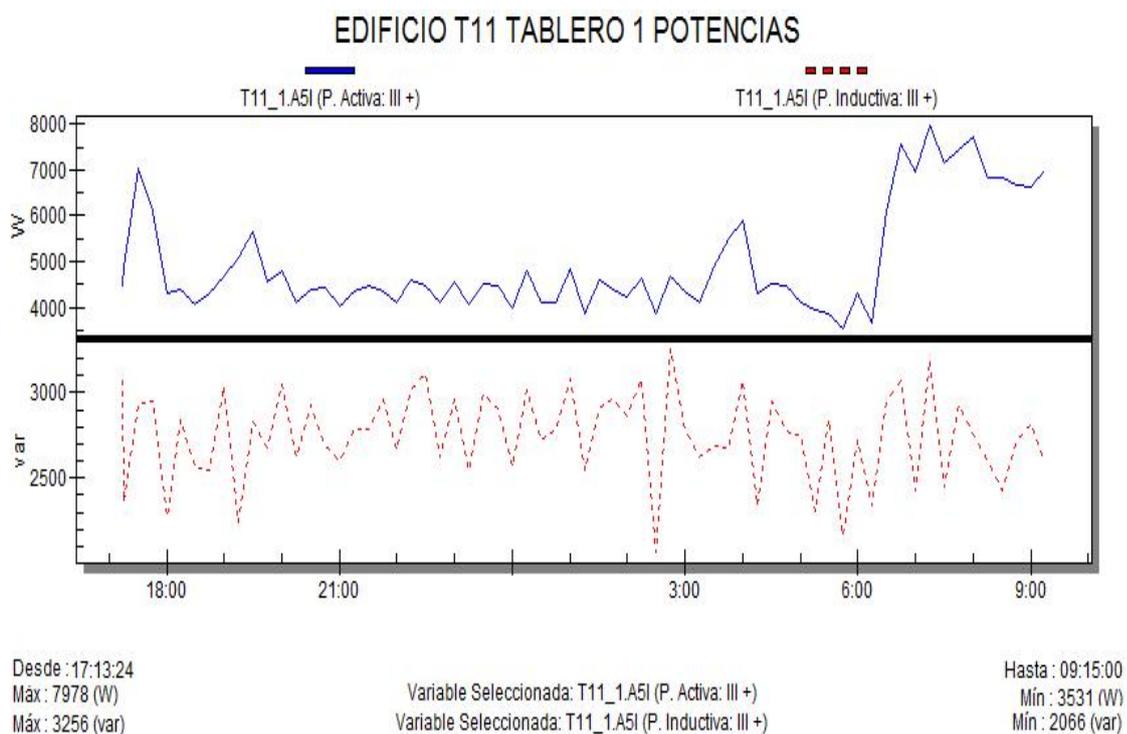
Fuente: Analizador AR.5

5.5.6.5 Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T11 tablero 1

Los resultados obtenidos de las potencias trifásicas se muestran en la figura 54 y en la figura 55 se muestran los resultados del factor de potencia,

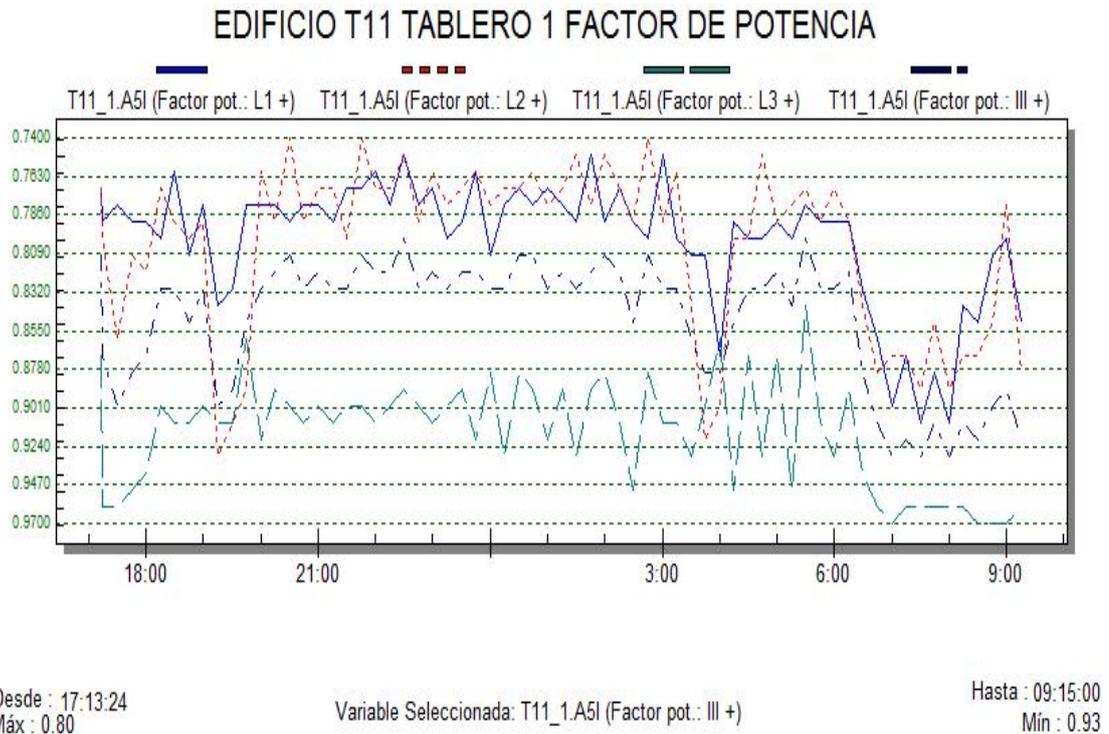
estos resultados nos indican que el factor de potencia es menor al 0.85 ya que en el sistema al momento de la medición predominan cargas inductivas, la fase 1 Y 2 son las que mas contribuyen al bajo f. p. ya que tienen un valor de f. p. de 0.74, la fase que se mantiene en un buen valor de f. p. es la fase 3 por encima del 0.85, por lo que este tablero si contribuye a tener un bajo factor de potencia, en lo que respecta a la potencia activa y reactiva trifásica se observa que las cargas inductivas se mantienen relativamente constantes, mientras que la potencia activa tiene valores mas elevados durante las horas pico que se detectaron en el periodo de medición.

Figura 54. Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T11, tablero 1



Fuente: **Analizador AR.5**

Figura 55. Factor de potencia del edificio T11, tablero 1

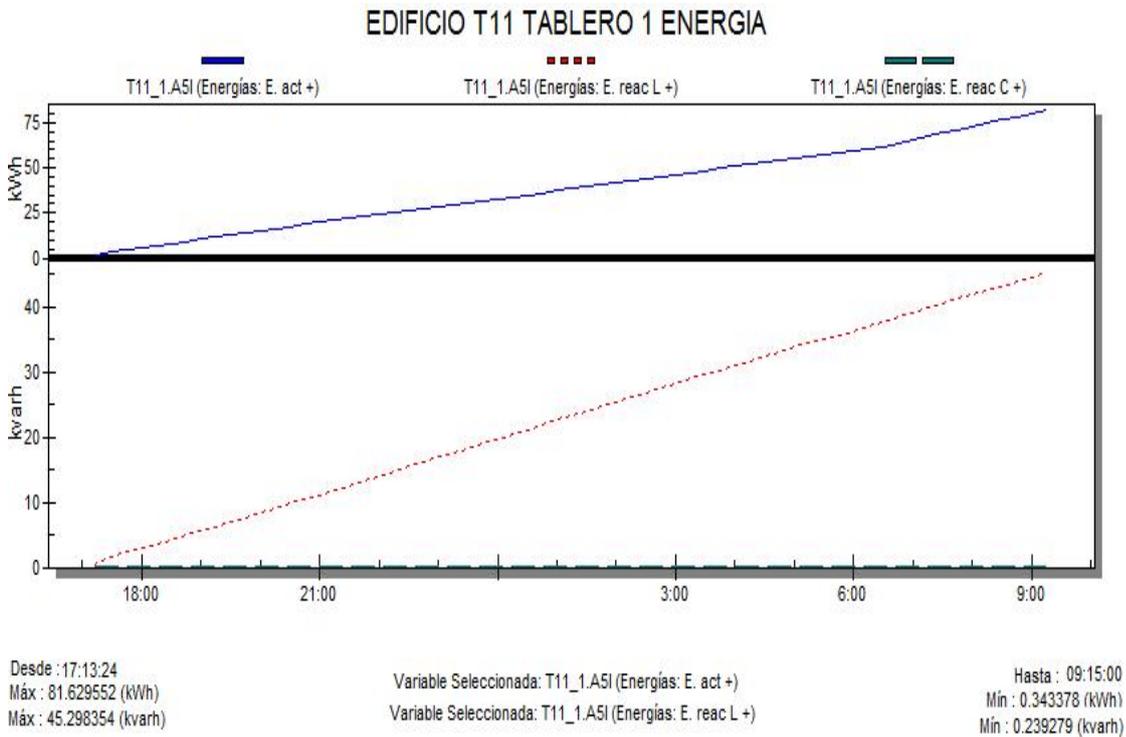


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.6.6 Consumo de energía del edificio T11 tablero 1

El consumo de energía activa y el gasto de energía reactiva que se encontraron en el sistema se muestra en la figura 56. En esta gráfica puede apreciarse, que hay un consumo de 81.5 KWh y 45 Kvar en un periodo de 16 horas la fase 2 es la genera mayor consumo de energía reactiva.

Figura 56. Energía activa y reactiva del edificio T11, tablero 1



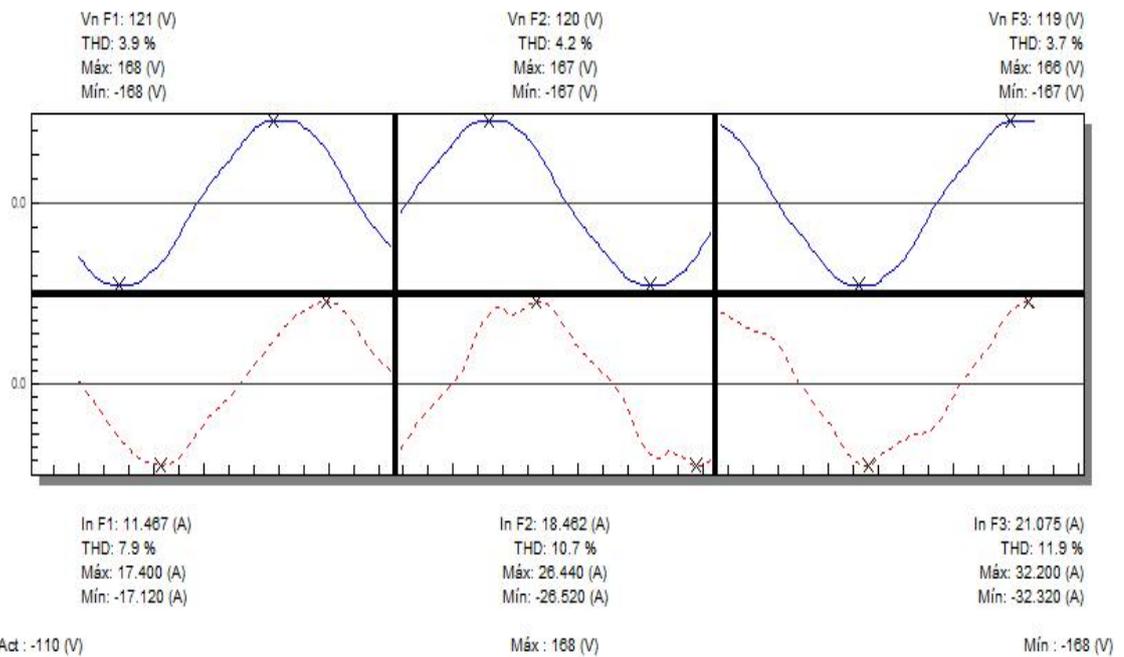
Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.6.7 Análisis de armónicos del edificio T11 tablero 1

En la figura 57 se notará la forma de onda del análisis de armónicos realizada a las instalaciones del edificio T11 tablero 1 y se visualiza que la forma de onda de la corriente se mantiene distorsionada, lo cual se puede comprobar en el análisis de la tasa de distorsión armónica, donde el 5.9 % V THD es levemente mayor al rango del V THD máximo del 5% y el 21.5 % I THD de la corriente es mayor que el rango del I THD máximo del 10%, lo que nos indica una tasa de distorsión armónica para la corriente muy elevada según la grafica 58.

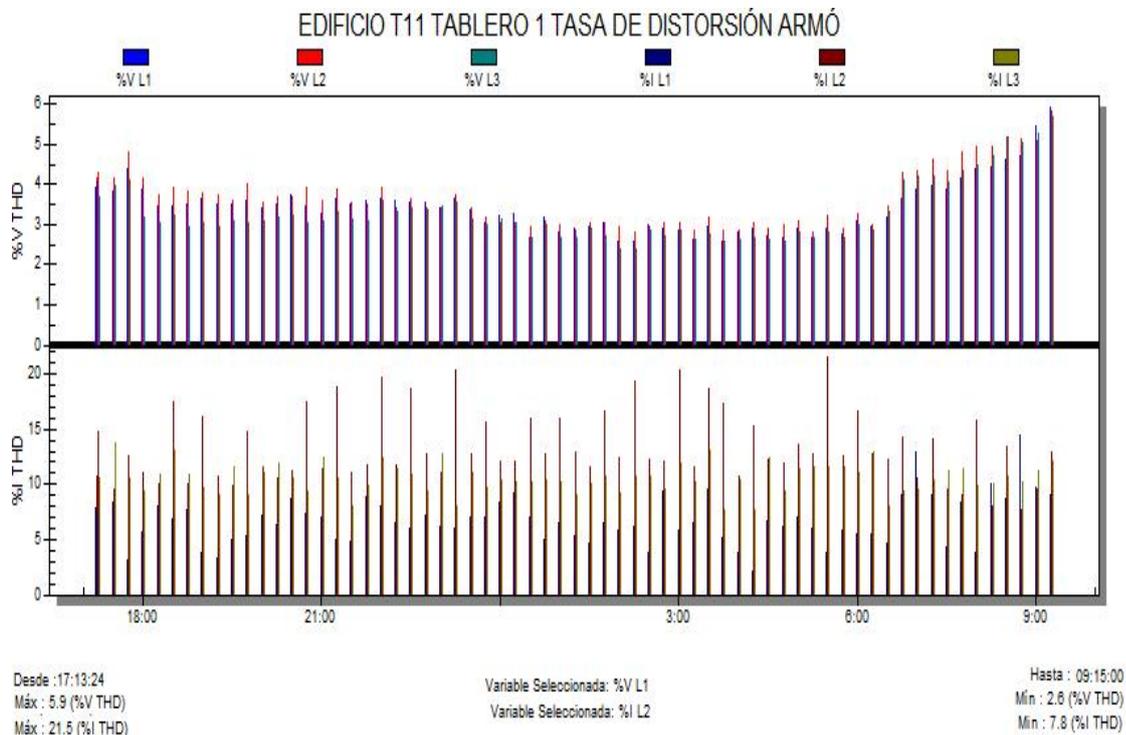
Figura 57. Forma de Onda del edificio T11, tablero 1

EDIFICIO T11 TABLERO 1 FORMA DE ONDA



Fuente: Analizador AR.5

Figura 58. Tasa de distorsión armónica del edificio T11, tablero 1



Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.7 Desarrollo del proyecto mediciones del edificio T11 tablero 2

La medición se realizó por medio de un equipo analizador de redes marca CIRCUTOR modelo AR.5, el cual registro los parámetros mencionados.

- La configuración utilizada fue la siguiente:

Período de medición: 10 horas

Intervalos de medición 15 minutos

Tipo de medición: DIRECTA

- Los datos de la red son los siguientes:

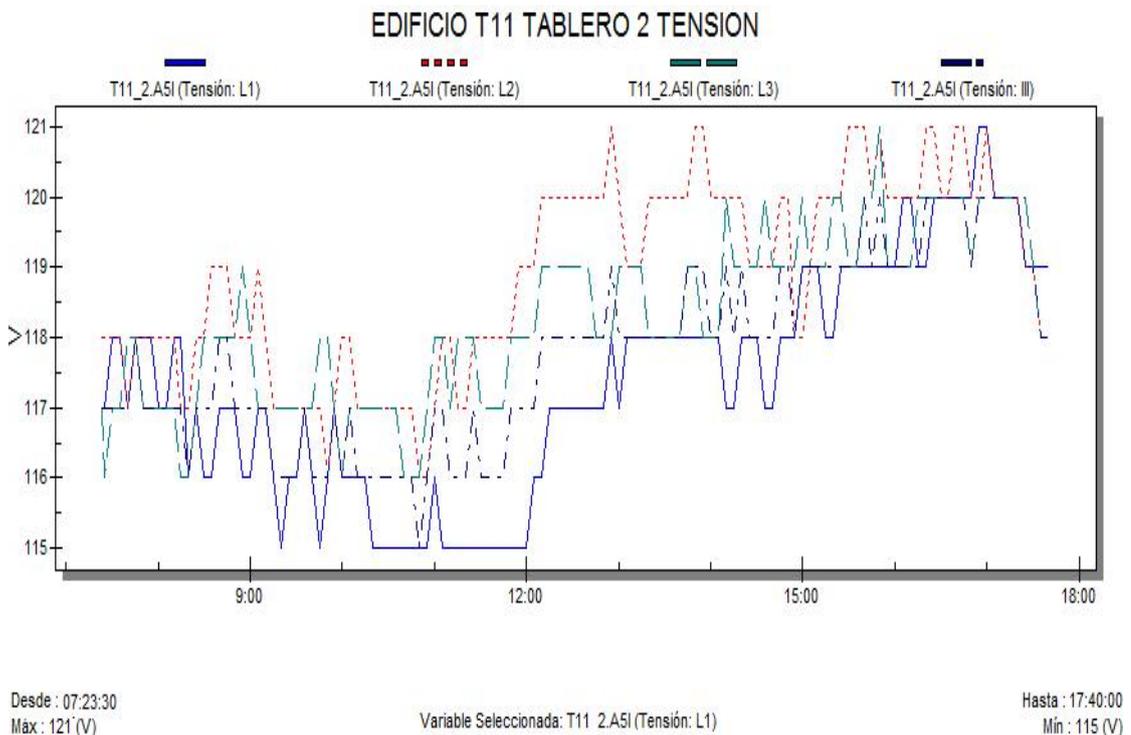
Red analizada: Sistema trifásico balanceado conexión estrella (120/208v.)

5.5.8 Resultados

5.5.8.1 Análisis de regulación y desbalance de voltaje del edificio T11 tablero 2

De los resultados gráficos de las figuras 59 se puede apreciar que los niveles de voltaje son bastantes uniformes entre si por lo cual existe un desbalance mínimo e insignificante para el equipo que existe conectado, el valor de tensión trifásica hay que multiplicarlo por un factor de 1.73 y nos da un voltaje entre fases correspondiente al mínimo de 199 voltios entre fases y un máximo de 209 voltios entre fases, en un rango del 5%, lo que lo hace estable y muy cercano al voltaje teórico de 208 voltios para una conexión en estrella, es de notar el aumento del voltaje que ocurre después de las 12:00 horas, lo cual nos indica que varias cargas fueron desconectadas.

Figura 59. Tensión de fases L1, L2 y L3 y III del edificio T11 tablero 2

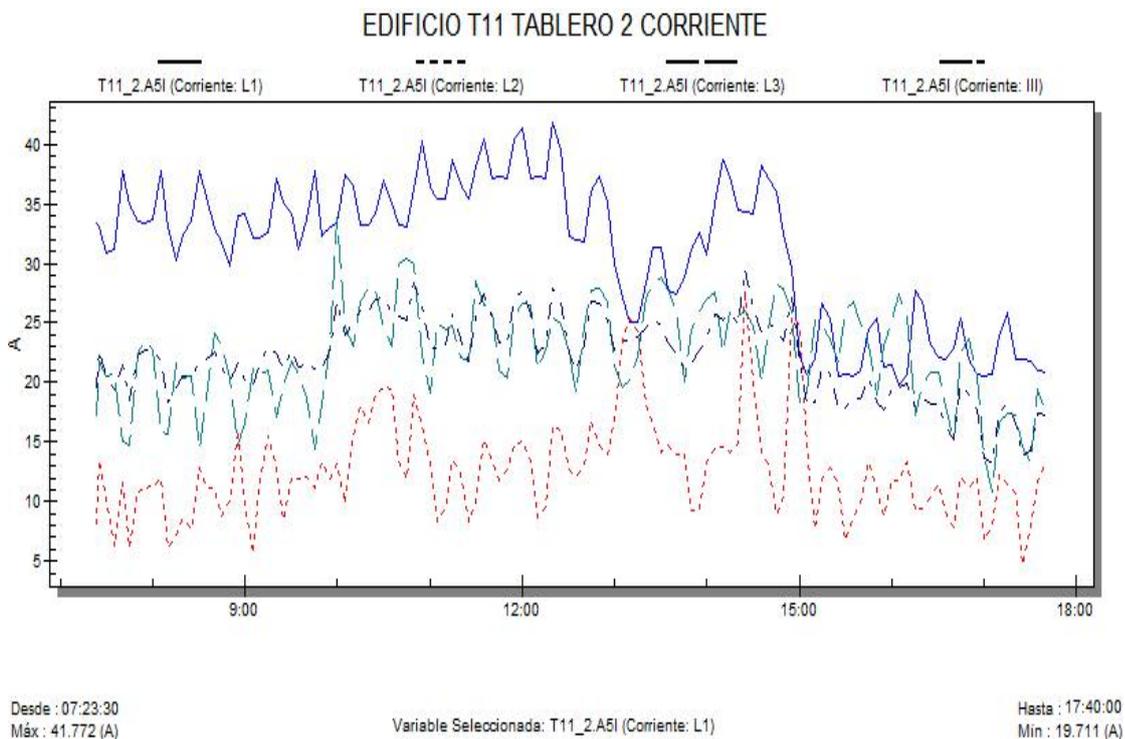


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.8.2 Análisis de desbalance de corriente del edificio T11 tablero 2

De la figura 60, se observa que el tablero 2 del edificio T11 presenta un desbalance de corriente considerable entre sus fases, por lo que las cargas no están distribuidas uniformemente, además se observa que la fase 1 es la que tiene mayor carga que empieza a disminuir pasadas las 12:00 horas.

Figura 60. Intensidad de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 2



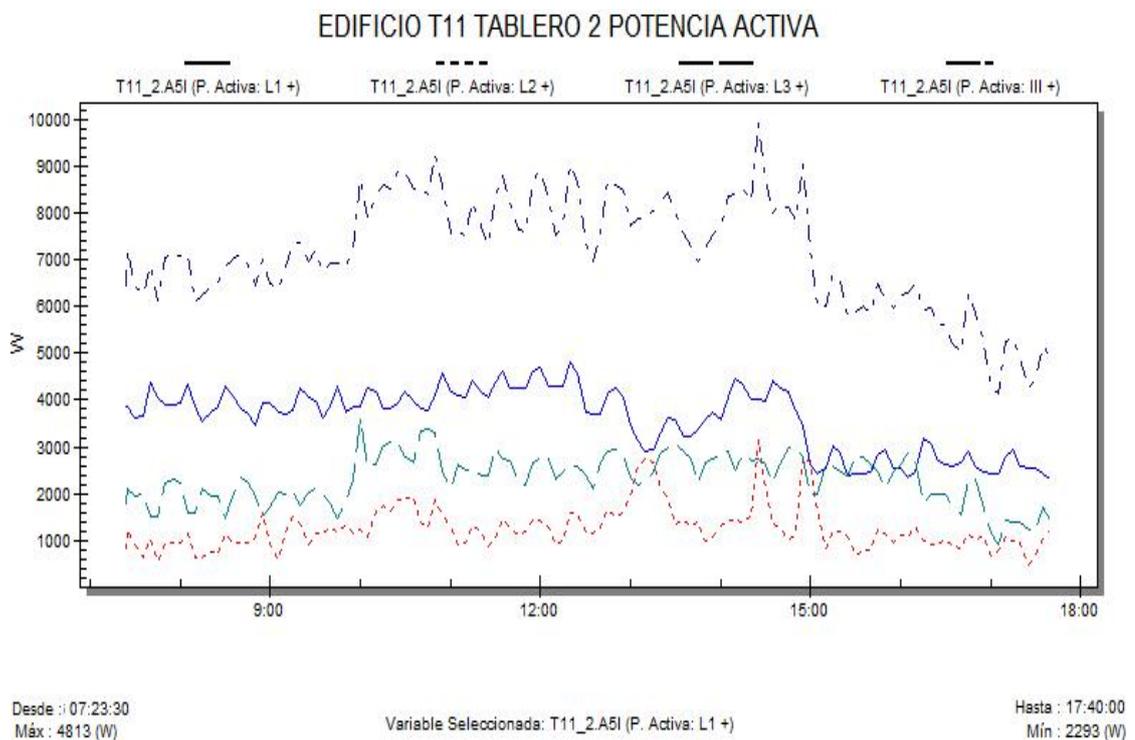
Fuente: Analizador AR.5

5.5.8.3 Análisis de la potencia activa del edificio T11 tablero 2

En la figura 61 se nota que la curva de la potencia activa obedece al comportamiento de las curvas de la corriente vistas anteriormente. Los valores

de potencia en el caso de la fase 2 y 3 se mantienen sin mayor variación en el caso de la fase se observa un descenso después de las 12:00 horas. También se aprecia el valor de potencia activa trifásica donde el valor máximo es de 9.9 KW, el valor mínimo es de 4.1 KW.

Figura 61. Potencia activa de las fases L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 2



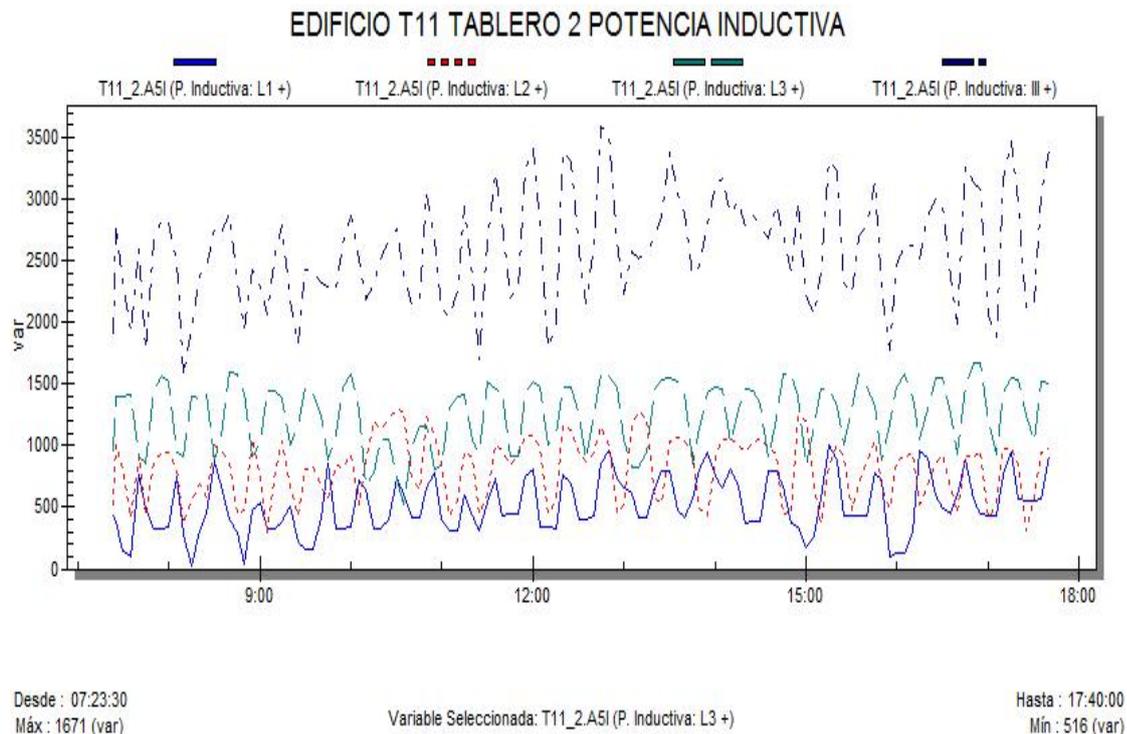
Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.8.4 Análisis de la potencia reactiva del edificio T11 tablero 2

Los valores de potencia reactiva del tablero 2 del edificio T11 se observan en la figura 62, en la fase 3 se encuentra el mayor consumo de potencia

reactiva. La potencia trifásica reactiva suma un valor máximo de 3.5 Kvar y un mínimo de 1.5 Kvar

Figura 62. Potencia inductiva de L1, L2 y L3 del edificio T11, tablero 2



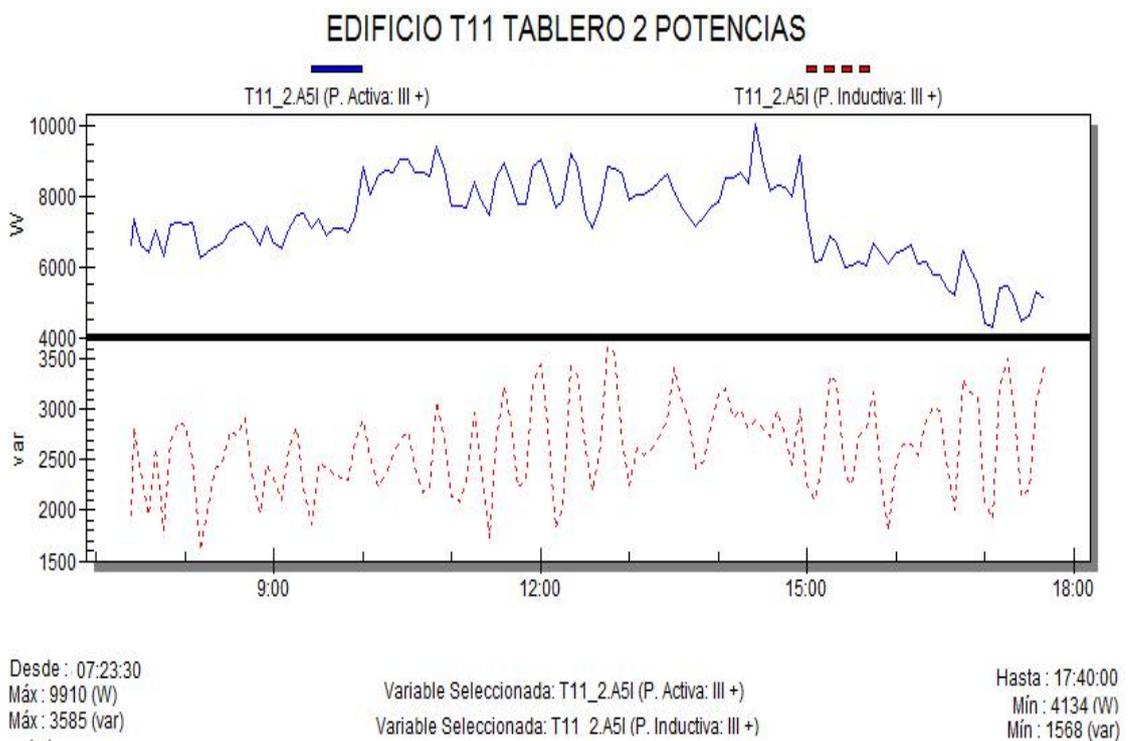
Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.8.5 Análisis de la potencia trifásica y factor de potencia del edificio T11 tablero 2

Los resultados obtenidos de las potencias trifásicas se muestran en la figura 63 y en la figura 64 se muestran los resultados del factor de potencia, estos resultados nos indican que el factor de potencia es menor al 0.85 ya que en el sistema al momento de la medición predominan cargas inductivas, la fase 2 Y 3 son las que más contribuyen al bajo f. p. ya que tienen un valor de f. p. de 0.67 en ciertos periodos, la fase que se mantiene en un buen valor de f. p. es la

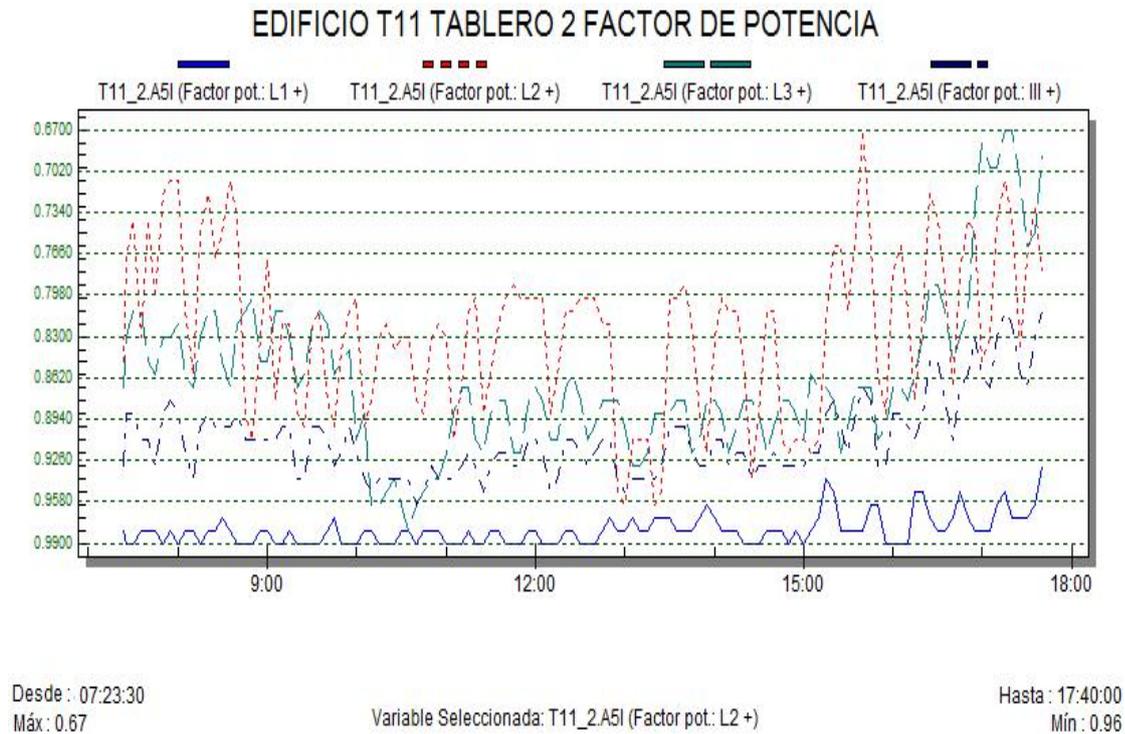
fase 1 por encima del 0.85, por lo que este tablero si contribuye a tener un bajo factor de potencia, es de notar que en el caso de la fase 2 también afecta el echo de tener constante un valor bajo de potencia activa, en lo que respecta a la potencia activa y reactiva trifásica se observa que al disminuir la potencia activa la potencia reactiva se mantiene dentro del rango de oscilación con el que trabajo en la mayor parte del periodo de medición, lo que ocasiona tener un bajo factor de potencia.

