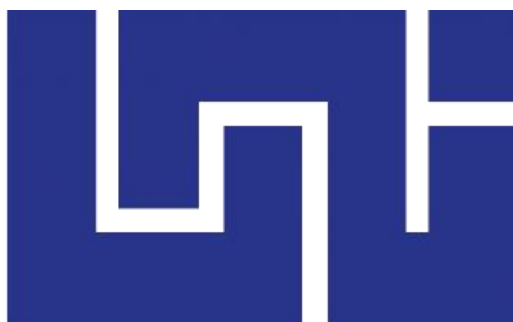


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS MONOGRÁFICA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO



TITULO:

“PROPUESTA DE BALANCE DE CARGA EN LOS PANELES ELÉCTRICOS
PRINCIPALES POR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DEL RECINTO
UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA”.

Elaborado por:

Br. Arauz Amador Andrick Antonick N°: 2016-0797U

Br. Urbina Narváez Edwin Ariel N°: 2016-0635U

Tutor: Ing. Marlon A. Gutiérrez G.

Managua, Nicaragua

Diciembre del 2021

DEDICATORIA

Primeramente, queremos dar gracias a Dios por permitirnos llegar a este punto donde nos encontramos, son pocos los pasos que nos quedan para finalizar el proceso de culminación de estudios y obtener el título de Ingeniero Eléctrico, egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería, debemos reconocer que sin él no podríamos ser capaces de llevar a cabo nuestros objetivos.

Por supuesto también queremos dar gracias a todas las personas que han hecho posible culminar este objetivo, a nuestros padres, y demás familiares que de alguna forma han sido apoyo en este proceso muy especial. También debemos agradecer a nuestro tutor de tesis por habernos instruido y mostrado su apoyo hasta culminar este proceso, y reconocemos todo el mérito que se merece por todo el conocimiento que ha compartido con nosotros.

Esperamos que este trabajo sea una base para futuros trabajos de investigación para las nuevas generaciones de ingenieros eléctricos, además esperamos que contribuya a la mejora del sistema eléctrico de la Universidad líder en ciencia y tecnología UNI.

Tema:

Propuesta de balance de carga en los paneles eléctricos principales por centro de transformación del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional De Ingeniería.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de propuesta de balance de carga por corriente es un medio para que la Universidad Nacional de Ingeniería, logre ahorrar energía eléctrica en sus instalaciones mejorando la calidad de estudio y trabajo que se realizan día a día por el bienestar de la población nicaragüense.

El incremento de los equipos eléctricos en las distintas áreas de desarrollo de la universidad ha hecho que en los paneles eléctricos exista una amplia variedad de cargas que propicien a presentar problemas de desbalance de corriente entre sus fases, dicho problema trae consecuencias que se pueden solucionar fácilmente con la propuesta.

Entre los objetivos de la realización de esta Tesis de Propuesta de balance de cargas en los paneles eléctricos principales por centro de transformación del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería es diseñar una propuesta de balance de carga por corriente eléctrica con el fin de corregir las pérdidas de energía eléctrica y disminuir la facturación eléctrica anual en busca del buen uso de la energía eléctrica.

El desarrollo de dicho estudio en todo momento se verá enfocado por la regulación de las normas nacionales, “Regulación INE-272”, vigentes desde 1998 y varias normas internacionales, en base de las diversas mediciones efectuadas en los puntos de interés, se planteará las conclusiones necesarias para mantener un buen servicio que evite el deterioro de los sistemas eléctricos y disminuya la facturación eléctrica provocada por los desbalances de corriente en los paneles eléctricos principales.

Tabla de contenido

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOS	IX
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPÍTULO 1.	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1. CALIDAD DE ENERGÍA	6
1.1.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	6
1.1.2. AHORRO ENERGÉTICO.....	6
1.2. TIPOS DE CARGA.	6
1.2.1. Carga lineal	6
1.2.2. Carga no lineal	7
1.3. PERTURBACIONES EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.....	8
1.3.1. Transitorio impulsivo de voltaje	8
1.3.2. Depresión (sag o dip).....	8
1.3.3. Desbalance de voltaje.	9
1.3.4. Desbalance de fases por corriente.....	10
1.3.5. Distorsión.....	13
1.3.5.1. Distorsión armónica.....	13
1.3.6. Distorsión armónica total (Total Harmonic Distorsion <THD>)	14
1.3.7. Variación de la frecuencia	15
1.3.8. Fluctuaciones del voltaje, parpadeo o "Flicker"	15
1.4. NORMATIVA NICARAGÜENSE E INTERNACIONAL RELACIONADA AL DESBALANCE DE CARGA EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS.....	16
1.4.1. Normas de calidad del servicio de los sistemas de distribución	17
1.4.2. Estructuras de la normativa de la calidad en Nicaragua	18
1.4.3. Norma ISO 50001	18
1.4.4. ESTANDAR IEEE 1159.....	20
1.4.5. Estándar IEEE 519.....	20
1.5. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ANALIZADORES DE REDES.....	21
1.5.1. Características principales de un analizador de redes FLUKE 435	21

Partes del equipo analizador FLUKE 435	21
CAPÍTULO 2.	23
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE BALANCE DE CARGA POR CORRIENTE ELÉCTRICA EN LOS PANELES PRINCIPALES.	23
2.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
2.2. SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL	24
2.2.1. Transformadores	25
2.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	26
2.4. CENSO DE CARGA	27
2.5. MEDICIONES ELÉCTRICAS.....	30
2.5.1. Dirección-Piensa	30
2.5.2. Pabellón 7.....	33
2.5.3 Cafetín Duarte.....	37
2.5.4 Biblioteca Esmán Marín, panel planta baja.	42
2.5.5 Edificio Posgrado Planta Alta.....	46
CAPÍTULO 3.	50
RESULTADOS	50
3.1.1. DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO	51
3.1.2. CENSO DE CARGA.....	51
3.1.2.1. Consumo de energía general por uso energético en las instalaciones del RUSB.	52
3.1.3. Beneficio técnico	54
3.1.4. Beneficios económicos	55
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	60
ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS	61
ANEXO 2. GLOSARIO.....	62
ANEXO 3. MEDICIONES ELÉCTRICAS	65
ANEXOS 4. PROPUESTA DE BALANCE	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Cargas lineales relación corriente vs Voltaje.....	7
Figura 1.2. Ejemplo de corriente no lineal con tercera armónica importante.	7
Figura 1.3. Voltaje con distorsión armónica.	8
Figura 1.4. Depresión de voltaje	9
Figura 1.5. Corrientes de línea.....	10
Figura 1.6. Distorsión de frecuencia.....	13
Figura 1.7. Forma de onda con distorsión.....	13
Figura 1.8. Interrupción momentánea por una falla.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de los Huecos (sag) según IEEE.	9
Tabla 2. Corrientes de fases, ejemplo de cálculo	11
Tabla 3. Límites de distorsión de voltaje.....	14
Tabla 4. Distorsión armónica de corriente permitida	14
Tabla 5. Variación de frecuencia normada en Nicaragua.....	15
Tabla 6. Identificación de los transformadores	25
Tabla 7. Instrumentos de medición utilizados	26
Tabla 8. Consumo promedio de energía/hora.....	29
Tabla 9. Consumo de energía, Dirección PIENSA	31
Tabla 10. Consumo de energía pabellón 7.....	33
Tabla 11. Uso energético pabellón 7	34
Tabla 12. Consumo por uso energético kWh/mes	52
Tabla 13. Carga instalada según censo de carga en los transformadores de la UNI 2021	53

ÍNDICE DE FOTOS

Foto. 1. Laboratorio de cómputo Biblioteca Esmán Marín	28
Foto. 2. Panel principal Cafetín Duarte.	38
Foto. 3. Panel principal Biblioteca planta baja.....	42
Foto. 4. Panel principal Posgrado planta alta.....	46
Foto. 5. Paneles Eléctricos en malas condiciones	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Matriz de generación eléctrica 2021	17
Ilustración 2. Analizador de redes eléctrica FLUKE 435	21
Ilustración 3. Conexión del analizador a un sistema trifásico.	22
Ilustración 4. Diagrama Fasorial.	22
Ilustración 5. Sistema actual de la UNI	24
Ilustración 6. Ubicación de los transformadores de distribución UNI-RUSB.....	25
Ilustración 7. Usos energéticos UNI-RUSB.....	27
Ilustración 8. Formato de censo de carga.....	28
Ilustración 9. Formato de censo de carga lleno.....	28
Ilustración 10. Comportamiento del voltaje y corriente- Dirección PIENSA	30
Ilustración 11. Porcentaje de uso energético, Dirección PIENSA.	31
Ilustración 12. Voltaje de fase, alimentación Dirección PIENSA.....	32
Ilustración 13. Corrientes de línea, Dirección PIENSA.	32
Ilustración 14. Curva de carga medición del panel principal Dirección de Piensa	33
Ilustración 15. Consumo de energía por uso, Pabellón 7.	34
Ilustración 16. Desbalance de voltaje entre fases, Pabellón 7.	34
Ilustración 17. Voltaje de fases, Pabellón 7.....	35
Ilustración 18. Corrientes de línea, Pabellón 7.	35
Ilustración 19. Factor de potencia, Pabellón 7.....	37
Ilustración 20. Mediciones puntuales Cafetín Duarte.	39
Ilustración 21. Panel principal cafetín Duarte con cargas balanceadas.....	40
Ilustración 22. Ahorro anual en USD cafetín Duarte.	41
Ilustración 23. Mediciones puntuales panel general biblioteca planta baja.	43
Ilustración 24. Panel principal biblioteca planta baja con cargas balanceadas.	44
Ilustración 25. Ahorro de energía anual biblioteca planta baja.	45
Ilustración 26. Mediciones puntuales Posgrado planta alta.....	47
Ilustración 27. Panel general Posgrado planta alta cargas balanceadas.....	48
Ilustración 28. Ahorro anual económico Posgrado planta alta.	49
Ilustración 29. Porcentaje de estudio paneles eléctricos principales	51
Ilustración 30. Balance energético actual de la UNI, según censo de carga 2021	52
Ilustración 31. Resume de beneficio técnico % de desbalance	54
Ilustración 32. Ahorro por propuesta de carga	55

INTRODUCCIÓN

El ahorro de energía y la mejora de la eficiencia energética, son desafíos importantes que se deben afrontar en toda institución o empresa que haga uso de esta. Por ello, y para mejorar la competitividad como ingenieros eléctricos egresados de la Universidad líder en ciencia y tecnología UNI, debemos poner en marcha estrategias que se adapten a cada situación, además de proporcionar las herramientas necesarias para introducir mejoras significativas en el desarrollo tecnológico del país.

Toda empresa o institución, debe plantearse si sus instalaciones y procesos responden a un diseño optimizado desde el punto de vista energético. Una gestión energética adecuada dentro de una institución conlleva el uso eficiente de la energía y, por consiguiente, la reducción de los costos energéticos derivados a pérdidas técnicas [1]. Uno de los principales problemas que afectan la calidad de la energía eléctrica son los centros de cargas mal distribuidos, la diversidad de cargas monofásicas y trifásicas en un mismo sistema hace que sea muy difícil tener la misma magnitud de corriente por fase.

En el presente trabajo se hará una propuesta de balance de carga por corriente eléctrica, demostrando así que al tener sus centros de cargas balanceados se logrará disminuir el consumo de energía eléctrica en las áreas de trabajo, beneficiando así a los consumidores (UNI-RUSB) con ahorros económicos significativos. Desde el punto de vista técnico se disminuirá las interrupciones eléctricas provocadas por la diferencia de corriente entre sus fases, se aumentará la vida útil de las protecciones y conductores eléctricos instalados en la universidad.

La investigación se dividirá en tres fases, la primera abarca la realización de un diagnóstico eléctrico de campo en el cual se determinará la situación actual de la UNI (mediciones eléctricas) para lograr identificar los tipos y uso de los equipos eléctricos que posee actualmente; al finalizar la primera fase se pasará a realizar el análisis de los datos y mediciones eléctricas realizadas con ayuda de software (Power Log 5.8), el cual nos facilitará observar las variaciones en el voltaje y corriente de las áreas de estudios. Para finalizar se mostrará que la propuesta de balance por corriente significa una fuente de ahorro energético para la universidad, disminuyendo el costo de facturación.

ANTECEDENTES

Un estudio de calidad de energía pretende recabar información con la que se pueden reconocer los problemas que afectan el suministro eléctrico en un circuito determinado [2], buscando con esto, la corrección eficiente de los problemas detectados; la calidad de energía está delimitada por dos factores según el ente regulador INE los cuales son voltaje y frecuencia, estos deben estar entre el rango de $\pm 10\%$ para el voltaje y $\pm 0.5\%$ para la frecuencia [3].

En el presente trabajo se hizo énfasis en uno de los problemas que afectan la calidad de la energía en las instalaciones eléctricas en las cuales se combinan cargas del tipo monofásicas, bifásicas y trifásicas; la mala distribución de estas provoca que en diversos intervalos de tiempo o de manera total exista corrientes mayores a las diseñadas en el sistema eléctrico. A esto se le conoce como desbalance de cargas, existe de dos tipos según la IEEE 1159-2014 [7] de corriente y de voltaje.

Diversos estudios han tratado de solucionar los problema de calidad de energía en distintas instituciones, uno de ellos es “Auditoría Eléctrica en los Edificios de Postgrado (UNIDEPEC) Edificio de la Biblioteca Esmán Marín y Edificio Instituto de Estudios Superiores (IES) Ubicado en el Costado Norte de la Universidad Nacional de Ingeniería (Recinto Universitario Simón Bolívar)”, Dicho estudio encontró que el desbalance de carga de los paneles eléctricos estudiado presentaban un desbalance de carga mayo al normado, por lo que recomendaban realizar un balance de carga de sus paneles.

Al conocer los registros históricos de diversos estudios de calidad, en los cuales presentan al desbalance de cargas como unos de los problemas principales que afectan la calidad del sistema eléctrico, se hace de vital importancia llevar a cabo un estudio en donde se analicen los paneles eléctricos principales marcando aquellos que presenten un mal balance de las cargas, este estudio se llevara a cabo en el Recinto Universitario Simón Bolívar, se buscara disminuir el costo de facturación eléctrica actual, presentando el ahorro que la propuesta de balance de carga aportaría al sistema eléctrico de la universidad.

JUSTIFICACIÓN

El Recinto Simón Bolívar, está conformado por diversos edificios en los cuales se lleva cabos una amplia diversidad de actividades académicas relacionadas a la ingeniería y el desarrollo como estudiante mismo, es por eso que cada sistema eléctrico en los diferentes edificios tiene una gran variedad de cargas eléctricas. Esto lleva a que se presente un problema del tipo eléctrico “Desbalance de carga” el cual se produce al combinar en el mismo panel eléctrico cargas del tipo monofásico con cargas trifásicas.

Sabiendo esto es de vital importancia que los distintos laboratorios, aulas y oficinas administrativas, no presenten desconexiones de la red eléctrica debido a fallos en sus sistemas de energía. Estos sistemas se ven afectado mayormente por el uso de sistemas de climatización (aires acondicionados del tipo convencional) junto a cargas monofásicas (luces, computadoras, UPS, estabilizadores) que varían de manera diferente tanto en magnitud como en el tiempo de funcionamiento de estos mismos.

Como estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad Nacional de Ingeniería instamos que es de vital importancia diseñar una propuesta de balance de carga en los paneles eléctricos principales la cual ayudará a mejorar la calidad del servicio eléctrico dentro del Recinto Universitario Simón Bolívar, disminuyendo las pérdidas por efecto Joule y aumentando la vida útil del sistema eléctrico. La propuesta irá enfocada de manera tecno-económica y buscará demostrar las buenas prácticas enseñada por parte de la universidad en el cuidado y uso de la energía eléctrica en Nicaragua.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar una propuesta de balance de carga en los paneles principales de cada centro de transformación existentes en el Recinto Universitario Simón Bolívar, exceptuando el Centro Universitario IES, con el fin de disminuir las pérdidas eléctricas generadas por el desbalance de carga por corriente.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico energético, censo de carga de las áreas del RUSB (Bordas, residencia estudiantil, comedor estudiantil, posgrado, biblioteca Esmán Marín, pabellones 7,8,9,10,11, edificios 14,15,16,17,18, DBE y áreas de PIENSA), para conocer donde se encuentran los equipos que representan un elevado consumo de energía eléctrica.
- Efectuar mediciones eléctricas en los paneles generales por centro de transformación, ubicando aquellos que necesiten un balance adecuado de carga.
- Desarrollar la propuesta de balance de carga en cada uno de los paneles eléctricos principales evaluados de forma técnica.
- Mostrar el beneficio económico de la propuesta de balance de carga en los paneles principales de la universidad, mediante la disminución de las corrientes que circulan por los conductores eléctricos.

Capítulo 1.
Marco teórico

1.1. Calidad de energía

La calidad de la energía se define como la variación permisible de voltaje, corriente y frecuencia en un sistema eléctrico. Beneficios de una buena calidad de alimento:

- Mayor confiabilidad.
- Mayor eficiencia y vida útil.
- Menor riesgo de finos.