Figura 63. Potencia activa y potencia reactiva trifásica del edificio T11, tablero 2



Fuente: **Analizador AR.5**

Figura 64. Factor de potencia del edificio T11, tablero 2

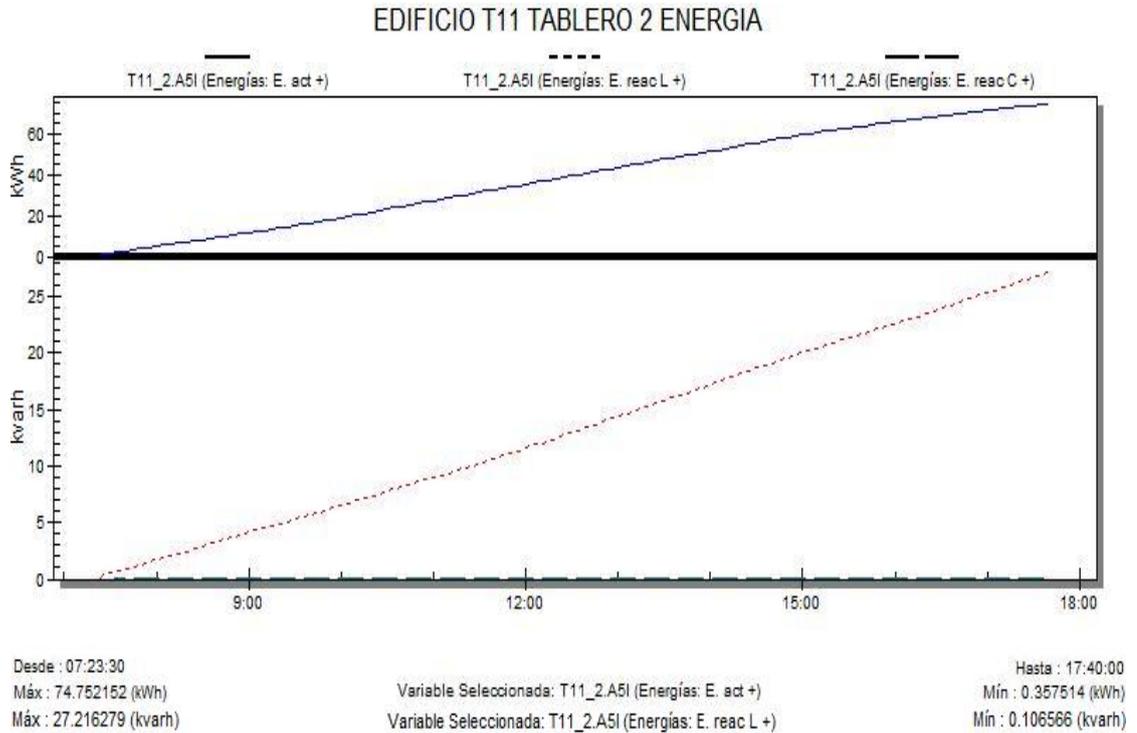


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.8.6 Consumo de energía del edificio T11 tablero 2

El consumo de energía activa y el gasto de energía reactiva que se encontraron en el sistema se muestra en la figura 65. En esta gráfica puede apreciarse, que hay un consumo de 74.7 KWh y 27.2 Kvar en un período de 10 horas, se observa que el consumo de energía reactiva se mantuvo bastante constante lo cual se observa por la pendiente de su grafica, la energía reactiva pierde la linealidad en la parte final de la medición después de las 15:00 horas.

Figura 65. Energía activa y reactiva del edificio T11, tablero 2

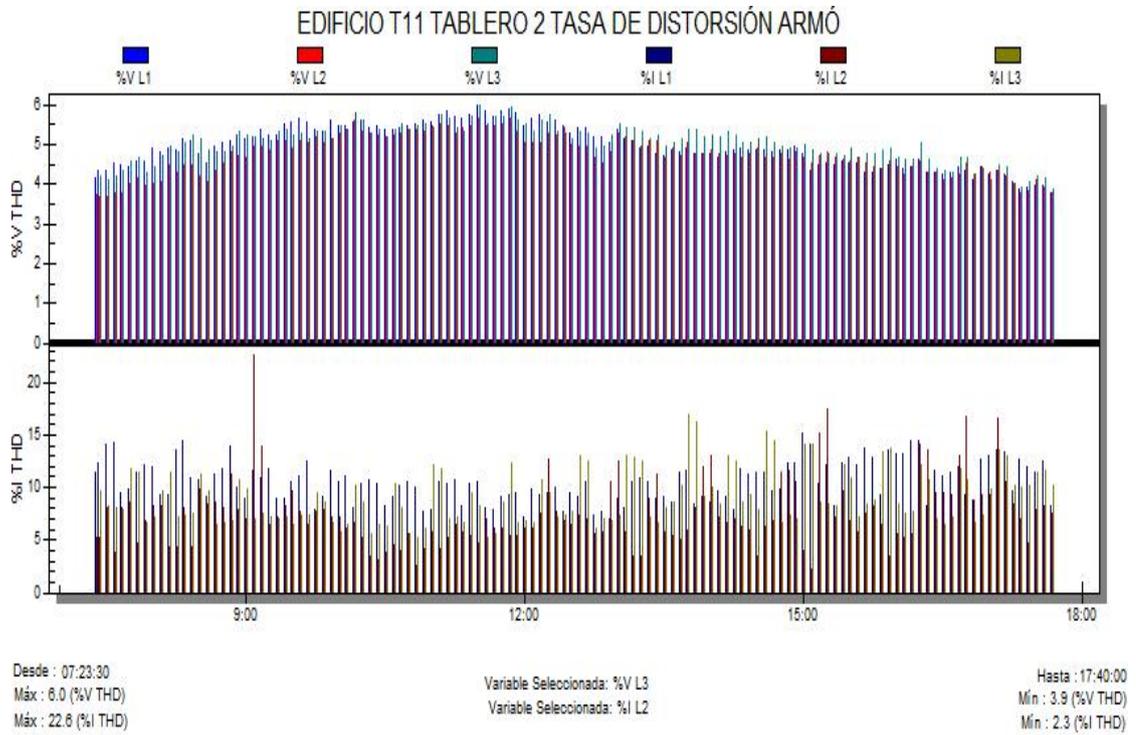


Fuente: **Analizador AR.5**

5.5.8.7 Análisis de armónicos del edificio T11 tablero 2

En la figura 66 se notará la forma de onda del análisis de armónicos realizada a las instalaciones del edificio T11 tablero 2 y se visualiza que la forma de onda de la corriente se mantiene distorsionada, lo cual se puede comprobar en el análisis de la tasa de distorsión armónica, donde el 6.0 % V THD es levemente mayor al rango del V THD máximo del 5% y el 22.6 % I THD de la corriente es mayor que el rango del I THD máximo del 10%, lo que nos

Figura 67. Tasa de distorsión armónica del edificio T11, tablero 2



Fuente: Analizador AR.5

6. IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS T10, T11 Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Las normas técnicas del servicio de distribución establecen como una obligación del distribuidor, prestar a sus usuarios, un servicio de energía eléctrica que cumpla con los índices o indicadores de calidad exigidos por la norma, de igual forma establece como obligaciones de los usuarios poseer las instalaciones eléctricas internas, que eviten introducir perturbaciones en la red del distribuidor.

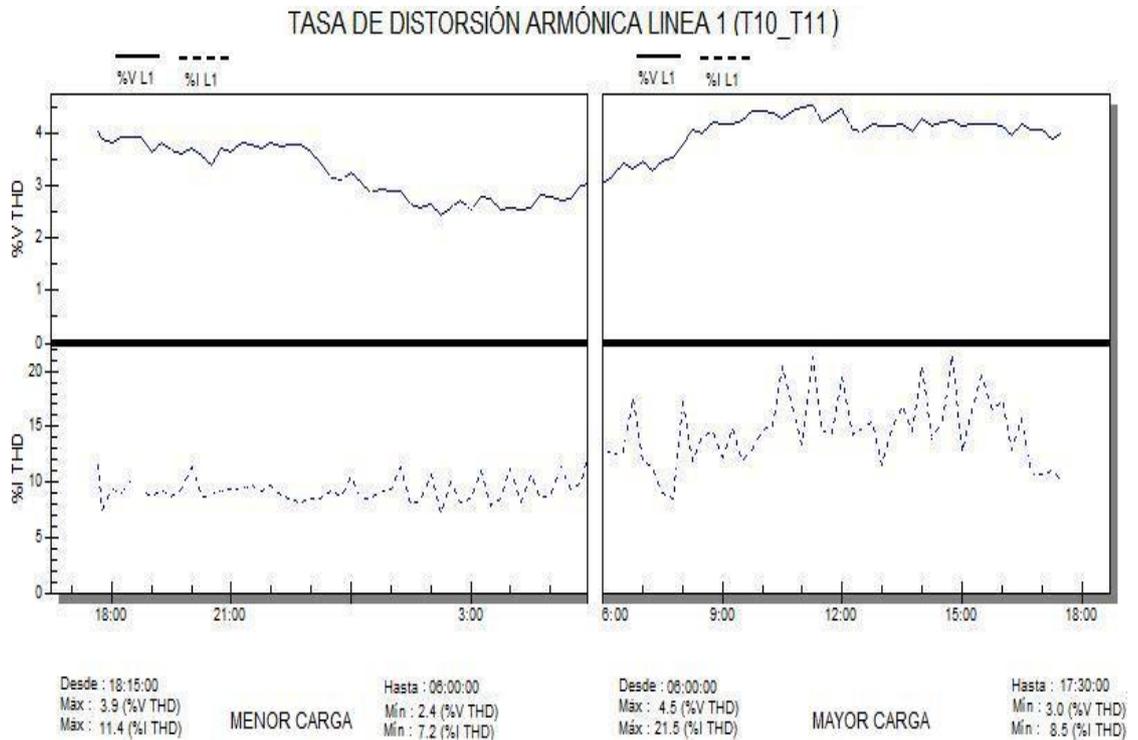
Para determinar el impacto técnico recíproco en los índices de calidad entre el edificio T10_T11 y la red eléctrica de distribución, era necesario realizar la medición en la entrada de la acometida con el seccionador de cuchillas desconectado durante un período similar al periodo de medición con el seccionador accionado, con lo que se obtendrían los datos de la red distribuidora, debido a las actividades académicas y de oficina que llevan acabo en los edificios no fue factible realizarlo de esta forma, por lo que se opta por analizar el periodo de mayor consumo como el de la acometida con carga y el periodo de menor consumo como el de la acometida desconecta para obtener los datos aproximados de la red de distribución, es de notar que los datos son una aproximación de los valores reales, por lo que no son valores que determinen si los edificios como usuarios o la red de distribución estén fuera de norma.

6.1 Distorsión armónica de voltaje y corriente por fase

En la figura 68 se observa el valor de la tasa de distorsión armónica % V THD y el valor de % I TDH de la fase 1, tanto con carga y sin carga, según lo planteado se tiene que durante el período de 18:00 a 6:00 horas en esta fase el valor máximo de distorsión armónica de voltaje es de 3.9 % y el mínimo es de 2.4%, lo que nos indica que la red distribuidora esta dentro de estos rangos, en el período de 6:00 a 17:30 se observa que la tasa de distorsión armónica de voltaje aumenta a un valor máximo de 4.5% y un mínimo de 3.0 %, esto es debido a que en este período entran a operar las cargas del edificio. Con estos valores que no sobrepasan en ningún momento el 5 %, nos indican que tanto la red de distribución y los edificios en la fase 1 se encuentran dentro de norma.

En lo que respecta a la tasa de distorsión armónica de corriente se observa que durante el período de 18:00 a 6:00 horas su valor máximo alcanza el 11.4% y el mínimo el 7.2%, dentro de este rango es donde se encuentra la red distribuidora, en el período de 6:00 a 17:30 se observa que la tasa de distorsión armónica de corriente aumenta a un valor máximo de 21.5 % y un mínimo de 8.5 % lo que nos indica es que las cargas que entran a operar son la causa de la distorsión de la onda de corriente ya que se sobrepasa del límite del 10 %, en el caso de la red distribuidora su aporte es mínimo. En el momento de las mediciones esta fase es la que tiene el menor consumo de corriente en el transcurso de la noche por lo que refleja más la condición real de lo que se esta analizando.

Figura 68. Tasa de distorsión armónica línea 1 T10_T11

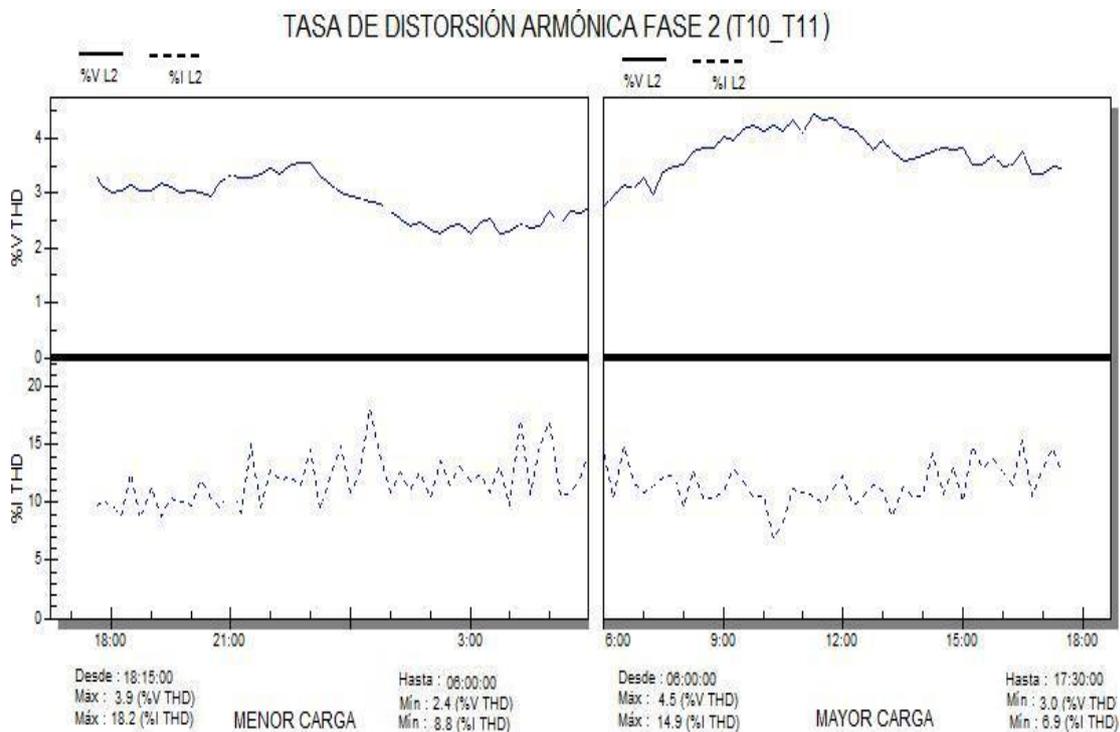


Fuente: **Analizador AR.5**

En la figura 69 se observa el valor de la tasa de distorsión armónica % V THD y el valor de % I TDH de la fase 2, tanto con carga y sin carga, según lo planteado se tiene que durante el período de 18:00 a 6:00 horas en esta fase el valor máximo de distorsión armónica de voltaje es de 3.9 % y el mínimo es de 2.4%, lo que nos indica que la red distribuidora esta dentro de estos rangos, en el período de 6:00 a 17:30 se observa que la tasa de distorsión armónica de voltaje aumenta a un valor máximo de 4.5% y un mínimo de 3.0 %, esto es debido a que en este período entran a operar las cargas del edificio. Con estos valores que no sobrepasan en ningún momento el 5 %, nos indican que tanto la red de distribución y los edificios en la fase 2 se encuentran dentro de norma.

En lo que respecta a la tasa de distorsión armónica de corriente se observa que durante el período de 18:00 a 6:00 horas su valor máximo alcanza el 18.2 % y el mínimo el 8.8 %, dentro de este rango es donde se encuentra la red distribuidora, en el período de 6:00 a 17:30 se observa que la tasa de distorsión armónica de corriente tiene a un valor máximo de 14.9 % y un mínimo de 6.9 % en esta fase se observa lo contrario a la fase 1 ya que la red distribuidora es la que tiene un mayor valor de % I TDH, en ambos casos el % I TDH sobrepasa el 10 % por lo que en esta fase tanto la red distribuidora como los edificios contribuyen a la distorsión de la onda de corriente.

Figura 69. Tasa de distorsión armónica línea 2 T10_T11

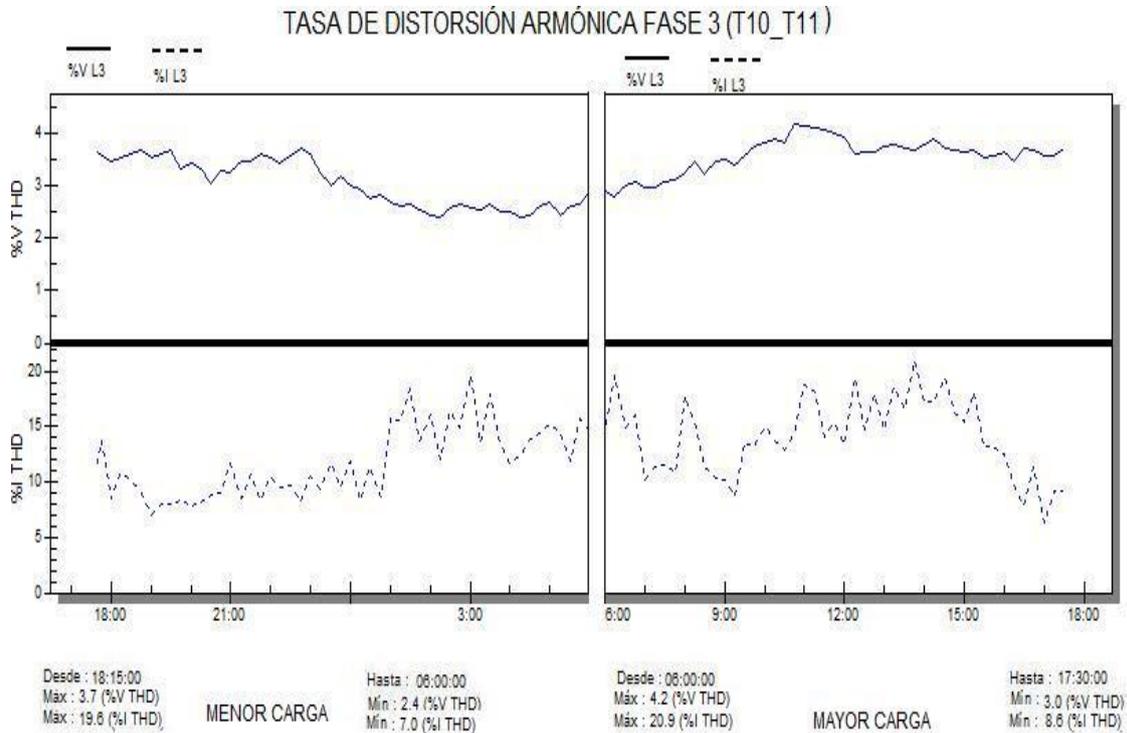


Fuente: **Analizador AR.5**

En la figura 70 se observa el valor de la tasa de distorsión armónica % V THD y el valor de % I TDH de la fase 3, tanto con carga y sin carga, según lo planteado se tiene que durante el período de 18:00 a 6:00 horas en esta fase el valor máximo de distorsión armónica de voltaje es de 3.7 % y el mínimo es de 2.4%, lo que nos indica que la red distribuidora esta dentro de estos rangos, en el período de 6:00 a 17:30 se observa que la tasa de distorsión armónica de voltaje aumenta a un valor máximo de 4.2% y un mínimo de 3.0 %, esto es debido a que en este período entran a operar las cargas del edificio. Con estos valores que no sobrepasan en ningún momento el 5 %, nos indican que tanto la red de distribución y los edificios en la fase 3 se encuentran dentro de norma.

En lo que respecta a la tasa de distorsión armónica de corriente se observa que durante el periodo de 18:00 a 6:00 horas su valor máximo alcanza el 19.6 % y el mínimo el 7.0 %, dentro de este rango es donde se encuentra la red distribuidora, en el periodo de 6:00 a 17:30 se observa que la tasa de distorsión armónica de corriente tiene a un valor máximo de 20.9 % y un mínimo de 8.6 % en esta fase se observa que en ambos casos el % I TDH sobrepasa el 10 % por lo que en esta fase tanto la red distribuidora como los edificios contribuyen a la distorsión de la onda de corriente.

Figura 70. Tasa de distorsión armónica línea 3 T10_T11

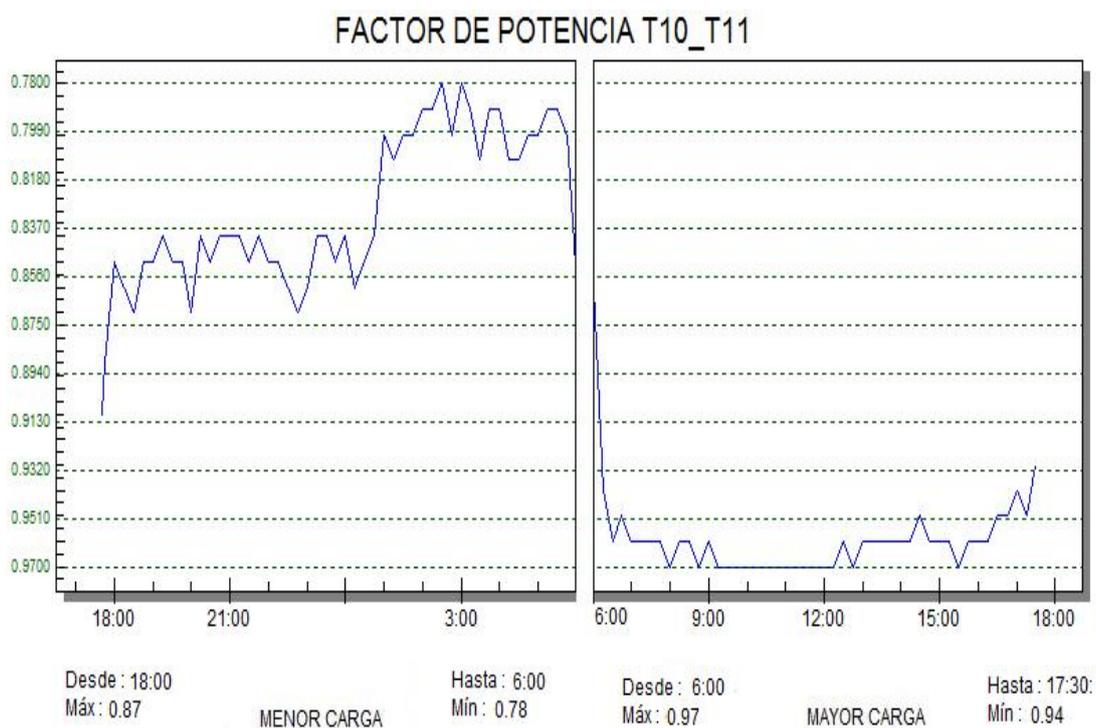


Fuente: Analizador AR.5.

6.2 Factor de potencia red de distribución edificio T10_T11

En la figura 71 se puede apreciar el factor de potencia tanto en el periodo de mayor carga entre las 6:00 a 17:30 horas como en el periodo de menor carga de 18:00 a 6:00 horas. En esta figura se puede apreciar que el factor de potencia bajo durante el periodo de menor carga, que sería el que suministra la red de distribución, contiene un porcentaje alto de potencia reactiva inductiva en comparación a la potencia activa, caso contrario cuando entran a funcionar las cargas del edificio este factor de potencia se ve beneficiado ya que su valor está por encima del 0.85, lo que nos indica que cuando no se tienen cargas en el edificio la red de distribución tiene un valor fuera de norma de factor de potencia.

Figura 71. Factor de potencia T10_T11



7. EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL EDIFICIO T10 Y T11 AL MERCADO MAYORISTA

7.1 Factor de potencia red de distribución edificio T10_T11

En 1996, el Gobierno de la República de Guatemala puso en marcha el ordenamiento de la industria eléctrica del país, emitiendo la Ley General de Electricidad; en el Artículo 44 de dicha ley se crea el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), una entidad privada, sin fines de lucro, cuyas funciones son:

- La coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales y líneas de transporte al mínimo costo para el conjunto de operaciones del mercado mayorista, en un marco de libre contratación de energía eléctrica entre agentes del mercado mayorista.
- Establecer precios de mercado de corto plazo para las transferencias de potencia y energía entre generadores, comercializadores, distribuidores, importadores y exportadores; específicamente cuando no correspondan a contratos libremente pactados.
- Garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica en el país.

7.2 Requisitos para la incorporación al mercado mayorista

El instructivo que determina los requisitos, derechos y obligaciones para participar en el mercado mayorista y verificación del cumplimiento de requisitos para la participación en la operación y las transacciones.

Establece que un “Gran Usuario” es aquel que tenga una demanda máxima de al menos 100 kw. Y determina que para participar en el mercado mayorista, los grandes usuarios deberán cumplir con los siguientes requisitos.

- Presentar ante la AMM cuando se realicen transacciones en el mercado a termino, de conformidad con la norma de coordinación comercial No. 13, la siguiente información
 - Una solicitud indicando que se desea incorporar al mercado a terminó un contrato o modificación a un contrato vigente.
 - Declaración jurada con el resumen de las condiciones contractuales mas importantes, tales como: tipo de contrato, precio, plazo, punto de entrega, formulas de ajuste, penalizaciones, acuerdos de programas de mantenimiento, acuerdos sobre el pago de peajes y cualquier otra información que las partes consideren conveniente con el objetivo de facilitar la administración del contrato al AMM, de conformidad con la NCC-13
 - Presentar la planilla correspondiente firmada por la parte compradora y vendedora.
- Presentar la información correspondiente a la norma de coordinación operativa No. 1 (NCO-1), base de datos, Norma de coordinación comercial No. 1 (NCC-1), coordinación de despacho de carga, que le permitan al AMM incluir su operación en los modelos de programación y

análisis de sistemas eléctricos de potencia, debiendo incluir la información correspondiente a la programación de largo plazo, programación semanal y despacho diario.

- Presentar certificación de inscripción en el registro del Ministerio de Energía y Minas, haciendo constar en la misma el requisito señalado en el Artículo 5 del reglamento del AMM, de que tiene una demanda de potencia, entendida como demanda máxima, que exceda 100 Kw. o el límite inferior fijado por el ministerio en el futuro, en cada punto de medición.
- Contar con la habilitación por parte del AMM de los equipos de medición, de conformidad con lo establecido en la NCC14, sistema de medición comercial.
- La información anterior debe ser presentada al AMM a mas tardar dos días hábiles antes de la presentación de la información para la programación semanal, si se trata de contratos nuevos o los ya administrados por el AMM si presentan algún cambio en las condiciones del mismo
- Presentar cada año al AMM a partir de la fecha de inicio de operaciones en el mercado mayoristas, una declaración jurada de que su demanda excede 100 Kw. o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro.

7.3 Factibilidad de incorporar el edificio T10 y T11 al mercado mayorista

Actualmente, el edificio T10 y T11 tiene una demanda máxima aproximada de 28 KW lo que no haría factible la interconexión al mercado mayorista por lo tanto no es posible que en este momento los edificios T10 y T11 se incorporen como miembros del mercado mayorista.

CONCLUSIONES

1. Con base a los resultados obtenidos es importante hacer los cambios aconsejados en cada uno de los capítulos para que los edificios entren en un funcionamiento pleno, ya que debido a diferentes variantes como su calidad de energía, su red de tierras físicas y el estado de los elementos eléctricos tales como los conductores, interruptores, tomacorrientes, luminarias y otros, se pueden ver afectadas las cargas finales.
2. En las mediciones realizadas en los edificios, para determinar la calidad del servicio de energía, se observó que se producen fluctuaciones y distorsiones en los parámetros eléctricos que pueden afectar al equipo electrónico.
3. Actualmente, la demanda de potencia máxima total de los edificios T10 y T11 no cumple con el valor establecido como requisito por el Administrador de Mercado Mayorista (AMM), por lo que no es posible que formen parte como clientes mayoristas del mismo.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo al sistema eléctrico de los edificios, para evitar interrupciones que afecten las actividades educativas y administrativas que se realizan.
2. Los sistemas de puestas a tierra y pararrayos protegen a los equipos y a los usuarios, por lo que es prioritaria su implementación.
3. Realizar un estudio para determinar las cargas del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para integrarlo como cliente mayoritario al Administrador de Mercado Mayorista (AMM).

BIBLIOGRAFÍA

1. Enríquez Harper, Gilberto. **El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales**. 1ra. edición. s. a. Editorial Limusa. 227 pp
2. López Hernández, Gonzalo. **Manual para instalaciones eléctricas**. 3era edición. s.a. 187 pp
3. Koenigsberger, Rodolfo, Instalaciones Eléctricas. Tesis ing. Eléctrica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1982, 156 pp
4. Bratu Serban, Neagu y Eduardo Campero Littlewood. **Instalaciones eléctricas. Conceptos básicos y diseño**. 2ª edición. Alfaomega, 1994. 150pp
5. Chávez Valverth, Rolando Darío, Análisis comparativo de los métodos de medición de resistencia en los sistemas de puesta a tierra. Trabajo de graduación Ingeniería Eléctrica, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004, 250 pp.

ANEXO

Tabla A 1. Resistencia eléctrica del conductor.

Calibre AWG o MCM	Conductor de cobre						Conductor de aluminio					
	Tubería magnética			Tubería no magnética			Tubería magnética			Tubería no magnética		
	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z
14	.131	.070	.313	.313	.006	.131	--	--	--	--	--	--
12	.196	.069	.196	.196	.005	.196	--	--	--	--	--	--
10	.123	.067	.123	.123	.005	.123	--	--	--	--	--	--
8	.078	.066	.079	.079	.005	.079	--	--	--	--	--	--
6	.049	.065	.049	.049	.005	.049	.083	.005	.063	.063	.004	.063
4	.031	.005	.032	.031	.004	.032	.053	.005	.053	.053	.004	.053
2	.020	.005	.021	.020	.004	.029	.033	.004	.031	.033	.004	.034
1	.016	.005	.017	.016	.004	.016	.027	.004	.027	.027	.003	.027
1/0	.013	.005	.013	.012	.004	.013	.021	.004	.021	.027	.003	.021
2/0	.010	.005	.011	.010	.004	.011	.017	.004	.021	.017	.003	.017
3/0	.008	.005	.009	.009	.004	.009	.014	.004	.011	.014	.003	.014
4/0	.007	.004	.008	.007	.003	.007	.011	.004	.011	.011	.003	.011
250	.005	.004	.007	.005	.003	.007	.009	.004	.009	.009	.003	.010
300	.005	.004	.007	.005	.003	.006	.009	.004	.008	.008	.003	.009
350	.003	.004	.006	.003	.003	.005	.006	.004	.007	.007	.003	.007
400	.003	.004	.006	.003	.003	.005	.005	.003	.006	.006	.003	.007
450	.003	.004	.006	.003	.003	.004	.004	.003	.005	.005	.003	.006
500	.003	.004	.005	.002	.003	.004	.004	.003	.005	.005	.003	.005
600	.002	.004	.005	.002	.003	.003	.003	.003	.004	.004	.003	.005

Fuente: *Nacional Electrical Code NEC*

Tabla A 2. Numero de conductores de acuerdo al diámetro de tubería.