1.1.1. Eficiencia energética

La eficiencia energética se puede definir como la reducción del consumo de energía eléctrica, sin sacrificar nuestro confort, calidad de vida y protección del medio ambiente, gracias a equipos y tecnología de buena calidad.

1.1.2. Ahorro energético

Los términos eficiencia energética y ahorro de energía están estrechamente relacionados ya que ambos tienen como objetivo reducir el consumo de energía eléctrica, sin embargo, el ahorro se trata principalmente de acción, concienciación sobre el uso racional de los equipos y también métodos de uso rentables. sin implicar un cambio completo del sistema.

1.2. Tipos de carga.

En los sistemas eléctricos de corriente alterna las cargas se pueden dividir en tres clases [5], las que no perjudica o perturban en la red del sistema en estado de operación, las que son afectadas por los problemas en la calidad del servicio y las que causan problemas en la calidad del servicio:

1.2.1. Carga lineal

Las cargas lineales tienden a caer en la primera categoría, son cargas que no transmiten problemas a la red en estado de operación normal; éstas cargas tampoco son afectadas por el voltaje que se le aplica, ni por la corriente que circula a través de ellas. Este tipo de cargas se puede representar con una gráfica simple de corriente vs voltaje en la imagen 1.1 se puede observar que la relación entre estos dos parámetros es lineal por lo tanto se puede decir son proporcionales.

Es una carga resistiva, los valores de frecuencia aplicados a la onda de voltaje tienen muy poco o casi nada de efecto en la cantidad de corriente que fluye a través de la carga.

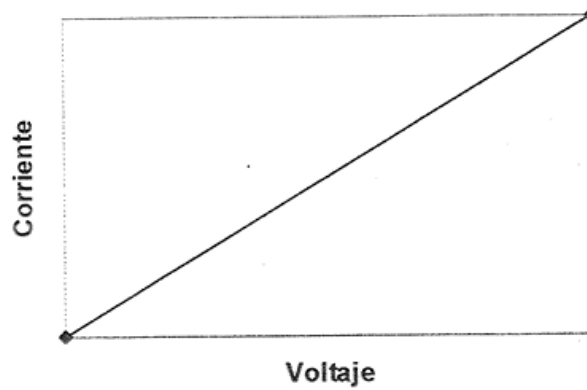


Figura 1.1. Cargas lineales relación corriente vs Voltaje

Fuente: <https://r9.ieee.org/panama/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/noticiero-011997.pdf>

1.2.2. Carga no lineal

Una carga es no lineal cuando su impedancia cambia al aplicar voltaje. Estas corrientes no sinusoidales contienen armónicas que interactúan con la impedancia del sistema creando distorsión de voltaje que puede afectar a los equipos del sistema de distribución y cargas conectadas [6]. La mayoría de los sistemas de potencia tolera ciertos niveles de armónicas, pero tiene problemas cuando son parte significativa de la carga total. Asimismo, la distorsión de voltaje, no de corriente, afectará los equipamientos conectados al sistema.

Las cargas eléctricas de forma no lineales demandan corriente de forma discontinua a la red haciendo que la impedancia varíe durante cada ciclo de la forma de onda de voltaje de entrada de corriente alterna como se observa en la figura 1. 2..

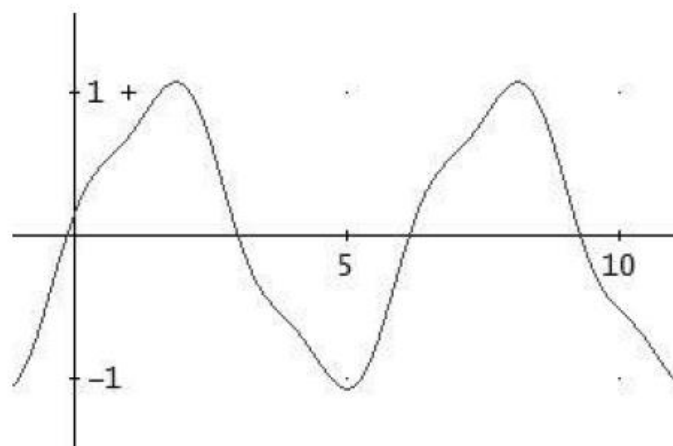


Figura 1.2. Ejemplo de corriente no lineal con tercera armónica importante.

Fuente: Cortez, M. A. (2009, febrero). En *Calidad de la energía eléctrica*. (1.^a ed., p. 7).

1.3. Perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia

1.3.1. Transitorio impulsivo de voltaje

Es un disturbio en el voltaje de alimentación que dura menos de medio ciclo y que inicialmente tiene la misma polaridad que el voltaje normal, de tal manera que el disturbio se suma a la forma de onda nominal. Los transitorios son ocasionados por maniobras con interruptores y por descargas atmosféricas.

Son de moderada y elevada magnitud, pero de corta duración medida en microsegundos [6]. Normalmente están caracterizados por sus tiempos de ascenso (1 a 10 μsec) y descenso (20 a 150 μsec) y por su contenido espectral.

Los equipos electrónicos modernos demandan la corriente en forma discontinua, este tipo de cargas son no lineales. La caída de tensión que esta corriente produce en el sistema de alimentación puede ocasionar que el voltaje se distorsione. La mayoría de los equipos de cómputo toleran una distorsión de alrededor del 5%.

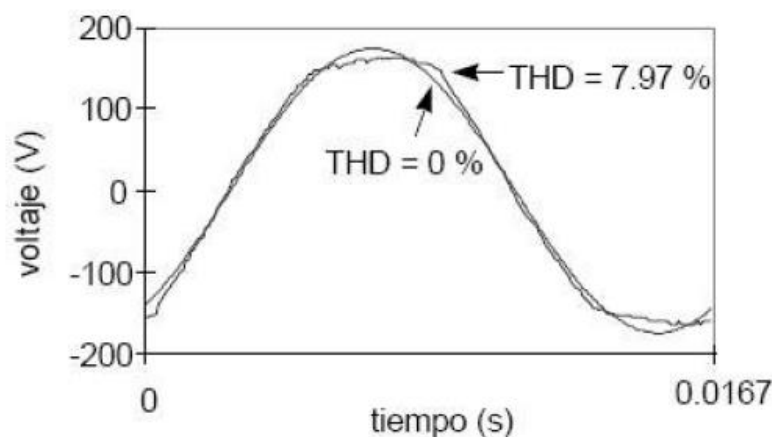


Figura 1.3. Voltaje con distorsión armónica.

Fuente: Cortez, M. A. (2009, febrero). En *Calidad de la energía eléctrica*. (1.^a ed., p. 42).

1.3.2. Depresión (sag o dip).

Una reducción del valor RMS del voltaje o de la corriente a valores entre 0.1 pu y 0.9 pu a frecuencia de potencia con duración entre medio ciclo y 1 minuto.

Las depresiones de tensión son normalmente asociadas a fallas del sistema, a la energización de grandes cargas, al arranque de motores de elevada potencia y a la energización de transformadores de potencia.

El Standard IEEE 1159-2014 divide los huecos de tensión en tres categorías en función de su duración y coinciden con las tres categorías de interrupciones y de swells [7]. Estas duraciones están escogidas en función de los tiempos de operación típicos de los dispositivos de protección. Las categorías de Huecos de tensión se detallan en la tabla 1:

Tabla 1. Categorías de los Huecos (sag) según IEEE.

Clasificación	Duración
Instantáneo	De 0.5 a 30 ciclos
Momentáneo	De 30 ciclos a 3 seg.
Temporal	De 3 seg. a 1 minuto

Fuente: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8796486>

1.3.2.1. Efectos negativos que producen los Sags/Dips:

Mal funcionamiento de los equipos electrónicos de control y protección, variación de la velocidad de motores o parada de éstos, inconvenientes derivados de arranques de motores y máquinas, fallas y errores en procesos informáticos, apagado de lámparas de arco, etc. En la figura 1.3 se muestra una onda senoidal que presentan huecos en un periodo de 4 ciclos:

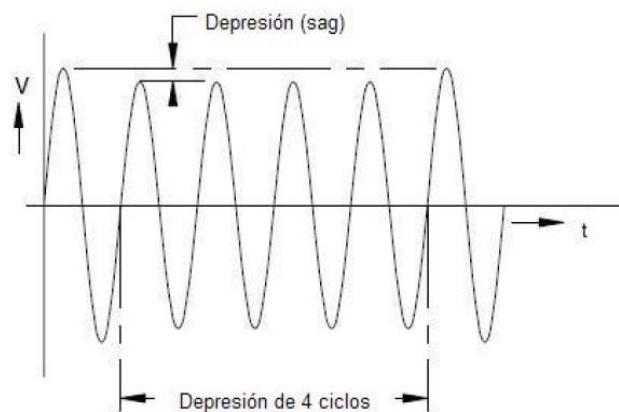


Figura 1.4. Depresión de voltaje

Fuente: Cortez, M. A. (2009, febrero). En *Calidad de la energía eléctrica*. (1.^a ed., p. 42).

1.3.3. Desbalance de voltaje.

Un desbalance en el voltaje es definido algunas veces como la máxima desviación del promedio de los voltajes o de las corrientes trifásicas, dividida por el promedio de los voltajes o de las corrientes trifásicas y expresado en por ciento.

El desbalance es definido de manera más rigurosa en función de las componentes simétricas. La razón de la componente de secuencia negativa o de la componente de secuencia cero a la componente de secuencia positiva.

En un sistema eléctrico lo ideal es tener un desbalance del 0%, es decir que no exista desbalance, pero dado a que esto es prácticamente imposible de lograr se tienen algunas normas en consideración que dan paso a un rango máximo. La IEEE 1159-2014 capítulo 1, Fundamentos de la calidad de energía, tabla 2, inciso 4, hace mención a los rangos de desbalances permitidos para el voltaje de 2% [7].

La fuente principal de desbalances menores al 2% en el voltaje, es tener cargas monofásicas en un circuito trifásico. El desbalance en el voltaje puede también ser el resultado de que se fundan fusibles en una fase de bancos de capacitores trifásicos. Desbalances mayores al 5% (desbalance severo) pueden resultar de operación monofásica.

1.3.4. Desbalance de fases por corriente

Se producen cuando por las tres fases de un sistema trifásico no circulan las mismas intensidades, este tipo de desequilibrio provoca: sobrecalentamiento en los receptores, en cables de alimentación y protecciones que incluso podrían llegar a disparar, circulación de corriente por el conductor neutro. En la figura 1.5 se muestra un sistema eléctrico con desbalance de corrientes en sus fases:

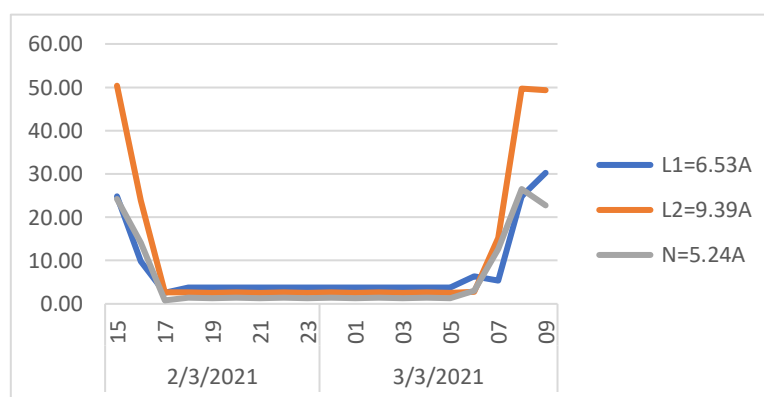


Figura 1.5. Corrientes de línea.

Fuente: Elaboración propia

En la IEEE 1159-2014 [7] 2 Capítulo 1, Fundamentos de la calidad de la energía, tabla 2, hace mención de los rangos permitidos de desequilibrio de corriente de hasta un 30%.

1.3.4.1. Cálculo del porcentaje de desbalance por corriente (ejemplo)

Dentro de la presente investigación para calcular el desbalance de la carga, fue necesario medir la corriente de cada fase de los paneles eléctricos. Para el cálculo de desbalance de corriente se utilizó la siguiente ecuación tomada de la monografía S.R, J. E. (2019). Estudio para el balanceo de la carga del alimentador Anconcito de 13.8 kV ubicado en el cantón Salinas provincia de Santa Elena. (1.a ed.). Universidad Católica Guayaquil [8]:

$$\%D = \frac{DI}{I_{prom}} * 100\% \quad (1)$$

Dónde: I_{prom} es la suma de las fases A, B y C las cuales en esta monografía llamaremos por convenio internacional [9], como: R, S, T, el resultado obtenido de la suma se divide para 3, el resultado en esta operación es la media para desarrollar la fórmula de la ecuación 1:

$$I_{Prom} = \frac{R + S + T}{3} \quad (2)$$

Dónde: **DI** (Cálculo de desviación máxima), se obtiene de la resta de la media (I_{Prom}), por cada una de las fases R, S, T. Al realizar la operación se tomará como referencia el valor máximo, determinando la desviación máxima.

$$DI = R - I_{Prom} = \%$$

$$DI = S - I_{Prom} = \% \quad (3)$$

$$DI = T - I_{Prom} = \%$$

1.3.4.2. Ejemplo de cálculo:

En la **tabla 2** se muestran las corrientes totales de un sistema eléctrico en el cual se debe determinar si existe desbalance de cargas por corriente:

Tabla 2. Corrientes de fases, ejemplo de cálculo

Fases	R	S	T
Corrientes totales	67.6 A	65.9 A	79.3 A

Fuente: Elaboración propia

1^{er} paso: Determinar la corriente promedio del sistema

Para hacer uso de la ecuación 1 debemos calcular la corriente promedio que circula a través de las fases, los datos se obtienen a través de mediciones en las barras del sistema haciendo usos analizadores de redes o mediciones puntuales.

En este ejemplo práctico tenemos las corrientes totales de cada fase como se observa en la tabla 1.2. Teniendo este dato se procede a utilizar la ecuación 2, por lo que nos queda:

$$I_{\text{Prom}} = \frac{R + S + T}{3} \quad (2)$$

$$I_{\text{Prom}} = \frac{67.6\text{A} + 65.9\text{A} + 79.3\text{A}}{3} = 70.93\text{A}$$

Al realizar el cálculo anterior se determinó que la corriente promedio del sistema es de 70.93 amperios.

2^{do} paso:

El segundo paso es calcular la desviación máxima para esto se utilizará los resultados obtenidos del paso 1 y las corrientes totales de cada fase, para el cálculo de la desviación se usa la fórmula dada en la ecuación 3:

Calcular **DI** (Desviación máxima):

$$DI = 67.6 - 70.3 = 2.7\text{A}$$

$$DI = 65.9 - 70.93 = 5.03\text{A}$$

$$DI = 79.3 - 70.93 = 8.37\text{A}$$

Al calcular la desviación para cada una de las fases se procede a seleccionar la fase con mayor magnitud de corriente, ya que esta será tomada como referencia para los cálculos siguientes.

$$DI = 8.37\text{A}$$

3^{er} paso:

Como último paso para determinar el desbalance por corriente eléctrica en el sistema se debe calcular la desviación porcentual, conociendo la desviación máxima de corriente y la corriente promedio de las fases.

$$\%D = \frac{DI}{I_{\text{prom}}} * 100 \quad (1)$$

$$\%D = \frac{8.38\text{A}}{70.93\text{A}} * 100 = 11.81\%$$

El desbalance de corriente es del 11.81% lo cual excede el porcentaje permitido por las normas IEEE 1159-2014 [7], dado el resultado anterior se recomienda hacer un balance de cargas.

1.3.5. Distorsión

Es un término cualitativo que indica la desviación de una onda periódica de sus características ideales. La distorsión introducida en una onda puede crear deformidad de la forma de onda, así como desplazamiento de fase, en la figura 1.6 se puede observar una distorsión de frecuencia en un sistema eléctrico [6].

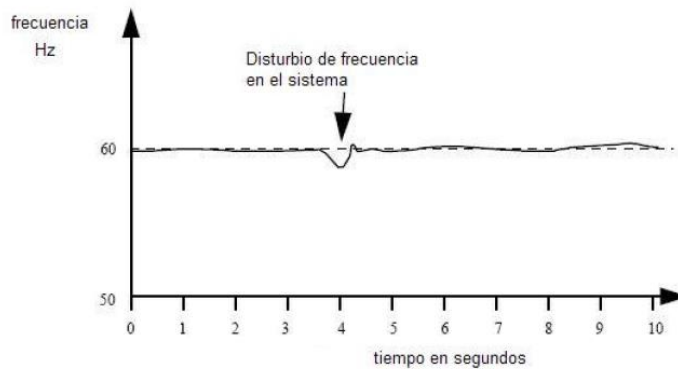


Figura 1.6. Distorsión de frecuencia.

Fuente: Cortez, M. A. (2009, febrero). En Calidad de la energía eléctrica. (1.^a ed., p. 10).

1.3.5.1. Distorsión armónica.

Representación cuantitativa de la distorsión a partir de una forma de onda sinusoidal pura. La distorsión armónica es debida a cargas no lineales, o a cargas en las que la forma de onda de la corriente no conforma a la forma de onda del voltaje de alimentación [6].

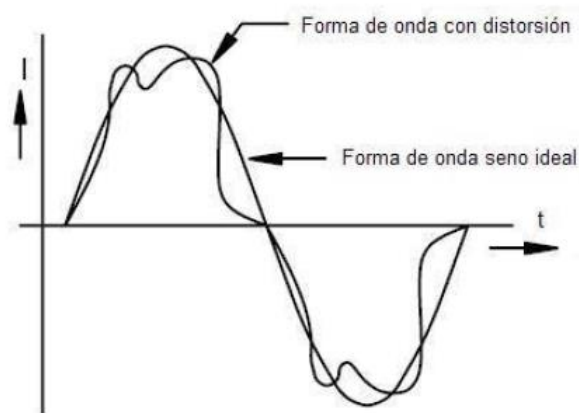


Figura 1.7. Forma de onda con distorsión.

Fuente: Cortez, M. A. (2009, febrero). En Calidad de la energía eléctrica. (1.^a ed., p. 10).

1.3.6. Distorsión armónica total (Total Harmonic Distorsion <THD>)

Es un término utilizado para definir el *factor de distorsión* del voltaje o de la corriente. Se calcula como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores RMS de los voltajes armónicos o de las corrientes armónicas, dividida por el valor RMS del voltaje o de la corriente fundamental [6]:

$$THD = \sqrt{\frac{\text{suma de los cuadrados de las amplitudes de todas las armónicas}}{\text{Cuadrado de la amplitud de la componente fundamental}}} * 100 \quad (4)$$

Según la norma IEEE 519-2014 [6] capítulo 1, tabla 1 y 2, definen los límites distorsión en dependencia del voltaje o corriente de funcionamiento los cuales se pueden observar en las **tablas 3 y 4**:

Tabla 3. Límites de distorsión de voltaje

Bus voltage V at PCC	Individual harmonic (%)	Total harmonic distortion THD (%)
$V \leq 1.0$ kV	5.0	8.0
1 kV $< V \leq 69$ kV	3.0	5.0
69 kV $< V \leq 161$ kV	1.5	2.5
161 kV $< V$	1.0	1.5 ^a

Fuente: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6826459>

Tabla 4. Distorsión armónica de corriente permitida

Maximum harmonic current distortion in percent of I_L						
Individual harmonic order (odd harmonics) ^{a, b}						
I_{SC}/I_L	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h \leq 50$	TDD
$< 20^c$	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

Fuente: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6826459>

1.3.7. Variación de la frecuencia

Las variaciones de la frecuencia de potencia se definen (IEEE, 1999, Pág. 15) como la desviación de la frecuencia fundamental del sistema de potencia de su valor nominal especificado (50 Hz o 60 Hz dependiendo del país).

La frecuencia del sistema de potencia está directamente relacionada con la velocidad angular de los generadores que alimentan al sistema. Existen variaciones pequeñas en la frecuencia conforme el balance dinámico entre carga y generación cambia. El tamaño de los cambios en la frecuencia y su duración dependen de las características de la carga y de la respuesta del sistema de control carga-frecuencia de los generadores.

En Nicaragua la ley exige que las variaciones de frecuencia permitidas en determinado período de tiempo son:

Tabla 5. Variación de frecuencia normada en Nicaragua

Frecuencia	Tiempo de Desconexión (seg.)
$F > 60.5$	0.16
$57.7 < f \leq 59.2$	Ajustable (0.16 a 0.3)
$F \leq 57.7$	0.16

Fuente: calidad del servicio eléctrico ley 272

1.3.8. Fluctuaciones del voltaje, parpadeo o "Flicker"

En realidad, el término flicker (parpadeo) se refiere al efecto más notorio de las variaciones del voltaje. Cuando el voltaje aplicado a lámparas varía a baja frecuencia, puede ser que la intensidad luminosa también varíe y por lo tanto las lámparas ‘parpadean’.

En algunos casos se aprecia el parpadeo en los monitores de computadoras. Si los cambios en el voltaje son pequeños y ocurren de manera esporádica, el parpadeo no es un problema serio, pero puede ser molesto. Este es uno de los problemas más comunes en las instalaciones eléctricas especialmente oficinas con equipos de climatización de gran potencia.

Según la norma IEC 61000-3-3: 1995:

- El índice de severidad del parpadeo de la luz de corta duración debe ser $P_{ST} \leq 1,0$.
- El índice de seguridad del parpadeo de la luz de larga duración debe ser $P_{LT} \leq 0,65$.

En la figura 1.8, se muestra un valor de flicker cercano al límite permitido por la norma [11]:

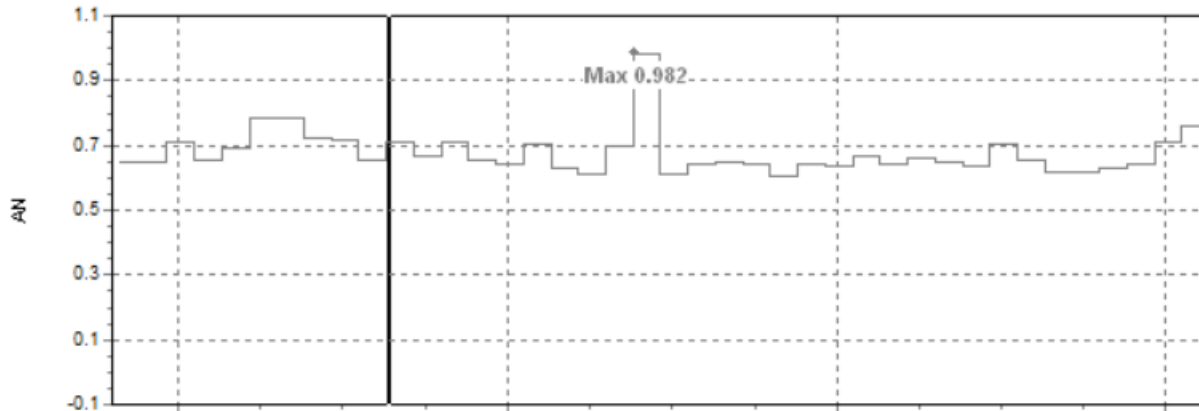


Figura 1.8. Interrupción momentánea por una falla.

Fuente: Elaboración propia FLUKE 435

1.4. Normativa Nicaragüense e internacional relacionada al desbalance de carga en los sistemas eléctricos.

El sector electricidad está compuesto por los operadores y usuarios finales. Un operador es cualquier unidad generadora, transmisora, distribuidora o comercializadora de energía eléctrica y usuario es quien compra la energía eléctrica para uso propio uso (comercial, industrial o residencial).

La generación de energía eléctrica en nuestro país se ve beneficiada por lo recursos naturales que tenemos a nuestra disposición siendo las generadoras con recursos naturales (eólica, solar, hidráulica, biomasa y geotérmicas) las que mayor aportan en total. Nicaragua importa luz de los vecinos centro americanos para suplir sus necesidades según la matriz de generación de energía Enatrel 2021 [12], La demanda máxima de nicaragua para el año 2021 fue de 727.51 Megavatios a su vez Nicaragua produjo un total 3013.09 GWh.

en la ilustración 1, se muestra el porcentaje de participación de los generadores de energía en el país:

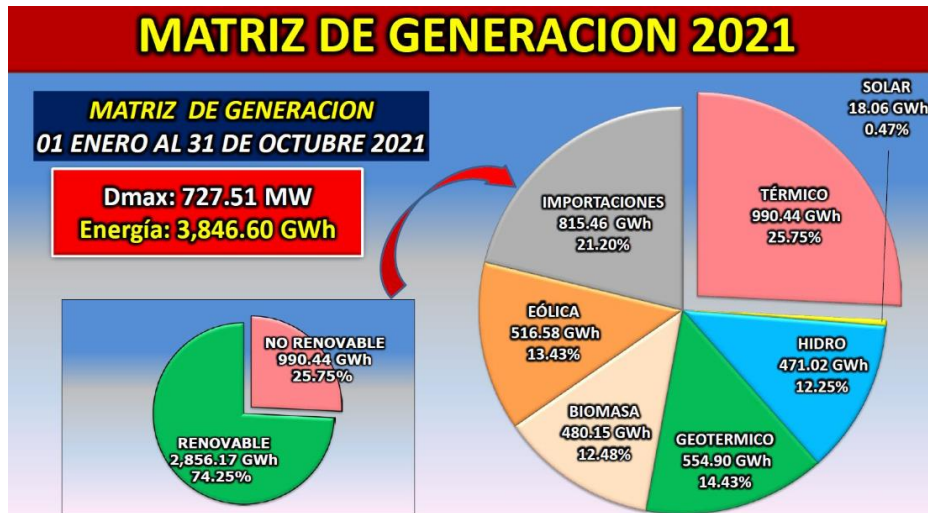


Ilustración 1. Matriz de generación eléctrica 2021

Fuente: <https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion>

Luego de ser generada esta energía es inyectada al sistema pasando por la red de transmisión (en un nivel de voltaje igual o mayor a 138,000 voltios) [13], que sirve para transportar electricidad desde una fuente generadora a un punto de distribución del sistema donde se tienen niveles de tensión de 13.8 a 24.8kV, y luego es utilizada por los usuarios finales, los cuales pueden estar en niveles categorizados como bajo voltaje ($\leq 600V$) o medio voltaje ($>600V$) y pueden ser clientes residenciales, comerciales o industriales. Básicamente en Nicaragua existe una compañía distribuidora del servicio eléctrico: Disnorte-Dissur.

El ente encargado de la regulación del servicio eléctrico en Nicaragua es el instituto Nicaragüense de Energía (INE), La función de regulación del servicio de energía eléctrica tiene como objetivo básico propiciar la adecuada y eficiente prestación del servicio de electricidad, cuidando de su continuidad, calidad y cobertura, velando para evitar prácticas que constituyan competencia desleal o abuso de posiciones dominantes en el mercado.

1.4.1. Normas de calidad del servicio de los sistemas de distribución

Las distribuidoras tienen como base la normativa de calidad del servicio eléctrico “Ley de la industria eléctrica No 272” la cual tiene como principal objetivo regular los índices e indicadores de referencia para calificar la calidad con que las empresas distribuidoras de energía eléctrica suministran los servicios de energía eléctrica a los usuarios de la Red de Distribución,

tolerancias permisibles, métodos de control y compensaciones respecto a los parámetros de la calidad de energía.

1.4.2. Estructuras de la normativa de la calidad en Nicaragua

La norma de calidad se divide en tres áreas:

- Calidad del producto técnico: Se refiere al control de los niveles de tensión, perturbaciones y el factor de potencia, siendo el distribuidor el responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago al mismo.
- Calidad del servicio técnico: La calidad del servicio técnico se evalúa en función de la frecuencia y duración total de las interrupciones. Se subdivide en dos etapas:
 - ✓ La primera es el control de los índices globales para el distribuidor, el levantamiento de la información y el cálculo representarán la cantidad y el tiempo total de las interrupciones que afectan a los consumidores.
 - ✓ La segunda consiste en calcular los indicadores a nivel del consumidor de forma tal de determinar la cantidad de interrupciones y la duración total de cada una de ellas que afecten a cada consumidor.
- Calidad del servicio comercial: Se refiere al conjunto de servicios comerciales que la empresa distribuidora de energía eléctrica necesarios para mantener un nivel adecuado de satisfacción a los consumidores y que responde a los siguientes parámetros:
 - ✓ Niveles individuales de calidad comercial: son los vinculados a las prestaciones garantizadas a cada consumidor.
 - ✓ Niveles globales de calidad comercial: se corresponden con metas de calidad para todo el distribuidor.

1.4.3. Norma ISO 50001

La ISO 50001:2011, Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso, se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que permite a una organización determinar una estructura probada para lograr la mejora continua en sus procedimientos y procesos.

Esta norma define los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización tener una visión ordenada para lograr una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia

energética, el uso y el consumo de la energía además brinda a las organizaciones los requisitos para los sistemas de gestión de energía.

ISO 50001 establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía.

La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía.
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Proporcionar un marco para promover la eficiencia energética a lo largo de la cadena de suministro.
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como ser el ambiental, y de salud y seguridad.

En particular, la norma ISO 50001 sigue el proceso:

- Planificar donde se realiza una revisión y se establece la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético, objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.
- Poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.
- Verificar donde se monitorea y se mide los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.
- Actuar donde se toma acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética.

Estas características permiten a las organizaciones integrar la gestión de la energía ahora con sus esfuerzos generales para mejorar la gestión de la calidad, medio ambiente y otros asuntos abordados por sus sistemas de gestión.

1.4.4. ESTANDAR IEEE 1159.

Define siete categorías distintas de fenómenos electromagnéticos en las redes eléctricas: transitorios

- variaciones corta duración.
- variaciones de larga duración.
- desequilibrio de tensión.
- distorsión de la forma de onda.
- fluctuaciones de tensión.
- variaciones de la frecuencia.

Las variaciones de corta duración comprenden los Sags, las interrupciones y los "swell". Cada tipo de clasifica en instantáneo momentáneo o temporal dependiendo de su duración [7].

1.4.5. Estándar IEEE 519

La IEEE 519-2014 trata principalmente con armónicos introducidos por cargas no lineales, con la finalidad de que los problemas de calidad de potencia puedan ser prevenidos. Su cumplimiento está siendo solicitado cada día más debido al crecimiento en la utilización de VDF y otras cargas no lineales. Además, esta norma define distorsión total e individual de voltaje y corriente.

La filosofía adoptada fue restringir la inyección de corrientes armónicas de consumidores individuales para no causar niveles de distorsión de voltaje inaceptables. Los límites permitidos por la norma fueron mencionados en las tablas anteriores 3 y 4 de la Distorsión armónica total.

1.5. Descripción de los equipos analizadores de redes.

1.5.1. Características principales de un analizador de redes FLUKE 435

Es un instrumento capaz de mostrar datos y formas de ondas de las señales eléctricas de voltajes, corrientes, potencias, armónicos en forma de histogramas, gráficas fasoriales, formas de onda, espectros de armónicos, estos como parámetros principales, pues depende de las distintas marcas que se encuentren en el mercado las características más específicas y las ventajas que cada una de esta presenta.

El equipo FLUKE 435 es un analizador de redes de tipo trifásico, mide prácticamente todos los parámetros del sistema eléctrico, como tensión, corriente, potencia, consumo (energía), desequilibrios, Flickers, armónicos. Captura eventos como fluctuaciones, transitorios, interrupciones y cambios rápidos de tensión,



Ilustración 2. Analizador de redes eléctrica FLUKE 435

Fuente: <https://www.cedesa.com.mx/fluke/analizadores/calidad-energia/435-II/>

Partes del equipo analizador FLUKE 435

El equipo dispone de una serie de partes que se utilizan para el buen funcionamiento del analizador, de las cuales podemos mencionar algunas:

- Sondas de corriente.
- Pinzas de voltaje
- Soporte del analizador
- Memoria SD

Programación básica

La programación del equipo depende del tipo de sistema eléctrico en el que se va a aplicar, debido a la amplia información disponible, la mejor forma de indicar la configuración del equipo es colocando un anexo del uso y configuración del equipo, descargado de la página de internet de la marca.

Diagrama de conexiones principales

El equipo cuenta con los tipos de conexiones más comunes en las instalaciones eléctricas. En la ilustración 14, se muestra en un sistema trifásico:

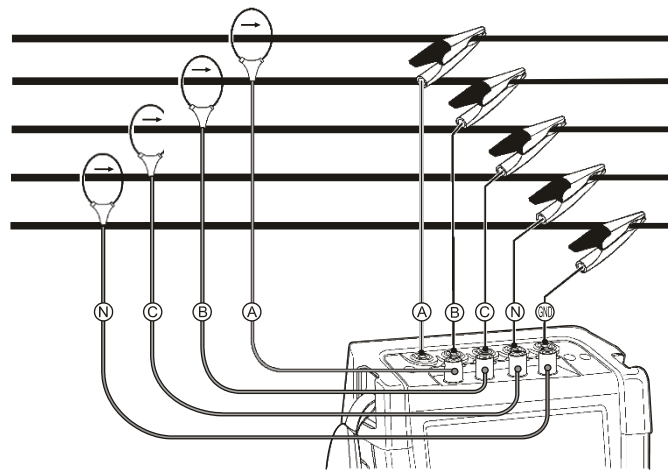


Ilustración 3. Conexión del analizador a un sistema trifásico.

Fuente: <https://www.cedesa.com.mx/fluke/analizadores/calidad-energia/435-II>

Las pantallas de osciloscopio y diagrama fasorial resultan útiles para comprobar si los cables de tensión y las pinzas amperimétricas están conectados correctamente. En el diagrama vectores, las tensiones de fase y las corrientes A (R), B (S) y C (T) deben aparecer en secuencia al observarlas en el sentido de las agujas del reloj como se muestra en el ejemplo de la figura.

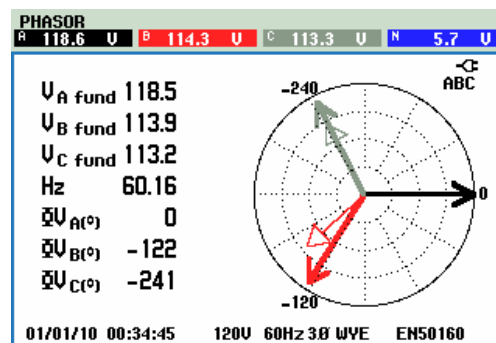


Ilustración 4. Diagrama Fasorial.