Calibre AWG o MCM	Diámetro de tubería en pulgadas									
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
	Cantidad de conductores									
14	4	6	10	18	25	41	58	90	121	155
12	3	5	8	15	21	34	50	76	103	132
10	1	4	7	13	17	29	41	64	86	110
8	1	3	4	7	10	17	25	38	52	67
6	1	1	3	4	6	10	15	23	32	41
4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31
2		1	1	3	3	6	9	14	19	24
1/0			1	1	2	4	6	9	12	16
2/0			1	1	1	3	5	8	11	14
3/0			1	1	1	3	4	7	9	12
4/0				1	1	2	3	6	8	10
250				1	1	1	3	5	6	8
300				1	1	1	3	4	5	7
350				1	1	1	1	3	5	6
400					1	1	1	3	4	6
500					1	1	1	3	4	5
600						1	1	1	3	4
700						1	1	1	3	3
750						1	1	1	3	3
800						1	1	1	2	3
900						1	1	1	1	3
1000						1	1	1	1	3

Fuente: *Nacional Electrical Code NEC*

Tabla A 3. Tabla de coeficiente de utilización CU

Fuente: Carlos Arriaga, **manual para el laboratorio de instalaciones eléctricas**

Distr. Típica	Techo Pared	Claro		Semiclaro		Claro	
		Claro	Semiclaro	Claro	Oscuro	Claro	Oscuro
	Piso RCL	Oscuro		Claro		Semiclaro	
Luz indirecta I	0.6	0.27	0.21	0.17	0.11	0.28	0.22
	1.0	0.39	0.33	0.26	0.28	0.42	0.35
	2.0	0.55	0.49	0.36	0.29	0.60	0.52
	3.0	0.61	0.56	0.40	0.34	0.69	0.62
	5.0	0.68	0.64	0.44	0.39	0.78	0.72
Luz Semi- indirecta SI	0.6	0.24	0.19	0.17	0.11	0.24	0.19
	1.0	0.35	0.30	0.26	0.19	0.37	0.31
	2.0	0.49	0.44	0.36	0.29	0.53	0.47
	3.0	0.55	0.50	0.40	0.34	0.61	0.55
	5.0	0.60	0.57	0.45	0.39	0.68	0.63
Luz Semi- directa SD	0.6	0.34	0.28	0.31	0.24	0.35	0.29
	1.0	0.48	0.42	0.44	0.36	0.50	0.43
	2.0	0.64	0.59	0.58	0.51	0.69	0.62
	3.0	0.70	0.66	0.63	0.57	0.78	0.72
	5.0	0.75	0.72	0.68	0.63	0.86	0.81
Luz Difusión general G	0.6	0.26	0.21	0.23	0.16	0.27	0.22
	1.0	0.38	0.33	0.33	0.26	0.40	0.34
	2.0	0.53	0.48	0.44	0.38	0.57	0.51
	3.0	0.59	0.55	0.49	0.44	0.65	0.59
	5.0	0.64	0.61	0.54	0.49	0.73	0.68
Luz Directa D	0.6	0.34	0.28	0.33	0.24	0.35	0.28
	1.0	0.49	0.42	0.47	0.37	0.51	0.43
	2.0	0.65	0.60	0.63	0.55	0.71	0.64
	3.0	0.72	0.67	0.69	0.63	0.80	0.74
	5.0	0.78	0.75	0.75	0.71	0.89	0.85

Tabla A 4. Coeficiente de reflexión

	Color	Coeficiente de reflexión %
Claros	Blanco	75 – 85
	Marfil	70 – 75
	Colores pálidos	60 – 70
Semiclaros	Amarillo	55 – 65
	Café claro	45 – 55
	Verde Claro	40 – 50
	Gris	30 – 50
Oscuros	Azul	25 – 35
	Rojo	15 – 20
	Café oscuro	10 - 15

Fuente: Carlos Arriaga, **manual para el laboratorio de instalaciones eléctricas**

Tabla A 5. Nivel lumínico

	Ambiente	Luxes
Vivienda	Entrada, corredores	50
	Ambientes de estar	50 – 100
	Cocina, planchador	400
	Baños	50
	Alumbrado complementario	400 – 600
	Oficinas en general	300 – 500
	Contabilidad, dibujo	600
Lugares de trabajo	Fabrica, talleres, área de venta, etc.	400 - 500
	Áreas de paso	100
	Vitrinas	500 – 1000

Fuente: Carlos Arriaga, **manual para el laboratorio de instalaciones eléctricas**

Tabla A 6. Lámparas fluorescentes

Tabla de lámparas fluorescentes				
Producto		Largo	Watts	Lúmenes
F20T12/CW	24"	609.6 mm	20	1240
F20T112/WW	24"	609.6 mm	20	1260
F20T12/D	24"	609.6 mm	20	1075
F30T12/D	24"	609.6 mm	20	1900
F40CW	48"	1219.2 mm	40	3100
F40D	48"	1219.2 mm	40	2700
F40CW/RS/SS	48"	1219.2 mm	34	2775
F40WW/RS/SS	48"	1219.2 mm	34	2825
F40D/RS/DD	48"	1219.2 mm	34	2350
F48T12/CW	48"	1219.2 mm	39	2940
F48T12/D	48"	1219.2 mm	39	2500
F48T12/CW/SS	48"	1219.2 mm	32	2550
F72T12/CW	72"	1828.8 mm	55	4500
F72T12/D	72"	1828.8 mm	55	3900
F96T12/CW	96"	2438.4 mm	75	6300
F96T12/WW	96"	2438.4 mm	75	6400
F96T12/D	96"	2438.4 mm	75	5400
F96T12/CW/SS	96"	2438.4 mm	60	5400
F96T12/WW/SS	96"	2438.4 mm	60	5500
F96T12/D/SS	96"	2438.4 mm	60	4700

Fuente: Carlos Arriaga, **manual para el laboratorio de instalaciones eléctricas**

APÉNDICE

Tabla B 1. Voltaje línea a neutro, del tablero principal

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)	Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
17:39:26	120	120	120	120	5:45:00	119	120	121	120
17:45:00	120	120	120	120	6:00:00	119	120	121	120
18:00:00	120	121	121	120	6:15:00	119	121	122	120
18:15:00	120	120	120	120	6:30:00	119	121	122	120
18:30:00	120	121	121	120	6:45:00	119	120	122	120
18:45:00	121	121	121	121	7:00:00	119	120	121	120
19:00:00	121	121	121	121	7:15:00	118	119	120	119
19:15:00	121	121	122	121	7:30:00	118	119	120	119
19:30:00	121	121	121	121	7:45:00	118	119	120	119
19:45:00	121	121	121	121	8:00:00	117	118	119	118
20:00:00	122	122	122	122	8:15:00	117	118	120	118
20:15:00	122	122	122	122	8:30:00	117	118	119	118
20:30:00	121	121	121	121	8:45:00	118	118	120	118
20:45:00	122	122	121	121	9:00:00	118	119	120	119
21:00:00	122	122	121	121	9:15:00	118	118	119	118
21:15:00	122	122	121	121	9:30:00	117	117	118	117
21:30:00	121	122	122	121	9:45:00	116	116	118	116
21:45:00	121	122	121	121	10:00:00	117	117	119	117
22:00:00	120	121	121	120	10:15:00	117	117	118	117
22:15:00	121	122	121	121	10:30:00	116	117	117	116
22:30:00	121	122	122	121	10:45:00	116	117	117	116
22:45:00	121	122	122	121	11:00:00	116	116	118	116
23:00:00	121	122	121	121	11:15:00	116	116	117	116
23:15:00	121	122	122	121	11:30:00	116	117	117	116
23:30:00	121	122	122	121	11:45:00	117	118	118	117
23:45:00	121	122	122	121	12:00:00	118	118	119	118
0:00:00	122	122	123	122	12:15:00	118	119	119	118
0:15:00	122	123	123	122	12:30:00	118	119	120	119
0:30:00	122	123	123	122	12:45:00	118	119	119	118
0:45:00	122	123	123	122	13:00:00	118	119	119	118
1:00:00	121	121	122	121	13:15:00	118	119	119	118
1:15:00	121	121	122	121	13:30:00	118	119	119	118
1:30:00	121	121	122	121	13:45:00	119	120	119	119
1:45:00	121	121	122	121	14:00:00	118	119	119	118
2:00:00	121	121	122	121	14:15:00	118	119	119	118
2:15:00	121	122	122	121	14:30:00	118	119	119	118
2:30:00	121	121	123	121	14:45:00	118	118	119	118
2:45:00	121	122	123	122	15:00:00	118	119	119	118
3:00:00	121	122	123	122	15:15:00	118	119	119	118
3:15:00	122	121	123	122	15:30:00	119	119	119	119
3:30:00	122	122	122	122	15:45:00	119	119	119	119
3:45:00	121	122	123	122	16:00:00	119	120	120	119
4:00:00	121	121	122	121	16:15:00	119	120	120	119
4:15:00	121	121	122	121	16:30:00	120	120	120	120
4:30:00	121	121	122	121	16:45:00	120	121	120	120
4:45:00	121	121	122	121	17:00:00	120	120	120	120
5:00:00	121	121	122	121	17:15:00	119	120	120	119
5:15:00	120	120	121	120	17:30:00	119	121	120	120

Tabla B 2. Corriente del tablero principal

Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)	Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)
17:39:26	23.20	34.78	53.05	37.01	05:45:00	15.84	27.43	35.01	26.09
17:45:00	23.05	27.89	49.26	33.40	06:00:00	16.22	31.98	29.63	25.94
18:00:00	20.17	32.96	43.42	32.18	06:15:00	13.49	33.19	31.15	25.94
18:15:00	17.06	29.93	43.35	30.11	06:30:00	17.44	47.59	34.33	33.12
18:30:00	19.41	29.55	44.26	31.07	06:45:00	17.44	60.85	41.38	39.89
18:45:00	18.95	27.81	46.98	31.25	07:00:00	21.53	58.65	53.50	44.56
19:00:00	17.89	30.23	45.54	31.22	07:15:00	29.57	53.27	62.97	48.60
19:15:00	21.08	28.64	48.12	32.61	07:30:00	28.43	61.53	57.74	49.23
19:30:00	17.89	30.99	42.82	30.57	07:45:00	27.67	57.82	53.80	46.43
19:45:00	16.75	29.55	48.73	31.68	08:00:00	30.10	71.00	59.64	53.58
20:00:00	19.10	29.40	45.01	31.17	08:15:00	30.40	64.18	62.90	52.49
20:15:00	16.07	26.67	48.27	30.34	08:30:00	30.25	82.59	69.79	60.88
20:30:00	16.53	32.81	44.26	31.20	08:45:00	29.95	86.61	72.60	63.05
20:45:00	19.79	28.19	48.20	32.06	09:00:00	30.40	84.03	80.63	65.02
21:00:00	15.84	31.37	45.70	30.97	09:15:00	32.07	87.59	83.74	67.80
21:15:00	20.55	27.28	45.39	31.07	09:30:00	34.72	87.21	90.03	70.65
21:30:00	18.35	30.01	46.53	31.63	09:45:00	39.73	90.01	88.74	72.83
21:45:00	17.51	31.14	45.62	31.42	10:00:00	35.86	94.94	93.59	74.80
22:00:00	21.23	28.34	45.62	31.73	10:15:00	31.84	94.86	100.18	75.63
22:15:00	17.29	22.73	48.20	29.40	10:30:00	34.95	93.95	117.31	82.07
22:30:00	21.23	30.39	52.82	34.81	10:45:00	35.40	87.74	109.73	77.62
22:45:00	21.83	25.69	49.64	32.39	11:00:00	38.21	99.41	108.29	81.97
23:00:00	18.27	28.72	49.79	32.26	11:15:00	33.13	97.21	113.37	81.24
23:15:00	21.23	28.26	44.71	31.40	11:30:00	34.65	86.76	111.17	77.52
23:30:00	17.89	29.86	46.23	31.32	11:45:00	36.77	89.71	109.20	78.56
23:45:00	17.89	28.57	43.42	29.96	12:00:00	36.31	94.79	99.27	76.79
00:00:00	19.71	33.42	49.41	34.18	12:15:00	36.69	83.42	96.77	72.30
00:15:00	15.92	22.88	42.89	27.23	12:30:00	37.22	71.91	95.18	68.10
00:30:00	18.88	29.17	49.18	32.41	12:45:00	38.36	66.46	93.89	66.24
00:45:00	17.66	26.52	46.53	30.24	13:00:00	29.79	68.43	101.85	66.69
01:00:00	16.22	28.64	33.34	26.07	13:15:00	31.46	64.79	86.09	60.78
01:15:00	19.03	27.43	30.31	25.59	13:30:00	29.19	61.23	76.84	55.75
01:30:00	17.36	30.61	33.04	27.00	13:45:00	24.34	59.56	72.90	52.26
01:45:00	19.33	28.26	31.37	26.32	14:00:00	27.60	54.10	75.78	52.49
02:00:00	19.71	28.49	38.65	28.95	14:15:00	26.76	67.59	71.23	55.20
02:15:00	17.29	26.37	33.72	25.79	14:30:00	27.90	64.79	67.37	53.35
02:30:00	19.79	29.17	33.04	27.33	14:45:00	27.82	64.49	65.02	52.44
02:45:00	18.04	26.90	31.15	25.36	15:00:00	22.14	62.36	69.19	51.23
03:00:00	18.19	27.81	34.93	26.98	15:15:00	26.08	64.71	73.51	54.77
03:15:00	19.64	32.89	30.46	27.66	15:30:00	25.40	65.93	81.62	57.65
03:30:00	17.82	24.85	38.95	27.21	15:45:00	25.78	63.27	77.37	55.47
03:45:00	19.03	31.52	35.54	28.70	16:00:00	27.14	58.95	71.54	52.54
04:00:00	19.10	29.25	37.21	28.52	16:15:00	25.17	53.19	70.93	49.76
04:15:00	17.66	26.14	31.68	25.16	16:30:00	25.17	50.92	63.05	46.38
04:30:00	16.53	25.23	33.95	25.24	16:45:00	23.12	44.71	62.29	43.37
04:45:00	21.30	28.04	28.87	26.07	17:00:00	25.47	46.07	70.48	47.34
05:00:00	16.98	22.20	34.48	24.55	17:15:00	23.43	42.06	59.18	41.55
05:15:00	19.41	31.75	34.10	28.42	17:30:00	21.38	35.84	67.67	41.63

Tabla B 3. Potencia Activa del tablero principal

Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)	Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)
17:39:26	2589	3621	5910	12120	05:45:00	1650	2900	3084	7634
17:45:00	2519	2986	5238	10743	06:00:00	1772	3484	2860	8116
18:00:00	2119	3381	4514	10014	06:15:00	1546	3775	3549	8870
18:15:00	1772	3089	4600	9461	06:30:00	1998	5577	4015	11590
18:30:00	1980	3072	4773	9825	06:45:00	2050	7139	4652	13841
18:45:00	1980	2883	4824	9687	07:00:00	2519	6830	6100	15449
19:00:00	1876	3106	4704	9686	07:15:00	3475	6213	7116	16804
19:15:00	2172	2986	4911	10069	07:30:00	3336	7019	6582	16937
19:30:00	1893	3140	4463	9496	07:45:00	3214	6745	6100	16059
19:45:00	1754	3106	4962	9822	08:00:00	3457	8255	6875	18587
20:00:00	1998	3295	4652	9945	08:15:00	3475	7431	7254	18160
20:15:00	1702	2797	4928	9427	08:30:00	3492	9542	7978	21012
20:30:00	1772	3278	4635	9685	08:45:00	3475	9971	8374	21820
20:45:00	2067	2917	4911	9895	09:00:00	3527	9714	9288	22529
21:00:00	1702	3175	4738	9615	09:15:00	3718	10126	9667	23511
21:15:00	2119	2814	4687	9620	09:30:00	3996	10040	10304	24340
21:30:00	1928	3123	4807	9858	09:45:00	4569	10280	10184	25033
21:45:00	1824	3192	4687	9703	10:00:00	4135	11001	10735	25871
22:00:00	2189	2969	4738	9896	10:15:00	3666	10898	11597	26161
22:15:00	1807	2471	4928	9206	10:30:00	4013	10778	13509	28300
22:30:00	2397	3260	5410	11067	10:45:00	4031	10074	12596	26701
22:45:00	2467	2694	5186	10347	11:00:00	4378	11396	12407	28181
23:00:00	2050	2986	5117	10153	11:15:00	3787	11104	13010	27901
23:15:00	2172	2900	4635	9707	11:30:00	3961	9988	12751	26700
23:30:00	1876	3106	4756	9738	11:45:00	4239	10349	12579	27167
23:45:00	1824	2986	4566	9376	12:00:00	4239	10967	11476	26682
00:00:00	2102	3398	5083	10583	12:15:00	4274	9748	11252	25274
00:15:00	1685	2471	4532	8688	12:30:00	4309	8255	11062	23626
00:30:00	1963	3003	5238	10204	12:45:00	4483	7706	10890	23079
00:45:00	1876	2797	4773	9446	13:00:00	3475	7963	11648	23086
01:00:00	1702	2986	2929	7617	13:15:00	3666	7483	9736	20885
01:15:00	1998	2814	2739	7551	13:30:00	3388	7105	8805	19298
01:30:00	1841	3140	2912	7893	13:45:00	2814	6951	8340	18105
01:45:00	1963	3037	2722	7722	14:00:00	3162	6315	8616	18093
02:00:00	2067	3037	3325	8429	14:15:00	3110	7826	8116	19052
02:15:00	1772	2780	2981	7533	14:30:00	3249	7465	7564	18278
02:30:00	2015	2986	2826	7827	14:45:00	3231	7448	7323	18002
02:45:00	1876	2797	2791	7464	15:00:00	2554	7225	7857	17636
03:00:00	1841	2883	3050	7774	15:15:00	3023	7465	8391	18879
03:15:00	2050	3295	2653	7998	15:30:00	2953	7740	9374	20067
03:30:00	1841	2660	3601	8102	15:45:00	2988	7345	8822	19155
03:45:00	1946	3243	3118	8307	16:00:00	3145	6899	8271	18315
04:00:00	2015	3003	3222	8240	16:15:00	2919	6264	8116	17299
04:15:00	1789	2780	2860	7429	16:30:00	2901	5955	7237	16093
04:30:00	1754	2763	2998	7515	16:45:00	2658	5114	7185	14957
04:45:00	2172	2900	2567	7639	17:00:00	2988	5337	7892	16217
05:00:00	1720	2402	3067	7189	17:15:00	2745	4822	6789	14356
05:15:00	2032	3192	2998	8222	17:30:00	2432	3930	7754	14116

Tabla B 4. Potencia reactiva inductiva del tablero principal

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)	Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
17:39:26	955	2093	2257	5305	05:45:00	920	1578	2894	5392
17:45:00	1112	1544	2688	5344	06:00:00	764	1596	2119	4479
18:00:00	1181	2128	2722	6031	06:15:00	330	1235	1206	2771
18:15:00	1007	1870	2498	5375	06:30:00	503	1235	1154	2892
18:30:00	1251	1836	2446	5533	06:45:00	139	1510	1895	3544
18:45:00	1164	1767	3067	5998	07:00:00	225	1596	2085	3906
19:00:00	1077	1956	2929	5962	07:15:00	312	1235	2550	4097
19:15:00	1355	1802	3239	6396	07:30:00	0	2008	2085	4093
19:30:00	1059	2059	2670	5788	07:45:00	417	1287	2119	3823
19:45:00	1042	1767	3239	6048	08:00:00	330	1218	1723	3271
20:00:00	1181	1407	2929	5517	08:15:00	556	1476	1929	3961
20:15:00	955	1664	3274	5893	08:30:00	469	1887	2395	4751
20:30:00	920	2282	2705	5907	08:45:00	278	2128	2274	4680
20:45:00	1233	1836	3187	6256	09:00:00	417	2076	2670	5163
21:00:00	903	2145	2912	5960	09:15:00	417	1716	2429	4562
21:15:00	1337	1784	2929	6050	09:30:00	243	1544	2584	4371
21:30:00	1094	1922	3032	6048	09:45:00	260	1973	2188	4421
21:45:00	1059	2059	2981	6099	10:00:00	17	1613	2619	4249
22:00:00	1337	1733	2894	5964	10:15:00	0	2128	1981	4109
22:15:00	1059	1235	3170	5464	10:30:00	86	2128	2429	4643
22:30:00	955	1819	3532	6306	10:45:00	0	1561	2274	3835
22:45:00	938	1613	3153	5704	11:00:00	0	2093	2360	4453
23:00:00	834	1819	3274	5927	11:15:00	0	2145	2154	4299
23:15:00	1372	1870	2877	6119	11:30:00	34	1578	2154	3766
23:30:00	1094	1939	3050	6083	11:45:00	86	1956	2360	4402
23:45:00	1164	1819	2705	5688	12:00:00	0	2334	2222	4556
00:00:00	1164	2299	3325	6788	12:15:00	34	1836	2188	4058
00:15:00	955	1304	2653	4912	12:30:00	0	2231	2274	4505
00:30:00	1198	1939	3050	6187	12:45:00	364	1819	2326	4509
00:45:00	1077	1681	3170	5928	13:00:00	173	1681	2998	4852
01:00:00	955	1767	2808	5530	13:15:00	434	1887	2860	5181
01:15:00	1146	1750	2446	5342	13:30:00	347	1613	2171	4131
01:30:00	1007	1973	2774	5754	13:45:00	417	1424	2085	3926
01:45:00	1285	1578	2688	5551	14:00:00	677	1098	2360	4135
02:00:00	1198	1664	3343	6205	14:15:00	121	1767	2154	4042
02:15:00	1112	1596	2843	5551	14:30:00	173	1767	2446	4386
02:30:00	1303	1922	2894	6119	14:45:00	330	1647	2240	4217
02:45:00	1129	1681	2584	5394	15:00:00	156	1510	2154	3820
03:00:00	1233	1767	2998	5998	15:15:00	330	1699	2102	4131
03:15:00	1233	2265	2602	6100	15:30:00	295	1149	2274	3718
03:30:00	1146	1424	3136	5706	15:45:00	486	1664	2567	4717
03:45:00	1251	2059	3015	6325	16:00:00	538	1424	2154	4116
04:00:00	1146	1887	3205	6238	16:15:00	556	1132	2567	4255
04:15:00	1146	1510	2584	5240	16:30:00	677	1390	2274	4341
04:30:00	973	1304	2860	5137	16:45:00	677	1681	2119	4477
04:45:00	1390	1767	2378	5535	17:00:00	590	1407	3136	5133
05:00:00	1112	1167	2843	5122	17:15:00	417	1441	2067	3925
05:15:00	1146	2128	2843	6117	17:30:00	764	1819	2584	5167

Tabla B 5. Potencia reactiva capacitiva del tablero principal

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)	Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
17:39:26	0	0	0	0	05:45:00	0	0	0	0
17:45:00	0	0	0	0	06:00:00	0	0	0	0
18:00:00	0	0	0	0	06:15:00	0	0	0	0
18:15:00	0	0	0	0	06:30:00	0	0	0	0
18:30:00	0	0	0	0	06:45:00	0	0	0	0
18:45:00	0	0	0	0	07:00:00	0	0	0	0
19:00:00	0	0	0	0	07:15:00	0	0	0	0
19:15:00	0	0	0	0	07:30:00	0	0	0	0
19:30:00	0	0	0	0	07:45:00	0	0	0	0
19:45:00	0	0	0	0	08:00:00	0	0	0	0
20:00:00	0	0	0	0	08:15:00	0	0	0	0
20:15:00	0	0	0	0	08:30:00	0	0	0	0
20:30:00	0	0	0	0	08:45:00	0	0	0	0
20:45:00	0	0	0	0	09:00:00	0	0	0	0
21:00:00	0	0	0	0	09:15:00	0	0	0	0
21:15:00	0	0	0	0	09:30:00	0	0	0	0
21:30:00	0	0	0	0	09:45:00	0	0	0	0
21:45:00	0	0	0	0	10:00:00	0	0	0	0
22:00:00	0	0	0	0	10:15:00	0	0	0	0
22:15:00	0	0	0	0	10:30:00	0	0	0	0
22:30:00	0	0	0	0	10:45:00	0	0	0	0
22:45:00	0	0	0	0	11:00:00	0	0	0	0
23:00:00	0	0	0	0	11:15:00	0	0	0	0
23:15:00	0	0	0	0	11:30:00	0	0	0	0
23:30:00	0	0	0	0	11:45:00	0	0	0	0
23:45:00	0	0	0	0	12:00:00	0	0	0	0
00:00:00	0	0	0	0	12:15:00	0	0	0	0
00:15:00	0	0	0	0	12:30:00	0	0	0	0
00:30:00	0	0	0	0	12:45:00	0	0	0	0
00:45:00	0	0	0	0	13:00:00	0	0	0	0
01:00:00	0	0	0	0	13:15:00	0	0	0	0
01:15:00	0	0	0	0	13:30:00	0	0	0	0
01:30:00	0	0	0	0	13:45:00	0	0	0	0
01:45:00	0	0	0	0	14:00:00	0	0	0	0
02:00:00	0	0	0	0	14:15:00	0	0	0	0
02:15:00	0	0	0	0	14:30:00	0	0	0	0
02:30:00	0	0	0	0	14:45:00	0	0	0	0
02:45:00	0	0	0	0	15:00:00	0	0	0	0
03:00:00	0	0	0	0	15:15:00	0	0	0	0
03:15:00	0	0	0	0	15:30:00	0	0	0	0
03:30:00	0	0	0	0	15:45:00	0	0	0	0
03:45:00	0	0	0	0	16:00:00	0	0	0	0
04:00:00	0	0	0	0	16:15:00	0	0	0	0
04:15:00	0	0	0	0	16:30:00	0	0	0	0
04:30:00	0	0	0	0	16:45:00	0	0	0	0
04:45:00	0	0	0	0	17:00:00	0	0	0	0
05:00:00	0	0	0	0	17:15:00	0	0	0	0
05:15:00	0	0	0	0	17:30:00	0	0	0	0

Tabla B 6. Factor de Potencia del tablero principal

Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III	Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III
17:39:26	0.93	0.86	0.93	0.91	05:45:00	0.87	0.87	0.72	0.8
17:45:00	0.91	0.88	0.88	0.89	06:00:00	0.91	0.9	0.79	0.86
18:00:00	0.87	0.84	0.85	0.85	06:15:00	0.95	0.94	0.93	0.94
18:15:00	0.86	0.85	0.87	0.86	06:30:00	0.96	0.96	0.95	0.96
18:30:00	0.84	0.85	0.89	0.87	06:45:00	0.98	0.97	0.92	0.95
18:45:00	0.86	0.85	0.84	0.85	07:00:00	0.98	0.97	0.94	0.96
19:00:00	0.86	0.84	0.85	0.85	07:15:00	0.99	0.97	0.93	0.96
19:15:00	0.85	0.85	0.83	0.84	07:30:00	0.99	0.95	0.94	0.96
19:30:00	0.87	0.83	0.85	0.85	07:45:00	0.98	0.97	0.93	0.96
19:45:00	0.86	0.86	0.84	0.85	08:00:00	0.98	0.98	0.96	0.97
20:00:00	0.86	0.91	0.84	0.87	08:15:00	0.97	0.97	0.96	0.96
20:15:00	0.86	0.85	0.83	0.84	08:30:00	0.98	0.97	0.95	0.96
20:30:00	0.88	0.82	0.86	0.85	08:45:00	0.98	0.97	0.96	0.97
20:45:00	0.86	0.84	0.83	0.84	09:00:00	0.98	0.97	0.95	0.96
21:00:00	0.87	0.83	0.85	0.84	09:15:00	0.98	0.97	0.96	0.97
21:15:00	0.84	0.84	0.84	0.84	09:30:00	0.98	0.98	0.96	0.97
21:30:00	0.86	0.84	0.84	0.85	09:45:00	0.99	0.97	0.96	0.97
21:45:00	0.86	0.84	0.84	0.84	10:00:00	0.98	0.98	0.96	0.97
22:00:00	0.85	0.86	0.85	0.85	10:15:00	-0.98	0.97	0.97	0.97
22:15:00	0.86	0.89	0.84	0.85	10:30:00	0.98	0.97	0.97	0.97
22:30:00	0.93	0.87	0.83	0.86	10:45:00	-0.98	0.98	0.97	0.97
22:45:00	0.93	0.85	0.85	0.87	11:00:00	-0.98	0.98	0.97	0.97
23:00:00	0.92	0.85	0.84	0.86	11:15:00	-0.98	0.97	0.97	0.97
23:15:00	0.84	0.84	0.85	0.84	11:30:00	0.98	0.98	0.97	0.97
23:30:00	0.86	0.84	0.84	0.84	11:45:00	0.98	0.97	0.97	0.97
23:45:00	0.84	0.85	0.86	0.85	12:00:00	0.98	0.97	0.96	0.97
00:00:00	0.87	0.82	0.83	0.84	12:15:00	0.98	0.97	0.97	0.97
00:15:00	0.86	0.88	0.86	0.86	12:30:00	-0.98	0.96	0.96	0.96
00:30:00	0.85	0.83	0.86	0.85	12:45:00	0.98	0.96	0.96	0.97
00:45:00	0.87	0.85	0.83	0.84	13:00:00	0.98	0.97	0.95	0.96
01:00:00	0.87	0.86	0.72	0.8	13:15:00	0.98	0.96	0.94	0.96
01:15:00	0.86	0.85	0.73	0.81	13:30:00	0.98	0.97	0.95	0.96
01:30:00	0.87	0.84	0.72	0.8	13:45:00	0.97	0.97	0.95	0.96
01:45:00	0.83	0.88	0.71	0.8	14:00:00	0.96	0.97	0.95	0.96
02:00:00	0.86	0.87	0.7	0.79	14:15:00	0.98	0.97	0.95	0.96
02:15:00	0.84	0.86	0.72	0.79	14:30:00	0.98	0.96	0.94	0.95
02:30:00	0.83	0.84	0.69	0.78	14:45:00	0.98	0.97	0.94	0.96
02:45:00	0.86	0.85	0.72	0.8	15:00:00	0.97	0.97	0.95	0.96
03:00:00	0.83	0.85	0.71	0.78	15:15:00	0.97	0.96	0.95	0.96
03:15:00	0.85	0.82	0.71	0.79	15:30:00	0.97	0.98	0.96	0.97
03:30:00	0.84	0.87	0.75	0.81	15:45:00	0.97	0.96	0.95	0.96
03:45:00	0.84	0.84	0.71	0.79	16:00:00	0.97	0.97	0.96	0.96
04:00:00	0.87	0.84	0.7	0.79	16:15:00	0.96	0.97	0.94	0.96
04:15:00	0.83	0.87	0.73	0.81	16:30:00	0.96	0.96	0.95	0.95
04:30:00	0.87	0.9	0.72	0.81	16:45:00	0.96	0.94	0.95	0.95
04:45:00	0.84	0.85	0.72	0.8	17:00:00	0.97	0.96	0.92	0.94
05:00:00	0.83	0.89	0.72	0.8	17:15:00	0.98	0.95	0.95	0.95
05:15:00	0.87	0.83	0.72	0.79	17:30:00	0.95	0.9	0.94	0.93

Tabla B 7. Frecuencia del tablero principal

Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)	Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)
17:39:26	60	05:45:00	60
17:45:00	60	06:00:00	60
18:00:00	60	06:15:00	60
18:15:00	60	06:30:00	60
18:30:00	60	06:45:00	60
18:45:00	60	07:00:00	60
19:00:00	60	07:15:00	60
19:15:00	60	07:30:00	60
19:30:00	60	07:45:00	60
19:45:00	60	08:00:00	59.9
20:00:00	60	08:15:00	60
20:15:00	60	08:30:00	60
20:30:00	60	08:45:00	60
20:45:00	60.1	09:00:00	60
21:00:00	60	09:15:00	60
21:15:00	60	09:30:00	60
21:30:00	60	09:45:00	60
21:45:00	60	10:00:00	60
22:00:00	60	10:15:00	60
22:15:00	60	10:30:00	60
22:30:00	60	10:45:00	60
22:45:00	60	11:00:00	60
23:00:00	60	11:15:00	60
23:15:00	60	11:30:00	60
23:30:00	60	11:45:00	60
23:45:00	60	12:00:00	60
00:00:00	60	12:15:00	60
00:15:00	60	12:30:00	59.9
00:30:00	60	12:45:00	60
00:45:00	60	13:00:00	60
01:00:00	60	13:15:00	60
01:15:00	60	13:30:00	60
01:30:00	60	13:45:00	60
01:45:00	60	14:00:00	60
02:00:00	60	14:15:00	60
02:15:00	60	14:30:00	60
02:30:00	60	14:45:00	60
02:45:00	60	15:00:00	60
03:00:00	60	15:15:00	60
03:15:00	60	15:30:00	60
03:30:00	60	15:45:00	60
03:45:00	60	16:00:00	60
04:00:00	60	16:15:00	60
04:15:00	60	16:30:00	60
04:30:00	60	16:45:00	60
04:45:00	60	17:00:00	60
05:00:00	60	17:15:00	60
05:15:00	60	17:30:00	60