<https://www.cedesa.com.mx/fluke/analizadores/calidad-energia/435-II>

Capítulo 2.

Proceso de elaboración de la propuesta de balance de carga por corriente eléctrica en los paneles principales.

2.1. Recolección de datos

Esta fase comprende el reconocimiento preliminar de los edificios, estudios previos de su de instalaciones, equipos y problemas relacionados a la energía eléctrica. Los que nos permitirán evaluar la magnitud del trabajo y poder realizar las actividades que finalizarán con las recomendaciones de ahorro de energía.

Entre las actividades a realizar están:

- Recopilación de la información (facturas, inventarios, mediciones, ubicaciones de transformadores y paneles) obtenida por la universidad.
- Censo de los equipos eléctricos instalados.
- Mediciones generales de la calidad de la energía y mediciones puntuales.
- Análisis de la información recopilada a través de las actividades anteriores, interpretación de los valores obtenidos por las mediciones realizadas en los paneles eléctricos principales y ejemplos de balances por corriente eléctrica.
- Generar recomendaciones para la universidad.
- Conclusiones del diagnósticos y propuesta de mejora sobre el balance de energía por corriente eléctrica.

2.2. Sistema eléctrico actual

En la siguiente ilustración se muestra la cantidad de transformadores instalados en el Recinto Universitario Simón Bolívar, también se presentan la cantidad de paneles principales, secundarios, terciarios, cuaternarios y quinarios existente.

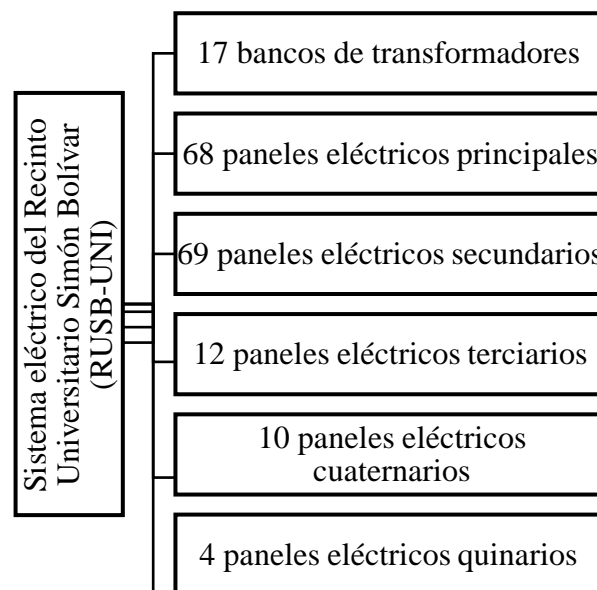


Ilustración 5. Sistema actual de la UNI

Fuente: DFAE

2.2.1. Transformadores

El siguiente mapa muestra la ubicación de cada banco de transformador del recinto universitario, visto desde vista de planta.



Ilustración 6. Ubicación de los transformadores de distribución UNI-RUSB.

Fuente: DFAE

En la **tabla 6**, se muestra la identificación de los bancos de transformadores existente en la universidad, describiendo sus capacidades y ubicación. Estos datos fueron obtenidos por parte de la universidad.

Tabla 6. Identificación de los transformadores

N°	BDI de transformadores	Capacidad	Poste	Ubicación
1	174563 (M12579)	1x1000 KVA		Jardines
2	174564 (M12579)	1X700 KVA		Jardines
3	61902	1X50 KVA	P26	Jardines
4	61920	1X50 KVA	P25	Jardines
5	61899;61900	2X50 KVA		Jardines
6	64416;64417;64418	3X50 KVA	P23	Jardines
7	69738;69739;69740	3X50 KVA	P24	Jardines
8	61869;61897;61898	3X75 KVA	P20	Jardines
9	64413;64414;64415	3X50 KVA	P18	Jardines
10	61907;61908;175038	37.5 KVA 37.5 KVA 50.0 KVA	P12	Jardines
11	61906	75.0 KVA	P13	Jardines
12	90989	25.0 KVA	P17	Jardines
13	70663;70664;70665	3X50 KVA	P10	Jardines costado oeste
14	XXX;61901;61921	3X50 KVA	P09	Jardines costado oeste
15	61917;70263;69191	3X100 KVA	P08	Parqueo motos
16	61913;61914;61915	3X75 KVA	P06	Jardín frontal
17	61922;61923;61924	3X100 KVA	P05	Bodega administrativa

Fuente: DFAE

2.3. Instrumentos de medición

Para realizar este trabajo monográfico se tuvo que hacer uso de distinto equipos de medición eléctrica, lo cuales fueron proporcionado por el equipo de fuentes alternas DFAE, en la **tabla 7** se detallan los equipos usados para las mediciones eléctricas realizadas:

Tabla 7. Instrumentos de medición utilizados

Código del equipo	Cantidad	Descripción
Clase A – FLUKE 435-II	1	Analizador de calidad de la energía eléctrica (PQ) trifásico, nueva función de cálculo de pérdida de energía y medición de potencia eléctrica unificada (UPM). Podrá detectar y solucionar problemas en primer nivel de actuación, realizar mantenimiento predictivo, hacer análisis a largo plazo, estudios de carga y cumplimiento del código de Red; Puede capturar la forma de onda del evento, medir flickers y transitorios, hacer señalizaciones de la red, obtener ondas de potencia y obtener la eficacia del inversor de potencia.
ELX-5-C-FK	1	Certificado de calibración Z540 con datos para FLUKE 435-II.
Fluke 374 FC 600A AC/DC TRMS	2	Pinza amperimétrica 1,000A AC/DC con Sonda iFlex y con inalámbrica - FLUKE 376 FC.
Comprobador eléctrico T6-1000	1	Visualización simultánea de tensión y corriente: muestra todas las medidas de alimentación eléctrica de un vistazo para solucionar problemas con eficiencia: 1 a 1000 V CA o, CC (T6-1000) 0,1 a 200 A CA.
Amprobe ACD-41PQ	1	Pinza de potencia (calidad de la energía) 1,000A AC.
Amprobe ST-102B	1	GFCI, Probador de circuito de 3 hilos – Controla circuitos de 3 cables y continuidad a tierra.

Fuente: FLUKE.com

2.4. Censo de carga

El censo de carga es una herramienta de recolección de datos que nos proporcionará información sobre las cargas instaladas en las áreas de interés, en la cual deberemos tener en cuenta diversos parámetros como lo son la marca, capacidad, voltaje, corriente, etc. Es importante separar los distintos equipos en categorías de iluminación, fuerza, climatización, otros, cocina y ofimática.

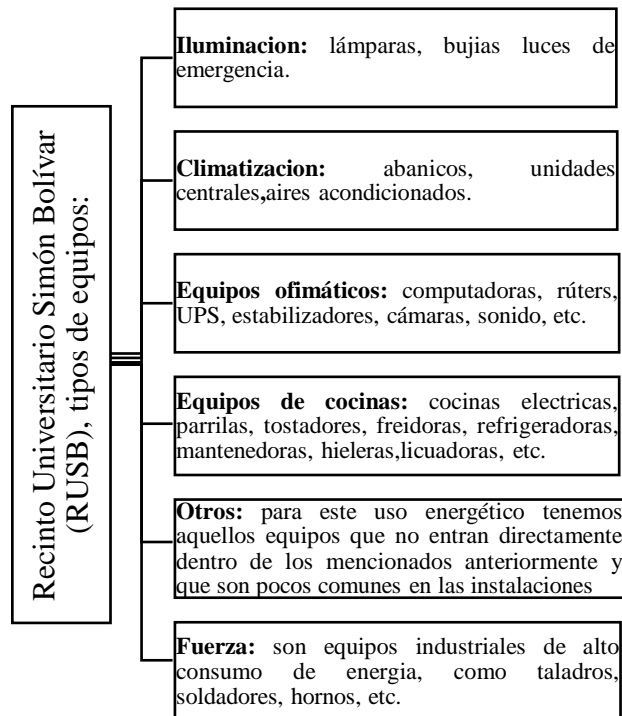


Ilustración 7. Usos energéticos UNI-RUSB.

Fuente: Elaboración propia

Para realizar un censo de carga se debe seguir una serie de pasos y permisos con la organización o empresa que lo requiera, en el caso de esta investigación por medio de un cronograma se llegó a un acuerdo en el cual se daría acceso a las diferentes áreas por un periodo acordado de tiempo.

En esta fase de la investigación se hizo uso de la herramienta de Excel, con el fin de crear un formato que nos permitiera almacenar, calcular y compartir de manera formal los datos obtenidos en la investigación.

En las siguientes imágenes, se muestra parte de las instalaciones de la biblioteca en donde se realizó el censo de carga:

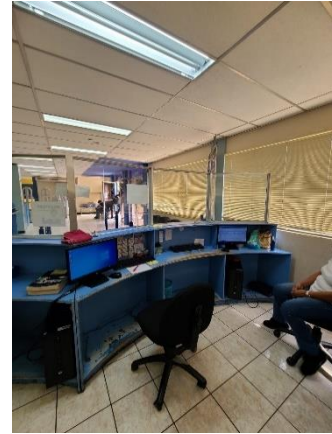


Foto. 1. Laboratorio de cómputo Biblioteca Esmán Marín

Fuente: fotos propias

En este se deben colocar los parámetros más relevantes para la investigación, este documento contempla la realización de una propuesta de mejora en el balance de los paneles eléctricos por lo que es importante conocer los dispositivos que están conectados a las barras de los paneles eléctricos principales.

EQUIPO	MARCA	CAPACIDAD	CANTIDAD	USO (HORAS/DIA)	POTENCIA UNITARIA (KW)	VOLTAJE (V)	POTENCIA TOTAL (KW)	CONSUMO DIARIO (KWH/DIA)	CONSUMO MENSUAL (KWH/MES)

Ilustración 8. Formato de censo de carga.

Fuente: elaboración propia

De igual manera se muestra un ejemplo de censo de carga con sus equipos, marcas, etc.:

EQUIPO	MARCA	CAPACIDAD	CANTIDAD	USO (HORAS/DIA)	POTENCIA UNITARIA (KW)	VOLTAJE (V)	POTENCIA TOTAL (KW)	CONSUMO DIARIO (KWH/DIA)	CONSUMO MENSUAL (KWH/MES)		
Lampara LED 2*22 W	Sylvania	2*22 W	8	3	0.044	120	0.352	1.056	23.232		
Computadora de Escritorio 1 (CPU y Moni genérica			0	31	5.2		0.15	120	4.65	24.18	531.96
Regulador de voltaje 600 W	Tripp Lite	600 W		1	5.2		0.6	120	0.6	3.12	68.64
UPS Interactiva 750 VA	Tripp Lite	750 VA		1	5.2		0.45	120	0.45	2.34	51.48
Proyector EPSON 3500 L	EPSON	3500 L		1	5.2		0.299	120	0.299	1.5548	34.2056
Aire acondicionado 1 Piso y techo 60 000	Comforstar	60 000 BTU		1	5.2		6	220	6	31.2	686.4
Computadora de Escritorio 2 (CPU y Moni HP			0	30	5.2		0.331	120	9.93	51.636	1135.992
Proyector EPSON 3500 L	EPSON	3500 L		1	5.2		0.299	120	0.299	1.5548	34.2056
Lampara LED 2*22 W	Sylvania	2*22 W	8	3	0.044	120	0.352	1.056	23.232		

Ilustración 9. Formato de censo de carga lleno

Fuente: elaboración propia

Un parámetro importante dentro del censo de carga son las horas de uso que los dispositivos eléctricos tienen en su uso cotidiano, por lo que para llenar la columna de “USO (HORAS/DIAS), se tomó como referencia (CONSUMO PROMEDIO DE APARATOS ELÉCTRICOS EN BASE A HORAS DE USO COMERCIAL E INDUSTRIAL) RESOLUCIÓN N°. INE 2608-11-2010, Aprobado el 5 de noviembre de 2010, la cual se muestra a continuación en la tabla:

Tabla 8. Consumo promedio de energía/hora

Equipos de oficina						
Descripción	Voltios	Amperios	Wattios	Hrs/mes	Kwh/mes	Kwh/día
FOTOCOPIADORA 16 CPM	120	10,00	1.14	180	205,20	6,84
FOTOCOPIADORA 21 CPM	120	10,00	1.14	180	205,20	6,84
FOTOCOPIADORA 30 CPM	115	12,00	1.311	180	235,98	7,87
VENTILADOR DE 12" CON ENFRI. POR AGUA	120	0,43	49	180	8,82	0,29
VENTILADOR INDUS. DE 45" CON ENFRI. PR. AGUA	115	11,20	1.224	180	220,25	7,34
CONTADOR DE BILLETES	120	1,50	171	180	15,39	0,51
MAQUINA DE ESCRIBIR	120	0,38	43	180	7,43	0,25
IMPRESORA DE BURBUJA A COLOR	120	0,88	100	180	18,06	0,60
IMPRESORA LASSER	120	4,80	547	180	98,50	3,28
IMPRE. LASSER PEQ. CON FOTOCOPIADO	120	3,00	342	180	61,56	2,05
PLOTTER A COLOR DE 50"	120	1,90	217	180	38,99	1,30
TELEFAX	120	1,60	182	180	32,83	1,09
TELEFONO INALAMBRICO	120	0,07	8	180	1,44	0,05
CAJA REGISTRADORA	120	0,30	34	180	6,16	0,21
COMPUTADORA DE ESCRITORIO	120	5,80	700	180	125,96	4,20
COMPUTADORA PORTATIL	120	0,78	94	180	16,94	0,56
MONITOR 15"	100-240	1,60	365	180	65,66	2,19
MONITOR 21"	100-240	3,00	684	180	123,12	4,10
ROUTER	120	0,22	50	180	9,03	0,30
ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	120	1,04	119	180	21,34	0,71

Fuente: Resolución INE-2608-11-2010

2.5. Mediciones eléctricas

Las mediciones eléctricas realizadas se llevaron a cabo en dos fases debido al tiempo y locación de los paneles eléctricos, para las mediciones puntuales se utilizó en el FLUKE 374 FC, el cual cuenta con pinza amperimétrica que nos facilitaba la medición en los paneles, además de contar con una sonda flexible, la cual es capa de medir hasta 1000 amperios en corriente alterna, debido al tipo de medición aplicado se tomó en cuenta un factor de corrección del 30% que nos permitirá tener un valor más acertado.

Para las mediciones generales de calidad de energía se utilizó el FLUKE 435 II, el cual cuenta con un software que nos permite observar las gráficas de corriente y voltaje que está siendo medidas en tiempo real y almacenar dichas medidas en intervalos de hasta 0.5 segundos.

A continuación, se muestra 5 ejemplos de las mediciones realizadas con sus gráficos (mediciones con FLUKE 435) y sus paneles con sus cargas respectivas, el resto de las mediciones efectuadas se muestra en los anexos 3 mediciones realizadas.

2.5.1. Dirección-Piensa

El analizador de calidad de energía censo un total de 5 días, 4 horas y 8 minutos, tiempo suficiente para lograr captar los eventos que se dan a diario en la red eléctrica los cuales son de suma importancia para el diagnóstico buscado. En la ilustración 10, se logra observar las medidas de corriente y voltaje proporcionado por el software de Power Log 430-II.

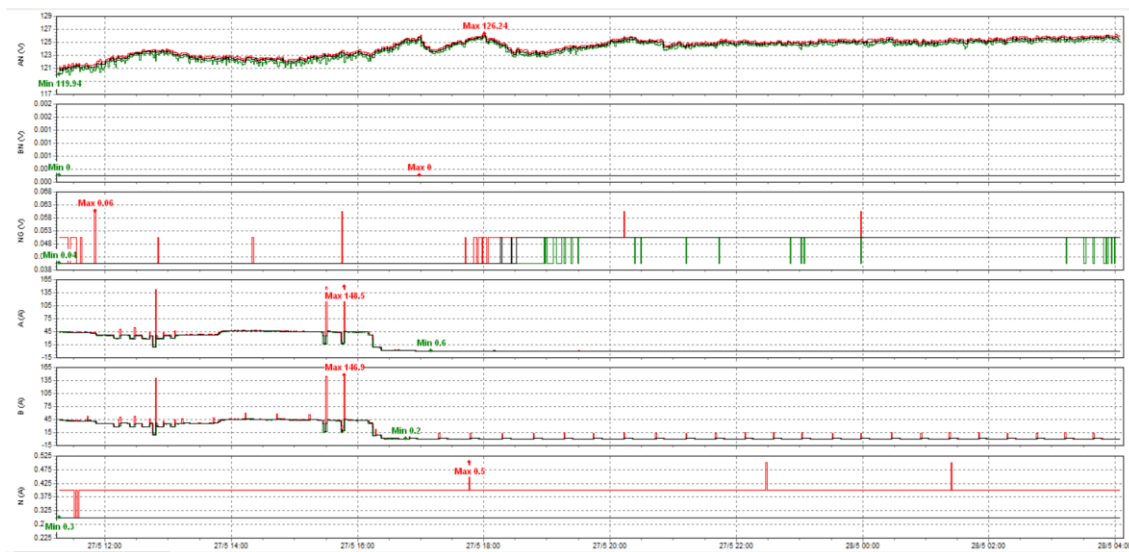


Ilustración 10. Comportamiento del voltaje y corriente- Dirección PIENSA

Fuente: Fuente propia- capturas de pantalla FLUKE 435

El software Power Log 435-II permite exportar los datos a Excel al igual que generar un informe detallado con gráficos necesarios para la interpretación de las mediciones.

El consumo promedio mensual de la acometida en el área de Dirección Piensa, según las mediciones eléctrica realizadas con el analizador de redes es de 1,021.54 kWh/mes, para el periodo en análisis, el cual es de 27 de mayo de 2021 al 1 de junio de 2021. En la ilustración 11, se presenta el balance de energía por consumidor energético obtenido según inspecciones y mediciones realizadas, además de mostrar en **la tabla 9**, el consumo por día, mes y año de la energía eléctrica.

Tabla 9. Consumo de energía, Dirección PIENSA

Días/Mes	kWh/medición	Días/medición	kWh/día	kWh/mes	kWh/año
30.42	179.31	5.34	33.58	1,021.54	12,258.49

Fuente: Elaboración propia

El diagnóstico eléctrico realizado en esta área determino que el equipo de mayor consumo son los equipos de climatización y ofimática los valores en porcentaje se detallan en l siguiente ilustración:

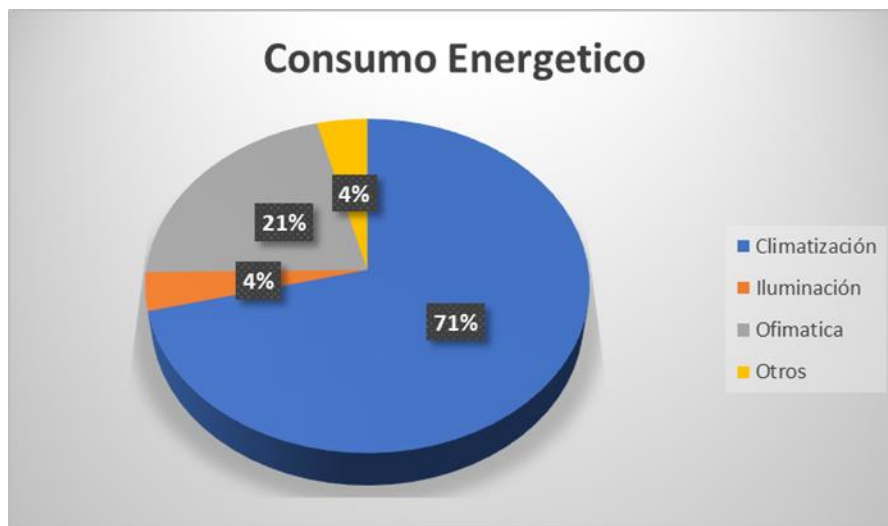


Ilustración 11. Porcentaje de uso energético, Dirección PIENSA.

Fuente: Elaboración propia

El desbalance de voltaje, es el fenómeno en donde las tensiones y ángulos entre fases consecutivas no son iguales. El balance perfecto entre fases es inalcanzable, sin embargo, se puede realizar una aproximación dentro de rangos aceptables como el 3% dentro de las instalaciones eléctricas de la industria después del medidor en baja tensión o 5% incluyendo la medición en media tensión.

A continuación, se detalla el comportamiento del voltaje de fases registrado por el analizador de redes en el panel principal de Dirección Piensa:

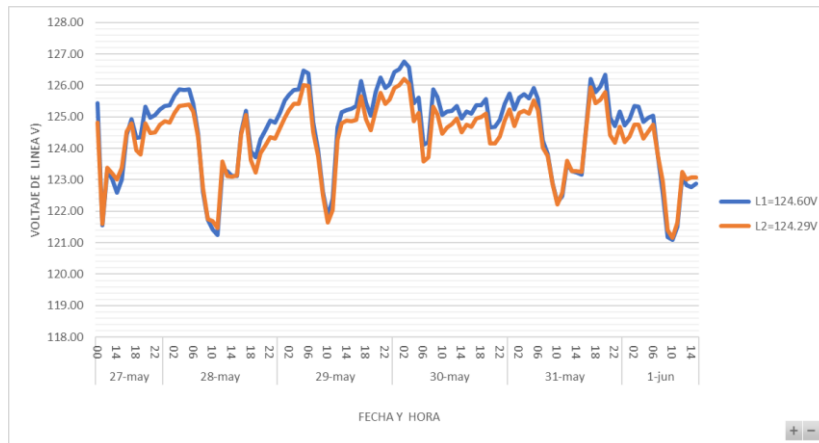


Ilustración 12. Voltaje de fase, alimentación Dirección PIENSA.

Fuente: Elaboración propia

Según la gráfica anterior el porcentaje de desbalance entre cada una de las fases es del 0%, dicho valor es bueno para el sistema ya que es menor del 5%. Según la conexión del alimentador el voltaje en el secundario debería ser de 120 V con una tolerancia de $\pm 10\%$, es decir que el voltaje debería mantenerse entre 119 V y 127 V, por lo que los valores (124.29 y 124.60V) encontrados están comprendidos como nominales.

Para analizar los desbalances en las mediciones realizadas, se analizó la situación de la carga de cada una de las fases que alimentan todos los equipos en las instalaciones de la universidad, que trabajan con voltajes de 120/240V, que comprende todas las áreas asignadas al trabajo monográfico. A continuación, se presenta la carga (en Amperios) para cada una de las fases que alimentan la universidad:

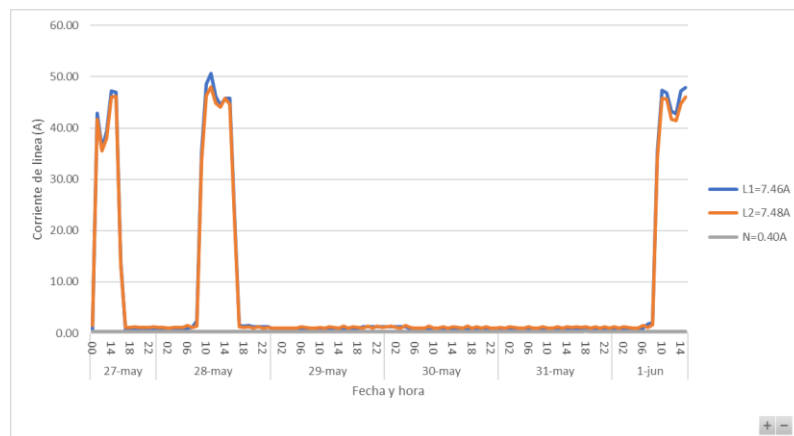


Ilustración 13. Corrientes de línea, Dirección PIENSA.

Fuente: elaboración propia

El desbalance de corrientes máximo es de 0% que corresponde a la línea 1 con la línea 2. Cabe mencionar que el desequilibrio de corriente no debe exceder de 5% de la carga del factor de servicio o de 10% a plena carga, es decir que el panel principal del edificio posee un valor de desbalance por debajo del 5%, por lo cual no se recomienda realizar un balance de cargas, ya que el sistema eléctrico en general se encuentra dentro del margen tolerable según las normas menor del 5 % admisible.

La curva de carga que presenta este lugar se muestra en la ilustración 14, en la cual se muestra que la potencia activa demanda mantiene un promedio de 10.05kW.



Ilustración 14. Curva de carga medición del panel principal Dirección de Piensa

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica, se muestra el resultado real que el equipo de medida ha indicado a diferentes consumos durante los 5 días, 4 horas y 4 minutos en los que se realizó la medición, representando con una línea verde que nos permite comparar los consumos y determinar el grado de utilización del equipo. A ese valor se le conoce como factor de carga.

2.5.2. Pabellón 7

Para este caso se eligió el panel principal del pabellón 7, el cual está ubicado en la zona externa del corredor. El pabellón es usado para reuniones de la UNI, aulas de clases para la FIQ, además de tener un área de oficina, y dos extensiones del DBE, por lo que las cargas son diversas, el consumo se muestra en la **tabla 10**.

Tabla 10. Consumo de energía pabellón 7

Días/Mes	kWh/medición	Días/medición	kWh/día	kWh/mes	kWh/año
30.42	238.50	7.00	34.07	1,036.34	12,436.07

Fuente elaboración propia

En la tabla anterior, se observa el consumo de energía perteneciente al pabellón 7, equivalente a \$3492.39 dólares al año. Se observó que el uso energético de mayor consumo es del 71% perteneciente a climatización. En la siguiente **tabla 11** se muestra el balance energético existente en el pabellón 7 obtenido del censo de carga realizado.

Tabla 11. Uso energético pabellón 7

Uso energético	Potencias kW	% de participación
Climatización	2488.2	71%
Iluminación	129.816	4%
Ofimática	741.624	21%
Otros	141.0048	4%

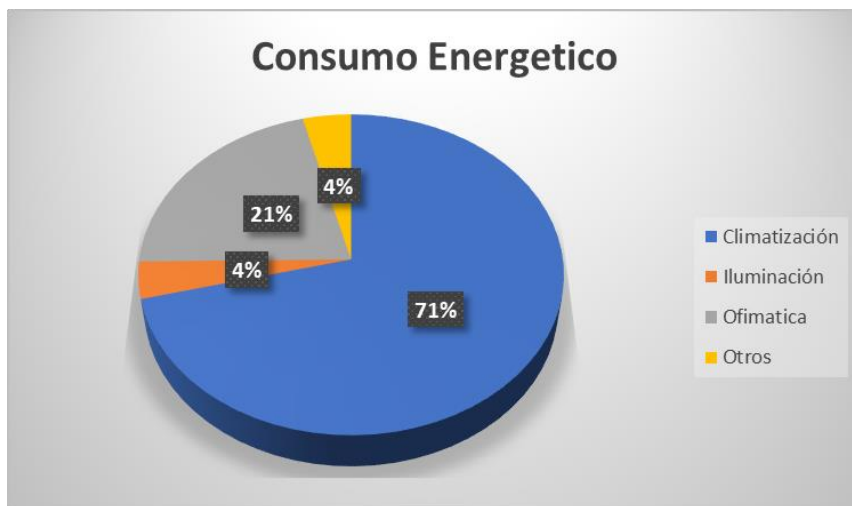


Ilustración 15. Consumo de energía por uso, Pabellón 7.

Fuente: Elaboración propia

Al analizar las mediciones realizadas en este edificio se logró observar en la ilustración 17, que la fase dos presenta un desbalance del 1% lo que no supone ningún problema para la red, según la norma IEEE 1159-2014 [8] donde el límite permitido es del 2%.

DESBALANCE	(v)
FASE 1	0%
FASE 2	1%
FASE 3	0%

Ilustración 16. Desbalance de voltaje entre fases, Pabellón 7.

Fuente: Elaboración propia

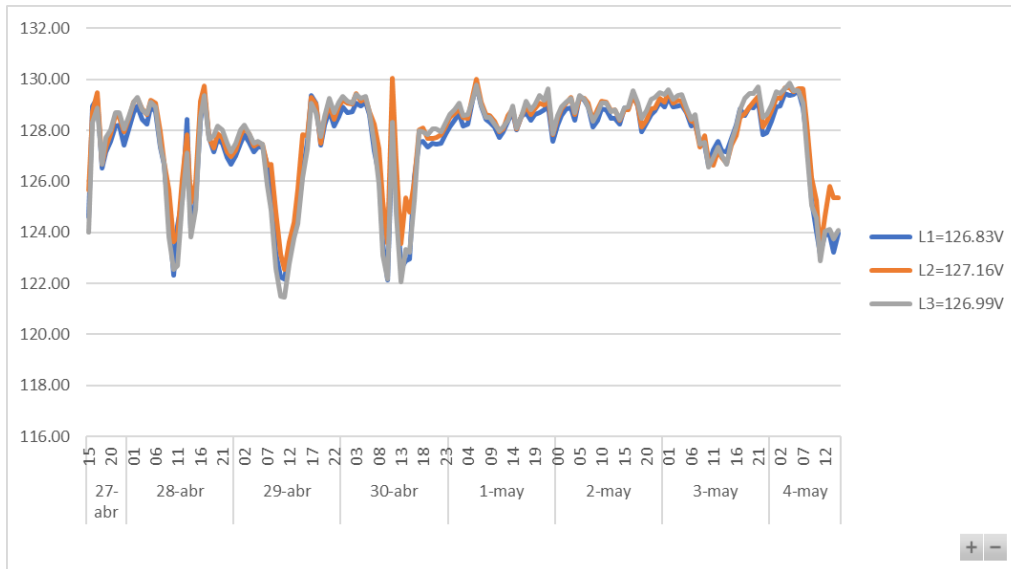


Ilustración 17. Voltaje de fases, Pabellón 7.

Fuente: Elaboración propia

Para analizar los desbalances en las mediciones realizadas, se analizó la situación de la carga de cada una de las fases que alimentan todos los equipos en las instalaciones de la universidad, que trabajan con voltajes de 120/240V, que comprende todas las áreas del mismo. A continuación, se presenta la carga (en Amperios) para cada una de las fases que alimentan el pabellón 7:

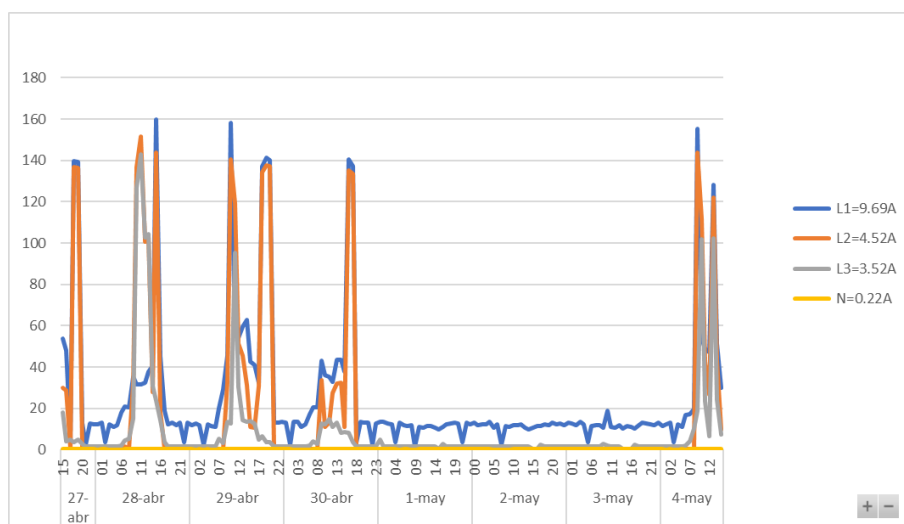


Ilustración 18. Corrientes de línea, Pabellón 7.

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de desbalance de corrientes máximo es de 49.2 % que corresponde a la línea 1 con mucha más carga que la línea 2. Cabe mencionar que el desequilibrio de corriente no debe exceder de 5% de la carga del factor de servicio o de 10% a plena carga, es decir

que el panel principal del edificio posee un valor de desbalance por encima del 10%, por lo cual se recomienda realizar un balance de cargas, que elimine o disminuya este valor que genera pérdidas de energía.

Para solucionar este problema de balance se procedió a reubicar los espacios del tablero eléctrico de tal manera que las corrientes eléctricas de cada fase no presenten un desbalance mayor al 5%. **Ver anexos 4, propuesta de balance, Pabellón 7**, cabe mencionar que no siempre se logra llegar al balance normado por diversas razones (tipos de cargas, mala instalación de equipos eléctricos, falta o de llenado de los espacios del tablero), a continuación, se muestra el cálculo del balance de carga por corriente eléctrica:

Cálculo del panel, balanceado.

$$Total\ de\ R = 2.43A + 0.18A = 2.61A$$

$$Total\ de\ S = 0.84A + 0.39A = 1.23A$$

$$Total\ de\ T = 2.4A + 0A = 2.4A$$

$$Promedio = \frac{R + S + T}{3} = \frac{2.61A + 1.23A + 2.4A}{3} = 2.103A$$

$$D_R\% = \left[\frac{Desviacion\ max.\ del\ promedio}{Promedio} \right] * 100 = \left[\frac{2.61A - 2.103A}{2.103A} \right] * 100 = 24.10\%$$

$$D_S\% = \left[\frac{Desviacion\ max.\ del\ promedio}{Promedio} \right] * 100 = \left[\frac{1.23 - 2.103A}{2.103A} \right] * 100 = 41.51\%$$

$$D_T\% = \left[\frac{Desviacion\ max.\ del\ promedio}{Promedio} \right] * 100 = \left[\frac{2.4A - 2.103A}{2.103A} \right] * 100 = 14.12\%$$

De los cálculos anteriores, se observa que el desbalance por corriente se logró disminuir un 7.4%, aunque no cumple el requisito normado por la ley, este representa un ahorro para la universidad del \$ 880.84 dólares.

Se debe mencionar que debido al tipo de medición eléctrica realizada (medición puntual), no siempre se logra captar la capacidad nominal a la que opera cada breaker.