Tabla B 8. Energía activa y reactiva del tablero principal

Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)	Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)
17:39:26	1.39	0.60	0.00	05:45:00	112.02	72.33	0.00
17:45:00	4.08	1.95	0.00	06:00:00	114.05	73.46	0.00
18:00:00	6.59	3.46	0.00	06:15:00	116.28	74.16	0.00
18:15:00	8.97	4.81	0.00	06:30:00	119.19	74.89	0.00
18:30:00	11.43	6.20	0.00	06:45:00	122.66	75.79	0.01
18:45:00	13.86	7.71	0.00	07:00:00	126.52	76.79	0.02
19:00:00	16.29	9.21	0.00	07:15:00	130.73	77.82	0.02
19:15:00	18.81	10.81	0.00	07:30:00	134.97	78.87	0.04
19:30:00	21.19	12.27	0.00	07:45:00	138.99	79.83	0.04
19:45:00	23.66	13.79	0.00	08:00:00	143.65	80.67	0.04
20:00:00	26.15	15.17	0.00	08:15:00	148.20	81.66	0.04
20:15:00	28.51	16.66	0.00	08:30:00	153.47	82.86	0.04
20:30:00	30.95	18.14	0.00	08:45:00	158.93	84.03	0.05
20:45:00	33.43	19.72	0.00	09:00:00	164.57	85.34	0.05
21:00:00	35.84	21.21	0.00	09:15:00	170.46	86.49	0.05
21:15:00	38.25	22.73	0.00	09:30:00	176.56	87.59	0.05
21:30:00	40.73	24.26	0.00	09:45:00	182.83	88.71	0.06
21:45:00	43.17	25.79	0.00	10:00:00	189.31	89.80	0.08
22:00:00	45.65	27.29	0.00	10:15:00	195.86	90.86	0.11
22:15:00	47.95	28.66	0.00	10:30:00	202.94	92.03	0.12
22:30:00	50.73	30.24	0.00	10:45:00	209.63	93.01	0.15
22:45:00	53.33	31.68	0.00	11:00:00	216.69	94.14	0.20
23:00:00	55.87	33.17	0.00	11:15:00	223.67	95.24	0.24
23:15:00	58.31	34.71	0.00	11:30:00	230.36	96.21	0.25
23:30:00	60.75	36.23	0.00	11:45:00	237.16	97.33	0.27
23:45:00	63.11	37.67	0.00	12:00:00	243.85	98.51	0.30
00:00:00	65.76	39.37	0.00	12:15:00	250.17	99.56	0.33
00:15:00	67.94	40.61	0.00	12:30:00	256.09	100.71	0.37
00:30:00	70.50	42.16	0.00	12:45:00	261.87	101.84	0.37
00:45:00	72.87	43.65	0.00	13:00:00	267.65	103.07	0.38
01:00:00	74.79	45.04	0.00	13:15:00	272.88	104.37	0.38
01:15:00	76.68	46.38	0.00	13:30:00	277.72	105.42	0.38
01:30:00	78.67	47.83	0.00	13:45:00	282.25	106.41	0.38
01:45:00	80.61	49.22	0.00	14:00:00	286.78	107.45	0.38
02:00:00	82.72	50.78	0.00	14:15:00	291.55	108.48	0.40
02:15:00	84.61	52.18	0.00	14:30:00	296.13	109.59	0.41
02:30:00	86.58	53.71	0.00	14:45:00	300.64	110.66	0.41
02:45:00	88.45	55.07	0.00	15:00:00	305.06	111.62	0.41
03:00:00	90.41	56.58	0.00	15:15:00	309.79	112.67	0.42
03:15:00	92.42	58.11	0.00	15:30:00	314.81	113.61	0.42
03:30:00	94.45	59.54	0.00	15:45:00	319.61	114.79	0.42
03:45:00	96.53	61.13	0.00	16:00:00	324.20	115.82	0.42
04:00:00	98.60	62.70	0.00	16:15:00	328.53	116.89	0.42
04:15:00	100.47	64.02	0.00	16:30:00	332.56	117.98	0.42
04:30:00	102.36	65.31	0.00	16:45:00	336.31	119.11	0.42
04:45:00	104.28	66.70	0.00	17:00:00	340.37	120.40	0.42
05:00:00	106.08	67.99	0.00	17:15:00	343.97	121.39	0.42
05:15:00	108.15	69.52	0.00	17:30:00	347.51	122.69	0.42

Tabla B 9. THD % del tablero principal

Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)	Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)
17:39:26	4	3,3	3,6	11,5	9,7	11,7	5:45:00	3	2,6	2,7	9,9	12	15,7
17:45:00	3,9	3,2	3,6	7,4	10	13,7	6:00:00	3	2,7	2,9	12,9	14,6	14,5
18:00:00	3,8	3	3,5	9,3	9,9	8,5	6:15:00	3,2	2,9	2,8	12,6	10,4	19,5
18:15:00	3,9	3	3,5	9	8,7	10,8	6:30:00	3,4	3,1	3	12,7	14,9	15
18:30:00	3,9	3,1	3,6	10,1	12,5	10,2	6:45:00	3,3	3,1	3,1	17,5	11,7	16
18:45:00	3,9	3	3,7	9,2	8,7	9,1	7:00:00	3,5	3,3	3	11,8	10,9	10,2
19:00:00	3,6	3,1	3,5	8,7	11,4	7	7:15:00	3,3	3	3	11,4	11,4	11,3
19:15:00	3,8	3,2	3,6	9,3	8,8	7,9	7:30:00	3,5	3,4	3,1	9	12,2	11,5
19:30:00	3,7	3,1	3,7	8,6	10,4	8,1	7:45:00	3,5	3,5	3,1	8,5	12,4	10,9
19:45:00	3,6	3	3,3	9,3	10	8,3	8:00:00	3,8	3,5	3,2	17,2	9,6	17,8
20:00:00	3,7	3,1	3,4	11,3	9,7	7,9	8:15:00	4,1	3,7	3,5	11,8	12,7	15,5
20:15:00	3,6	3	3,3	8,6	12,1	8,2	8:30:00	4	3,8	3,2	14,1	10,4	11,3
20:30:00	3,4	2,9	3	8,8	10,4	8,8	8:45:00	4,2	3,8	3,4	14,5	10,5	10,3
20:45:00	3,7	3,2	3,3	9,1	9,4	9	9:00:00	4,2	4	3,5	12,2	11	10,1
21:00:00	3,7	3,3	3,3	9,3	11,5	11,6	9:15:00	4,2	4	3,4	14,9	12,9	8,6
21:15:00	3,8	3,3	3,5	9,3	9,1	8,5	9:30:00	4,2	4,2	3,6	11,9	11,8	13,5
21:30:00	3,8	3,3	3,5	9,7	15	10,7	9:45:00	4,4	4,2	3,8	12,8	10,5	13,2
21:45:00	3,7	3,3	3,6	9,1	9,6	8,4	10:00:00	4,4	4,1	3,8	14,7	10,6	15,1
22:00:00	3,8	3,4	3,5	9,6	12,7	10,5	10:15:00	4,4	4,2	3,9	15,1	6,9	13,7
22:15:00	3,8	3,4	3,4	8,9	12,1	9,5	10:30:00	4,3	4,1	3,8	20,5	8,3	12,9
22:30:00	3,8	3,5	3,6	8,3	12,1	9,6	10:45:00	4,4	4,3	4,2	16,9	11,3	14,4
22:45:00	3,8	3,5	3,7	8,2	11,5	8,1	11:00:00	4,5	4,1	4,1	13,4	10,8	18,7
23:00:00	3,6	3,6	3,6	8,5	14,6	10,6	11:15:00	4,5	4,4	4,1	21,3	10,6	18,1
23:15:00	3,4	3,3	3,3	8,4	9,4	9,3	11:30:00	4,2	4,3	4,1	14,6	9,8	14
23:30:00	3,1	3,2	3	9,2	12,5	11,8	11:45:00	4,4	4,4	4	14,3	11,3	15,3
23:45:00	3,1	3	3,2	8,6	14,9	9,5	12:00:00	4,5	4,2	3,9	19,4	12,4	13,4
0:00:00	3,3	2,9	3	10,6	10,9	11,8	12:15:00	4,1	4,2	3,6	14,2	9,8	19,4
0:15:00	3,1	2,9	2,9	8,5	12,7	8,3	12:30:00	4	4	3,6	14,9	10,5	14,7
0:30:00	2,8	2,8	2,8	8,5	18,2	11,4	12:45:00	4,2	3,8	3,7	15,5	11,5	18
0:45:00	2,9	2,8	2,8	9,1	13,7	8,7	13:00:00	4,1	4	3,8	11,5	11	14,8
1:00:00	2,9	2,7	2,7	9,4	10,9	15,8	13:15:00	4,1	3,8	3,8	14,7	8,8	18,6
1:15:00	2,9	2,5	2,6	11,3	12,7	15,6	13:30:00	4,2	3,6	3,7	17	11,4	16,6
1:30:00	2,6	2,4	2,6	7,9	11	18,4	13:45:00	4	3,6	3,7	14,6	10,3	20,9
1:45:00	2,6	2,5	2,5	8,3	12,7	13,8	14:00:00	4,3	3,7	3,8	20,5	10,7	17,2
2:00:00	2,7	2,3	2,5	10,7	10,4	16	14:15:00	4,1	3,8	3,9	13,9	14,2	17,3
2:15:00	2,4	2,3	2,4	7,2	13,6	12,1	14:30:00	4,2	3,8	3,7	15,6	10,7	19,4
2:30:00	2,6	2,4	2,6	10	11,4	16,4	14:45:00	4,2	3,8	3,7	21,5	13,1	16,2
2:45:00	2,7	2,4	2,7	8,2	13,1	14,9	15:00:00	4,1	3,8	3,7	12,7	10,1	15,3
3:00:00	2,5	2,3	2,6	8,5	11,8	19,6	15:15:00	4,2	3,5	3,7	16,5	15	18,1
3:15:00	2,8	2,5	2,6	11,1	12,5	13,6	15:30:00	4,2	3,5	3,5	19,7	12,9	13,2
3:30:00	2,8	2,5	2,6	7,9	10,9	17,9	15:45:00	4,2	3,7	3,6	16,4	13,8	13
3:45:00	2,5	2,3	2,5	8,5	13,1	13,6	16:00:00	4,1	3,5	3,6	17,4	12,6	12,6
4:00:00	2,6	2,3	2,5	11,2	9,8	11,8	16:15:00	4	3,5	3,5	12,8	11,6	9,6
4:15:00	2,5	2,4	2,4	8,1	17,1	12,4	16:30:00	4,2	3,8	3,7	15,7	15,4	7,8
4:30:00	2,6	2,4	2,4	10,7	10,7	13,9	16:45:00	4,1	3,3	3,7	10,7	10,6	11,3
4:45:00	2,8	2,4	2,6	8,5	14,9	14,3	17:00:00	4,1	3,4	3,6	10,6	13	6,2
5:00:00	2,8	2,7	2,7	8,9	17	15,3	17:15:00	3,9	3,5	3,6	11	14,7	9,1
5:15:00	2,7	2,4	2,4	11,4	10,6	14,4	17:30:00	4	3,5	3,7	10,1	12,5	9,2

Tabla B 10. RMS armónicos del tablero principal

Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)	Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
17:39:26	120	120	120	20.70	35.68	54.56	05:45:00	120	121	122	17.48	30.28	32.52
17:45:00	120	120	120	21.48	30.39	49.63	06:00:00	120	121	121	11.92	25.18	33.41
18:00:00	121	122	121	15.19	30.18	44.94	06:15:00	119	121	122	14.95	37.85	22.85
18:15:00	120	121	121	20.64	34.19	40.40	06:30:00	119	121	122	19.27	43.49	31.50
18:30:00	120	121	121	20.58	24.92	39.36	06:45:00	119	121	122	15.03	55.13	38.45
18:45:00	121	121	121	15.75	33.88	43.56	07:00:00	119	120	121	23.23	59.67	54.92
19:00:00	121	122	121	19.35	26.28	50.95	07:15:00	119	120	121	31.48	57.49	67.44
19:15:00	122	122	121	15.27	31.89	46.15	07:30:00	117	119	120	29.17	54.99	64.28
19:30:00	122	122	122	21.76	28.47	45.29	07:45:00	118	120	121	38.40	54.52	66.23
19:45:00	121	121	121	17.87	32.19	44.15	08:00:00	118	118	120	24.46	69.40	46.03
20:00:00	122	122	122	12.54	32.06	48.01	08:15:00	117	119	120	33.27	60.31	54.01
20:15:00	123	122	123	20.03	26.00	46.69	08:30:00	118	118	120	34.54	75.25	71.89
20:30:00	122	122	121	18.73	29.72	46.11	08:45:00	118	118	120	27.65	94.80	72.62
20:45:00	122	122	121	16.03	32.73	46.78	09:00:00	118	119	120	30.34	86.43	73.22
21:00:00	122	122	122	18.10	28.14	40.22	09:15:00	118	119	120	35.80	80.18	86.85
21:15:00	122	122	122	18.93	34.55	46.73	09:30:00	118	118	119	32.46	90.38	80.71
21:30:00	123	123	122	16.51	23.53	41.32	09:45:00	117	117	118	34.49	90.63	87.35
21:45:00	121	122	122	18.97	34.43	47.13	10:00:00	117	117	119	38.01	83.87	76.89
22:00:00	121	122	121	15.17	26.23	41.22	10:15:00	118	117	119	32.28	133.07	94.20
22:15:00	121	121	121	20.94	26.79	44.86	10:30:00	117	117	118	28.20	99.77	114.31
22:30:00	121	123	122	22.11	26.55	48.66	10:45:00	116	117	117	35.16	85.13	106.23
22:45:00	122	123	123	19.89	28.18	54.19	11:00:00	116	117	118	41.38	83.66	90.41
23:00:00	121	122	122	21.99	23.58	45.74	11:15:00	117	117	118	28.47	86.38	98.01
23:15:00	121	122	122	22.05	36.22	48.12	11:30:00	116	117	117	35.62	89.31	117.77
23:30:00	121	122	122	16.39	26.63	38.79	11:45:00	117	117	118	35.79	79.53	106.19
23:45:00	121	123	122	19.49	24.15	44.92	12:00:00	118	119	119	33.88	83.83	109.87
00:00:00	122	123	123	13.38	30.79	39.91	12:15:00	119	119	120	32.11	92.60	86.44
00:15:00	122	123	123	20.08	28.63	51.63	12:30:00	119	119	120	38.20	78.09	97.16
00:30:00	122	123	123	18.85	20.15	40.14	12:45:00	118	119	120	36.37	62.33	80.75
00:45:00	123	123	123	16.14	24.14	50.40	13:00:00	119	120	120	38.94	62.30	100.98
01:00:00	121	121	123	17.56	31.89	31.42	13:15:00	119	119	119	28.64	78.74	76.97
01:15:00	121	121	122	13.10	27.20	30.75	13:30:00	119	120	120	27.00	55.28	80.33
01:30:00	121	121	122	20.58	30.98	28.08	13:45:00	119	120	120	24.76	66.80	65.19
01:45:00	122	122	123	20.22	27.52	33.42	14:00:00	119	119	120	21.32	66.26	71.93
02:00:00	122	121	122	14.03	34.15	29.89	14:15:00	118	120	119	25.84	46.36	67.63
02:15:00	121	122	122	22.96	24.67	36.45	14:30:00	119	119	119	27.75	67.08	59.29
02:30:00	121	122	123	14.93	30.09	30.17	14:45:00	119	119	119	23.55	59.76	67.00
02:45:00	122	122	123	21.05	26.67	31.09	15:00:00	119	119	119	31.53	76.87	74.30
03:00:00	122	122	123	19.31	29.29	26.01	15:15:00	118	119	119	23.29	63.03	64.63
03:15:00	122	122	123	14.11	28.49	35.70	15:30:00	119	119	119	22.60	70.38	83.52
03:30:00	122	122	123	22.19	32.89	28.90	15:45:00	119	119	119	25.64	60.97	84.33
03:45:00	122	122	123	19.48	26.81	36.22	16:00:00	120	120	120	29.34	63.85	77.27
04:00:00	122	122	123	14.19	35.50	39.43	16:15:00	120	120	120	28.64	60.36	71.82
04:15:00	121	122	123	21.17	20.70	36.32	16:30:00	120	121	121	28.67	40.83	83.44
04:30:00	122	122	122	14.24	31.68	34.67	16:45:00	120	120	121	33.70	45.46	62.16
04:45:00	121	122	123	23.84	23.48	32.53	17:00:00	120	121	120	34.81	52.15	91.96
05:00:00	121	122	122	19.42	20.80	32.41	17:15:00	120	121	120	24.41	38.99	72.34
05:15:00	121	121	122	13.36	32.89	34.65	17:30:00	119	120	120	24.88	38.90	56.63

Tabla B 11. Voltaje línea a neutro, del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
7:39:15	119	120	118	119
7:40:00	119	120	118	119
7:45:00	118	120	118	118
7:50:00	118	120	118	118
7:55:00	118	119	118	118
8:00:00	118	119	117	118
8:05:00	117	119	117	117
8:10:00	117	118	116	117
8:15:00	118	119	117	118
8:20:00	118	119	117	118
8:25:00	118	119	117	118
8:30:00	118	118	117	117
8:35:00	117	119	117	117
8:40:00	116	118	117	117
8:45:00	116	119	117	117
8:50:00	116	118	116	116
8:55:00	116	118	116	116
9:00:00	116	118	116	116
9:05:00	116	119	117	117
9:10:00	116	119	117	117
9:15:00	116	119	117	117
9:20:00	116	118	117	117
9:25:00	116	119	118	117
9:30:00	116	118	118	117
9:35:00	116	118	118	117
9:40:00	117	118	117	117
9:45:00	117	117	117	117
9:50:00	116	117	117	116
9:55:00	117	117	118	117
10:00:00	116	117	118	117
10:05:00	116	117	117	116
10:10:00	116	117	117	116
10:15:00	116	117	117	116
10:20:00	116	117	117	116
10:25:00	116	117	117	116
10:30:00	116	117	117	116
10:35:00	116	116	118	116
10:40:00	116	116	118	116
10:45:00	116	117	118	117
10:50:00	116	118	118	117
10:55:00	116	118	118	117
11:00:00	116	118	118	117
11:05:00	117	118	117	117
11:10:00	116	118	118	117
11:15:00	116	117	117	116
11:20:00	116	118	117	117
11:25:00	116	118	117	117
11:30:00	117	118	118	117
11:35:00	117	118	118	117
11:40:00	117	118	119	118
11:45:00	116	119	119	118
11:50:00	118	119	118	118
11:55:00	118	119	119	118
12:00:00	119	120	119	119
12:05:00	118	120	119	119
12:10:00	118	118	118	118
12:15:00	117	117	117	117
12:20:00	116	117	117	116

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
12:25:00	116	117	117	116
12:30:00	116	118	118	117
12:35:00	102	104	103	103
12:40:00	0	0	0	0
12:50:00	0	0	0	0
12:55:00	0	0	0	0
13:00:00	0	0	0	0
13:10:00	0	0	0	0
13:15:00	86	87	86	86
13:20:00	118	119	119	118
13:25:00	118	118	118	118
13:30:00	119	120	119	119
13:35:00	119	120	119	119
13:40:00	118	120	119	119
13:45:00	119	120	119	119
13:50:00	118	119	119	118
13:55:00	117	119	118	118
14:00:00	117	118	118	117
14:05:00	117	118	117	117
14:10:00	117	118	117	117
14:15:00	117	118	117	117
14:20:00	117	117	118	117
14:25:00	117	118	118	117
14:30:00	117	118	118	117
14:35:00	117	118	118	117
14:40:00	117	118	118	117
14:45:00	118	118	118	118
14:50:00	118	118	118	118
14:55:00	118	118	118	118
15:00:00	118	118	118	118
15:05:00	118	118	119	118
15:10:00	118	118	118	118
15:15:00	118	118	118	118
15:20:00	118	118	118	118
15:25:00	118	118	118	118
15:30:00	118	118	118	118
15:35:00	119	118	119	118
15:40:00	118	118	118	118
15:45:00	118	118	118	118
15:50:00	118	118	118	118
15:55:00	118	119	119	118
16:00:00	119	119	119	119
16:05:00	119	119	119	119
16:10:00	119	118	119	118
16:15:00	119	118	119	118
16:20:00	119	119	120	119
16:25:00	119	118	119	118
16:30:00	119	119	120	119
16:35:00	120	119	119	119
16:40:00	120	119	120	119
16:45:00	119	119	119	119
16:50:00	120	119	119	119
16:55:00	120	119	119	119
17:00:00	120	119	119	119
17:05:00	120	119	119	119
17:10:00	120	120	119	119
17:15:00	120	120	119	119
17:20:00	120	120	119	119

Tabla B 12. Corriente del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	II (A)	Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	II (A)
7:39:15	5,53	6,90	12,50	8,31	12:25:00	14,56	24,48	12,28	17,10
7:40:00	5,53	7,35	14,10	8,99	12:30:00	13,34	22,35	12,28	15,99
7:45:00	5,46	7,96	15,69	9,70	12:35:00	11,45	18,79	10,53	13,59
7:50:00	6,14	7,96	24,48	12,86	12:40:00	0,00	0,00	0,00	0,00
7:55:00	6,06	11,75	26,30	14,70	12:50:00	0,00	0,00	0,00	0,00
8:00:00	7,51	11,97	28,34	15,94	12:55:00	0,00	0,00	0,00	0,00
8:05:00	8,49	12,81	28,34	16,55	13:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00
8:10:00	7,51	13,49	28,19	16,39	13:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00
8:15:00	5,91	13,94	28,11	15,99	13:15:00	13,04	15,00	8,26	12,10
8:20:00	6,29	10,99	27,58	14,95	13:20:00	17,36	25,69	9,32	17,46
8:25:00	7,35	10,00	27,28	14,88	13:25:00	18,12	20,46	9,17	15,92
8:30:00	6,44	18,94	27,28	17,56	13:30:00	16,75	18,57	9,25	14,85
8:35:00	6,37	14,55	27,13	16,02	13:35:00	16,68	19,02	10,31	15,33
8:40:00	7,35	9,85	27,05	14,75	13:40:00	19,18	17,43	11,29	15,97
8:45:00	8,49	9,24	27,05	14,93	13:45:00	18,42	16,97	11,29	15,56
8:50:00	8,04	10,61	27,13	15,26	13:50:00	21,23	19,25	11,29	17,26
8:55:00	6,29	9,93	27,21	14,47	13:55:00	18,04	13,94	11,22	14,40
9:00:00	8,57	15,16	26,75	16,82	14:00:00	14,93	16,22	11,22	14,12
9:05:00	11,98	16,59	25,77	18,11	14:05:00	15,47	18,57	11,14	15,06
9:10:00	14,71	16,82	24,93	18,82	14:10:00	13,72	19,93	11,14	14,93
9:15:00	17,59	16,06	24,93	19,53	14:15:00	13,65	18,41	11,14	14,40
9:20:00	15,54	16,22	24,93	18,90	14:20:00	17,97	18,11	11,14	15,74
9:25:00	16,15	16,44	25,16	19,25	14:25:00	18,73	19,55	11,14	16,47
9:30:00	16,22	16,59	27,21	20,01	14:30:00	19,33	20,00	11,14	16,83
9:35:00	14,18	16,75	27,66	19,53	14:35:00	19,10	24,93	11,14	18,39
9:40:00	14,03	22,28	26,67	20,99	14:40:00	16,83	22,73	11,22	16,93
9:45:00	13,12	25,99	26,75	21,95	14:45:00	17,66	28,42	11,59	19,22
9:50:00	13,72	27,05	26,75	22,51	14:50:00	16,30	25,54	12,73	18,19
9:55:00	12,81	27,51	26,75	22,36	14:55:00	16,60	22,66	12,66	17,30
10:00:00	13,04	27,28	26,75	22,36	15:00:00	16,98	25,38	12,58	18,31
10:05:00	14,78	26,67	26,67	22,71	15:05:00	18,95	24,17	12,58	18,57
10:10:00	14,86	27,05	26,67	22,86	15:10:00	18,12	23,34	12,50	17,99
10:15:00	13,04	23,19	24,48	20,23	15:15:00	17,89	23,41	12,50	17,94
10:20:00	13,34	24,02	18,19	18,52	15:20:00	17,82	23,34	12,43	17,86
10:25:00	13,34	24,32	18,19	18,62	15:25:00	18,65	30,16	12,43	20,41
10:30:00	16,07	24,85	18,19	19,70	15:30:00	17,82	26,98	12,43	19,07
10:35:00	19,18	30,69	18,26	22,71	15:35:00	14,93	26,07	12,43	17,81
10:40:00	20,17	30,39	18,19	22,91	15:40:00	15,39	25,54	12,35	17,76
10:45:00	18,57	30,84	18,72	22,71	15:45:00	17,66	26,37	12,35	18,80
10:50:00	16,53	24,78	18,57	19,96	15:50:00	18,65	23,79	10,53	17,66
10:55:00	14,10	24,93	23,95	20,99	15:55:00	19,10	21,22	9,17	16,50
11:00:00	11,75	25,76	23,72	20,41	16:00:00	16,45	20,46	7,73	14,88
11:05:00	11,75	27,96	23,72	21,14	16:05:00	16,38	19,85	7,27	14,50
11:10:00	13,87	27,89	23,72	21,83	16:10:00	15,09	19,02	6,44	13,52
11:15:00	12,21	27,20	23,72	21,04	16:15:00	14,10	20,84	6,44	13,79
11:20:00	13,04	27,20	24,48	21,57	16:20:00	15,01	22,58	5,68	14,42
11:25:00	15,01	26,82	26,52	22,79	16:25:00	16,38	23,04	5,08	14,83
11:30:00	18,27	27,89	26,45	24,20	16:30:00	15,39	21,29	5,08	13,92
11:35:00	20,32	33,95	26,45	26,90	16:35:00	12,51	21,29	5,08	12,96
11:40:00	20,17	33,49	26,37	26,68	16:40:00	11,30	20,31	5,38	12,33
11:45:00	19,26	29,78	26,30	25,11	16:45:00	11,60	18,49	5,38	11,82
11:50:00	19,71	28,04	26,30	24,68	16:50:00	12,21	17,28	4,24	11,24
11:55:00	18,73	28,72	26,30	24,58	16:55:00	10,77	17,50	3,41	10,56
12:00:00	18,80	30,16	26,30	25,08	17:00:00	8,95	18,34	3,41	10,23
12:05:00	18,88	29,17	26,30	24,78	17:05:00	8,34	17,35	0,00	8,56
12:10:00	18,88	28,26	26,14	24,43	17:10:00	7,43	12,96	0,00	6,80
12:15:00	16,53	28,49	16,60	20,54	17:15:00	5,99	11,97	0,00	5,99
12:20:00	14,56	23,26	12,28	16,70	17:20:00	4,47	6,82	0,00	3,76

Tabla B 13. Potencia Activa del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)	Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)
7:39:15	469	755	1430	2654	12:25:00	1633	2694	1395	5722
7:40:00	469	823	1602	2894	12:30:00	1494	2454	1395	5343
7:45:00	469	892	1774	3135	12:35:00	1285	2059	1206	4550
7:50:00	556	892	2774	4222	12:40:00	0	0	0	0
7:55:00	556	1304	2981	4841	12:50:00	0	0	0	0
8:00:00	660	1321	3205	5186	12:55:00	0	0	0	0
8:05:00	712	1390	3205	5307	13:00:00	0	0	0	0
8:10:00	642	1458	3187	5287	13:10:00	0	0	0	0
8:15:00	538	1527	3170	5235	13:15:00	1476	1733	964	4173
8:20:00	590	1218	3136	4944	13:20:00	1946	2934	1085	5965
8:25:00	764	1098	3101	4963	13:25:00	2050	2282	1068	5400
8:30:00	677	2196	3101	5974	13:30:00	1963	2059	1068	5090
8:35:00	677	1664	3084	5425	13:35:00	1946	2111	1206	5263
8:40:00	747	1081	3067	4895	13:40:00	2241	1905	1326	5472
8:45:00	834	995	3067	4896	13:45:00	2172	1870	1309	5351
8:50:00	799	1167	3067	5033	13:50:00	2450	2128	1309	5887
8:55:00	660	1081	3084	4825	13:55:00	2015	1510	1292	4817
9:00:00	920	1716	3032	5668	14:00:00	1685	1784	1292	4761
9:05:00	1337	1905	2946	6188	14:05:00	1772	2076	1275	5123
9:10:00	1668	1939	2860	6467	14:10:00	1546	2248	1275	5069
9:15:00	2015	1836	2860	6711	14:15:00	1546	2025	1275	4846
9:20:00	1754	1853	2843	6450	14:20:00	2067	1990	1292	5349
9:25:00	1789	1887	2877	6553	14:25:00	2154	2179	1292	5625
9:30:00	1789	1905	3136	6830	14:30:00	2189	2214	1292	5695
9:35:00	1598	1887	3187	6672	14:35:00	2154	2763	1292	6209
9:40:00	1581	2540	3067	7188	14:40:00	1946	2505	1292	5743
9:45:00	1476	2952	3067	7495	14:45:00	2050	3209	1344	6603
9:50:00	1546	3037	3067	7650	14:50:00	1876	2849	1447	6172
9:55:00	1442	3072	3067	7581	14:55:00	1928	2488	1447	5863
10:00:00	1459	3055	3067	7581	15:00:00	1963	2797	1430	6190
10:05:00	1615	2986	3067	7668	15:05:00	2189	2625	1447	6261
10:10:00	1615	3037	3050	7702	15:10:00	2050	2557	1430	6037
10:15:00	1459	2608	2808	6875	15:15:00	2015	2574	1430	6019
10:20:00	1494	2711	2085	6290	15:20:00	2102	2557	1430	6089
10:25:00	1494	2728	2085	6307	15:25:00	2206	3398	1430	7034
10:30:00	1824	2763	2085	6672	15:30:00	2102	3037	1413	6552
10:35:00	2206	3484	2102	7792	15:35:00	1772	2934	1430	6136
10:40:00	2311	3432	2102	7845	15:40:00	1807	2883	1413	6103
10:45:00	2050	3449	2154	7653	15:45:00	2015	2986	1413	6414
10:50:00	1789	2780	2136	6705	15:50:00	2119	2711	1206	6036
10:55:00	1546	2814	2774	7134	15:55:00	2189	2437	1033	5659
11:00:00	1285	2900	2739	6924	16:00:00	1911	2368	878	5157
11:05:00	1285	3157	2739	7181	16:05:00	1911	2299	827	5037
11:10:00	1529	3140	2739	7408	16:10:00	1754	2179	758	4691
11:15:00	1320	3037	2739	7096	16:15:00	1615	2385	758	4758
11:20:00	1442	3055	2826	7323	16:20:00	1737	2591	672	5000
11:25:00	1615	3003	3067	7685	16:25:00	1859	2643	585	5087
11:30:00	2015	3106	3067	8188	16:30:00	1702	2437	585	4724
11:35:00	2293	3810	3067	9170	16:35:00	1372	2437	585	4394
11:40:00	2311	3810	3084	9205	16:40:00	1285	2334	637	4256
11:45:00	2172	3381	3067	8620	16:45:00	1320	2145	620	4085
11:50:00	2258	3175	3067	8500	16:50:00	1407	2008	482	3897
11:55:00	2154	3260	3067	8481	16:55:00	1233	2025	379	3637
12:00:00	2172	3449	3084	8705	17:00:00	990	2128	379	3497
12:05:00	2137	3329	3084	8550	17:05:00	834	2008	0	2842
12:10:00	2085	3175	3032	8292	17:10:00	590	1493	0	2083
12:15:00	1807	3192	1895	6894	17:15:00	451	1390	0	1841
12:20:00	1615	2540	1395	5550	17:20:00	347	789	0	1136

Tabla B 14. Potencia reactiva inductiva del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)	Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
7:39:15	469	137	68	674	12:25:00	434	343	292	1069
7:40:00	469	137	258	864	12:30:00	399	326	292	1017
7:45:00	451	68	396	915	12:35:00	364	257	224	845
7:50:00	451	68	620	1139	12:40:00	0	0	0	0
7:55:00	451	240	654	1345	12:50:00	0	0	0	0
8:00:00	573	308	654	1535	12:55:00	0	0	0	0
8:05:00	695	480	620	1795	13:00:00	0	0	0	0
8:10:00	590	549	620	1759	13:10:00	0	0	0	0
8:15:00	451	532	637	1620	13:15:00	486	463	86	1035
8:20:00	451	343	568	1362	13:20:00	660	703	86	1449
8:25:00	382	308	551	1241	13:25:00	608	600	86	1294
8:30:00	330	377	534	1241	13:30:00	417	635	103	1155
8:35:00	330	223	534	1087	13:35:00	417	600	120	1137
8:40:00	417	205	534	1156	13:40:00	399	583	137	1119
8:45:00	538	205	534	1277	13:45:00	399	446	120	965
8:50:00	503	274	516	1293	13:50:00	590	446	120	1156
8:55:00	312	223	516	1051	13:55:00	625	137	120	882
9:00:00	347	171	448	966	14:00:00	469	205	103	777
9:05:00	382	171	361	914	14:05:00	399	326	103	828
9:10:00	364	205	379	948	14:10:00	399	308	103	810
9:15:00	347	154	361	862	14:15:00	399	257	103	759
9:20:00	399	154	361	914	14:20:00	382	257	103	742
9:25:00	590	188	361	1139	14:25:00	434	308	103	845
9:30:00	590	205	379	1174	14:30:00	625	326	103	1054
9:35:00	364	205	379	948	14:35:00	625	360	103	1088
9:40:00	364	308	361	1033	14:40:00	382	274	120	776
9:45:00	382	600	361	1343	14:45:00	399	377	155	931
9:50:00	364	652	379	1395	14:50:00	399	566	292	1257
9:55:00	382	635	379	1396	14:55:00	382	514	292	1188
10:00:00	417	669	379	1465	15:00:00	382	669	292	1343
10:05:00	625	686	379	1690	15:05:00	469	755	310	1534
10:10:00	625	600	361	1586	15:10:00	608	738	310	1656
10:15:00	399	343	327	1069	15:15:00	573	669	292	1534
10:20:00	382	274	189	845	15:20:00	191	497	292	980
10:25:00	382	257	189	828	15:25:00	191	514	292	997
10:30:00	382	223	189	794	15:30:00	191	308	292	791
10:35:00	399	257	189	845	15:35:00	208	274	310	792
10:40:00	451	274	189	914	15:40:00	243	308	310	861
10:45:00	677	343	189	1209	15:45:00	521	326	292	1139
10:50:00	712	240	206	1158	15:50:00	625	257	310	1192
10:55:00	538	291	120	949	15:55:00	556	223	310	1089
11:00:00	486	291	137	914	16:00:00	382	223	292	897
11:05:00	486	223	120	829	16:05:00	399	205	224	828
11:10:00	469	223	120	812	16:10:00	399	188	103	690
11:15:00	469	480	103	1052	16:15:00	399	394	103	896
11:20:00	469	514	189	1172	16:20:00	399	463	103	965
11:25:00	642	480	292	1414	16:25:00	556	463	103	1122
11:30:00	712	652	310	1674	16:30:00	660	411	103	1174
11:35:00	625	703	310	1638	16:35:00	590	411	103	1104
11:40:00	503	669	310	1482	16:40:00	434	549	103	1086
11:45:00	486	514	327	1327	16:45:00	434	377	103	914
11:50:00	503	480	310	1293	16:50:00	399	343	103	845
11:55:00	521	394	327	1242	16:55:00	347	360	103	810
12:00:00	538	377	327	1242	17:00:00	364	394	103	861
12:05:00	660	360	310	1330	17:05:00	538	326	0	864
12:10:00	747	343	310	1400	17:10:00	642	17	0	659
12:15:00	660	326	327	1313	17:15:00	556	0	0	556
12:20:00	503	343	292	1138	17:20:00	417	34	0	451

Tabla B 15. Factor de Potencia del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III	Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III
7:39:15	0,71	0,92	0,96	0,9	12:25:00	0,96	0,93	0,97	0,95
7:40:00	0,71	0,94	0,96	0,9	12:30:00	0,96	0,92	0,97	0,94
7:45:00	0,72	0,94	0,95	0,9	12:35:00	1	1	1	1
7:50:00	0,77	0,94	0,96	0,92	12:40:00	0	0	0	0
7:55:00	0,78	0,93	0,96	0,93	12:50:00	0	0	0	0
8:00:00	0,75	0,93	0,96	0,92	12:55:00	0	0	0	0
8:05:00	0,72	0,91	0,96	0,91	13:00:00	0	0	0	0
8:10:00	0,74	0,91	0,96	0,92	13:10:00	0	0	0	0
8:15:00	0,77	0,92	0,96	0,93	13:15:00	1	1	1	1
8:20:00	0,8	0,93	0,96	0,93	13:20:00	0,95	0,95	0,98	0,96
8:25:00	0,89	0,91	0,97	0,94	13:25:00	0,96	0,94	0,98	0,96
8:30:00	0,9	0,97	0,96	0,96	13:30:00	0,98	0,92	0,98	0,95
8:35:00	0,9	0,96	0,97	0,96	13:35:00	0,98	0,93	0,98	0,96
8:40:00	0,87	0,92	0,97	0,94	13:40:00	0,98	0,91	0,98	0,95
8:45:00	0,84	0,91	0,97	0,93	13:45:00	0,98	0,92	0,98	0,96
8:50:00	0,85	0,93	0,97	0,94	13:50:00	0,97	0,92	0,97	0,95
8:55:00	0,9	0,93	0,97	0,95	13:55:00	0,95	0,91	0,98	0,94
9:00:00	0,93	0,96	0,97	0,96	14:00:00	0,96	0,92	0,97	0,95
9:05:00	0,96	0,97	0,97	0,97	14:05:00	0,98	0,94	0,98	0,96
9:10:00	0,98	0,97	0,97	0,97	14:10:00	0,96	0,95	0,98	0,96
9:15:00	0,98	0,96	0,97	0,97	14:15:00	0,97	0,93	0,98	0,96
9:20:00	0,97	0,96	0,97	0,97	14:20:00	0,98	0,93	0,98	0,96
9:25:00	0,95	0,96	0,97	0,96	14:25:00	0,98	0,94	0,98	0,96
9:30:00	0,94	0,96	0,97	0,96	14:30:00	0,96	0,93	0,98	0,95
9:35:00	0,97	0,96	0,97	0,97	14:35:00	0,96	0,93	0,98	0,95
9:40:00	0,97	0,96	0,97	0,97	14:40:00	0,98	0,93	0,97	0,95
9:45:00	0,96	0,96	0,97	0,96	14:45:00	0,98	0,95	0,97	0,96
9:50:00	0,97	0,95	0,97	0,96	14:50:00	0,97	0,94	0,97	0,96
9:55:00	0,96	0,95	0,97	0,96	14:55:00	0,98	0,92	0,97	0,95
10:00:00	0,96	0,95	0,97	0,96	15:00:00	0,98	0,93	0,97	0,95
10:05:00	0,93	0,95	0,97	0,96	15:05:00	0,97	0,92	0,96	0,95
10:10:00	0,93	0,95	0,97	0,96	15:10:00	0,95	0,92	0,97	0,94
10:15:00	0,96	0,95	0,97	0,96	15:15:00	0,96	0,92	0,96	0,94
10:20:00	0,96	0,96	0,97	0,97	15:20:00	0,99	0,93	0,97	0,96
10:25:00	0,96	0,96	0,97	0,96	15:25:00	0,99	0,95	0,97	0,97
10:30:00	0,97	0,95	0,97	0,96	15:30:00	0,99	0,95	0,96	0,96
10:35:00	0,98	0,97	0,97	0,97	15:35:00	0,99	0,94	0,96	0,96
10:40:00	0,98	0,97	0,97	0,97	15:40:00	0,99	0,95	0,97	0,96
10:45:00	0,94	0,95	0,97	0,96	15:45:00	0,97	0,96	0,97	0,96
10:50:00	0,93	0,94	0,97	0,95	15:50:00	0,96	0,95	0,96	0,96
10:55:00	0,94	0,95	0,98	0,96	15:55:00	0,97	0,96	0,95	0,96
11:00:00	0,93	0,95	0,98	0,96	16:00:00	0,97	0,96	0,95	0,97
11:05:00	0,93	0,95	0,98	0,96	16:05:00	0,98	0,97	0,96	0,97
11:10:00	0,95	0,95	0,98	0,96	16:10:00	0,97	0,96	0,98	0,97
11:15:00	0,93	0,95	0,98	0,96	16:15:00	0,96	0,96	0,99	0,96
11:20:00	0,95	0,95	0,98	0,96	16:20:00	0,97	0,96	0,99	0,97
11:25:00	0,92	0,94	0,98	0,95	16:25:00	0,95	0,96	0,98	0,96
11:30:00	0,94	0,94	0,98	0,95	16:30:00	0,93	0,96	0,98	0,95
11:35:00	0,96	0,95	0,98	0,96	16:35:00	0,91	0,96	0,98	0,94
11:40:00	0,98	0,96	0,98	0,97	16:40:00	0,94	0,96	0,98	0,96
11:45:00	0,97	0,95	0,98	0,97	16:45:00	0,95	0,97	0,97	0,96
11:50:00	0,97	0,95	0,98	0,96	16:50:00	0,96	0,97	0,97	0,97
11:55:00	0,97	0,95	0,98	0,96	16:55:00	0,95	0,96	0,94	0,96
12:00:00	0,97	0,95	0,98	0,96	17:00:00	0,93	0,97	0,94	0,95
12:05:00	0,95	0,95	0,98	0,96	17:05:00	0,83	0,97	0	0,93
12:10:00	0,94	0,94	0,98	0,95	17:10:00	0,67	0,96	0	0,86
12:15:00	0,93	0,95	0,97	0,95	17:15:00	0,63	0,97	0	0,85
12:20:00	0,95	0,93	0,97	0,94	17:20:00	0,65	0,96	0	0,84

Tabla B 16. Frecuencia del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)	Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)
7:39:15	60,1	12:25:00	60
7:40:00	60	12:30:00	60
7:45:00	60	12:35:00	68,5
7:50:00	60	12:40:00	0
7:55:00	60	12:50:00	0
8:00:00	60	12:55:00	0
8:05:00	60	13:00:00	0
8:10:00	60	13:10:00	0
8:15:00	60	13:15:00	83
8:20:00	60,1	13:20:00	60
8:25:00	60	13:25:00	60
8:30:00	60	13:30:00	60,1
8:35:00	60	13:35:00	60
8:40:00	60	13:40:00	60
8:45:00	60	13:45:00	60
8:50:00	60	13:50:00	60
8:55:00	60,1	13:55:00	60
9:00:00	60	14:00:00	60
9:05:00	60	14:05:00	60
9:10:00	60	14:10:00	60
9:15:00	60	14:15:00	60
9:20:00	60	14:20:00	60
9:25:00	60,1	14:25:00	60,1
9:30:00	60	14:30:00	60
9:35:00	60	14:35:00	60
9:40:00	60	14:40:00	60
9:45:00	60	14:45:00	60
9:50:00	60,1	14:50:00	60
9:55:00	60	14:55:00	60
10:00:00	60	15:00:00	60
10:05:00	60	15:05:00	60
10:10:00	60	15:10:00	60
10:15:00	60	15:15:00	60
10:20:00	60	15:20:00	60
10:25:00	60	15:25:00	60
10:30:00	60	15:30:00	60
10:35:00	60	15:35:00	60
10:40:00	60	15:40:00	60
10:45:00	60	15:45:00	60
10:50:00	60	15:50:00	60
10:55:00	60	15:55:00	60
11:00:00	60	16:00:00	60,1
11:05:00	60	16:05:00	60
11:10:00	60	16:10:00	60
11:15:00	60,2	16:15:00	60
11:20:00	60,1	16:20:00	60
11:25:00	60	16:25:00	60
11:30:00	60	16:30:00	60
11:35:00	60	16:35:00	60
11:40:00	60	16:40:00	60
11:45:00	60	16:45:00	60
11:50:00	60	16:50:00	60
11:55:00	60	16:55:00	60
12:00:00	60,1	17:00:00	60
12:05:00	60,2	17:05:00	60
12:10:00	60	17:10:00	60
12:15:00	59,9	17:15:00	60,1
12:20:00	60	17:20:00	60

Tabla B 17. Energía activa y reactiva del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)	Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)
7:39:15	0,06	0,02	0,00	12:25:00	32,24	5,94	0,00
7:40:00	0,30	0,09	0,00	12:30:00	32,69	6,03	0,00
7:45:00	0,57	0,17	0,00	12:35:00	33,07	6,10	0,00
7:50:00	0,92	0,27	0,00	12:40:00	33,07	6,10	0,00
7:55:00	1,33	0,38	0,00	12:50:00	33,07	6,10	0,00
8:00:00	1,76	0,51	0,00	12:55:00	33,07	6,10	0,00
8:05:00	2,21	0,66	0,00	13:00:00	33,07	6,10	0,00
8:10:00	2,65	0,81	0,00	13:10:00	33,07	6,10	0,00
8:15:00	3,09	0,95	0,00	13:15:00	33,42	6,19	0,00
8:20:00	3,50	1,06	0,00	13:20:00	33,92	6,31	0,00
8:25:00	3,92	1,17	0,00	13:25:00	34,37	6,42	0,00
8:30:00	4,42	1,27	0,00	13:30:00	34,80	6,52	0,00
8:35:00	4,88	1,37	0,00	13:35:00	35,24	6,62	0,00
8:40:00	5,29	1,46	0,00	13:40:00	35,70	6,71	0,00
8:45:00	5,70	1,57	0,00	13:45:00	36,15	6,79	0,00
8:50:00	6,12	1,68	0,00	13:50:00	36,64	6,89	0,00
8:55:00	6,52	1,77	0,00	13:55:00	37,05	6,97	0,00
9:00:00	7,00	1,86	0,00	14:00:00	37,45	7,04	0,00
9:05:00	7,52	1,93	0,00	14:05:00	37,88	7,11	0,00
9:10:00	8,06	2,02	0,00	14:10:00	38,30	7,18	0,00
9:15:00	8,62	2,09	0,00	14:15:00	38,71	7,25	0,00
9:20:00	9,16	2,17	0,00	14:20:00	39,16	7,31	0,00
9:25:00	9,71	2,27	0,00	14:25:00	39,63	7,39	0,00
9:30:00	10,28	2,37	0,00	14:30:00	40,10	7,48	0,00
9:35:00	10,84	2,45	0,00	14:35:00	40,62	7,57	0,00
9:40:00	11,45	2,54	0,00	14:40:00	41,10	7,64	0,00
9:45:00	12,07	2,65	0,00	14:45:00	41,66	7,71	0,00
9:50:00	12,71	2,77	0,00	14:50:00	42,17	7,82	0,00
9:55:00	13,35	2,89	0,00	14:55:00	42,66	7,92	0,00
10:00:00	13,98	3,02	0,00	15:00:00	43,18	8,04	0,00
10:05:00	14,62	3,16	0,00	15:05:00	43,71	8,17	0,00
10:10:00	15,27	3,29	0,00	15:10:00	44,21	8,31	0,00
10:15:00	15,84	3,38	0,00	15:15:00	44,72	8,44	0,00
10:20:00	16,37	3,46	0,00	15:20:00	45,23	8,52	0,00
10:25:00	16,90	3,53	0,00	15:25:00	45,82	8,61	0,00
10:30:00	17,46	3,60	0,00	15:30:00	46,36	8,67	0,00
10:35:00	18,11	3,67	0,00	15:35:00	46,88	8,74	0,00
10:40:00	18,77	3,75	0,00	15:40:00	47,39	8,81	0,00
10:45:00	19,41	3,85	0,00	15:45:00	47,93	8,91	0,00
10:50:00	19,97	3,95	0,00	15:50:00	48,43	9,01	0,00
10:55:00	20,56	4,03	0,00	15:55:00	48,90	9,11	0,00
11:00:00	21,14	4,11	0,00	16:00:00	49,34	9,18	0,00
11:05:00	21,74	4,18	0,00	16:05:00	49,76	9,25	0,00
11:10:00	22,36	4,26	0,00	16:10:00	50,15	9,32	0,00
11:15:00	22,96	4,35	0,00	16:15:00	50,55	9,39	0,00
11:20:00	23,57	4,45	0,00	16:20:00	50,97	9,48	0,00
11:25:00	24,21	4,57	0,00	16:25:00	51,40	9,57	0,00
11:30:00	24,90	4,71	0,00	16:30:00	51,79	9,67	0,00
11:35:00	25,67	4,85	0,00	16:35:00	52,16	9,77	0,00
11:40:00	26,44	4,97	0,00	16:40:00	52,52	9,86	0,00
11:45:00	27,16	5,09	0,00	16:45:00	52,86	9,94	0,00
11:50:00	27,87	5,20	0,00	16:50:00	53,19	10,01	0,00
11:55:00	28,58	5,30	0,00	16:55:00	53,49	10,08	0,00
12:00:00	29,31	5,41	0,00	17:00:00	53,79	10,15	0,00
12:05:00	30,02	5,52	0,00	17:05:00	54,04	10,23	0,00
12:10:00	30,72	5,64	0,00	17:10:00	54,22	10,29	0,00

Tabla B 18. THD % del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)	Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)
7:39:15	4,1	3,6	4,5	13	26,8	23,8	12:25:00	4,9	4,5	5,1	7	37,6	13,4
7:40:00	3,9	3,9	4,4	12,6	31,4	24,3	12:30:00	4,8	4,3	5,3	5,7	25,4	13,8
7:45:00	4,1	3,8	4,7	13,3	27,6	19	12:35:00	4,9	4,4	5,3	5,6	26,1	13,4
7:50:00	4,1	4,1	4,6	13,7	33,4	20,7	12:40:00	0	0	0	0	0	0
7:55:00	4,1	3,7	4,7	16,9	33,6	17,7	12:50:00	0	0	0	0	0	0
8:00:00	4,3	3,9	5,2	17,3	31,2	16,2	12:55:00	0	0	0	0	0	0
8:05:00	4,4	3,8	5,1	13,6	28,4	16,4	13:00:00	0	0	0	0	0	0
8:10:00	4,5	4	5,1	12,6	26,9	16,5	13:10:00	0	0	0	0	0	0
8:15:00	4,4	4	4,9	16,5	24,4	16,6	13:15:00	0	0	0	0	0	0
8:20:00	4,7	4	5,1	10,8	24,1	16,4	13:20:00	3,9	3,6	4,4	7,5	22,4	19,8
8:25:00	4,7	4	5,3	10,1	30,4	16,6	13:25:00	4	3,8	4,6	7,4	15,2	18
8:30:00	4,6	3,9	5,1	16,1	32,2	16,5	13:30:00	4,2	4	4,6	7,6	27,1	20
8:35:00	4,5	3,9	5,2	13,6	16,5	16,6	13:35:00	4,1	3,7	4,6	6,8	25,1	18,3
8:40:00	4,6	4,1	5,3	15,2	37,3	16,6	13:40:00	4	3,9	4,5	6,7	35,1	17,9
8:45:00	4,8	3,9	5,3	9,7	39,6	16,6	13:45:00	4	4	4,5	5,8	34,5	18,1
8:50:00	4,6	4	5,3	10,4	31,2	16,2	13:50:00	4,1	3,9	4,8	9,5	35,2	17,9
8:55:00	4,5	4	5,3	13,3	30,1	16,5	13:55:00	3,9	3,7	4,7	4,6	42,2	17,5
9:00:00	4,4	4	5,5	13,7	37,8	16,4	14:00:00	3,9	3,7	4,6	5,3	44,1	17,5
9:05:00	4,6	4,1	5,3	10,9	13,1	17,6	14:05:00	4,1	3,9	4,6	11,9	32,5	17,2
9:10:00	4,6	4,2	5,2	9,1	14	16,8	14:10:00	4	4	4,8	6,7	33,2	17,1
9:15:00	4,8	4,2	5,4	10	24,3	16,1	14:15:00	4,2	4,1	4,8	7	26,5	16,9
9:20:00	4,8	4,1	5,3	8	28,2	16,4	14:20:00	4,2	4	4,8	6,6	34,8	17,1
9:25:00	4,9	4	5,4	8,4	28,3	16,3	14:25:00	4,1	4,3	4,7	7,4	23,1	17,1
9:30:00	4,8	4,4	5,2	8,6	24,3	16,1	14:30:00	4,2	3,8	4,7	5,3	33,2	16,9
9:35:00	5	4,3	5,5	12,1	27,8	15,4	14:35:00	4,3	4,1	4,9	6,8	35,8	17,1
9:40:00	5	4,5	5,5	11,3	28,1	15,9	14:40:00	4,4	4,2	5	7,9	32,8	17
9:45:00	5	4,5	5,5	10,2	18,1	15,5	14:45:00	4,2	4,2	4,9	12,6	24,8	17,3
9:50:00	5,1	4,6	5,5	15,2	17,5	15,9	14:50:00	4,3	4,2	4,9	6,6	34,4	13,6
9:55:00	5	4,6	5,7	9,5	24,2	15,7	14:55:00	4,3	4,2	4,7	8	23,9	14,2
10:00:00	5,2	4,8	5,7	9,8	24,7	15,8	15:00:00	4,3	4,2	4,7	6,6	36,2	14,2
10:05:00	5,2	4,8	5,7	9	23,1	15,7	15:05:00	4,2	4,1	4,7	9,7	28,4	14,3
10:10:00	5,1	4,8	5,6	7,2	16,8	16	15:10:00	4,2	4,1	4,6	8,1	29,6	14,6
10:15:00	5,1	4,8	5,5	7,4	16,4	15,9	15:15:00	4,1	4,1	4,5	5,9	28,5	14,9
10:20:00	5,2	4,7	5,4	7,8	27,2	17,7	15:20:00	4,1	4,1	4,7	8,9	33,6	14,6
10:25:00	5,1	4,8	5,5	10,5	25,3	18	15:25:00	4,3	4,2	4,6	5,8	35,7	14,7
10:30:00	5	4,7	5,3	12,6	31,4	17,8	15:30:00	4,3	4,5	4,6	8,4	30,7	15,7
10:35:00	5,2	4,6	5,3	9,3	25,2	18,2	15:35:00	4,3	4,2	4,7	8,4	33,2	14,6
10:40:00	5,2	4,5	5,3	9,7	25,5	18,2	15:40:00	4,2	4,2	4,5	6,2	21,8	14,9
10:45:00	5,4	4,9	5,5	8,7	23,2	18,1	15:45:00	4	4	4,6	7,3	20,2	14,6
10:50:00	5,4	4,9	5,6	7,1	27,4	16,8	15:50:00	4,2	4	4,6	6,6	17,4	14,6
10:55:00	5,3	4,5	5,8	7,5	33	17,3	15:55:00	3,9	4,1	4,5	7,9	16,9	14,3
11:00:00	5,4	4,7	5,6	12	29,5	17	16:00:00	4	3,9	4,4	10,8	25,5	10,6
11:05:00	5,6	4,5	5,6	13,4	31,3	16,5	16:05:00	4,1	3,9	4,3	6	23,7	10,9
11:10:00	5,4	4,7	5,7	14	34	16,5	16:10:00	4,1	4,1	4,4	7,4	24,2	15
11:15:00	5,6	4,6	5,8	17,1	30,7	16,1	16:15:00	4	3,7	4,3	7,2	23,2	15
11:20:00	5,2	4,6	5,6	10,3	19,8	16,4	16:20:00	4	3,9	4,3	8,5	22,8	14,7
11:25:00	5,4	4,7	5,7	12,2	21,2	14,1	16:25:00	3,9	3,8	4,3	13,5	21,3	17,2
11:30:00	5,2	4,5	5,6	7,7	22,3	14,2	16:30:00	3,9	3,9	4,3	6	23,3	17,7
11:35:00	5,2	4,6	5,5	7,9	25,8	14,3	16:35:00	3,7	3,8	4,2	8,3	21,9	17,7
11:40:00	5,3	4,4	5,5	6,8	23,8	14,4	16:40:00	4,1	3,8	4,3	9,6	17	17,7
11:45:00	5,1	4,6	5,4	7,2	23,5	14,6	16:45:00	3,9	3,9	4,5	9,6	17,4	17,7
11:50:00	5,2	4,7	5,4	7,7	29,6	14,8	16:50:00	3,5	3,7	4,3	17,1	19,8	17,8
11:55:00	5,2	4,6	5,4	10,3	30	14,6	16:55:00	3,8	3,6	4,2	19,7	20,2	21,6
12:00:00	5	4,6	5,2	9,3	29,5	15,1	17:00:00	3,5	3,8	4	10,7	17,9	22

Tabla B 19. RMS armónicos del edificio T10 tablero 1

Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)	Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
7:39:15	120	120	119	5,63	7,07	12,45	12:25:00	116	117	118	13,19	20,47	12,28
7:40:00	120	119	119	5,53	6,31	12,46	12:30:00	115	117	118	17,54	30,65	12,31
7:45:00	119	120	118	5,55	8,94	14,62	12:35:00	117	119	119	16,29	29,13	12,34
7:50:00	119	121	118	5,50	7,58	16,52	12:40:00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
7:55:00	118	120	119	6,35	10,59	25,14	12:50:00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
8:00:00	118	120	118	6,14	12,58	28,43	12:55:00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
8:05:00	118	120	117	9,00	12,79	28,48	13:00:00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
8:10:00	118	119	117	8,52	12,60	28,04	13:10:00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
8:15:00	118	118	116	6,28	14,09	28,08	13:15:00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
8:20:00	119	120	118	5,85	13,68	28,37	13:20:00	120	122	121	18,84	15,81	12,10
8:25:00	119	120	117	7,95	10,08	27,37	13:25:00	117	118	119	18,86	24,96	9,00
8:30:00	118	119	117	6,89	8,53	27,64	13:30:00	119	120	120	18,59	16,65	10,68
8:35:00	118	119	117	6,62	18,94	27,10	13:35:00	119	120	120	18,18	18,30	9,18
8:40:00	117	119	117	6,48	7,27	27,04	13:40:00	118	120	120	17,99	16,59	11,26
8:45:00	116	119	118	8,56	7,04	27,12	13:45:00	119	120	119	20,41	15,87	11,29
8:50:00	117	119	117	8,55	8,49	27,26	13:50:00	120	120	119	14,05	15,60	11,26
8:55:00	116	118	116	6,32	8,47	27,30	13:55:00	117	119	119	21,95	14,43	11,22
9:00:00	117	119	116	6,28	7,37	27,27	14:00:00	117	119	118	18,40	12,62	11,18
9:05:00	117	119	117	7,12	25,28	26,03	14:05:00	117	118	118	8,86	17,65	11,11
9:10:00	117	119	117	15,00	24,56	24,75	14:10:00	117	119	117	14,05	17,13	11,16
9:15:00	117	120	118	15,15	14,57	25,22	14:15:00	118	117	117	14,18	20,46	11,06
9:20:00	116	118	117	20,37	13,34	24,87	14:20:00	117	118	117	14,11	17,77	11,11
9:25:00	116	119	117	18,83	13,09	24,89	14:25:00	118	119	118	12,50	25,70	11,11
9:30:00	116	120	118	16,92	14,44	26,85	14:30:00	118	119	118	19,95	17,56	11,16
9:35:00	117	119	118	11,47	12,93	27,97	14:35:00	117	119	118	20,10	21,80	11,17
9:40:00	117	118	118	12,58	16,22	26,57	14:40:00	118	119	119	16,78	28,94	11,14
9:45:00	117	118	117	14,47	24,15	26,95	14:45:00	118	119	118	11,54	29,64	11,16
9:50:00	117	117	117	10,26	23,78	26,67	14:50:00	118	119	118	20,57	21,25	12,85
9:55:00	117	118	118	15,08	27,62	26,81	14:55:00	119	118	118	16,99	31,39	12,66
10:00:00	117	118	117	11,16	24,98	26,75	15:00:00	118	118	118	20,90	19,61	12,64
10:05:00	116	118	118	13,62	25,61	26,57	15:05:00	118	118	118	14,00	24,96	12,50
10:10:00	117	117	118	16,76	35,45	26,76	15:10:00	118	119	119	14,93	21,92	12,56
10:15:00	117	117	117	17,18	33,51	26,55	15:15:00	118	119	119	20,08	22,02	12,52
10:20:00	117	117	118	14,82	21,06	18,43	15:20:00	119	119	119	14,51	21,71	12,38
10:25:00	116	117	117	15,31	22,65	18,02	15:25:00	118	119	119	22,07	21,99	12,48
10:30:00	117	117	117	11,60	21,94	18,26	15:30:00	118	119	118	16,52	24,81	13,79
10:35:00	117	117	118	15,53	28,20	18,31	15:35:00	118	118	119	15,47	23,41	12,42
10:40:00	117	117	118	17,53	27,74	18,29	15:40:00	119	118	120	19,36	31,89	12,45
10:45:00	117	116	118	19,79	39,10	18,19	15:45:00	119	118	119	17,13	33,49	12,31
10:50:00	117	117	118	18,33	33,89	19,67	15:50:00	118	118	118	18,83	31,47	12,41
10:55:00	116	118	117	18,42	22,74	25,20	15:55:00	119	119	119	14,86	32,63	10,44
11:00:00	116	118	118	12,89	23,48	24,12	16:00:00	119	119	119	11,51	19,16	7,78
11:05:00	117	118	118	11,54	24,28	23,86	16:05:00	119	120	119	20,58	19,63	7,80
11:10:00	117	118	118	10,67	22,99	23,78	16:10:00	120	119	120	17,10	19,63	6,48
11:15:00	117	117	118	11,25	24,83	23,89	16:15:00	120	118	119	17,00	20,27	6,50
11:20:00	117	118	118	12,54	35,43	23,78	16:20:00	119	119	120	14,48	20,93	6,40
11:25:00	116	118	117	11,80	33,98	26,60	16:25:00	120	119	120	9,17	22,21	5,06
11:30:00	117	117	117	15,82	34,34	26,43	16:30:00	119	119	120	18,76	21,64	5,14
11:35:00	117	118	118	16,17	30,99	26,41	16:35:00	119	119	120	15,16	22,50	5,09
11:40:00	117	118	118	21,83	33,76	26,44	16:40:00	120	119	120	13,17	21,01	5,14
11:45:00	117	119	119	22,30	30,08	26,41	16:45:00	119	119	120	13,04	18,66	5,13
11:50:00	117	119	119	19,93	25,89	26,13	16:50:00	120	120	119	7,80	17,23	5,12
11:55:00	118	119	119	19,24	26,05	26,25	16:55:00	121	119	120	7,17	17,11	3,33
12:00:00	119	120	119	19,32	29,90	26,12	17:00:00	120	120	120	12,52	18,50	3,44

Tabla B 20. Voltaje línea a neutro del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
17:33:14	120	119	118	119
17:40:00	118	118	117	117
17:50:00	118	117	117	117
18:00:00	119	118	118	118
18:10:00	119	118	118	118
18:20:00	120	119	119	119
18:30:00	120	119	119	119
18:40:00	120	119	120	119
18:50:00	121	120	120	120
19:00:00	121	120	121	120
19:10:00	121	120	121	120
19:20:00	121	120	121	120
19:30:00	121	120	121	120
19:40:00	121	121	121	121
19:50:00	122	121	122	121
20:00:00	122	121	122	121
20:10:00	122	121	122	121
20:20:00	122	121	122	121
20:30:00	121	121	121	121
20:40:00	121	121	121	121
20:50:00	122	121	121	121
21:00:00	122	121	122	121
21:10:00	121	121	122	121
21:20:00	122	121	122	121
21:30:00	122	122	122	122
21:40:00	122	121	122	121
21:50:00	122	121	122	121
22:00:00	121	120	121	120
22:10:00	121	121	121	121
22:20:00	122	121	121	121
22:30:00	122	121	122	121
22:40:00	123	121	122	122
22:50:00	123	121	122	122
23:00:00	122	122	121	121
23:10:00	122	121	121	121
23:20:00	122	122	121	121
23:30:00	123	122	122	122
23:40:00	123	122	122	122
23:50:00	123	122	123	122
0:00:00	123	121	122	122
0:10:00	123	121	123	122
0:20:00	123	122	123	122
0:30:00	123	122	122	122
0:40:00	123	122	122	122
0:50:00	123	121	121	121
1:00:00	121	121	120	120
1:10:00	121	121	121	121
1:20:00	121	121	121	121
1:30:00	121	121	121	121
1:40:00	122	121	121	121
1:50:00	122	121	121	121
2:00:00	122	121	121	121
2:10:00	122	122	121	121
2:20:00	122	122	122	122
2:30:00	122	122	121	121
2:40:00	122	122	121	121
2:50:00	122	122	121	121
3:00:00	122	122	121	121

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
3:10:00	122	122	122	122
3:20:00	122	122	122	122
3:30:00	123	122	122	122
3:40:00	122	122	121	121
3:50:00	122	121	121	121
4:00:00	122	122	121	121
4:10:00	122	121	121	121
4:20:00	122	121	121	121
4:30:00	122	121	121	121
4:40:00	121	120	121	120
4:50:00	121	121	121	121
5:00:00	121	120	120	120
5:10:00	121	120	120	120
5:20:00	120	120	120	120
5:30:00	120	120	119	119
5:40:00	121	120	119	120
5:50:00	120	119	118	119
6:00:00	120	120	119	119
6:10:00	121	120	119	120
6:20:00	121	121	120	120