El equipo de medición se colocó por un total de 7 días, por lo que además de determinar el desbalance de corriente existente entre las fases del panel eléctrico, se logró observar que este edificio presenta un bajo factor de potencia.

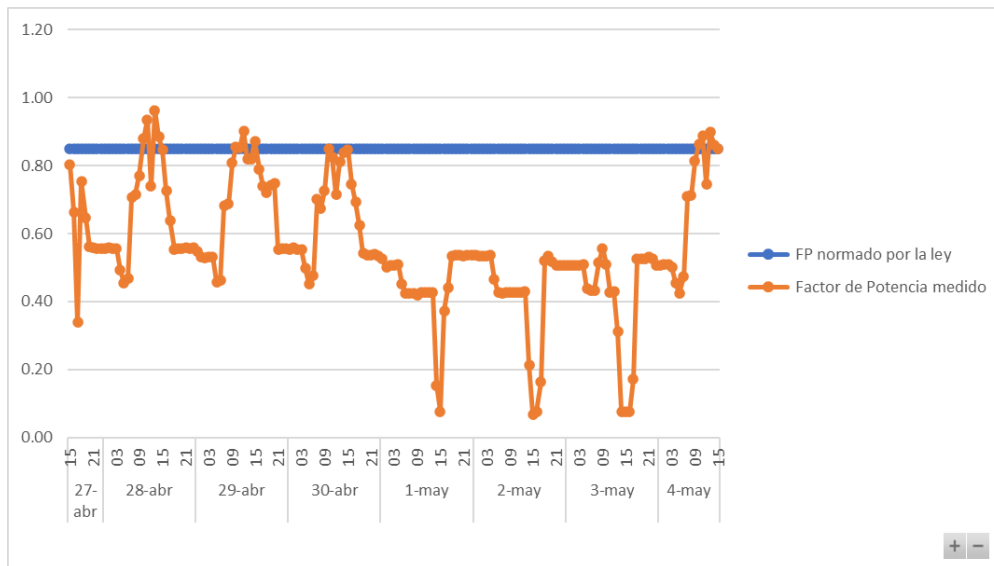


Ilustración 19. Factor de potencia, Pabellón 7.

Fuente: elaboración propia

2.5.3 Cafetín Duarte

El cafetín duarte está ubicado frente al pabellón 10, cuenta con un panel principal de 24 espacios, fase dividida. En este panel general se tiene conectado mayormente dispositivos eléctricos pertenecientes al consumo de energético de cocina (freidoras, freezers, mantenedoras, cocinas eléctricas), mediante el censo de carga se logró observar que la mayor parte de los grandes consumidores como los son las mantenedoras ya pasaron su tiempo de vida útil en el que daban su mayor eficiencia energética.

Esto representa un mayor consumo energético por partes de los equipos eléctricos elevando la corriente que circula por sus fases. Debido a la ubicación de estos paneles las mediciones realizadas en este cafetín fueron del tipo puntual, de tal forma que no se pudo colocar el equipo de medición FLUKE 435 II (falta de espacio, poca seguridad en el área), las mediciones se efectuaron con el FLUKE 374 FC, estas mediciones se presentan a continuación:

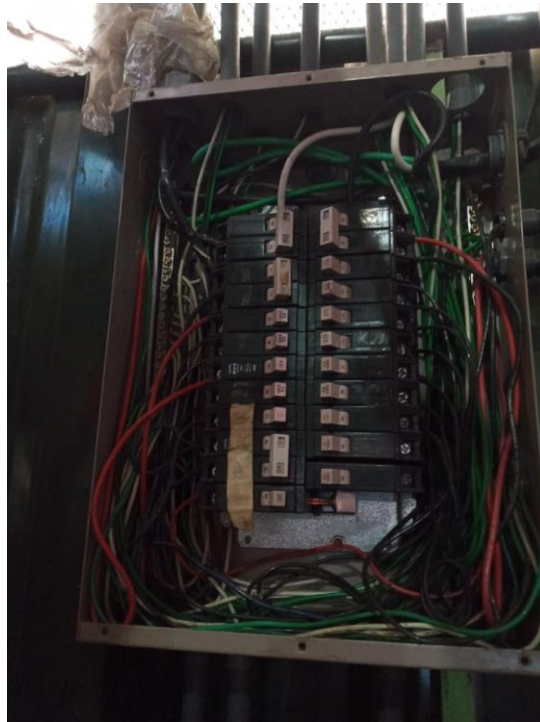


Foto. 2. Panel principal Cafetín Duarte.

Fuente: fotos propias

Es importante mencionar antes de presentar los cálculos del balance de cargas, que, en base a lo antes dicho, el día que se realizaron las mediciones en el panel principal las fases presentaban un sobre calentamiento, lo cual a lo largo de tiempo se convertirá en pérdidas por efectos joule, en la instalación aumentando los costos de facturación de la UNIRUSB.

En la siguiente tabla se muestra las mediciones puntuales efectuadas en el cafetín Duarte, en donde predominan las cargas monofásicas 120V

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 24 ESPACIOS MONOFASICO CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH20L125CX																							
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS			2' #4	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA						
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO			1' #4	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			125 AMPERIOS				N	NEGRO	FASEB							
NUMERO DE POLOS	24	TIERRA			1' #4	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			70 AMPERIOS					FASE C	FASE A	FASE B	FASE C					
UBICACIÓN	CAFETIN DUARTE (PG)						AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	20	38.6	0	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES						FASES				FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			Amp	Polo	Tipo												
BREAKER MAIN (240 V) MONOFASICO	NEGRO	4	THHN	PB	2	70	1	16.5	17.6		3.5	21	0		2								
							3	36.4			0				4								
BREAKER (240 V) MONOFASICO	NEGRO	8	THHN	PB	2	30	5	6			0				6	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
	ROJO						7		13.9			0			8	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	9	0.7			0				10	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	11		3.2			2.8			12	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	ROJO	8	THHN	PB	1	40	13	9.8			1				14	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	15		0			10.7			16	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	17	0			0.9				18	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (240 V) MONOFASICO	AZUL	10	THHN	PB	2	40	19		0			7.5			20	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
							21	0			1.6				22	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	ROJO	12	THHN	PB	1	30	23		0.5						24							ESPACIO LIBRE	

Ilustración 20. Mediciones puntuales Cafetín Duarte.

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de desbalance

$$\text{Total de R } 4.95 + 1.05 = 6A \quad \text{Total de S } 5.28 + 6.3 = 11.58A$$

$$\text{Promedio} = \frac{R + S}{2} = \frac{6A + 11.58A}{2} = 8.79A$$

$$D\% \left[\frac{\text{Desviacion max. del promedio}}{\text{Promedio}} \right] * 100 \left[\frac{11.58A - 8.79A}{8.79A} \right] * 100 = 31.74\%$$

El desbalance de corriente es del 31.74% lo cual sobre pasa por mucho el porcentaje permitido por la normas nacionales e internacionales del 5% En este caso se recomienda hacer un balance de carga por corriente con el fin de disminuir el nivel de desbalance entre las fases, como nota adicional en la imagen “Panel Cafetín Duarte”. Se observa que el espacio No 24 se encuentra vacío lo que contribuye al desbalance de corriente.

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 24 ESPACIOS MONOFASICO CON BARRAS DE 125AMPS. MODELO CH20L125CX																						
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS				2 # 4	THHN	VOLTAJE					120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA		
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO				1 # 4	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS					125 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE B			
NUMERO DE POLOS	24	TIERRA				1 # 4	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL					70 AMPERIOS					FASE C	FASE A	FASE B	FASE C	
UBICACION	CAFETIN DUARTE (PG)						AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	29,7	28,9	0,0	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3"></th> <td>V</td> <td>VERDE</td> <td>TIERRA</td> <td colspan="3">CLUTER HAMMER</td>						FASES			FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB. CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB. CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO		
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T			Amp	Polo	Tipo						
BREAKER MAIN (240 V) MONOFASICO	NEGRO	4	THHN	PB	2	70	1	24,4	9,70			2										
							3		46,2			4										
							5		13,9			6										
BREAKER (240 V) MONOFASICO	NEGRO	8	THHN	PB	2	30	7		6			8	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
	RJOJ						9		0,7			10	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	11					12	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	11		3,2			12	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
BREAKER (120 V) MONOFASICO	RJOJ	8	THHN	PB	1	40	13		9,8			14	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	15		0			16	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	17		0			18	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
							19		0			20	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
BREAKER (240 V) MONOFASICO	AZUL	10	THHN	PB	2	40	21		0			22	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO			
							23		0,5			24								ESPACIO LIBRE		

Ilustración 21. Panel principal cafetín Duarte con cargas balanceadas.

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de desbalance con cargas ya balanceado

$$\text{Total de R } 7.32 + 1.59 = 8.91A \quad \text{Total de S } 2.91 + 5.76 = 8.67A$$

$$\text{Promedio} = \frac{R + S}{2} = \frac{8.91A + 8.67A}{2} = 8.79A$$

$$D\% \left[\frac{\text{Desviación max. del promedio}}{\text{Promedio}} \right] * 100 = \left[\frac{8.91A - 8.79A}{8.79A} \right] * 100 = 1.365\%$$

En la figura anterior, se muestra como quedaría el panel del cafetín Duarte luego de que las cargas instaladas fueran acomodadas de tal manera que la diferencia de corriente entre ambas de las fases no sobrepase los 5% permitido por la ley; tenemos que el nuevo porcentaje de desbalance es del 1.65% por lo que cumple con la norma.

El balance de este panel supone un ahorro de energía significativo como se observa en la ilustración 22 “Ahorro anual en USD cafetín duarte”, a parte de los problemas económicos que genera el desbalance de cargas, se encuentran los problemas técnicos que se presentan en todas las instalaciones donde se tiene un mal balance de las cargas ,al ser una instalación bastante cargada por equipos de gran consumo de corriente esta presentará un desgaste en la vida útil de sus conductores de manera prematura, aumentando los gastos por mantenimiento del sistema eléctrico y dejando fuera de funcionamiento los equipos eléctricos del Cafetín duarte.

Ahorro anual en USD
\$ 1,790.60

Ilustración 22. Ahorro anual en USD cafetín Duarte.

Fuente: Elaboración propia

2.5.4 Biblioteca Esmán Marín, panel planta baja.

La biblioteca Esmán Marín, está ubicada en el edificio número 12. En este estudio se evaluará su panel general, el cual está ubicado en la zona oeste de acervo, Hemeroteca, este panel cuenta con un número total de 48 espacios, trifásico 240V. El panel general cuenta mayormente con dispositivos eléctricos de oficina y climatización, y mediante el censo de carga se logró observar que la mayor parte de los grandes consumidores son los aires acondicionados que están distribuidos en la zona baja de la biblioteca.

La biblioteca Esmán Marín funciona de 8 de la mañana a 8 de la noche, haciendo uso de los aires acondicionados de manera continua, se ha de mencionar que el horario anterior se aplica la planta alta de esta, siendo de 8:00 am a 5:00pm de la tarde el horario normal de funcionamiento de la planta baja.



Foto. 3. Panel principal Biblioteca planta baja.

Fuente: Fotos propias

En la siguiente tabla, se muestra las mediciones puntuales efectuadas en el panel general planta baja Biblioteca Esman Marín, en donde predominan las cargas monofásicas 120V.

PANEL GENERAL PG		PANEL ELÉCTRICO MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 600AMPS , MODELO PRL340X4LI600S																						
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			3" (2"6/0)	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA								
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			1" 6/0	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			600 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE B									
NUMERO DE POLOS	36	TIERRA			1" 1/0	INTERRUPTOR PRINCIPAL			600 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C						
UBICACIÓN	BIBLIOTECA 1ER PISO					AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	138.7	155.8	164.4			
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES					FASES				FASES						N	NEGRO	TIERRA	CLUTER HAMMER					
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	
				TIPO	Polo	Amp			Amp	Polo	Tipo													
Aire solit 1		8	THHN	PB	2	70	1	70.8	36.6	44.4					2	20	1	PB	THHN	12		Iluminación Acervo General		
Breaker (120 voltios)		12	THHN	PB	1	15	3	29				3			4	60	2	PB	THHN	8		Split Ducto (240 Voltios)		
Breaker (120 voltios)		12	THHN	PB	1	20	5		29		0.6			34	6									
Toma Corriente Entrada Principal		12	THHN	PB	1	20	7	0							8	30	2	PB					Aire Split 3 (Sin conductor alguno)	
Oficina de Asistentes		12	THHN	PB	1	20	9		0					0.6	10	20	1	PB	THHN	12			Iluminación Acervo General	
Toma Corriente Entrada Principal		12	THHN	PB	1	20	11	0				0			12	20	2	PB	THHN	10			Breaker (240 Voltios)	
Breaker (120 Voltios)		10	THHN	PB	1	20	13		0				0		14									
Toma corriente Sub Director		12	THHN	PB	1	20	15				0.6				16									
Toma corriente Sub Director		12	THHN	PB	1	20	17			0.6				0	18									
Toma corriente Sub Director		12	THHN	PB	1	20	19	1				0			20	60	2	PB	THHN	10			Aire Split 2	
Toma corriente Director		12	THHN	PB	1	20	21		0.6				2.4		22	20	1	PB	THHN	12			Breaker (120 Voltios)	
Toma Corriente Sala de Reuniones		10	THHN	PB	1	20	23			0			2.4		24	20	1	PB	THHN	12			Breaker (120 Voltios)	
Espacio Libre							25					37.2			26									
Espacio Libre							27						57.8		28	175	3	PB	THHN	# 4/0			BREAKER MAIN SP-2 PLANTA ALTA	
Espacio Libre							29						43		30									
BREAKER MAIN SP-1 PLANTA BAJA		# 2	THHN	PB	3	125	31	40.8				27.7			32									BREAKER MAIN SP-3 PLANTA ALTA
Espacio Libre							33		7				25		34	225	3	PB	THHN	# 1/0				
Espacio Libre							35			42				40	36									
Espacio Libre							37								38									Espacio Libre
Espacio Libre							39								40									Espacio Libre
Espacio Libre							41								42									Espacio Libre

Ilustración 23. Mediciones puntuales panel general biblioteca planta baja.

Cálculo de desbalance de corriente biblioteca planta baja

Total de R = 21.24A + 20.37A = 41.61A

Total de S = 10.98A + 35.76A = 46.74A

Total de T = 13.32A + 36A = 49.32A

$$\text{Promedio} = \frac{R + S + T}{3} = \frac{41.61A + 46.74A + 49.32A}{3} = 45.88A$$

$$D\% = \left[\frac{\text{Desviacion max. del promedio}}{\text{Promedio}} \right] * 100 = \left[\frac{49.32A - 45.88A}{45.88A} \right] * 100 = 7.49\%$$

El desbalance de corriente es del 7.49% lo cual sobrepasa por mucho el porcentaje permitido por lo que se realizará un balance de carga por corriente con el fin de disminuir el nivel de desbalance entre las fases, como nota adicional en la ilustración 24 “Panel General Biblioteca Planta Baja”, cuenta con los No 37, 38, 39, 40, 41 y 42 los cuales se encuentran vacíos y se podrían utilizar para el balance del mismo.

PANEL GENERAL PG		PANEL ELÉCTRICO MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFÁSICOS CON BARRAS DE 600AMPS , MODELO PRL340X4L1600S																		
NÚMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			3" (2"60)	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CÓDIGO DE COLORES		N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA			
NÚMERO DE HILOS	4	NEUTRO			1" 6/8	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			600 AMPERIOS					N	NEGRO	FASE B				
NÚMERO DE POLOS	3S	TIERRA			1" 1/8	INTERRUPTOR PRINCIPAL			600 AMPERIOS					N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C	
UBICACIÓN	BIBLIOTECA TERCER PISO					AMPERAJE FASES			POTENCIA TOTAL EN KW					N	NEGRO	NEUTRO	145,3	153,4	160,2	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES					COLOR DEL CONDUCTOR								N	NEGRO	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUC. #	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			N° CTO #	KVA	AMPERAJE FASES			KW	N° CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUC. #	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Pole	Amp			R	S	T			Amp	Pole	TIPO				
Airesolit 1		8	THHN	PB	2	70	1	75,0	36,6	42,6		2				THHN	12		Iluminación Aéreo General	
Toma Corriente Entrada Principal		12	THHN	PB	1	20	3	29,0				4				THHN	8		Split Ducto (240 Voltios)	
Breaker (120 voltios)		12	THHN	PB	1	20	7	2,4				8								
Toma Corriente Entrada Principal		12	THHN	PB	1	20	9		0,0			10							Aire Split 3 (Sin conductor alguno)	
Espacio Libre							11					12	20	1	PB	THHN	12		Iluminación Aéreo General	
Breaker (120 voltios)		12	THHN	PB	1	15	13	0,6				14								
Breaker (120 Voltios)		10	THHN	PB	1	20	15		0,0			16	20	2	PB	THHN	10		Breaker (240 Voltios)	
Toma corriente Sub Director		12	THHN	PB	1	20	17			0,6		18								
Toma corriente Sub Director		12	THHN	PB	1	20	19	1,0				20								
Toma corriente Director		12	THHN	PB	1	20	21			0,6		22	20	1	PB	THHN	12		Breaker (120 Voltios)	
Toma Corriente Sala de Reuniones		10	THHN	PB	1	20	23			0,0		24								
Espacio Libre							25					26								
Espacio Libre							27					28	175	3	PB	THHN	# 4/0		BREAKER MAIN SP-2 PLANTA ALTA	
Espacio Libre							29					30								
BREAKER MAIN SP-1 PLANTA BAJA		# 2	THHN	PB	3	125	31	40,8				32							BREAKER MAIN SP-3 PLANTA ALTA	
							33			7,0		34								
							35					36								
Oficina de Asistentes		12	THHN	PB	1	20	37	1,2				38	20	1	PB	THHN	12		Breaker (120 Voltios)	
Espacio Libre							39					40							Espacio Libre	
Espacio Libre							41					42							Espacio Libre	

Ilustración 24. Panel principal biblioteca planta baja con cargas balanceadas.

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del desbalance por corriente biblioteca planta baja con cargas balanceadas.

$$\text{Total de R} = 22.5A + 21.09A = 43.59A$$

$$\text{Total de S} = 10.98A + 35.04A = 46.02A$$

$$\text{Total de T} = 12.78A + 35.28A = 48.06A$$

$$\text{Promedio} = \frac{R + S + T}{3} = \frac{43.59A + 46.02A + 48.06A}{3} = 45.88A$$

$$D\% = \left[\frac{\text{Desviacion max. del promedio}}{\text{Promedio}} \right] * 100 = \left[\frac{43.59A - 45.88A}{45.88A} \right] * 100 = 5\%$$

En la figura anterior, se muestra como quedaría el panel general de la Biblioteca Planta Baja luego de que las cargas instaladas fueran acomodadas. Se llegó al resultado de un desbalance del 5%, el ahorro de este balance no debe subestimarse debido a que las corrientes que circulan por él son grandes.

Después de balancear
\$ 13,099.04

Ilustración 25. Ahorro de energía anual biblioteca planta baja.

Fuente: Elaboración propia

2.5.5 Edificio Posgrado Planta Alta

Posgrado Planta Alta, está ubicada en el edificio número 13, se evaluará el desbalance por corriente que presenta su panel general de la planta alta, el cual cuenta con de 30 espacios de los cuales 27 están ocupados, el panel es de 240V trifásico.

La planta alta cuenta con una diversidad de equipos eléctricos del tipo ofimático debido a los múltiples laboratorios de computación y oficinas ubicadas ahí, los equipos de climatización son de los equipos de mayor consumo en las instalaciones eléctricas, el 70% de los equipos de climatización instalados son mayores de 48,000BTU, además de contar con tecnología anticuada la cual aumenta el consumo por hora de estos.

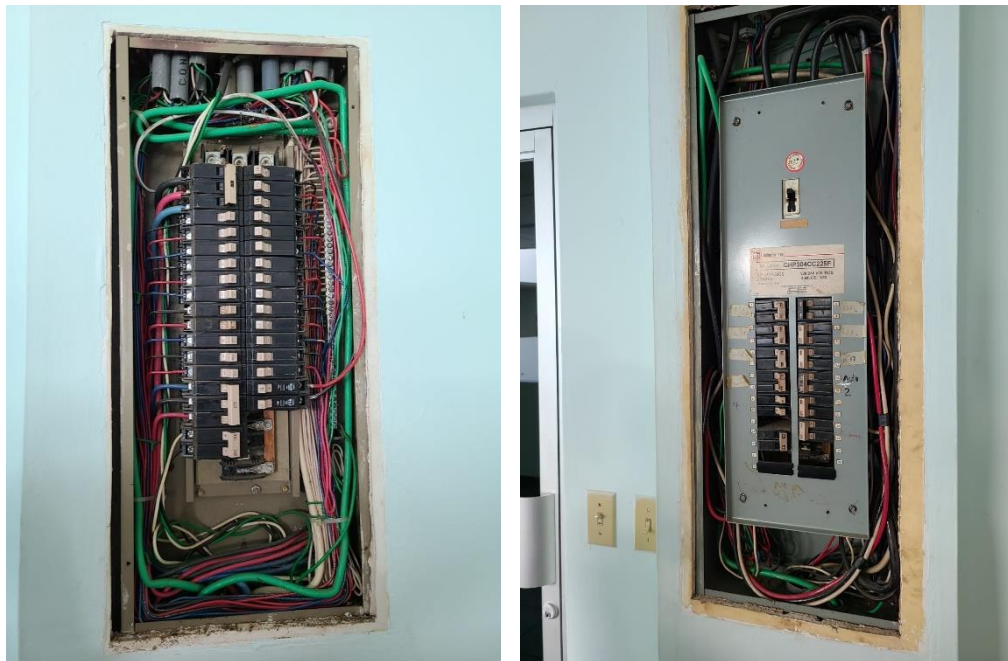


Foto. 4. Panel principal Posgrado planta alta.

Fuente: fotos propias

En la siguiente tabla, se muestra las mediciones puntuales efectuadas en el panel general Posgrado Planta Alta, en donde predominan las cargas monofásicas 120V.

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 30 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO CHP304CC225F																							
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			3' (2/0)	THHN	VOLTAJE						120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA			
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			1' (2)	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS						225 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE B				
NUMERO DE POLOS	30	TIERRA			2'	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL						225 AMPERIOS			N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C		
UBICACIÓN	POSGRADO PLANTA ALTA (PANEL GENERAL)						AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	77.8	49.4	29.6	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES						FASES				FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB. CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T						Amp	Polo	Tipo				
Aire acondicionado aula #3		10	THHN	PB	2	60	1	30.4	30.4	1.2	47.4	19	28.4		2	50	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #6	
								0	0	0	0	0	0										4
								0	0	0	0	0	0										6
Aire acondicionado aula #2		10	THHN	PB	2	60	5	0	0	0	28.4	0	28.4		8	60	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #4	
								0	0	0	0	0	0										8
Aire acondicionado aula #1		10	THHN	PB	2	50	9	0	0	0	0	0	0		10	60	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #5	
								0	0	0	0	0	0										12
Aire acondicionado oficina PEUT UNI - OIT		8	THHN	PB	2	60	13	30.4	0	0	19	0	0		14	60	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula PAUT	
								0	0	0	0	0	0										16
		12	THHN	PB	1	30	17	0	0	0	0	0	0	0		18	30	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #7
								0	0	0	0	0	0	20									
Main principal PAUS aula #2		6	THHN	PB	2	100	21	0	0	0	0	0	0		22	20	1	PB	THHN	2		Breaker monofasico (240V)	
								0	0	0	0	0	0										24
								0	0	0	0	0	0										26
Espacio Libre							25	0	0	0	0	0	0		26								Espacio Libre
Espacio Libre							27								28								Espacio Libre
Espacio Libre							29								30								Espacio Libre

Ilustración 26. Mediciones puntuales Posgrado planta alta.

Fuente. Elaboración propia

Cálculo de desbalance de corriente.

$$\text{Total de R} = 9.12A + 14.22A = 23.34A$$

$$\text{Total de S} = 9.12A + 5.7A = 14.82A$$

$$\text{Total de T} = 0.36A + 8.52A = 8.88A$$

$$\text{Promedio} = \frac{R + S + T}{3} = \frac{23.34A + 14.82A + 8.88A}{3} = 15.68^a$$

$$\text{D\%} = \left[\frac{\text{Desviacion max. del promedio}}{\text{Promedio}} \right] * 100 = \left[\frac{17.64A - 15.68A}{15.68A} \right] * 100 = 48\%$$

El desbalance de corriente es del 48% lo cual excede el porcentaje permitido por las normas. Se realizará un balance de carga por corriente con el fin de disminuir el nivel de desbalance entre las fases, como nota adicional en la imagen “Panel General Posgrado Planta Alta”, cuenta con los No 26, 27, 28, 30 los cuales se encuentran vacíos y se podrían utilizar para el balance del mismo.

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 30 ESPACIOS TRIFÁSICOS CON BARRAS DE 225 AMPS. MODELO CHP304CC25F																									
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			3' (20)	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS	CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL										
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			1' (2)	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			225 AMPERIOS		N	NEGRO	FASE B	INSTANTANEA										
NUMERO DE POLOS	30	TIERRA			2'	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			225 AMPERIOS		N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C								
UBICACIÓN	POSGRADO PLANTA ALTA (PANEL GENERAL) <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">POTENCIA TOTAL EN KW</th> <td>B</td> <td>BLANCO</td> <td>NEUTRO</td> <td>58,8</td> <td>49,4</td> <td>48,6</td>						AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	58,8	49,4	48,6				
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTALES <th colspan="3">FASES</th> <th rowspan="2">COLOR DEL CONDUCTOR</th> <th colspan="3">FASES</th> <th rowspan="2">KW</th> <th rowspan="2">Nº CTO #</th> <th colspan="3">BREAKER</th> <td>V</td> <td>VERDE</td> <td>TIERRA</td> <td colspan="3">CLUTER HAMMER</td>						FASES			COLOR DEL CONDUCTOR	FASES			KW	Nº CTO #	BREAKER			V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB. CONDUCTOR	TIPO	BREAKER		Nº CTO #	KVA	R	S		T	R	S			T	Amp	Polo	Tipo	TIPO	CALB. CONDUCTOR	CONDUIT	DESCRIPCION DEL CIRCUITO		
Aire acondicionado aula #3		10	THHN	PB	2	60	1	30,4	30,40	1,2	0	0	0	28,4	19,0	47,4	2	50	2	PB	THHN	2			
							3	0	0	0	0	0	0	4											
							5	0	0	0	0	0	0	6											
Aire acondicionado aula #2		10	THHN	PB	2	60	7	0	0	0	0	0	0	28,4	0	0	8	60	2	PB	THHN	2			
							9	0	0	0	0	0	0	10											
							11	0	0	0	0	0	0	12											
Aire acondicionado aula #1		10	THHN	PB	2	50	13	30,4	0	0	0	0	0	0	0	0	14	60	2	PB	THHN	2			
							15	0	30,4	0	0	0	0	16											
							17	0	0	0	0	0	0	18											
Aire acondicionado oficina PEUT UNI - OIT		8	THHN	PB	2	60	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	30	2	PB	THHN	2			
							21	0	0	0	0	0	0	22											
							23	0	0	0	0	0	0	24											
Main principal PAUS aula #2		6	THHN	PB	2	100	25	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	26	20	1	PB	THHN	2			
							27	0	0	0	0	0	0	28											
Espacio Libre							29							19			60	2	PB	THHN	2			Aire acondicionado aula PAUT	
Espacio Libre																									

Ilustración 27. Panel general Posgrado planta alta cargas balanceadas.

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del desbalance por corriente

$$\text{Total de R} = 9.12 + 8.52 = 17.64A$$

$$\text{Total de S} = 9.12 + 5.7 = 14.82A$$

$$\text{Total de T} = 0.36 + 14.22 = 17.064A$$

$$\text{Promedio} = \frac{R + S + T}{3} = \frac{17.64A + 14.82A + 17.064A}{3} = 15.68A$$

$$D\% = \left[\frac{\text{Desviacion max. del promedio}}{\text{Promedio}} \right] * 100 = \left[\frac{58.8A - 52.26A}{52.26A} \right] * 100 = 12.51\%$$

En la figura anterior, se muestra como quedaría el panel general de Posgrado Planta Alta luego de que las cargas instaladas fueran acomodadas. Se llegó al resultado de un desbalance del 12.51%, el cual sobre pasa el límite, esto debido a que no se pueden reacomodar más cargas debido a la falta de espacio y el tipo de cargas (trifásicas, bifásicas). El nuevo porcentaje de desbalance sobre pasa el 5% por lo que no cumple con la norma, se logró disminuir un 35.49%, por lo tanto, se logrará observar una disminución de costos, cómo se pueden observar en **la Ilustración 28. Ahorro anual económico Posgrado planta alta.**

Ahorro anual en USD
\$ 5,756.05

Ilustración 28. Ahorro anual económico Posgrado planta alta.

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3.
Resultados

3.1.1. Diagnóstico eléctrico

El diagnóstico eléctrico realizado en la UNI, consta de la observación de los paneles eléctricos en las áreas designadas, por lo que se llegó a las conclusiones siguientes:

De los 68 paneles principales que están instalados en todo el recinto Simón Bolívar, nuestro estudio abarcó un total de 34 paneles principales en las áreas especificadas en los objetivos:

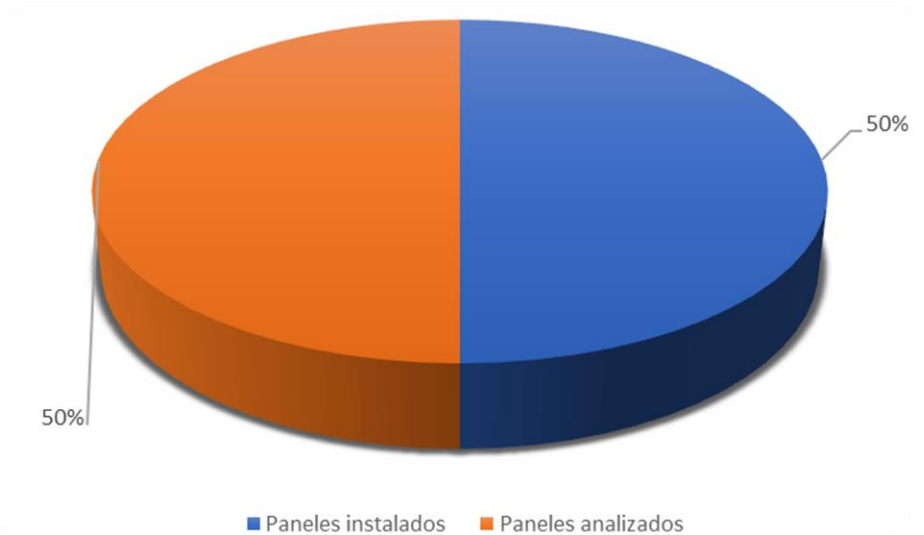


Ilustración 29. Porcentaje de estudio paneles eléctricos principales

Fuente: Elaboración propia

Los paneles eléctricos que se tomaron en cuenta presentan desperfectos en sus instalaciones tales como:

- Falta de la conexión a tierra
- Mal uso del código de colores
- Flojedad de bornes
- Instalaciones antiguas en malas condiciones (pabellón 8)
- Más de un circuito conectado a un solo breaker
- Voltajes de hasta 1V (laboratorio 1, Posgrado)

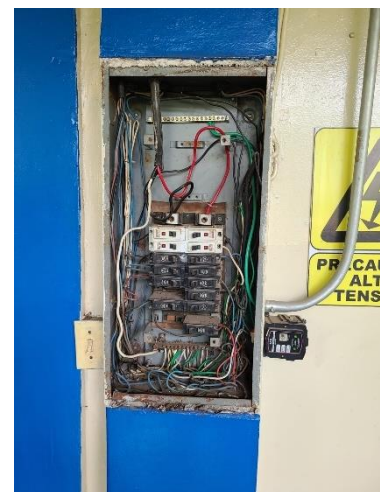


Foto. 5. Paneles Eléctricos en malas condiciones

Fuente: fotos propias

3.1.2. Censo de carga

3.1.2.1. Consumo de energía general por uso energético en las instalaciones del RUSB.

El consumo promedio mensual de la acometida de la universidad, según facturación eléctrica es de 182,858 kWh/mes, para el período en análisis, el cual es de noviembre 2020 a octubre 2021. En la ilustración a 29 se presenta el balance energético por uso, obtenido según censo de carga.