Tabla B 21. Corriente del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)
17:33:14	4.169	3.031	0	2.4
17:40:00	4.927	3.258	0	2.728
17:50:00	5.837	5.531	0	3.789
18:00:00	3.942	5.38	0	3.107
18:10:00	3.942	5.076	0	3.006
18:20:00	4.927	3.788	3.713	4.142
18:30:00	5.913	5.683	3.713	5.103
18:40:00	4.018	4.925	3.637	4.193
18:50:00	4.018	4.773	3.637	4.142
19:00:00	4.927	3.106	3.713	3.915
19:10:00	5.913	5.531	3.713	5.052
19:20:00	4.018	4.849	3.713	4.193
19:30:00	4.018	5.91	3.485	4.471
19:40:00	4.927	3.713	0	2.88
19:50:00	5.913	3.94	0	3.284
20:00:00	4.018	3.409	0	2.475
20:10:00	4.018	4.395	0	2.804
20:20:00	4.927	5.38	0	3.435
20:30:00	5.913	5.228	0	3.713
20:40:00	4.018	4.47	0	2.829
20:50:00	4.018	5.38	0	3.132
21:00:00	4.776	5.91	0	3.562
21:10:00	6.14	5.001	0	3.713
21:20:00	4.018	4.47	0	2.829
21:30:00	4.018	3.106	0	2.374
21:40:00	4.548	4.091	0	2.879
21:50:00	6.292	3.258	0	3.183
22:00:00	3.942	4.395	3.182	3.839
22:10:00	3.942	5.228	3.864	4.344
22:20:00	4.321	6.744	3.789	4.951
22:30:00	6.519	6.213	3.789	5.507
22:40:00	4.018	5.455	3.789	4.42
22:50:00	4.018	4.849	3.713	4.193
23:00:00	4.018	3.409	3.713	3.713
23:10:00	6.519	3.94	3.713	4.724
23:20:00	4.245	3.182	2.576	3.334
23:30:00	4.018	4.167	0	2.728
23:40:00	4.018	3.106	0	2.374
23:50:00	6.519	4.167	0	3.562
00:00:00	4.321	7.35	0	3.89
00:10:00	4.018	7.956	0	3.991
00:20:00	4.018	6.213	0	3.41
00:30:00	6.444	4.091	0	3.511
00:40:00	4.472	3.485	0	2.652
00:50:00	3.942	3.788	0	2.576
01:00:00	3.942	3.561	0	2.501
01:10:00	6.064	3.561	0	3.208
01:20:00	4.7	4.395	0	3.031
01:30:00	4.397	5.38	0	3.259
01:40:00	0	5.758	0	1.919
01:50:00	5.231	6.744	3.864	5.279
02:00:00	5.003	5.001	3.789	4.597
02:10:00	4.093	5.152	3.713	4.319
02:20:00	4.093	3.409	3.713	3.738
02:30:00	5.761	3.788	3.713	4.42
02:40:00	5.231	3.334	3.713	4.092
02:50:00	4.018	3.864	3.713	3.865
03:00:00	4.018	5.001	2.728	3.915

Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)
03:10:00	5.458	5.986	0	3.814
03:20:00	5.534	4.925	0	3.486
03:30:00	4.018	4.849	0	2.955
03:40:00	4.018	3.864	0	2.627
03:50:00	5.003	5.986	0	3.663
04:00:00	5.837	4.773	0	3.536
04:10:00	4.018	4.243	0	2.753
04:20:00	4.018	3.258	0	2.425
04:30:00	4.776	4.167	0	2.981
04:40:00	6.064	5.38	0	3.814
04:50:00	3.942	5.683	0	3.208
05:00:00	3.942	5.607	0	3.183
05:10:00	4.397	5.304	0	3.233
05:20:00	6.292	3.258	0	3.183
05:30:00	3.942	4.47	3.713	4.041
05:40:00	3.942	6.062	3.637	4.547
05:50:00	4.018	5.91	3.561	4.496
06:00:00	6.444	4.47	3.561	4.825
06:10:00	4.169	5.152	3.561	4.294
06:20:00	3.942	4.091	3.637	3.89

Tabla B 22. Potencia Activa del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)	Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)
17:33:14	330	343	0	673	03:10:00	399	635	0	1034
17:40:00	382	343	0	725	03:20:00	417	514	0	931
17:50:00	434	583	0	1017	03:30:00	312	532	0	844
18:00:00	312	549	0	861	03:40:00	295	411	0	706
18:10:00	312	532	0	844	03:50:00	382	652	0	1034
18:20:00	382	411	310	1103	04:00:00	434	514	0	948
18:30:00	434	617	292	1343	04:10:00	295	463	0	758
18:40:00	312	532	292	1136	04:20:00	295	343	0	638
18:50:00	312	514	292	1118	04:30:00	364	463	0	827
19:00:00	382	326	292	1000	04:40:00	451	566	0	1017
19:10:00	434	600	275	1309	04:50:00	295	600	0	895
19:20:00	312	497	275	1084	05:00:00	295	600	0	895
19:30:00	312	635	275	1222	05:10:00	330	600	0	930
19:40:00	382	394	0	776	05:20:00	451	343	0	794
19:50:00	434	446	0	880	05:30:00	295	514	310	1119
20:00:00	295	360	0	655	05:40:00	295	652	292	1239
20:10:00	295	480	0	775	05:50:00	295	635	275	1205
20:20:00	364	583	0	947	06:00:00	469	480	275	1224
20:30:00	434	566	0	1000	06:10:00	312	549	275	1136
20:40:00	295	480	0	775	06:20:00	295	411	275	981
20:50:00	295	566	0	861					
21:00:00	364	635	0	999					
21:10:00	451	514	0	965					
21:20:00	295	497	0	792					
21:30:00	295	326	0	621					
21:40:00	347	463	0	810					
21:50:00	451	343	0	794					
22:00:00	295	480	275	1050					
22:10:00	295	549	310	1154					
22:20:00	330	703	310	1343					
22:30:00	469	635	292	1396					
22:40:00	295	566	292	1153					
22:50:00	295	514	292	1101					
23:00:00	295	360	275	930					
23:10:00	469	446	275	1190					
23:20:00	312	343	189	844					
23:30:00	295	463	0	758					
23:40:00	295	326	0	621					
23:50:00	469	463	0	932					
00:00:00	312	738	0	1050					
00:10:00	295	806	0	1101					
00:20:00	295	617	0	912					
00:30:00	469	446	0	915					
00:40:00	330	377	0	707					
00:50:00	295	411	0	706					
01:00:00	295	394	0	689					
01:10:00	451	394	0	845					
01:20:00	382	480	0	862					
01:30:00	521	566	0	1087					
01:40:00	0	600	0	600					
01:50:00	399	720	310	1429					
02:00:00	382	532	310	1224					
02:10:00	312	549	292	1153					
02:20:00	312	377	292	981					
02:30:00	434	411	292	1137					
02:40:00	399	360	275	1034					
02:50:00	312	429	275	1016					
03:00:00	312	532	206	1050					

Tabla B 23. Potencia reactiva inductiva del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
17:33:14	382	17	0	399
17:40:00	451	120	0	571
17:50:00	538	257	0	795
18:00:00	347	257	0	604
18:10:00	347	223	0	570
18:20:00	451	85	327	863
18:30:00	556	257	327	1140
18:40:00	364	223	327	914
18:50:00	364	154	327	845
19:00:00	469	34	344	847
19:10:00	573	240	344	1157
19:20:00	382	274	344	1000
19:30:00	382	308	327	1017
19:40:00	469	102	0	571
19:50:00	573	68	0	641
20:00:00	382	51	0	433
20:10:00	382	120	0	502
20:20:00	469	257	0	726
20:30:00	573	257	0	830
20:40:00	382	137	0	519
20:50:00	382	291	0	673
21:00:00	451	326	0	777
21:10:00	590	274	0	864
21:20:00	382	137	0	519
21:30:00	382	34	0	416
21:40:00	434	85	0	519
21:50:00	625	51	0	676
22:00:00	382	120	275	777
22:10:00	382	240	344	966
22:20:00	417	394	344	1155
22:30:00	642	377	344	1363
22:40:00	399	308	344	1051
22:50:00	399	223	344	966
23:00:00	382	51	344	777
23:10:00	642	85	344	1071
23:20:00	417	51	241	709
23:30:00	399	85	0	484
23:40:00	399	34	0	433
23:50:00	642	85	0	727
00:00:00	434	480	0	914
00:10:00	399	514	0	913
00:20:00	399	411	0	810
00:30:00	642	102	0	744
00:40:00	434	51	0	485
00:50:00	399	68	0	467
01:00:00	382	51	0	433
01:10:00	590	51	0	641
01:20:00	417	137	0	554
01:30:00	156	291	0	447
01:40:00	0	308	0	308
01:50:00	486	360	344	1190
02:00:00	486	240	344	1070
02:10:00	382	240	344	966
02:20:00	382	51	344	777
02:30:00	556	68	344	968
02:40:00	503	51	344	898
02:50:00	382	68	344	794
03:00:00	382	257	258	897

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
03:10:00	521	326	0	847
03:20:00	538	274	0	812
03:30:00	382	171	0	553
03:40:00	382	120	0	502
03:50:00	486	274	0	760
04:00:00	573	240	0	813
04:10:00	382	85	0	467
04:20:00	382	34	0	416
04:30:00	451	85	0	536
04:40:00	590	274	0	864
04:50:00	382	291	0	673
05:00:00	382	274	0	656
05:10:00	417	34	0	451
05:20:00	608	34	0	642
05:30:00	364	85	327	776
05:40:00	364	240	327	931
05:50:00	364	257	310	931
06:00:00	608	171	327	1106
06:10:00	399	188	327	914
06:20:00	382	257	327	966

Tabla B 24. Factor de Potencia del edificio T10 tablero 2

Hor de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III	Hor de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III
17:33:14	0.66	0.96	0	0.79	03:10:00	0.62	0.88	0	0.75
17:40:00	0.66	0.91	0	0.77	03:20:00	0.61	0.86	0	0.73
17:50:00	0.64	0.89	0	0.77	03:30:00	0.63	0.9	0	0.78
18:00:00	0.67	0.88	0	0.79	03:40:00	0.63	0.88	0	0.75
18:10:00	0.67	0.9	0	0.8	03:50:00	0.63	0.89	0	0.77
18:20:00	0.65	0.92	0.72	0.75	04:00:00	0.61	0.88	0	0.73
18:30:00	0.62	0.91	0.69	0.75	04:10:00	0.62	0.93	0	0.78
18:40:00	0.65	0.9	0.68	0.75	04:20:00	0.62	0.89	0	0.74
18:50:00	0.64	0.92	0.67	0.76	04:30:00	0.62	0.92	0	0.76
19:00:00	0.64	0.9	0.65	0.71	04:40:00	0.61	0.87	0	0.73
19:10:00	0.62	0.91	0.64	0.73	04:50:00	0.63	0.87	0	0.78
19:20:00	0.64	0.87	0.64	0.73	05:00:00	0.63	0.89	0	0.79
19:30:00	0.64	0.89	0.65	0.75	05:10:00	0.64	0.96	0	0.81
19:40:00	0.63	0.89	0	0.74	05:20:00	0.61	0.89	0	0.71
19:50:00	0.61	0.94	0	0.74	05:30:00	0.63	0.95	0.71	0.77
20:00:00	0.63	0.9	0	0.76	05:40:00	0.63	0.91	0.69	0.77
20:10:00	0.63	0.92	0	0.78	05:50:00	0.63	0.9	0.68	0.76
20:20:00	0.63	0.9	0	0.77	06:00:00	0.62	0.9	0.67	0.72
20:30:00	0.62	0.89	0	0.75	06:10:00	0.63	0.91	0.67	0.75
20:40:00	0.63	0.91	0	0.78	06:20:00	0.63	0.84	0.65	0.71
20:50:00	0.63	0.87	0	0.77					
21:00:00	0.62	0.88	0	0.77					
21:10:00	0.61	0.85	0	0.72					
21:20:00	0.62	0.92	0	0.78					
21:30:00	0.62	0.88	0	0.73					
21:40:00	0.62	0.93	0	0.77					
21:50:00	0.6	0.9	0	0.71					
22:00:00	0.63	0.92	0.71	0.76					
22:10:00	0.62	0.89	0.68	0.75					
22:20:00	0.62	0.86	0.67	0.74					
22:30:00	0.6	0.85	0.65	0.71					
22:40:00	0.61	0.86	0.65	0.72					
22:50:00	0.61	0.89	0.65	0.73					
23:00:00	0.61	0.9	0.64	0.71					
23:10:00	0.6	0.93	0.64	0.7					
23:20:00	0.61	0.9	0.64	0.71					
23:30:00	0.61	0.93	0	0.77					
23:40:00	0.6	0.88	0	0.73					
23:50:00	0.59	0.93	0	0.72					
00:00:00	0.6	0.83	0	0.74					
00:10:00	0.6	0.84	0	0.76					
00:20:00	0.6	0.83	0	0.74					
00:30:00	0.59	0.92	0	0.72					
00:40:00	0.6	0.9	0	0.73					
00:50:00	0.61	0.91	0	0.76					
01:00:00	0.61	0.93	0	0.76					
01:10:00	0.61	0.92	0	0.72					
01:20:00	0.67	0.91	0	0.79					
01:30:00	0.97	0.87	0	0.91					
01:40:00	0	0.88	0	0.84					
01:50:00	0.64	0.88	0.68	0.75					
02:00:00	0.63	0.87	0.67	0.73					
02:10:00	0.64	0.88	0.66	0.74					
02:20:00	0.64	0.91	0.65	0.73					
02:30:00	0.62	0.92	0.65	0.71					
02:40:00	0.62	0.91	0.64	0.7					
02:50:00	0.64	0.93	0.64	0.73					
03:00:00	0.64	0.87	0.65	0.74					

Tabla B 25. Frecuencia del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)	Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)
17:33:14	60	03:10:00	60
17:40:00	60	03:20:00	60
17:50:00	60	03:30:00	60
18:00:00	60	03:40:00	60
18:10:00	60	03:50:00	60
18:20:00	60	04:00:00	60
18:30:00	60	04:10:00	60
18:40:00	60	04:20:00	60
18:50:00	60	04:30:00	60
19:00:00	60	04:40:00	60
19:10:00	60	04:50:00	60
19:20:00	60	05:00:00	60
19:30:00	60	05:10:00	60
19:40:00	60	05:20:00	60
19:50:00	60	05:30:00	60
20:00:00	60	05:40:00	60
20:10:00	60	05:50:00	60
20:20:00	60	06:00:00	60
20:30:00	60	06:10:00	60
20:40:00	60	06:20:00	60
20:50:00	60		
21:00:00	60		
21:10:00	60		
21:20:00	60		
21:30:00	60		
21:40:00	60		
21:50:00	60		
22:00:00	60		
22:10:00	60		
22:20:00	60		
22:30:00	60		
22:40:00	60		
22:50:00	60		
23:00:00	60		
23:10:00	60		
23:20:00	60		
23:30:00	60		
23:40:00	60		
23:50:00	60		
00:00:00	60		
00:10:00	60		
00:20:00	60		
00:30:00	60		
00:40:00	60		
00:50:00	60		
01:00:00	60		
01:10:00	60		
01:20:00	60		
01:30:00	60		
01:40:00	60		
01:50:00	60		
02:00:00	60		
02:10:00	60		
02:20:00	60		
02:30:00	60		
02:40:00	60		
02:50:00	60		
03:00:00	60		

Tabla B 26. Energía activa y reactiva del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)	Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)
17:33:14	0.08	0.05	0.00	03:10:00	9.75	7.75	0.00
17:40:00	0.21	0.15	0.00	03:20:00	9.91	7.89	0.00
17:50:00	0.40	0.30	0.00	03:30:00	10.05	7.99	0.00
18:00:00	0.54	0.40	0.00	03:40:00	10.17	8.07	0.00
18:10:00	0.69	0.50	0.00	03:50:00	10.35	8.20	0.00
18:20:00	0.87	0.65	0.00	04:00:00	10.51	8.34	0.00
18:30:00	1.10	0.84	0.00	04:10:00	10.64	8.42	0.00
18:40:00	1.30	1.00	0.00	04:20:00	10.75	8.50	0.00
18:50:00	1.49	1.15	0.00	04:30:00	10.89	8.59	0.00
19:00:00	1.66	1.29	0.00	04:40:00	11.06	8.74	0.00
19:10:00	1.88	1.49	0.00	04:50:00	11.21	8.85	0.00
19:20:00	2.07	1.66	0.00	05:00:00	11.36	8.96	0.00
19:30:00	2.27	1.84	0.00	05:10:00	11.52	9.04	0.00
19:40:00	2.40	1.93	0.00	05:20:00	11.68	9.17	0.00
19:50:00	2.55	2.05	0.00	05:30:00	11.87	9.30	0.00
20:00:00	2.67	2.12	0.00	05:40:00	12.08	9.46	0.00
20:10:00	2.80	2.21	0.00	05:50:00	12.29	9.62	0.00
20:20:00	2.96	2.33	0.00	06:00:00	12.49	9.81	0.00
20:30:00	3.13	2.47	0.00	06:10:00	12.69	9.97	0.00
20:40:00	3.27	2.56	0.00	06:20:00	12.86	10.14	0.00
20:50:00	3.41	2.68	0.00				
21:00:00	3.58	2.81	0.00				
21:10:00	3.74	2.96	0.00				
21:20:00	3.88	3.05	0.00				
21:30:00	3.99	3.12	0.00				
21:40:00	4.12	3.21	0.00				
21:50:00	4.26	3.32	0.00				
22:00:00	4.44	3.45	0.00				
22:10:00	4.64	3.62	0.00				
22:20:00	4.86	3.82	0.00				
22:30:00	5.10	4.05	0.00				
22:40:00	5.30	4.23	0.00				
22:50:00	5.49	4.39	0.00				
23:00:00	5.65	4.53	0.00				
23:10:00	5.85	4.71	0.00				
23:20:00	6.00	4.84	0.00				
23:30:00	6.13	4.92	0.00				
23:40:00	6.24	4.99	0.00				
23:50:00	6.40	5.12	0.00				
00:00:00	6.57	5.27	0.00				
00:10:00	6.76	5.43	0.00				
00:20:00	6.92	5.57	0.00				
00:30:00	7.07	5.69	0.00				
00:40:00	7.19	5.78	0.00				
00:50:00	7.31	5.86	0.00				
01:00:00	7.43	5.93	0.00				
01:10:00	7.57	6.05	0.00				
01:20:00	7.72	6.14	0.00				
01:30:00	7.90	6.22	0.00				
01:40:00	8.04	6.30	0.00				
01:50:00	8.28	6.51	0.00				
02:00:00	8.49	6.69	0.00				
02:10:00	8.69	6.86	0.00				
02:20:00	8.85	6.99	0.00				
02:30:00	9.05	7.16	0.00				
02:40:00	9.22	7.31	0.00				
02:50:00	9.40	7.45	0.00				
03:00:00	9.58	7.61	0.00				

Tabla B 27. THD % del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)	Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)
17:33:14	3,3	3,6	3,9	7,6	39,6	19,4	3:10:00	2,9	2,8	2,9	9,3	29,4
17:40:00	3,5	3,7	3,9	9,4	30,8	19,1	3:20:00	3	2,9	2,9	9,1	22,9
17:50:00	2,9	3,4	3,6	7,4	26,2	12,5	3:30:00	3	2,9	2,9	10	30,7
18:00:00	2,9	3,1	3,6	8,5	19,3	19,9	3:40:00	2,9	2,7	3	9,1	51
18:10:00	2,8	3	3,5	8,5	27,1	19,6	3:50:00	2,7	2,8	2,7	9,4	31,1
18:20:00	2,9	3,3	3,4	9,3	31,5	6,6	4:00:00	2,8	2,8	3	7,9	32,2
18:30:00	3	3,3	3,5	8,2	28,5	8,3	4:10:00	2,8	2,9	3	9,2	23,5
18:40:00	3,1	3,4	3,6	9,2	21,5	8,2	4:20:00	2,9	2,8	2,9	8,3	50,5
18:50:00	3	3,3	3,6	9,2	30,4	8,5	4:30:00	2,8	2,9	2,9	10	34,3
19:00:00	3	3,2	3,4	8,5	32,3	9,3	4:40:00	2,9	2,8	3,1	7,4	28,7
19:10:00	3	3,1	3,5	7,4	48,5	8,7	4:50:00	2,9	3	3	10,4	22,7
19:20:00	3,2	3,3	3,5	9,4	27	9,1	5:00:00	2,9	2,8	2,9	9,3	30,1
19:30:00	3	3,2	3,6	8,4	27,7	9,3	5:10:00	2,9	2,8	3	9,5	18,5
19:40:00	3	3,3	3,5	9,5	27,8	33	5:20:00	2,7	2,7	2,8	8,8	51,2
19:50:00	3,1	3,3	3,6	8,4	32,5	20,9	5:30:00	2,8	2,8	2,8	10,2	34
20:00:00	3,2	3,4	3,7	8,5	49,4	20,7	5:40:00	2,9	2,7	2,8	9,6	34,4
20:10:00	3	3,1	3,6	8,6	31,9	21,2	5:50:00	2,9	2,9	3,1	9,7	23,8
20:20:00	3	3,2	3,5	8,7	29,7	21,3	6:00:00	3	2,9	3,1	8,8	32,7
20:30:00	3,1	3,2	3,6	7,5	22,6	21,4	6:10:00	3,4	3	3,2	7,8	34,4
20:40:00	3,2	3,2	3,7	10	30,8	21,6	6:20:00	3,3	3	3,1	9,3	28,8
20:50:00	3	3,2	3,5	8,7	20,2	20,7						
21:00:00	3,2	3,1	3,5	9	27,8	21,8						
21:10:00	2,9	3,1	3,6	7,6	21,9	21,3						
21:20:00	3,1	3,3	3,6	9,1	29,1	21						
21:30:00	3,1	3,2	3,6	9,2	49,9	21,6						
21:40:00	3,2	3,2	3,7	10,2	49,5	20,8						
21:50:00	3,6	3,4	3,9	8	49,3	21,9						
22:00:00	3,2	3,3	3,6	9,1	33,4	22,1						
22:10:00	3,2	3,1	3,3	10,2	30,4	9						
22:20:00	3,2	3,3	3,5	9,2	23,4	9,2						
22:30:00	3,2	3,1	3,5	8,4	20,1	9,7						
22:40:00	3,6	3,4	3,5	8,1	22,2	10						
22:50:00	3,5	3,4	3,4	10,1	29,9	9,4						
23:00:00	3,1	3,2	3,3	10,2	34,9	10						
23:10:00	3	3	3,1	7,7	49,9	9,8						
23:20:00	2,9	3	3	8,1	34,7	9,9						
23:30:00	2,9	3	3	9,4	49,6	32,1						
23:40:00	3,1	2,9	3	9,1	50,4	21,1						
23:50:00	2,8	2,8	2,9	9,8	50,2	21,4						
0:00:00	2,9	2,7	2,9	7,3	28,2	20,7						
0:10:00	2,9	2,7	2,8	8,9	15,9	20,9						
0:20:00	2,8	2,9	3	9,3	21	21,3						
0:30:00	2,8	2,9	2,9	9,1	21,8	32,5						
0:40:00	2,9	3	3	7,4	50,3	20,6						
0:50:00	2,8	3,2	3,1	9,3	34,4	21,7						
1:00:00	2,9	2,9	3	9,4	50,3	33,1						
1:10:00	2,8	2,7	3	9	34,4	20,9						
1:20:00	2,9	2,9	2,9	8	50,4	20,7						
1:30:00	2,8	2,9	2,8	7,2	21,3	20,7						
1:40:00	3	2,8	3	8,2	29,7	21,7						
1:50:00	3,1	3,1	3	17,4	22,5	9,1						
2:00:00	3	2,9	3,1	7,6	24,4	9,2						
2:10:00	2,9	2,9	3	9,1	32,2	9						
2:20:00	2,8	3	3,2	9	34,9	9,7						
2:30:00	2,9	3,1	3	10,1	51,7	9,8						

Tabla B 28. RMS armónicos del edificio T10 tablero 2

Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
17:33:14	120	120	119	4.56	5.56	1.73
17:40:00	120	119	118	4.05	3.13	1.66
17:50:00	119	118	117	6.47	5.06	3.03
18:00:00	118	118	118	3.98	6.27	1.71
18:10:00	119	118	118	4.01	4.86	1.72
18:20:00	120	119	119	4.03	4.35	3.94
18:30:00	121	119	119	6.54	4.94	3.75
18:40:00	121	119	120	4.04	6.17	3.76
18:50:00	121	120	120	4.04	4.72	3.67
19:00:00	121	120	121	4.05	4.42	3.70
19:10:00	121	120	121	6.54	3.05	3.72
19:20:00	121	120	121	4.04	4.99	3.71
19:30:00	121	121	121	4.04	4.91	3.72
19:40:00	122	121	121	4.06	4.94	3.31
19:50:00	122	121	122	6.57	4.43	1.88
20:00:00	122	121	122	4.06	3.14	1.85
20:10:00	122	122	122	4.07	4.53	1.87
20:20:00	122	121	123	4.05	4.96	1.91
20:30:00	122	121	122	6.54	6.21	1.88
20:40:00	122	121	122	4.04	4.77	1.87
20:50:00	121	121	121	3.99	6.57	1.80
21:00:00	122	121	122	4.05	5.08	1.89
21:10:00	122	122	122	6.86	6.33	1.88
21:20:00	122	121	122	4.04	4.88	1.88
21:30:00	122	122	122	4.00	3.14	1.89
21:40:00	123	122	122	4.07	3.11	1.88
21:50:00	122	121	122	6.54	3.24	1.90
22:00:00	122	121	122	3.99	4.49	1.86
22:10:00	121	120	121	3.98	4.94	3.80
22:20:00	122	121	122	3.99	6.27	3.87
22:30:00	122	121	122	6.64	7.04	3.83
22:40:00	122	122	122	6.56	6.39	3.80
22:50:00	123	122	122	4.05	4.92	3.79
23:00:00	123	122	122	4.04	4.45	3.77
23:10:00	122	121	122	7.14	3.19	3.73
23:20:00	123	122	122	6.58	4.42	3.77
23:30:00	123	122	122	4.03	3.30	3.26
23:40:00	123	123	123	4.04	3.17	1.88
23:50:00	123	122	123	4.06	3.16	1.91
00:00:00	123	121	123	6.58	5.15	1.88
00:10:00	123	122	123	4.05	8.55	1.88
00:20:00	123	122	124	4.04	7.00	1.94
00:30:00	124	122	123	4.07	6.37	3.42
00:40:00	124	123	122	6.63	3.21	1.86
00:50:00	123	122	122	4.03	4.50	1.85
01:00:00	122	122	121	3.97	3.19	3.14
01:10:00	121	121	121	3.95	4.40	1.79
01:20:00	122	121	121	6.53	3.21	1.79
01:30:00	122	121	122	4.49	6.46	1.82
01:40:00	122	122	122	4.43	5.01	1.89
01:50:00	123	121	121	2.04	6.23	3.88
02:00:00	122	121	122	6.68	6.30	3.82
02:10:00	123	121	121	4.13	4.81	3.80
02:20:00	122	122	121	4.10	4.47	3.79
02:30:00	123	122	122	4.12	3.16	3.76
02:40:00	122	122	122	6.67	4.44	3.74
02:50:00	123	122	122	4.09	3.20	4.77

Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
03:10:00	123	122	121	4.08	5.08	1.87
03:20:00	122	122	122	6.89	6.36	1.90
03:30:00	123	122	122	4.09	4.92	1.89
03:40:00	123	122	122	4.05	3.18	1.89
03:50:00	122	122	121	4.04	5.02	1.86
04:00:00	122	122	122	6.57	4.86	1.85
04:10:00	122	122	121	4.02	6.33	1.81
04:20:00	122	121	121	4.03	3.19	2.55
04:30:00	122	122	121	4.02	4.50	1.80
04:40:00	122	121	121	6.55	5.26	3.19
04:50:00	122	121	121	4.03	6.42	1.84
05:00:00	122	121	121	4.04	4.93	1.85
05:10:00	121	121	121	4.00	8.07	1.83
05:20:00	120	120	120	6.83	3.13	1.80
05:30:00	121	120	120	3.98	4.56	3.83
05:40:00	121	120	120	3.98	4.58	3.80
05:50:00	121	120	119	3.97	6.28	3.62
06:00:00	120	120	118	7.04	4.82	3.55
06:10:00	121	120	119	6.79	4.44	3.62
06:20:00	122	121	120	4.02	5.10	3.60

Tabla B 29. Voltaje línea a neutro, del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
17:13:24	120	120	119	119
17:15:00	121	119	119	119
17:30:00	119	119	117	118
17:45:00	119	118	117	118
18:00:00	120	118	118	118
18:15:00	119	118	119	118
18:30:00	120	118	118	118
18:45:00	120	118	119	119
19:00:00	120	118	119	119
19:15:00	120	118	119	119
19:30:00	120	118	119	119
19:45:00	121	120	120	120
20:00:00	121	119	120	120
20:15:00	121	120	121	120
20:30:00	121	120	120	120
20:45:00	121	120	120	120
21:00:00	120	119	120	119
21:15:00	121	119	120	120
21:30:00	121	120	120	120
21:45:00	121	120	121	120
22:00:00	121	120	121	120
22:15:00	122	121	121	121
22:30:00	122	121	122	121
22:45:00	121	121	122	121
23:00:00	120	120	121	120
23:15:00	121	120	121	120
23:30:00	120	120	121	120
23:45:00	121	120	122	121
0:00:00	121	121	121	121
0:15:00	121	120	121	120
0:30:00	121	120	121	120
0:45:00	121	120	121	120
1:00:00	121	120	120	120
1:15:00	121	121	121	121
1:30:00	121	120	121	120
1:45:00	121	121	120	120
2:00:00	121	121	121	121
2:15:00	121	120	121	120
2:30:00	121	120	121	120
2:45:00	121	120	120	120
3:00:00	121	120	121	120
3:15:00	121	120	121	120
3:30:00	121	120	120	120
3:45:00	120	120	120	120
4:00:00	120	120	120	120
4:15:00	120	120	120	120
4:30:00	120	120	120	120
4:45:00	121	120	120	120
5:00:00	120	120	120	120

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
5:15:00	120	119	120	119
5:30:00	120	119	120	119
5:45:00	121	119	121	120
6:00:00	121	119	121	120
6:15:00	120	120	120	120
6:30:00	121	118	119	119
6:45:00	120	118	118	118
7:00:00	119	117	117	117
7:15:00	118	117	117	117
7:30:00	118	117	117	117
7:45:00	118	117	117	117
8:00:00	117	116	115	116
8:15:00	118	116	115	116
8:30:00	118	117	115	116
8:45:00	118	118	116	117
9:00:00	118	118	115	117
9:15:00	118	117	115	116

Tabla B 30. Corriente del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)
17:13:24	12.51	13.41	19.70	15.21
17:15:00	8.34	17.88	20.38	15.54
17:30:00	10.39	20.38	35.47	22.08
17:45:00	9.93	20.00	28.95	19.63
18:00:00	7.51	17.20	17.28	13.99
18:15:00	10.99	17.28	16.44	14.90
18:30:00	8.64	16.67	15.91	13.74
18:45:00	8.64	17.20	16.82	14.22
19:00:00	11.14	18.79	17.35	15.76
19:15:00	13.34	18.57	15.31	15.74
19:30:00	15.16	20.61	17.73	17.84
19:45:00	13.27	16.29	15.23	14.93
20:00:00	9.40	20.23	18.34	15.99
20:15:00	9.25	16.59	15.38	13.74
20:30:00	8.95	18.19	17.43	14.85
20:45:00	9.32	17.73	16.60	14.55
21:00:00	9.48	16.37	15.08	13.64
21:15:00	8.57	17.73	17.51	14.60
21:30:00	9.78	17.50	17.28	14.85
21:45:00	9.93	17.96	16.44	14.78
22:00:00	9.02	16.75	15.53	13.77
22:15:00	10.46	17.66	17.66	15.26
22:30:00	9.25	18.49	17.81	15.18
22:45:00	9.63	16.29	15.00	13.64
23:00:00	9.32	19.17	17.58	15.36
23:15:00	7.96	15.91	16.44	13.44
23:30:00	10.23	17.66	17.43	15.11
23:45:00	9.55	18.72	16.67	14.98
00:00:00	8.57	15.16	16.14	13.29
00:15:00	9.10	20.00	18.49	15.86
00:30:00	9.78	16.22	15.46	13.82
00:45:00	9.63	16.44	15.76	13.94
01:00:00	10.01	19.85	18.34	16.07
01:15:00	8.72	15.00	15.08	12.93
01:30:00	9.70	19.40	16.75	15.28
01:45:00	10.16	17.35	16.90	14.80
02:00:00	8.79	16.29	17.43	14.17
02:15:00	10.69	19.02	16.97	15.56
02:30:00	6.44	16.14	14.47	12.35
02:45:00	11.07	18.34	18.41	15.94
03:00:00	8.95	17.58	16.82	14.45
03:15:00	9.10	16.44	15.46	13.67
03:30:00	11.68	18.87	16.14	15.56
03:45:00	14.56	20.08	16.82	17.15
04:00:00	16.91	19.32	19.55	18.59
04:15:00	8.64	17.96	15.46	14.02
04:30:00	12.05	16.82	16.60	15.16
04:45:00	7.96	19.02	17.66	14.88
05:00:00	10.46	15.53	15.69	13.89

Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)
05:15:00	7.88	18.41	12.96	13.09
05:30:00	10.46	16.75	13.41	13.54
05:45:00	7.96	15.91	11.44	11.77
06:00:00	10.16	19.70	13.34	14.40
06:15:00	8.57	14.78	13.64	12.33
06:30:00	10.39	21.98	25.46	19.27
06:45:00	13.87	21.07	34.48	23.14
07:00:00	10.01	19.70	33.95	21.22
07:15:00	13.65	23.49	36.90	24.68
07:30:00	12.13	19.47	33.72	21.78
07:45:00	12.66	21.98	34.78	23.14
08:00:00	13.80	21.60	35.92	23.77
08:15:00	10.61	20.38	33.19	21.40
08:30:00	9.10	21.44	33.42	21.32
08:45:00	10.54	18.72	33.65	20.97
09:00:00	9.32	19.32	35.16	21.27
09:15:00	11.75	20.08	33.27	21.70

Tabla B 31. Potencia Activa del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)	Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)
17:13:24	1164	1252	2067	4483	05:15:00	747	1716	1481	3944
17:15:00	799	1716	2343	4858	05:30:00	973	1544	1344	3861
17:30:00	955	2076	3997	7028	05:45:00	764	1510	1257	3531
17:45:00	938	1922	3239	6099	06:00:00	973	1819	1499	4291
18:00:00	712	1664	1929	4305	06:15:00	816	1390	1464	3670
18:15:00	1042	1561	1774	4377	06:30:00	1042	2179	2877	6098
18:30:00	781	1561	1723	4065	06:45:00	1442	2196	3928	7566
18:45:00	834	1630	1826	4290	07:00:00	1059	2025	3877	6961
19:00:00	1042	1767	1861	4670	07:15:00	1424	2402	4152	7978
19:15:00	1337	2059	1671	5067	07:30:00	1303	2025	3825	7153
19:30:00	1511	2231	1929	5671	07:45:00	1320	2196	3928	7444
19:45:00	1251	1750	1568	4569	08:00:00	1476	2248	3997	7721
20:00:00	886	1853	2050	4789	08:15:00	1059	2076	3704	6839
20:15:00	868	1578	1671	4117	08:30:00	920	2179	3739	6838
20:30:00	851	1630	1912	4393	08:45:00	1007	1870	3791	6668
20:45:00	886	1699	1826	4411	09:00:00	886	1784	3946	6616
21:00:00	886	1510	1637	4033	09:15:00	1181	2093	3739	7013
21:15:00	816	1630	1912	4358					
21:30:00	920	1699	1861	4480					
21:45:00	920	1613	1809	4342					
22:00:00	834	1578	1705	4117					
22:15:00	990	1664	1929	4583					
22:30:00	851	1681	1947	4479					
22:45:00	903	1561	1654	4118					
23:00:00	868	1750	1947	4565					
23:15:00	764	1493	1792	4049					
23:30:00	973	1647	1878	4498					
23:45:00	868	1716	1878	4462					
00:00:00	834	1424	1740	3998					
00:15:00	851	1853	2085	4789					
00:30:00	903	1527	1654	4084					
00:45:00	903	1510	1705	4118					
01:00:00	938	1870	2033	4841					
01:15:00	816	1407	1637	3860					
01:30:00	938	1767	1895	4600					
01:45:00	920	1647	1826	4393					
02:00:00	851	1493	1878	4222					
02:15:00	990	1767	1878	4635					
02:30:00	625	1544	1671	3840					
02:45:00	1077	1647	1964	4688					
03:00:00	816	1681	1861	4358					
03:15:00	886	1527	1705	4118					
03:30:00	1146	1905	1809	4860					
03:45:00	1424	2231	1826	5481					
04:00:00	1789	2093	2033	5915					
04:15:00	816	1733	1774	4323					
04:30:00	1164	1613	1740	4517					
04:45:00	764	1716	1981	4461					
05:00:00	990	1476	1654	4120					

Tabla B 32. Potencia reactiva inductiva del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
17:13:24	955	1012	1102	3069
17:15:00	608	1270	482	2360
17:30:00	764	1218	947	2929
17:45:00	729	1338	878	2945
18:00:00	538	1149	585	2272
18:15:00	781	1287	775	2843
18:30:00	677	1184	706	2567
18:45:00	608	1201	740	2549
19:00:00	834	1338	861	3033
19:15:00	886	772	585	2243
19:30:00	1007	978	844	2829
19:45:00	990	789	896	2675
20:00:00	695	1561	792	3048
20:15:00	695	1218	706	2619
20:30:00	660	1441	827	2928
20:45:00	695	1270	723	2688
21:00:00	695	1218	689	2602
21:15:00	625	1338	827	2790
21:30:00	729	1235	827	2791
21:45:00	747	1424	792	2963
22:00:00	695	1252	723	2670
22:15:00	781	1338	896	3015
22:30:00	729	1476	913	3118
22:45:00	712	1184	723	2619
23:00:00	695	1493	775	2963
23:15:00	556	1201	792	2549
23:30:00	747	1321	930	2998
23:45:00	747	1441	723	2911
00:00:00	608	1132	827	2567
00:15:00	677	1544	792	3013
00:30:00	764	1201	758	2723
00:45:00	729	1270	792	2791
01:00:00	764	1493	827	3084
01:15:00	660	1132	758	2550
01:30:00	712	1527	672	2911
01:45:00	816	1287	861	2964
02:00:00	660	1287	913	2860
02:15:00	834	1458	792	3084
02:30:00	469	1167	430	2066
02:45:00	799	1458	999	3256
03:00:00	712	1287	792	2791
03:15:00	660	1252	706	2618
03:30:00	816	1184	689	2689
03:45:00	1025	892	758	2675
04:00:00	990	961	1120	3071
04:15:00	625	1235	482	2342
04:30:00	851	1184	913	2948
04:45:00	573	1493	706	2772
05:00:00	764	1115	861	2740

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
05:15:00	556	1355	396	2307
05:30:00	799	1235	809	2843
05:45:00	573	1132	465	2170
06:00:00	747	1476	499	2722
06:15:00	625	1064	654	2343
06:30:00	660	1390	896	2946
06:45:00	834	1184	1051	3069
07:00:00	486	1115	827	2428
07:15:00	764	1338	1085	3187
07:30:00	538	1029	878	2445
07:45:00	695	1321	913	2929
08:00:00	625	1115	1016	2756
08:15:00	660	1149	792	2601
08:30:00	538	1201	689	2428
08:45:00	729	1167	827	2723
09:00:00	642	1407	775	2824
09:15:00	712	1081	809	2602

Tabla B 33. Factor de Potencia del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III
17:13:24	0.77	0.77	0.87	0.81
17:15:00	0.79	0.8	0.96	0.87
17:30:00	0.78	0.86	0.96	0.9
17:45:00	0.79	0.81	0.95	0.88
18:00:00	0.79	0.82	0.94	0.87
18:15:00	0.8	0.77	0.9	0.83
18:30:00	0.76	0.79	0.91	0.83
18:45:00	0.81	0.8	0.91	0.85
19:00:00	0.78	0.79	0.9	0.83
19:15:00	0.84	0.93	0.91	0.9
19:30:00	0.83	0.91	0.91	0.89
19:45:00	0.78	0.89	0.86	0.85
20:00:00	0.78	0.76	0.92	0.83
20:15:00	0.78	0.79	0.89	0.82
20:30:00	0.79	0.74	0.9	0.81
20:45:00	0.78	0.79	0.91	0.83
21:00:00	0.78	0.77	0.9	0.82
21:15:00	0.79	0.77	0.91	0.83
21:30:00	0.77	0.8	0.9	0.83
21:45:00	0.77	0.74	0.9	0.81
22:00:00	0.76	0.77	0.91	0.82
22:15:00	0.78	0.77	0.9	0.82
22:30:00	0.75	0.75	0.89	0.8
22:45:00	0.78	0.79	0.9	0.83
23:00:00	0.77	0.76	0.91	0.82
23:15:00	0.8	0.78	0.9	0.83
23:30:00	0.79	0.77	0.89	0.82
23:45:00	0.76	0.76	0.92	0.82
00:00:00	0.81	0.78	0.88	0.83
00:15:00	0.78	0.77	0.93	0.83
00:30:00	0.77	0.77	0.88	0.81
00:45:00	0.78	0.76	0.89	0.81
01:00:00	0.77	0.78	0.92	0.83
01:15:00	0.78	0.77	0.89	0.82
01:30:00	0.79	0.75	0.93	0.83
01:45:00	0.75	0.78	0.89	0.82
02:00:00	0.79	0.75	0.88	0.81
02:15:00	0.77	0.77	0.91	0.82
02:30:00	0.79	0.79	0.95	0.85
02:45:00	0.8	0.74	0.88	0.81
03:00:00	0.75	0.79	0.91	0.83
03:15:00	0.8	0.76	0.91	0.83
03:30:00	0.81	0.84	0.93	0.86
03:45:00	0.81	0.92	0.9	0.88
04:00:00	0.87	0.9	0.86	0.88
04:15:00	0.79	0.8	0.95	0.85
04:30:00	0.8	0.8	0.87	0.83
04:45:00	0.8	0.75	0.93	0.83
05:00:00	0.79	0.79	0.87	0.82

Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III
05:15:00	0.8	0.78	0.95	0.84
05:30:00	0.78	0.77	0.84	0.8
05:45:00	0.79	0.79	0.91	0.83
06:00:00	0.79	0.77	0.93	0.83
06:15:00	0.79	0.79	0.89	0.82
06:30:00	0.83	0.84	0.94	0.88
06:45:00	0.86	0.88	0.96	0.91
07:00:00	0.9	0.87	0.97	0.93
07:15:00	0.87	0.87	0.96	0.92
07:30:00	0.91	0.89	0.96	0.93
07:45:00	0.88	0.85	0.96	0.91
08:00:00	0.91	0.89	0.96	0.93
08:15:00	0.84	0.87	0.96	0.91
08:30:00	0.85	0.87	0.97	0.92
08:45:00	0.81	0.85	0.97	0.9
09:00:00	0.8	0.78	0.97	0.89
09:15:00	0.85	0.88	0.96	0.92

Tabla B 34. Frecuencia del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)	Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)
17:13:24	60	05:15:00	60
17:15:00	60	05:30:00	60
17:30:00	60	05:45:00	60
17:45:00	60	06:00:00	60
18:00:00	60	06:15:00	60
18:15:00	60	06:30:00	60
18:30:00	60	06:45:00	60
18:45:00	60	07:00:00	60
19:00:00	60	07:15:00	60
19:15:00	60	07:30:00	60
19:30:00	60	07:45:00	60
19:45:00	60	08:00:00	60
20:00:00	60	08:15:00	60
20:15:00	60	08:30:00	60
20:30:00	60	08:45:00	60
20:45:00	60	09:00:00	60
21:00:00	60	09:15:00	60
21:15:00	60		
21:30:00	60		
21:45:00	60		
22:00:00	60		
22:15:00	60		
22:30:00	60		
22:45:00	60		
23:00:00	60		
23:15:00	60		
23:30:00	60		
23:45:00	60		
00:00:00	60		
00:15:00	60		
00:30:00	60		
00:45:00	60		
01:00:00	60		
01:15:00	60		
01:30:00	60		
01:45:00	60		
02:00:00	60		
02:15:00	60		
02:30:00	60		
02:45:00	60		
03:00:00	60		
03:15:00	60		
03:30:00	60		
03:45:00	60		
04:00:00	60		
04:15:00	60		
04:30:00	60		
04:45:00	60		
05:00:00	60		

Tabla B 35. Energía activa y reactiva del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)	Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)
17:13:24	0.34	0.24	0.00	05:15:00	56.44	34.43	0.01
17:15:00	1.56	0.84	0.00	05:30:00	57.42	35.15	0.01
17:30:00	3.33	1.58	0.00	05:45:00	58.31	35.70	0.01
17:45:00	4.87	2.32	0.00	06:00:00	59.39	36.38	0.01
18:00:00	5.95	2.89	0.00	06:15:00	60.31	36.98	0.01
18:15:00	7.05	3.61	0.00	06:30:00	61.85	37.72	0.01
18:30:00	8.08	4.26	0.00	06:45:00	63.74	38.49	0.01
18:45:00	9.16	4.90	0.00	07:00:00	65.49	39.10	0.01
19:00:00	10.34	5.67	0.00	07:15:00	67.49	39.91	0.01
19:15:00	11.61	6.23	0.01	07:30:00	69.29	40.53	0.01
19:30:00	13.04	6.95	0.01	07:45:00	71.16	41.27	0.01
19:45:00	14.19	7.63	0.01	08:00:00	73.10	41.97	0.01
20:00:00	15.40	8.39	0.01	08:15:00	74.82	42.62	0.01
20:15:00	16.43	9.05	0.01	08:30:00	76.54	43.24	0.01
20:30:00	17.54	9.80	0.01	08:45:00	78.21	43.92	0.01
20:45:00	18.64	10.48	0.01	09:00:00	79.87	44.64	0.01
21:00:00	19.66	11.14	0.01	09:15:00	81.63	45.30	0.01
21:15:00	20.76	11.84	0.01				
21:30:00	21.88	12.55	0.01				
21:45:00	22.98	13.30	0.01				
22:00:00	24.01	13.97	0.01				
22:15:00	25.17	14.73	0.01				
22:30:00	26.30	15.52	0.01				
22:45:00	27.33	16.18	0.01				
23:00:00	28.48	16.93	0.01				
23:15:00	29.50	17.57	0.01				
23:30:00	30.63	18.33	0.01				
23:45:00	31.76	19.06	0.01				
00:00:00	32.77	19.71	0.01				
00:15:00	33.97	20.47	0.01				
00:30:00	35.00	21.16	0.01				
00:45:00	36.03	21.87	0.01				
01:00:00	37.25	22.64	0.01				
01:15:00	38.22	23.28	0.01				
01:30:00	39.38	24.02	0.01				
01:45:00	40.49	24.77	0.01				
02:00:00	41.54	25.49	0.01				
02:15:00	42.71	26.27	0.01				
02:30:00	43.67	26.79	0.01				
02:45:00	44.85	27.62	0.01				
03:00:00	45.94	28.32	0.01				
03:15:00	46.98	28.98	0.01				
03:30:00	48.20	29.66	0.01				
03:45:00	49.58	30.34	0.01				
04:00:00	51.06	31.11	0.01				
04:15:00	52.15	31.70	0.01				
04:30:00	53.28	32.45	0.01				
04:45:00	54.41	33.15	0.01				
05:00:00	55.45	33.85	0.01				

Tabla B 36. THD % del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)	Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)
17:13:24	3,9	4,2	3,7	7,9	10,7	11,9	5:15:00	2,7	2,8	2,7	6,1	12,7	11,6
17:15:00	4,1	4,3	3,7	7,5	14,8	10,5	5:30:00	2,9	3,3	2,8	3,8	21,5	11,6
17:30:00	3,8	4,1	4	8,3	9,5	13,8	5:45:00	2,8	2,9	2,7	5,8	12,6	11,5
17:45:00	4,4	4,8	4,1	3	12,6	10,5	6:00:00	3,1	3,3	3	5,6	16,7	11
18:00:00	3,9	4,2	3,2	5,7	11,1	9,5	6:15:00	2,9	3	2,9	5,4	12,8	13
18:15:00	3,4	3,7	3	8	10,1	10,8	6:30:00	3,2	3,5	3,3	4,6	12,2	8
18:30:00	3,5	3,9	3,2	6,9	17,4	13	6:45:00	3,6	4,3	4,1	8,9	14,2	9,4
18:45:00	3,5	3,8	2,9	7,6	10,1	10,9	7:00:00	3,9	4,3	4,2	12,9	10,5	9,6
19:00:00	3,7	3,8	3	3,9	16,1	9,8	7:15:00	4	4,6	4,2	9	14,1	10,4
19:15:00	3,5	3,7	3	3,4	10,7	9,1	7:30:00	3,9	4,3	4,1	4,3	9,5	11,2
19:30:00	3,5	3,6	3,1	5	9,8	11,5	7:45:00	4,1	4,8	4,3	8,3	9,1	11,4
19:45:00	3,6	4	3	5,3	14,7	9	8:00:00	4,4	5	4,5	3,8	15,8	9,9
20:00:00	3,4	3,6	3,1	7,2	11,6	11,1	8:15:00	4,4	5	4,7	10,1	8	10,1
20:15:00	3,5	3,7	3,2	6,4	10,6	11,9	8:30:00	4,6	5,2	5,2	8,7	13,4	10,8
20:30:00	3,7	3,7	3,2	8,7	11,2	10,6	8:45:00	4,7	5,1	5	14,4	7,8	10,3
20:45:00	3,4	3,9	3	7,3	17,4	9,3	9:00:00	5,5	5,1	5,3	9,7	9,6	11,3
21:00:00	3,3	3,6	3,1	6,9	11,5	12,5	9:15:00	5,9	5,9	5,7	9	13	12,1
21:15:00	3,6	3,9	3,3	5,1	18,8	10,5							
21:30:00	3,5	3,5	3,1	4,8	11	8							
21:45:00	3,6	3,5	3,1	8,8	11,8	9,9							
22:00:00	3,6	3,9	3,6	8	19,7	12,4							
22:15:00	3,6	3,4	3,3	6,5	11,8	11,4							
22:30:00	3,6	3,6	3,4	6	18,6	10,9							
22:45:00	3,6	3,4	3,4	7,2	12,8	9,4							
23:00:00	3,4	3,4	3,4	6,2	11,1	12,8							
23:15:00	3,6	3,7	3,5	6	20,3	8,1							
23:30:00	3,3	3,4	3,1	7	12,7	11,1							
23:45:00	3	3,2	3	7	15,6	9,7							
0:00:00	3,2	3,1	3,2	8,3	12,1	10,3							
0:15:00	3,3	3,1	3,1	9,2	12	10,3							
0:30:00	2,7	3	2,7	6,9	16	10,2							
0:45:00	3,2	3,1	3	5	12,7	10,5							
1:00:00	2,8	3	2,7	6,5	15,9	10,2							
1:15:00	2,9	2,9	2,7	5,2	12,9	9,1							
1:30:00	2,9	3	2,9	4,7	11,6	10,1							
1:45:00	3	3,1	2,7	6,5	16,7	10,8							
2:00:00	2,6	2,9	2,4	5,8	12,5	9,2							
2:15:00	2,6	2,8	2,4	6,1	19,3	10,8							
2:30:00	3	3	2,9	3,8	12,3	10,7							
2:45:00	2,9	3	2,7	9,5	12,1	9,6							
3:00:00	2,8	3	2,9	5,9	20,4	11,9							
3:15:00	2,6	2,8	2,6	6,5	11,6	10,3							
3:30:00	2,9	3,2	2,8	9,5	18,6	13,1							
3:45:00	2,6	2,9	2,6	5,1	17,2	7,7							
4:00:00	2,8	2,8	2,6	3,8	10,7	10,4							
4:15:00	2,9	3,1	2,7	2,1	15,3	7,6							
4:30:00	2,7	2,9	2,6	6,6	12,2	12,4							
4:45:00	2,6	3	2,6	6,1	11,9	9,4							
5:00:00	2,9	3,1	2,8	7	13,6	11,4							

Tabla B 37. RMS armónicos del edificio T11 tablero 1

Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)	Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
17:13:24	121	120	120	11.50	18.57	21.23	05:15:00	120	120	121	11.41	21.23	16.83
17:15:00	121	121	120	12.55	13.35	19.36	05:30:00	120	120	120	7.39	12.19	11.14
17:30:00	120	120	119	14.36	22.08	33.55	05:45:00	120	119	120	11.40	18.98	13.90
17:45:00	119	119	116	5.10	16.62	35.30	06:00:00	121	119	121	7.92	14.65	11.10
18:00:00	120	118	119	7.54	18.16	17.49	06:15:00	121	119	121	9.62	18.37	12.18
18:15:00	120	118	119	12.20	21.03	19.00	06:30:00	121	119	120	8.85	18.62	20.04
18:30:00	120	119	120	12.55	11.90	12.52	06:45:00	121	120	118	14.74	18.88	36.78
18:45:00	120	118	119	11.39	21.72	18.01	07:00:00	120	117	118	12.22	21.95	36.14
19:00:00	120	119	119	5.19	12.19	13.44	07:15:00	119	118	117	14.80	17.61	32.82
19:15:00	121	118	119	14.28	20.47	18.03	07:30:00	118	117	118	15.76	24.49	38.03
19:30:00	120	118	120	17.16	23.01	17.48	07:45:00	120	117	118	7.94	25.08	35.52
19:45:00	120	120	120	17.42	15.11	15.52	08:00:00	117	117	116	16.11	16.29	32.78
20:00:00	121	120	121	11.58	19.04	16.78	08:15:00	118	115	115	7.29	24.17	37.00
20:15:00	122	120	122	12.85	22.21	17.77	08:30:00	118	117	114	15.66	16.67	31.24
20:30:00	122	120	121	3.43	20.09	16.79	08:45:00	119	118	116	3.69	25.10	36.45
20:45:00	121	121	120	11.90	13.21	15.71	09:00:00	118	118	116	13.67	23.70	36.90
21:00:00	120	119	121	11.63	20.82	17.03	09:15:00	119	118	115	12.22	16.11	30.65
21:15:00	121	120	119	5.41	12.23	13.37							
21:30:00	121	120	121	10.75	21.95	22.28							
21:45:00	122	120	121	3.41	19.01	17.70							
22:00:00	121	121	122	13.80	12.43	12.81							
22:15:00	122	121	122	9.65	21.01	17.90							
22:30:00	122	122	122	10.84	12.62	14.49							
22:45:00	121	122	123	15.37	19.23	21.53							
23:00:00	120	120	122	9.42	21.34	16.10							
23:15:00	121	121	121	8.82	12.46	15.52							
23:30:00	121	120	121	10.23	18.80	17.53							
23:45:00	120	122	121	12.01	14.78	15.87							
00:00:00	121	121	122	12.14	18.61	17.63							
00:15:00	122	121	122	3.40	19.23	16.52							
00:30:00	121	121	121	11.99	14.44	15.36							
00:45:00	122	121	122	5.54	18.51	15.92							
01:00:00	121	121	121	11.69	14.95	14.98							
01:15:00	121	121	122	12.99	18.76	19.06							
01:30:00	122	121	122	5.59	20.32	16.39							
01:45:00	122	121	121	4.67	14.71	13.95							
02:00:00	122	121	121	13.79	18.71	19.13							
02:15:00	122	122	122	9.84	12.60	14.10							
02:30:00	122	120	123	7.23	20.96	17.22							
02:45:00	122	120	121	3.42	19.76	17.82							
03:00:00	121	121	121	9.72	12.13	13.23							
03:15:00	121	121	121	13.72	21.89	19.06							
03:30:00	122	121	121	3.42	13.41	11.36							
03:45:00	120	121	121	21.38	15.08	18.42							
04:00:00	120	120	120	18.06	24.53	19.42							
04:15:00	121	121	120	15.51	16.60	17.70							
04:30:00	120	119	121	12.28	21.10	16.48							
04:45:00	121	120	120	11.64	21.24	18.86							
05:00:00	120	120	120	10.06	18.71	16.55							

Tabla B 38. Voltaje línea a neutro, del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
7:23:30	117	118	117	117
7:25:00	117	118	116	117
7:30:00	118	118	117	117
7:35:00	118	118	117	117
7:40:00	117	117	118	117
7:45:00	118	118	118	118
7:50:00	118	118	117	117
7:55:00	118	118	117	117
8:00:00	117	118	117	117
8:05:00	117	118	117	117
8:10:00	118	118	117	117
8:15:00	118	117	116	117
8:20:00	116	117	116	116
8:25:00	117	118	117	117
8:30:00	116	118	118	117
8:35:00	116	119	118	117
8:40:00	117	119	118	118
8:45:00	117	119	118	118
8:50:00	117	118	118	117
8:55:00	116	118	119	117
9:00:00	116	118	118	117
9:05:00	117	119	117	117
9:10:00	117	118	117	117
9:15:00	116	117	117	116
9:20:00	115	117	117	116
9:25:00	116	117	117	116
9:30:00	116	117	117	116
9:35:00	117	117	117	117
9:40:00	116	117	117	116
9:45:00	115	117	118	116
9:50:00	116	116	118	116
9:55:00	117	117	117	117
10:00:00	116	118	116	116
10:05:00	116	118	117	117
10:10:00	116	117	117	116
10:15:00	116	117	117	116
10:20:00	115	117	117	116
10:25:00	115	117	117	116
10:30:00	115	117	117	116
10:35:00	115	117	117	116
10:40:00	115	117	116	116
10:45:00	115	117	116	116
10:50:00	115	116	116	115
10:55:00	115	116	117	116
11:00:00	116	117	118	117
11:05:00	115	118	118	117
11:10:00	115	118	117	116
11:15:00	115	117	118	116
11:20:00	115	117	118	116
11:25:00	115	118	118	117
11:30:00	115	118	117	116

Hora de la muestra	L1 (V)	L2 (V)	L3 (V)	III (V)
11:35:00	115	118	117	116
11:40:00	115	118	117	116
11:45:00	115	118	117	116
11:50:00	115	118	118	117
11:55:00	115	119	118	117
12:00:00	115	119	118	117
12:05:00	116	119	118	117
12:10:00	116	120	119	118
12:15:00	117	120	119	118
12:20:00	117	120	119	118
12:25:00	117	120	119	118
12:30:00	117	120	119	118
12:35:00	117	120	119	118
12:40:00	117	120	119	118
12:45:00	117	120	118	118
12:50:00	117	120	118	118
12:55:00	118	121	118	119
13:00:00	117	120	119	118
13:05:00	118	119	119	118
13:10:00	118	119	119	118
13:15:00	118	119	119	118
13:20:00	118	120	118	118
13:25:00	118	120	118	118
13:30:00	118	120	118	118
13:35:00	118	120	118	118
13:40:00	118	120	118	118
13:45:00	118	120	119	119
13:50:00	118	121	119	119
13:55:00	118	121	118	119
14:00:00	118	120	118	118
14:05:00	118	120	118	118
14:10:00	117	120	120	119
14:15:00	117	120	119	118
14:20:00	118	120	119	119
14:25:00	118	119	119	118
14:30:00	118	119	119	118
14:35:00	117	119	120	118
14:40:00	117	119	119	118
14:45:00	118	120	119	119
14:50:00	118	120	119	119
14:55:00	118	118	119	118
15:00:00	119	118	120	119
15:05:00	119	119	119	119
15:10:00	119	120	119	119
15:15:00	118	120	119	119
15:20:00	118	120	120	119
15:25:00	119	120	120	119
15:30:00	119	121	119	119
15:35:00	119	121	119	119
15:40:00	119	121	120	120
15:45:00	119	120	120	119

Tabla B 39. Corriente del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)	Hora de la muestra	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	III (A)
07:23:30	33.43	8.18	17.20	19.61	11:35:00	40.48	15.16	26.52	27.39
07:25:00	33.13	13.49	21.75	22.79	11:40:00	37.15	13.49	26.07	25.57
07:30:00	30.93	10.23	20.46	20.54	11:45:00	37.22	11.75	21.07	23.34
07:35:00	31.23	6.29	20.69	19.40	11:50:00	37.07	12.73	20.31	23.37
07:40:00	37.75	11.59	15.08	21.48	11:55:00	40.48	14.78	25.61	26.96
07:45:00	34.87	6.06	14.78	18.57	12:00:00	41.32	15.08	26.67	27.69
07:50:00	33.51	10.76	22.43	22.23	12:05:00	37.15	13.41	26.45	25.67
07:55:00	33.43	11.21	23.57	22.74	12:10:00	37.22	8.56	21.22	22.33
08:00:00	33.74	11.37	22.73	22.61	12:15:00	37.15	9.55	22.73	23.14
08:05:00	37.75	11.97	15.76	21.83	12:20:00	41.77	16.37	25.31	27.82
08:10:00	33.05	6.06	15.69	18.27	12:25:00	39.42	15.99	24.86	26.76
08:15:00	30.17	7.20	21.60	19.66	12:30:00	32.30	12.65	22.51	22.49
08:20:00	32.37	8.71	20.38	20.49	12:35:00	31.99	12.05	19.10	21.05
08:25:00	33.51	7.73	20.46	20.57	12:40:00	31.84	13.03	24.63	23.17
08:30:00	37.75	12.88	14.40	21.68	12:45:00	36.01	16.75	27.74	26.83
08:35:00	35.56	11.37	18.79	21.90	12:50:00	37.22	14.78	27.96	26.65
08:40:00	32.83	10.91	24.10	22.61	12:55:00	35.10	13.94	26.75	25.26
08:45:00	31.84	8.87	23.19	21.30	13:00:00	29.95	16.90	21.52	22.79
08:50:00	29.79	10.00	20.31	20.04	13:05:00	27.06	23.72	19.63	23.47
08:55:00	34.04	16.06	14.70	21.60	13:10:00	25.02	25.38	20.16	23.52
09:00:00	34.19	9.78	16.60	20.19	13:15:00	25.09	24.32	22.28	23.90
09:05:00	32.14	5.68	21.22	19.68	13:20:00	28.35	18.19	27.05	24.53
09:10:00	32.07	11.97	20.76	21.60	13:25:00	31.31	16.44	28.19	25.31
09:15:00	32.60	15.53	21.07	23.07	13:30:00	31.39	14.09	28.87	24.78
09:20:00	37.07	12.81	17.13	22.33	13:35:00	27.67	14.78	27.66	23.37
09:25:00	35.03	8.49	19.78	21.10	13:40:00	27.37	13.94	26.07	22.46
09:30:00	34.19	11.97	21.82	22.66	13:45:00	28.88	14.02	20.08	20.99
09:35:00	31.16	11.97	20.76	21.30	13:50:00	31.23	9.32	24.40	21.65
09:40:00	33.74	12.12	18.64	21.50	13:55:00	32.60	9.40	26.07	22.69
09:45:00	37.83	11.14	14.47	21.15	14:00:00	30.78	13.26	26.90	23.65
09:50:00	32.30	13.26	18.11	21.22	14:05:00	34.95	14.47	27.51	25.64
09:55:00	33.13	11.97	23.26	22.79	14:10:00	38.66	14.62	22.58	25.29
10:00:00	33.36	13.11	33.87	26.78	14:15:00	37.30	14.09	25.99	25.80
10:05:00	37.45	9.85	24.63	23.98	14:20:00	34.42	14.85	25.61	24.96
10:10:00	36.47	15.53	23.04	25.01	14:25:00	34.34	27.81	26.07	29.41
10:15:00	33.28	18.03	26.83	26.05	14:30:00	34.12	20.00	24.70	26.27
10:20:00	33.21	16.67	27.96	25.95	14:35:00	38.29	14.09	20.08	24.15
10:25:00	34.19	19.02	27.74	26.98	14:40:00	37.07	13.11	24.48	24.89
10:30:00	37.00	19.55	24.63	27.06	14:45:00	36.01	9.02	28.19	24.41
10:35:00	35.10	19.40	22.96	25.82	14:50:00	32.37	10.38	27.89	23.55
10:40:00	33.28	13.34	29.93	25.52	14:55:00	29.57	25.61	25.92	27.03
10:45:00	33.13	11.90	30.46	25.16	15:00:00	22.14	24.70	18.04	21.62
10:50:00	36.16	18.94	29.93	28.35	15:05:00	20.70	14.62	19.17	18.16
10:55:00	40.26	16.29	22.28	26.28	15:10:00	21.99	7.73	25.23	18.32
11:00:00	36.39	13.11	19.17	22.89	15:15:00	26.69	11.97	24.78	21.15
11:05:00	35.48	8.34	24.86	22.89	15:20:00	25.32	12.88	23.64	20.62
11:10:00	35.48	9.40	24.48	23.12	15:25:00	20.47	11.44	21.60	17.84
11:15:00	38.66	13.56	24.70	25.64	15:30:00	20.62	6.82	25.99	17.81
11:20:00	36.69	12.43	22.05	23.72	15:35:00	20.55	8.71	26.83	18.70
11:25:00	35.48	8.34	21.75	21.85	15:40:00	21.00	9.93	24.93	18.62
11:30:00	38.13	10.08	28.49	25.57	15:45:00	24.49	13.34	23.26	20.36

Tabla B 40. Potencia Activa del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)	Hora de la muestra	L1 (W)	L2 (W)	L3 (W)	III (W)
07:23:30	3874	823	1774	6471	11:35:00	4604	1476	2739	8819
07:25:00	3840	1235	2119	7194	11:40:00	4274	1270	2705	8249
07:30:00	3614	892	1947	6453	11:45:00	4257	1098	2274	7629
07:35:00	3666	617	1981	6264	11:50:00	4239	1201	2188	7628
07:40:00	4361	1012	1516	6889	11:55:00	4622	1407	2670	8699
07:45:00	4065	566	1499	6130	12:00:00	4708	1441	2757	8906
07:50:00	3909	926	2205	7040	12:05:00	4291	1270	2757	8318
07:55:00	3892	943	2291	7126	12:10:00	4309	909	2309	7527
08:00:00	3926	943	2205	7074	12:15:00	4309	978	2464	7751
08:05:00	4344	1149	1602	7095	12:20:00	4813	1596	2636	9045
08:10:00	3857	617	1602	6076	12:25:00	4569	1544	2567	8680
08:15:00	3527	635	2085	6247	12:30:00	3753	1201	2378	7332
08:20:00	3735	738	1929	6402	12:35:00	3718	1149	2102	6969
08:25:00	3874	703	1947	6524	12:40:00	3683	1252	2653	7588
08:30:00	4291	1132	1447	6870	12:45:00	4118	1664	2894	8676
08:35:00	4083	961	1947	6991	12:50:00	4239	1458	2929	8626
08:40:00	3805	961	2360	7126	12:55:00	4065	1613	2808	8486
08:45:00	3718	943	2222	6883	13:00:00	3457	1956	2326	7739
08:50:00	3457	1081	1929	6467	13:05:00	3127	2591	2171	7889
08:55:00	3926	1578	1499	7003	13:10:00	2919	2746	2257	7922
09:00:00	3926	892	1688	6506	13:15:00	2936	2643	2464	8043
09:05:00	3735	600	2033	6368	13:20:00	3284	2111	2860	8255
09:10:00	3718	1167	1981	6866	13:25:00	3614	1887	2963	8464
09:15:00	3770	1510	2050	7330	13:30:00	3596	1355	3050	8001
09:20:00	4257	1338	1757	7352	13:35:00	3231	1407	2912	7550
09:25:00	4048	892	2016	6956	13:40:00	3214	1321	2739	7274
09:30:00	3961	1149	2102	7212	13:45:00	3370	1390	2222	6982
09:35:00	3614	1132	1981	6727	13:50:00	3596	995	2653	7244
09:40:00	3874	1252	1792	6918	13:55:00	3735	1046	2739	7520
09:45:00	4291	1184	1464	6939	14:00:00	3562	1321	2826	7709
09:50:00	3735	1287	1826	6848	14:05:00	4065	1407	2912	8384
09:55:00	3840	1132	2291	7263	14:10:00	4465	1424	2498	8387
10:00:00	3857	1235	3618	8710	14:15:00	4326	1373	2808	8507
10:05:00	4274	1046	2584	7904	14:20:00	4031	1510	2688	8229
10:10:00	4170	1613	2619	8402	14:25:00	4031	3140	2739	9910
10:15:00	3822	1750	3032	8604	14:30:00	3996	2111	2619	8726
10:20:00	3805	1613	3101	8519	14:35:00	4413	1355	2222	7990
10:25:00	3926	1870	3084	8880	14:40:00	4274	1270	2636	8180
10:30:00	4187	1905	2791	8883	14:45:00	4170	995	2963	8128
10:35:00	3979	1887	2653	8519	14:50:00	3787	1149	2929	7865
10:40:00	3805	1390	3343	8538	14:55:00	3475	2780	2774	9029
10:45:00	3787	1252	3360	8399	15:00:00	2606	2660	1964	7230
10:50:00	4100	1853	3308	9261	15:05:00	2432	1613	1964	6009
10:55:00	4569	1561	2481	8611	15:10:00	2554	840	2636	6030
11:00:00	4187	1270	2102	7559	15:15:00	3006	1167	2567	6740
11:05:00	4083	892	2619	7594	15:20:00	2867	1184	2481	6532
11:10:00	4065	961	2515	7541	15:25:00	2397	1046	2378	5821
11:15:00	4413	1287	2550	8250	15:30:00	2415	669	2808	5892
11:20:00	4187	1167	2378	7732	15:35:00	2415	789	2791	5995
11:25:00	4065	875	2378	7318	15:40:00	2450	806	2602	5858
11:30:00	4361	1029	2981	8371	15:45:00	2814	1235	2446	6495

Tabla B 41. Potencia reactiva inductiva del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)	Hora de la muestra	L1 (var)	L2 (var)	L3 (var)	III (var)
07:23:30	434	514	964	1912	11:35:00	729	1012	1464	3205
07:25:00	382	1012	1395	2789	11:40:00	434	961	1430	2825
07:30:00	139	806	1395	2340	11:45:00	451	840	913	2204
07:35:00	104	411	1413	1928	11:50:00	451	909	913	2273
07:40:00	764	909	913	2586	11:55:00	747	1064	1430	3241
07:45:00	486	429	861	1776	12:00:00	816	1081	1516	3413
07:50:00	330	875	1447	2652	12:05:00	347	978	1481	2806
07:55:00	330	943	1568	2841	12:10:00	347	446	999	1792
08:00:00	347	943	1516	2806	12:15:00	330	549	1102	1981
08:05:00	747	806	947	2500	12:20:00	764	1149	1481	3394
08:10:00	278	377	913	1568	12:25:00	695	1132	1481	3308
08:15:00	17	549	1395	1961	12:30:00	399	926	1240	2565
08:20:00	312	686	1378	2376	12:35:00	399	875	878	2152
08:25:00	451	583	1413	2447	12:40:00	434	943	1240	2617
08:30:00	868	1012	878	2758	12:45:00	851	1149	1585	3585
08:35:00	677	961	1085	2723	12:50:00	955	1012	1568	3535
08:40:00	399	875	1602	2876	12:55:00	729	446	1481	2656
08:45:00	295	446	1585	2326	13:00:00	660	514	1051	2225
08:50:00	34	480	1430	1944	13:05:00	608	1149	827	2584
08:55:00	469	1046	913	2428	13:10:00	417	1270	827	2514
09:00:00	538	738	1016	2292	13:15:00	417	1218	947	2582
09:05:00	330	291	1447	2068	13:20:00	660	566	1464	2690
09:10:00	330	789	1447	2566	13:25:00	799	532	1533	2864
09:15:00	382	1029	1378	2789	13:30:00	799	1029	1550	3378
09:20:00	503	669	999	2171	13:35:00	469	1064	1516	3049
09:25:00	225	429	1171	1825	13:40:00	417	1029	1430	2876
09:30:00	156	806	1464	2426	13:45:00	573	943	861	2377
09:35:00	156	823	1430	2409	13:50:00	816	497	1137	2450
09:40:00	417	669	1240	2326	13:55:00	938	429	1430	2797
09:45:00	851	566	878	2295	14:00:00	747	892	1481	3120
09:50:00	330	840	1102	2272	14:05:00	660	1046	1464	3170
09:55:00	330	823	1481	2634	14:10:00	816	1046	1016	2878
10:00:00	347	926	1585	2858	14:15:00	677	1012	1292	2981
10:05:00	712	514	1292	2518	14:20:00	364	943	1464	2771
10:10:00	642	875	672	2189	14:25:00	382	1029	1447	2858
10:15:00	330	1201	775	2306	14:30:00	382	1046	1344	2772
10:20:00	330	1132	1051	2513	14:35:00	799	995	896	2690
10:25:00	399	1218	1051	2668	14:40:00	799	926	1223	2948
10:30:00	729	1287	740	2756	14:45:00	677	446	1585	2708
10:35:00	608	1270	516	2394	14:50:00	364	463	1585	2412
10:40:00	417	738	982	2137	14:55:00	347	1235	1395	2977
10:45:00	417	635	1154	2206	15:00:00	173	1201	844	2218
10:50:00	660	1235	1154	3049	15:05:00	260	652	1154	2066
10:55:00	781	1081	809	2671	15:10:00	573	377	1464	2414
11:00:00	399	858	844	2101	15:15:00	1007	840	1464	3311
11:05:00	312	429	1309	2050	15:20:00	886	1012	1326	3224
11:10:00	312	549	1395	2256	15:25:00	434	892	999	2325
11:15:00	590	943	1413	2946	15:30:00	434	480	1309	2223
11:20:00	434	892	1033	2359	15:35:00	434	686	1585	2705
11:25:00	312	446	947	1705	15:40:00	434	875	1481	2790
11:30:00	538	600	1516	2654	15:45:00	781	1029	1326	3136

Tabla B 42. Factor de Potencia del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III
07:23:30	0.98	0.85	0.87	0.93
07:25:00	0.99	0.77	0.83	0.89
07:30:00	0.99	0.74	0.81	0.89
07:35:00	0.98	0.83	0.81	0.91
07:40:00	0.98	0.74	0.85	0.91
07:45:00	0.98	0.8	0.86	0.93
07:50:00	0.99	0.72	0.83	0.89
07:55:00	0.98	0.71	0.83	0.88
08:00:00	0.99	0.71	0.82	0.89
08:05:00	0.98	0.81	0.86	0.92
08:10:00	0.98	0.86	0.87	0.94
08:15:00	0.99	0.75	0.83	0.9
08:20:00	0.98	0.72	0.81	0.89
08:25:00	0.98	0.77	0.81	0.9
08:30:00	0.97	0.75	0.85	0.9
08:35:00	0.98	0.71	0.87	0.9
08:40:00	0.99	0.74	0.82	0.89
08:45:00	0.99	0.89	0.81	0.91
08:50:00	0.99	0.91	0.8	0.91
08:55:00	0.98	0.83	0.85	0.91
09:00:00	0.98	0.77	0.85	0.91
09:05:00	0.99	0.88	0.81	0.91
09:10:00	0.99	0.82	0.81	0.9
09:15:00	0.98	0.82	0.83	0.9
09:20:00	0.99	0.89	0.87	0.94
09:25:00	0.99	0.9	0.86	0.94
09:30:00	0.99	0.82	0.82	0.9
09:35:00	0.99	0.81	0.81	0.9
09:40:00	0.98	0.88	0.82	0.91
09:45:00	0.97	0.9	0.86	0.93
09:50:00	0.99	0.84	0.85	0.92
09:55:00	0.99	0.81	0.84	0.9
10:00:00	0.99	0.8	0.91	0.92
10:05:00	0.98	0.9	0.89	0.94
10:10:00	0.98	0.88	0.96	0.95
10:15:00	0.99	0.83	0.96	0.94
10:20:00	0.99	0.82	0.95	0.94
10:25:00	0.99	0.84	0.94	0.94
10:30:00	0.98	0.83	0.96	0.94
10:35:00	0.98	0.83	0.98	0.94
10:40:00	0.99	0.88	0.96	0.96
10:45:00	0.98	0.89	0.95	0.95
10:50:00	0.98	0.83	0.94	0.93
10:55:00	0.98	0.82	0.94	0.94
11:00:00	0.99	0.83	0.92	0.94
11:05:00	0.99	0.91	0.89	0.94
11:10:00	0.99	0.87	0.87	0.93
11:15:00	0.98	0.81	0.87	0.92
11:20:00	0.99	0.8	0.91	0.93
11:25:00	0.99	0.89	0.92	0.95
11:30:00	0.98	0.86	0.89	0.93

Hora de la muestra	Fp L1	Fp L2	Fp L3	Fp III
11:35:00	0.98	0.82	0.88	0.92
11:40:00	0.99	0.8	0.88	0.92
11:45:00	0.99	0.79	0.92	0.93
11:50:00	0.99	0.8	0.92	0.93
11:55:00	0.98	0.8	0.88	0.91
12:00:00	0.98	0.8	0.87	0.91
12:05:00	0.99	0.8	0.88	0.92
12:10:00	0.99	0.89	0.91	0.95
12:15:00	0.99	0.86	0.91	0.94
12:20:00	0.98	0.81	0.87	0.91
12:25:00	0.98	0.81	0.86	0.91
12:30:00	0.99	0.8	0.88	0.92
12:35:00	0.99	0.8	0.91	0.93
12:40:00	0.99	0.8	0.9	0.92
12:45:00	0.98	0.82	0.88	0.91
12:50:00	0.97	0.82	0.88	0.91
12:55:00	0.98	0.95	0.88	0.94
13:00:00	0.98	0.96	0.9	0.95
13:05:00	0.97	0.91	0.93	0.94
13:10:00	0.98	0.91	0.93	0.94
13:15:00	0.98	0.91	0.92	0.94
13:20:00	0.97	0.96	0.89	0.94
13:25:00	0.97	0.95	0.89	0.93
13:30:00	0.97	0.8	0.89	0.9
13:35:00	0.98	0.8	0.88	0.9
13:40:00	0.98	0.79	0.88	0.9
13:45:00	0.98	0.82	0.92	0.92
13:50:00	0.97	0.89	0.91	0.93
13:55:00	0.96	0.92	0.88	0.93
14:00:00	0.97	0.83	0.88	0.91
14:05:00	0.98	0.8	0.89	0.91
14:10:00	0.98	0.81	0.92	0.93
14:15:00	0.98	0.81	0.9	0.92
14:20:00	0.99	0.85	0.88	0.92
14:25:00	0.99	0.94	0.88	0.94
14:30:00	0.99	0.89	0.89	0.93
14:35:00	0.98	0.81	0.92	0.93
14:40:00	0.98	0.81	0.9	0.92
14:45:00	0.98	0.91	0.88	0.93
14:50:00	0.99	0.92	0.88	0.93
14:55:00	0.98	0.91	0.89	0.93
15:00:00	0.99	0.91	0.91	0.93
15:05:00	0.98	0.92	0.86	0.92
15:10:00	0.97	0.91	0.87	0.92
15:15:00	0.94	0.82	0.87	0.89
15:20:00	0.95	0.76	0.88	0.88
15:25:00	0.98	0.76	0.92	0.9
15:30:00	0.98	0.81	0.9	0.92
15:35:00	0.98	0.75	0.87	0.89
15:40:00	0.98	0.67	0.87	0.87
15:45:00	0.96	0.76	0.87	0.88

Tabla B 43. Frecuencia del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)	Hora de la muestra	Frecuencia (Hz)
07:23:30	60	11:35:00	60
07:25:00	60	11:40:00	60
07:30:00	60	11:45:00	60
07:35:00	60	11:50:00	60
07:40:00	60	11:55:00	60
07:45:00	60	12:00:00	60
07:50:00	60	12:05:00	60
07:55:00	60	12:10:00	60
08:00:00	60	12:15:00	60
08:05:00	60	12:20:00	60
08:10:00	60	12:25:00	60
08:15:00	60	12:30:00	60
08:20:00	60	12:35:00	60
08:25:00	60	12:40:00	60
08:30:00	60	12:45:00	60
08:35:00	60	12:50:00	60
08:40:00	60	12:55:00	60
08:45:00	60	13:00:00	60
08:50:00	60	13:05:00	60
08:55:00	60	13:10:00	60
09:00:00	60	13:15:00	60
09:05:00	60	13:20:00	60
09:10:00	60	13:25:00	60
09:15:00	60	13:30:00	60
09:20:00	60	13:35:00	60
09:25:00	60	13:40:00	60
09:30:00	60.1	13:45:00	60
09:35:00	60	13:50:00	60
09:40:00	60	13:55:00	60
09:45:00	60	14:00:00	60
09:50:00	60	14:05:00	60
09:55:00	60	14:10:00	60
10:00:00	60	14:15:00	60
10:05:00	60	14:20:00	60
10:10:00	60	14:25:00	60
10:15:00	60	14:30:00	60
10:20:00	60	14:35:00	60
10:25:00	60	14:40:00	60
10:30:00	60	14:45:00	60
10:35:00	60	14:50:00	60
10:40:00	60	14:55:00	60
10:45:00	60	15:00:00	60
10:50:00	60	15:05:00	60
10:55:00	60	15:10:00	60
11:00:00	60	15:15:00	60
11:05:00	60	15:20:00	60
11:10:00	60	15:25:00	60
11:15:00	60	15:30:00	60
11:20:00	60	15:35:00	60
11:25:00	60	15:40:00	60
11:30:00	60	15:45:00	60

Tabla B 44. Energía activa y reactiva del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)	Hora de la muestra	E. act (kWh)	E. reac L (kvarh)	E. reac C (kvarh)
07:23:30	0.36	0.11	0.00	11:35:00	31.95	10.49	0.00
07:25:00	0.96	0.34	0.00	11:40:00	32.64	10.73	0.00
07:30:00	1.50	0.54	0.00	11:45:00	33.27	10.91	0.00
07:35:00	2.02	0.70	0.00	11:50:00	33.91	11.11	0.00
07:40:00	2.60	0.92	0.00	11:55:00	34.64	11.38	0.00
07:45:00	3.12	1.07	0.00	12:00:00	35.38	11.67	0.00
07:50:00	3.70	1.29	0.00	12:05:00	36.08	11.90	0.00
07:55:00	4.30	1.53	0.00	12:10:00	36.71	12.05	0.00
08:00:00	4.89	1.77	0.00	12:15:00	37.36	12.22	0.00
08:05:00	5.49	1.98	0.00	12:20:00	38.12	12.51	0.00
08:10:00	6.00	2.11	0.00	12:25:00	38.84	12.79	0.00
08:15:00	6.52	2.27	0.00	12:30:00	39.46	13.00	0.00
08:20:00	7.05	2.47	0.00	12:35:00	40.04	13.18	0.00
08:25:00	7.60	2.68	0.00	12:40:00	40.68	13.40	0.00
08:30:00	8.18	2.91	0.00	12:45:00	41.40	13.70	0.00
08:35:00	8.76	3.14	0.00	12:50:00	42.13	14.00	0.00
08:40:00	9.36	3.38	0.00	12:55:00	42.83	14.23	0.00
08:45:00	9.93	3.58	0.00	13:00:00	43.48	14.41	0.00
08:50:00	10.48	3.74	0.00	13:05:00	44.14	14.63	0.00
08:55:00	11.06	3.95	0.00	13:10:00	44.80	14.85	0.00
09:00:00	11.61	4.14	0.00	13:15:00	45.48	15.06	0.00
09:05:00	12.14	4.31	0.00	13:20:00	46.17	15.29	0.00
09:10:00	12.71	4.53	0.00	13:25:00	46.87	15.53	0.00
09:15:00	13.33	4.77	0.00	13:30:00	47.55	15.82	0.00
09:20:00	13.94	4.95	0.00	13:35:00	48.18	16.07	0.00
09:25:00	14.52	5.10	0.00	13:40:00	48.79	16.32	0.00
09:30:00	15.13	5.31	0.00	13:45:00	49.37	16.52	0.00
09:35:00	15.69	5.51	0.00	13:50:00	49.98	16.72	0.00
09:40:00	16.27	5.71	0.00	13:55:00	50.61	16.96	0.00
09:45:00	16.85	5.90	0.00	14:00:00	51.25	17.22	0.00
09:50:00	17.42	6.10	0.00	14:05:00	51.95	17.49	0.00
09:55:00	18.03	6.32	0.00	14:10:00	52.65	17.73	0.00
10:00:00	18.76	6.56	0.00	14:15:00	53.37	17.98	0.00
10:05:00	19.42	6.77	0.00	14:20:00	54.05	18.21	0.00
10:10:00	20.12	6.95	0.00	14:25:00	54.88	18.45	0.00
10:15:00	20.84	7.15	0.00	14:30:00	55.61	18.69	0.00
10:20:00	21.56	7.36	0.00	14:35:00	56.28	18.91	0.00
10:25:00	22.30	7.59	0.00	14:40:00	56.96	19.16	0.00
10:30:00	23.04	7.82	0.00	14:45:00	57.64	19.39	0.00
10:35:00	23.75	8.02	0.00	14:50:00	58.30	19.59	0.00
10:40:00	24.47	8.20	0.00	14:55:00	59.06	19.84	0.00
10:45:00	25.17	8.38	0.00	15:00:00	59.66	20.03	0.00
10:50:00	25.94	8.64	0.00	15:05:00	60.17	20.20	0.00
10:55:00	26.66	8.86	0.00	15:10:00	60.67	20.40	0.00
11:00:00	27.30	9.04	0.00	15:15:00	61.24	20.68	0.00
11:05:00	27.93	9.22	0.00	15:20:00	61.78	20.95	0.00
11:10:00	28.56	9.40	0.00	15:25:00	62.27	21.15	0.00
11:15:00	29.25	9.65	0.00	15:30:00	62.76	21.34	0.00
11:20:00	29.90	9.85	0.00	15:35:00	63.26	21.56	0.00
11:25:00	30.51	10.00	0.00	15:40:00	63.76	21.80	0.00
11:30:00	31.21	10.22	0.00	15:45:00	64.30	22.06	0.00

Tabla B 45. THD % del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)	Hora de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L2 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L2 (%I THD)	%I L3 (%I THD)
7:23:30	4,2	3,7	4,1	11,5	5,3	8,8	11:35:00	5,8	5,4	5,5	8,1	6,9	5,3
7:25:00	4,3	3,7	4,2	12,3	5,2	9,7	11:40:00	5,7	5,5	5,7	7,9	6,2	5,6
7:30:00	4,3	3,7	4,1	14,2	8,1	8,3	11:45:00	5,9	5,5	5,7	9,1	6,1	8,6
7:35:00	4,5	3,8	4,2	14,2	3,7	8	11:50:00	5,9	5,7	5,9	9,3	5,4	12,3
7:40:00	4,5	3,8	4,3	9,4	8,1	7,8	11:55:00	5,8	5,3	5,6	9,5	5,4	6,7
7:45:00	4,5	4	4,6	9,7	8,5	11,9	12:00:00	5,5	5	5,5	7,1	6,1	6,8
7:50:00	4,6	4,1	4,7	11,4	4,7	11,4	12:05:00	5,6	5	5,3	9,8	6,1	6,7
7:55:00	4,6	4	4,3	12,1	6,9	6,7	12:10:00	5,7	5,1	5,6	9,4	7,6	10,8
8:00:00	4,9	4	4,4	11,9	8,2	7,1	12:15:00	5,6	5,3	5,8	9,6	12,6	9,4
8:05:00	4,8	4,1	4,7	9,3	8,2	9,7	12:20:00	5,6	5,2	5,3	10	7,6	7,1
8:10:00	4,9	4,5	4,9	9,3	4,4	11,4	12:25:00	5,5	5,4	5,3	7,7	6,9	7,3
8:15:00	4,9	4,3	4,8	13,5	4,4	7,2	12:30:00	5,3	5	5,2	9,5	6,4	7,8
8:20:00	5,1	4,5	5	14,4	8	7,3	12:35:00	5,4	4,9	5,3	9,1	7,4	13,1
8:25:00	5,1	4,5	5,2	10,9	4,3	7,6	12:40:00	5,4	4,9	5,3	10,5	7	12,5
8:30:00	4,8	4,2	5,1	10,8	9,8	11,3	12:45:00	5,2	4,7	4,9	7,4	5,6	6,2
8:35:00	4,5	4	4,8	9,1	8,5	9,6	12:50:00	5,2	4,5	4,9	7,8	5,8	7
8:40:00	4,9	4,4	4,8	11,2	8,6	6,5	12:55:00	5	4,8	5,2	7	10,6	6,9
8:45:00	5	4,5	4,8	11,8	8,1	6,7	13:00:00	5,4	5,3	5,5	9	12,5	7,3
8:50:00	5,1	4,8	4,9	14	11,3	6,8	13:05:00	5,1	5,2	5,4	8,1	5,8	13,1
8:55:00	5,2	4,7	5,3	10	7,9	10,8	13:10:00	5,1	5,1	5,4	10,6	3,4	12,9
9:00:00	5,2	4,7	5,2	8,9	7,1	9,8	13:15:00	4,9	4,9	5,3	10,9	3,5	12,4
9:05:00	5,2	5	5,2	11,6	22,6	7	13:20:00	5	5,1	5,1	10,5	9	7,2
9:10:00	5,4	5	5,1	10,9	13,9	7,5	13:25:00	4,8	5,1	5,2	8,9	11,3	6,6
9:15:00	5,2	4,9	5,1	11,8	6,5	7,2	13:30:00	4,7	4,7	5	9,1	5,8	8,1
9:20:00	5,2	5,1	5,3	9	7,1	7,1	13:35:00	4,9	4,9	5	8,6	5,5	8,6
9:25:00	5,5	5,1	5,4	8,9	8,3	7,1	13:40:00	4,8	4,7	5,1	11,5	5,1	10,2
9:30:00	5,6	4,9	5,2	10,6	9,6	6,4	13:45:00	4,9	5	5,4	11,6	5,9	16,9
9:35:00	5,6	5,1	5,3	11	7,6	7,3	13:50:00	4,8	4,8	5,4	8,4	8,1	16,2
9:40:00	5,5	5,1	5,1	12,6	6,4	7,3	13:55:00	4,8	4,7	5,2	9,1	12	9,1
9:45:00	5,3	5,2	5,3	7,8	7,8	9,4	14:00:00	4,7	4,9	5,2	8,6	13,1	10
9:50:00	5,3	5	5,3	9	7,9	8,6	14:05:00	4,7	4,8	5,2	9,7	7,2	8,5
9:55:00	5,6	5,1	5,1	11,6	7,1	6,6	14:10:00	4,8	4,7	5,3	9,1	6,7	13
10:00:00	5,5	5,3	5,5	10,5	7,3	5,8	14:15:00	4,8	4,8	5,2	8	7	12,5
10:05:00	5,5	5,4	5,4	11,1	6,2	6,4	14:20:00	4,9	4,7	5,1	11,7	6,2	8,6
10:10:00	5,5	5,6	5,8	8	6,6	10,1	14:25:00	4,9	4,7	5,1	11,3	5,9	9,3
10:15:00	5,6	5,3	5,6	10,3	5,2	8,7	14:30:00	4,9	4,9	5,1	11,5	3,5	7,9
10:20:00	5,4	5,3	5,3	10,7	3,5	5,5	14:35:00	4,8	4,7	5,2	11,4	6,3	15,4
10:25:00	5,5	5,2	5,3	10,4	3,1	6,4	14:40:00	4,8	4,7	5	9,6	6,8	14,5
10:30:00	5,4	5,2	5,2	8,3	3,7	6,3	14:45:00	4,8	4,8	5	9,8	11,4	6,6
10:35:00	5,4	5,2	5,4	9,1	4,6	10,3	14:50:00	4,9	4,6	4,9	12,3	11,6	7,4
10:40:00	5,4	5,3	5,5	10,2	4	8,1	14:55:00	4,9	4,8	4,9	12,3	10,5	7,1
10:45:00	5,5	5,4	5,4	10,5	5,6	5,5	15:00:00	4,7	4,7	5	15,1	3,9	14,2
10:50:00	5,5	5,4	5,4	10	2,6	5,1	15:05:00	4,3	4,5	4,8	14	2,3	14,2
10:55:00	5,6	5,3	5,5	7,8	4,2	6,1	15:10:00	4,5	4,7	4,8	10,4	15,2	8,6
11:00:00	5,6	5,5	5,4	7,9	5,7	12,1	15:15:00	4,5	4,8	4,8	12,2	17,4	8,3
11:05:00	5,8	5,5	5,7	10,5	4,1	11,8	15:20:00	4,5	4,7	4,8	8,3	7,2	8,3
11:10:00	5,8	5,4	5,7	10,3	5,2	7,1	15:25:00	4,6	4,6	4,7	12,2	9,7	12,2
11:15:00	5,7	5,3	5,4	10,6	6,5	7,2	15:30:00	4,5	4,6	4,9	12,9	6,7	11
11:20:00	5,6	5,4	5,3	8,3	5,8	6,6	15:35:00	4,5	4,6	4,7	12,1	5,7	7,1
11:25:00	5,7	5,4	5,7	10,4	5,5	9,4	15:40:00	4,3	4,5	4,8	13,7	7,6	8,5
11:30:00	6	5,6	6	10,6	4,7	8,2	15:45:00	4,3	4,4	4,8	12,8	8,2	8,8

Tabla B 46. RMS armónicos del edificio T11 tablero 2

Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)	Hora de la muestra	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
07:23:30	117	119	118	34.52	8.05	18.04	11:35:00	115	118	118	40.02	16.26	28.52
07:25:00	117	119	117	33.26	7.94	16.94	11:40:00	116	118	117	40.11	13.46	28.21
07:30:00	118	117	117	30.75	14.94	20.53	11:45:00	116	118	117	37.08	13.34	26.88
07:35:00	118	119	117	30.84	5.60	20.65	11:50:00	114	118	118	38.07	12.79	18.80
07:40:00	118	118	117	39.61	12.92	20.34	11:55:00	116	119	117	36.83	13.61	27.22
07:45:00	118	118	118	37.41	11.13	14.31	12:00:00	116	120	118	42.56	15.66	25.92
07:50:00	118	119	118	34.25	5.25	14.56	12:05:00	116	119	119	36.96	13.84	27.01
07:55:00	118	119	117	33.19	10.59	22.96	12:10:00	116	119	119	38.08	11.96	20.71
08:00:00	118	118	117	33.11	11.31	23.36	12:15:00	117	120	119	36.92	8.22	22.67
08:05:00	117	118	118	38.56	11.23	16.39	12:20:00	118	119	119	37.29	14.58	25.85
08:10:00	117	118	117	37.29	5.27	14.55	12:25:00	117	119	119	41.38	16.05	24.49
08:15:00	119	118	117	30.62	5.30	23.38	12:30:00	118	120	119	31.95	13.97	25.83
08:20:00	117	117	116	29.48	10.61	20.25	12:35:00	117	120	120	33.12	11.99	18.49
08:25:00	117	118	116	33.11	5.46	20.24	12:40:00	117	120	120	30.72	11.86	18.81
08:30:00	116	118	118	34.23	13.77	13.99	12:45:00	117	120	119	37.01	16.34	28.78
08:35:00	117	119	119	37.36	11.23	15.97	12:50:00	117	120	119	37.39	17.20	27.04
08:40:00	117	120	118	33.02	11.32	26.89	12:55:00	117	122	118	38.02	8.45	27.64
08:45:00	118	119	118	31.85	11.83	23.07	13:00:00	117	121	119	34.35	16.14	25.20
08:50:00	118	119	118	29.52	9.78	22.85	13:05:00	117	120	120	29.14	21.96	19.24
08:55:00	116	118	120	35.89	16.59	14.16	13:10:00	118	119	119	24.73	24.16	20.33
09:00:00	116	118	120	36.47	13.58	14.56	13:15:00	118	119	120	24.72	24.95	19.92
09:05:00	117	120	118	31.84	4.16	22.46	13:20:00	119	120	118	24.85	17.99	27.46
09:10:00	117	119	118	33.06	8.12	20.40	13:25:00	118	121	118	31.09	15.63	27.58
09:15:00	117	118	118	31.75	14.03	20.41	13:30:00	118	121	119	31.07	16.21	29.22
09:20:00	116	117	118	37.03	15.67	17.79	13:35:00	118	121	119	32.20	13.69	28.16
09:25:00	116	117	118	37.94	10.23	18.31	13:40:00	118	121	119	26.31	13.81	25.87
09:30:00	117	117	117	35.32	12.60	23.77	13:45:00	119	120	120	26.30	15.91	19.77
09:35:00	117	118	118	33.80	11.66	20.42	13:50:00	118	121	120	32.28	12.17	20.17
09:40:00	117	117	117	30.46	15.33	20.46	13:55:00	118	121	119	30.99	10.45	27.78
09:45:00	116	118	118	37.60	10.26	15.24	14:00:00	118	121	119	34.27	8.41	25.57
09:50:00	116	117	118	36.35	16.85	15.65	14:05:00	118	121	119	29.45	14.46	29.74
09:55:00	117	118	118	31.89	12.79	21.13	14:10:00	118	121	119	38.12	14.24	24.00
10:00:00	116	118	117	34.36	11.80	30.67	14:15:00	118	120	120	39.33	14.05	22.63
10:05:00	116	118	117	33.10	15.30	26.73	14:20:00	118	120	120	34.23	15.43	26.00
10:10:00	116	118	117	37.47	10.32	23.08	14:25:00	118	120	119	35.27	16.20	25.67
10:15:00	116	117	118	34.52	19.62	24.94	14:30:00	119	119	119	34.01	27.93	28.36
10:20:00	116	117	117	32.93	16.48	29.72	14:35:00	118	120	120	34.61	14.97	19.41
10:25:00	116	118	117	34.22	16.51	27.73	14:40:00	117	119	120	37.74	13.84	19.80
10:30:00	116	117	117	37.66	19.58	27.34	14:45:00	118	120	119	36.75	8.93	28.36
10:35:00	115	117	118	36.50	21.59	22.08	14:50:00	118	121	119	32.17	8.71	27.40
10:40:00	115	117	118	34.19	18.63	25.29	14:55:00	119	120	119	32.15	18.20	27.52
10:45:00	116	117	116	32.97	11.10	30.50	15:00:00	119	118	120	23.41	25.07	19.11
10:50:00	116	118	116	34.08	13.19	33.70	15:05:00	120	118	120	19.01	25.25	14.69
10:55:00	115	116	116	41.00	18.40	27.18	15:10:00	119	120	119	23.40	8.84	21.22
11:00:00	116	117	119	40.92	15.31	18.87	15:15:00	120	121	119	22.03	6.38	25.39
11:05:00	116	118	119	35.20	9.16	18.92	15:20:00	119	120	120	27.63	11.92	24.51
11:10:00	115	119	118	35.24	7.88	24.78	15:25:00	120	120	120	20.23	13.59	21.67
11:15:00	116	118	117	35.22	13.87	24.20	15:30:00	120	121	120	20.36	7.62	21.17
11:20:00	115	118	118	39.57	13.26	25.46	15:35:00	120	122	119	21.59	5.51	27.33
11:25:00	116	118	118	35.21	12.85	22.90	15:40:00	120	121	120	20.76	10.70	24.41
11:30:00	115	118	118	35.51	7.99	23.46	15:45:00	120	121	120	20.34	9.65	24.59