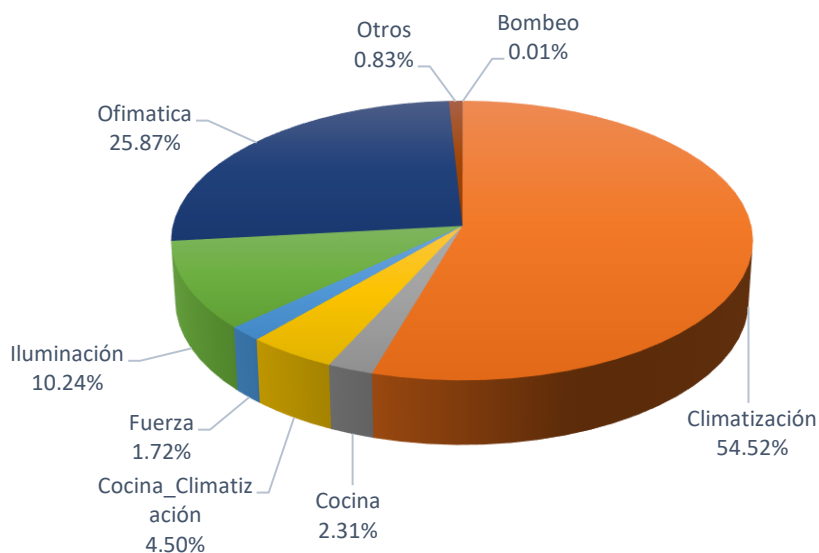


Ilustración 30. Balance energético actual de la UNI, según censo de carga 2021

Fuente: Elaboración propia

Según la ilustración anterior, y basados en el total de energía consumida por la universidad correspondiente a un promedio de 182,858 kWh/mes se puede ver la tabla siguiente:

Tabla 12. Consumo por uso energético kWh/mes

Uso energético	Consumo mensual (kWh/mes)
Bombeo	11.82
Climatización	76312.30
Cocina	3231.02
Cocina Climatización	6302.53
Fuerza	2404.43
Iluminación	14331.63
Ofimática	36216.97
Otros	1159.45
Total, general	139970.14

En el análisis del censo de carga se logró observar que los transformadores que se encuentra instalado en la universidad no cumplen con el índice de carga adecuado para que el transformador funcione de la manera más eficiente, a continuación, se muestra la carga que cada transformador tiene instalada actualmente:

Tabla 13. Carga instalada según censo de carga en los transformadores de la UNI 2021

Transformador	Mensual (kWh/mes)	Potencia Unitaria total (KW)	Potencia (KVA)
BT01 1000 KVA	18087.182	90608	215.390588
BT02 700 KVA	35210.146	172872	324.301177
BT08 3 X 75 KVA	14086.272	50.8888	142.811059
BT09 3 X 50 KVA	21216.148	134.091	227.335294
BT10 37.5 KVA; 37.5 KVA; 50.0 KVA	5486.8384	50.6242	69.2830588
BT11 75.0 KVA	14770.408	118.76185	189.397294
BT12 25 KVA	7553.6068	39.906	80.7082353
BT13 3 X 50 KVA	9250.9276	85.7748	118.520941
BT16 3 X 75 KVA	1040.728	7.408	12.4729412
BT17 3 X 100 KVA	13267.885	129.0396	193.064235
Total, general	139970.14	264096.49	1573.28482

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Beneficio técnico

El correcto balance de carga eléctrica, permite que un sistema eléctrico goce de un servicio ininterrumpido y con menos variaciones en sus parámetros eléctricos, beneficiando así a los usuarios finales.

Entre los beneficios tenemos:

- Disminución de los cortes temporales de energía, debido a las altas corrientes en sus protecciones.
- Mejoramiento del sistema eléctrico en cuanto a variaciones de voltaje y corriente por tener un correcto balance de carga.
- Alargamiento de la vida útil de los conductores resultado de disminuir la temperatura relacionada al efecto joule.
- Disminución de las pérdidas de energía.
- Menos mantenimiento a los sistemas eléctricos de la UNI.

En la siguiente ilustración se presenta una muestra del total del porcentaje de desbalance de corriente reducido después de realizar balance de cargas en los paneles eléctricos, la tabla completa se encuentra en **anexo 4. Propuesta de balance, Resumen de beneficios técnico-económico del balance de carga**



Ilustración 31. Resume de beneficio técnico % de desbalance

Fuente Elaboración propia

3.1.4. Beneficios económicos

Al realizar la propuesta de balance de carga se logró disminuir la corriente eléctrica que circula a través de los conductores de los paneles eléctricos principales, esto se traduce en un ahorro de energía para la universidad; del diagnóstico eléctrico logramos determinar que el 56% de los paneles eléctricos principales analizados presentan un desbalance de corriente mayor al 5% permitido, **ver, anexos.4, Resumen de beneficios técnico-económico del balance de carga**, por lo que el balance de estos significaría el ahorro de 142,680 kWh/año.

El ahorro económico calculado por realizar esta propuesta de balance de carga se muestra en la siguiente ilustración:

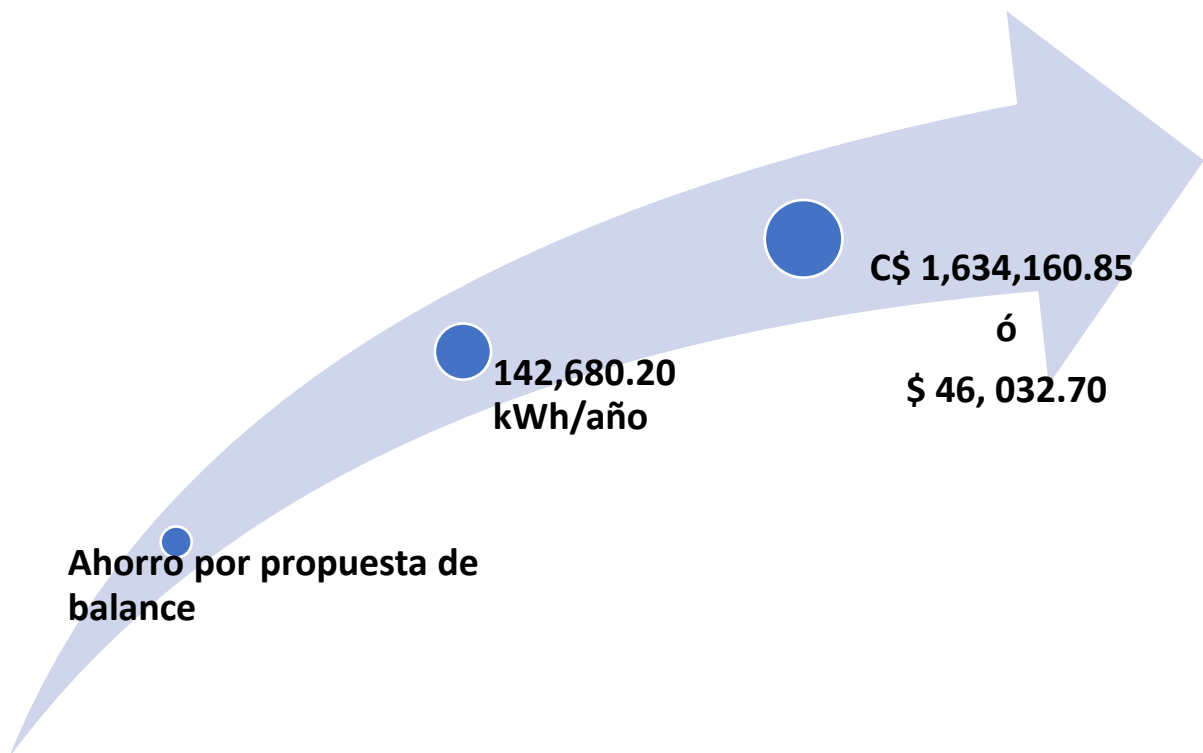


Ilustración 32. Ahorro por propuesta de carga

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Los objetivos propuestos para la elaboración y desarrollo del presente proyecto de grado se cumplieron plenamente. De acuerdo con los resultados obtenidos del diagnóstico eléctrico en cada tablero general de acometidas de la Universidad Nacional de Ingeniería se realizaron las siguientes conclusiones:

De acuerdo a la información obtenida por la universidad y la recopilada por nuestra parte se concluyó que se analizó 50% del total de paneles principales de la universidad Nacional de ingeniería.

En la realización del censo y mediciones eléctricas que se efectuaron en las áreas de interés, se recopiló que el equipo eléctrico que más consumo representa para la universidad son los equipos de climatización con 76,312 kWh/mes, además, el edificio con mayores equipos de climatización es Posgrado.

De acuerdo a las mediciones eléctricas se logró determinar que el 56% de los paneles analizados presentan un desbalance de corriente fuera de la norma, solo un 23% de los paneles analizados cumplen con la norma y el último 21% se constituye de paneles monofásicos que no presentan este problema de desbalance.

Según la propuesta de balance de carga los paneles de la Biblioteca Esmán Marín son los que representan un mayor consumo de energía para la universidad, el balance de estos paneles supone un ahorro de 51,776.126 kWh/año o 28,959.68 dólares al año.

Los paneles eléctricos visitados demostraron estar en malas condiciones, por lo que se recomendaría hacer uso de mantenimiento correctivo con el fin de ayudar prevenir fallas y fugas a tierra de la corriente eléctrica.

Como conclusión final se logró cuantificar que el ahorro que supondría realizar esta propuesta de balance de carga en la universidad Nacional de Ingeniería, sería de \$ 46,032.70 dólares o su equivalente C\$1,634,160.85 de córdobas, por lo que es factible realizarla.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos de esta monografía, es necesario en el caso de que se planee implementar la propuesta de balance de carga por corriente:

1. Realizar mantenimiento correctivo en los paneles eléctricos principales, a fin de eliminar los problemas relacionados a las malas instalaciones según las normas nacionales.
2. De igual forma, si se desea un mayor ahorro de energía en las instalaciones de la UNI, se recomienda hacer un estudio a fondo sobre las tecnologías instaladas, y las alternativas a estas que presenten un margen mayor de ahorro.
3. Se recomienda evacuar todas las anomalías encontradas en el estudio relacionadas al desbalance de carga.
4. Realizar un diagnóstico en los transformadores para conocer la condición real de operación en la que se encuentran actualmente.
5. Realizar mantenimiento en los transformadores instalados en la universidad, esto debe hacerse como mínimo una vez cada 5 años.

Bibliografía

- [1] Torres, R. G., Orosa, R. A., Ibáñez, J. C., & Melguizo, F. J. (2006). Tecnología eléctrica. McGraw-Hill Education.
- [2] Horacio, T., & Esperanza, P. E. (2011). Calidad de Energía Eléctrica. Eae Editorial Academia Espanola.
- [3] INE. (1996, mayo). RESOLUCION No. 006-2000. <https://rise.esmap.org/data/files/library/nicaragua/Energy%20Access/Supporti%20Documentation/Nicaragua%20-%20Electric%20Sector%20Norm.pdf>
- [4] Instituto Tecnológico de Puebla. (s. f.). Calidad de energía eléctrica (Vol 1). Feb2019.
- [5] Chaniz, R. (1997). CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO. El noticiIIIero de la sección-Panama, 1. <https://r9.ieee.org/panama/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/noticiero-011997.pdf>
- [6] "Práctica recomendada y requisitos de IEEE para el control de armónicos en sistemas de energía eléctrica", en IEEE Std 519-2014 (Revisión de IEEE Std 519-1992), vol., No., Págs. 1 a 29, 11 de junio de 2014, doi: 10.1109 /IEEESTD.2014.6826459.
- [7] "Práctica recomendada de IEEE para monitorear la calidad de la energía eléctrica", en IEEE Std 1159-2019 (Revisión de IEEE Std 1159-2009) , vol., No., Págs. 1-98, 13 de agosto de 2019, doi: 10.1109 / IEEESTD. 2019.8796486.
- [8] Mora, F. J. (2012). Circuitos eléctricos. 2a Edición (2 edicion ed.). Pearson.
- [9] S.R, J. E. (2019). Estudio para el balanceo de la carga del alimentador Anconcito de 13.8 kV ubicado en el cantón Salinas provincia de Santa Elena. (1.a ed.). Universidad Catolica Guayaquil.

- [10] Gaceta de Nicaragua. (1998, marzo). LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICALey No. 272.<http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/135e610319aaa40d06257b9b005a290c?OpenDocument>
- [11] Kang, M. H., & Lee, H. H. (2011). A Study on Flicker Management Standard for Distribution Power System in Korea based on IEC 61000–3-7. The Transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers, 60(9), 1663–1667. <https://doi.org/10.5370/kiee.2011.60.9.1663>

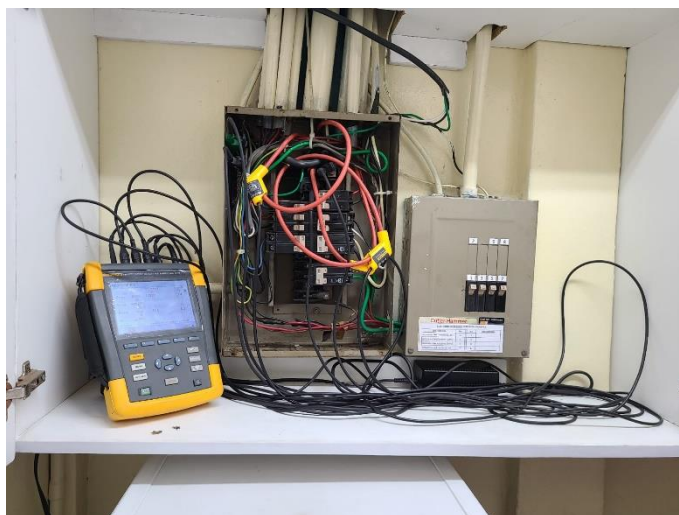
Webgrafía

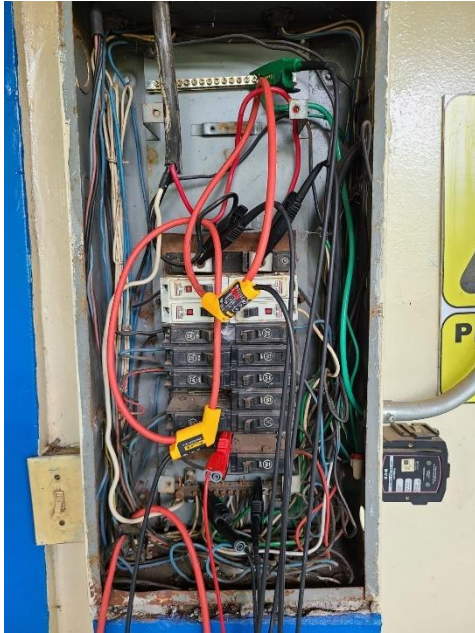
- [12] Matriz de Generación 2021 – ENATREL. (2021, 1 enero). ENATREL. <https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion/>
- [13] Sistema Nacional de Transmisión – ENATREL. (2011). ENATREL. Recuperado 25 de agosto de 2021, de <https://www.enatrel.gob.ni/sistema-nacional-de-transmission/#:%7E:text=El%20Sistema%20Nacional%20de%20Transmisi%C3%B3n,en%20voltajes%20de%20138%20y>
- [14] soporte@cedesa.com.mx. (2020). Fluke 435-II - Analizador de calidad de la energía eléctrica. CEDE S.A. <https://www.cedesa.com.mx/fluke/analizadores/calidad-energia/435-II/>

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías

Mediciones





Censo de carga



Anexo 2. Glosario

Balance eléctrico: inventario de energía generada e importada por el sistema respecto a la energía consumida, las pérdidas de red y la energía exportada para definir las distintas entradas y salidas de energía del sistema.

Desbalance de cargas: implica una diferencia de voltaje en las fases del sistema trifásico, por lo que, para mejorar la eficiencia en el uso y transporte de la energía en las redes de baja tensión, una alternativa es mantener los consumos equilibrados en cada fase.

Desequilibrios de corriente: se producen cuando por las tres fases de un sistema trifásico no circulan las mismas intensidades, este tipo de desequilibrio provoca un sobrecalentamiento en los receptores, en cables de alimentación y protecciones.

Paneles eléctricos: son cajas que alojan a los interruptores, que son dispositivos de seguridad capaces de detener la corriente eléctrica en caso de que ésta exceda el nivel seguro en una porción del sistema eléctrico.

Carga eléctrica: es una propiedad física propia de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas.

Caída de tensión: es un efecto provocado por la pérdida de potencial a lo largo de recorrido del conductor por la resistencia que este presenta, esto desencadena en que los voltios que tenemos al final del conductor sean menores que los que existían inicialmente aumentando el consumo.

Depresión de voltaje: son resultado del arranque de un motor, aunque estas subtensiones comúnmente son mayores en duración de 30 ciclos y el voltaje asociado no es tan bajo.

Osciloscopio: comprueban y muestran las señales de tensión como formas de onda y como representaciones visuales de la variación de tensión en función del tiempo.

Gráficas fasoriales: es una representación gráfica para un número complejo, dibujado como un vector con un extremo en el centro del diagrama (el módulo es la longitud del vector), y un ángulo medido en grados a partir de una referencia fija.

Fluctuaciones: es un cambio regular de voltaje que ocurre cuando se utilizan dispositivos o equipos que requieren una carga mayor.

Efecto Joule: es un fenómeno por el que los electrones en movimiento de una corriente eléctrica impactan contra el material a través del cual están siendo conducidos.

Facturación eléctrica: es el recibo que detalla el consumo de electricidad efectuado por cada cliente y el importe que debe pagar por él.

IEEE: el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers), es la mayor organización profesional técnica del mundo.

ANSI: El American National Standards Institute (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares), cuyo acrónimo es ANSI, tiene por objetivo crear directrices que sean ampliamente aceptadas en una amplia gama de sectores. Su objetivo es crear uniformidad para las mercancías y los procesos de la industria.

NEC: El Código Eléctrico Nacional (normalmente escrito como “NEC”) es una extensa colección de artículos para garantizar la segura instalación de los equipos eléctricos y el cableado eléctrico en los Estados Unidos (oficialmente es escrito en estados unidos sin embargo otros países lo han adoptado).

INE: El Instituto Nacional Electoral organiza procesos electorales libres, equitativos y confiables para garantizar el ejercicio de los derechos electorales.

Anexo 3. Mediciones eléctricas

Residencia estudiantil

PANEL GENERAL PG	PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 200AMP, MODELO CH42B200KPS																												
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS				2' #2	THHN	VOLTAJE				120-240 VOLTIOS				CODIGO DE COLORES				N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL						
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO				1' #2	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS				200 AMPERIOS								N	NEGRO	FASE B	INSTANTANEA						
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA				1' #2	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL				200 AMPERIOS												B	BLANCO	NEUTRO	FASE A	FASE B	FASE C
UBICACION	RESIDENCIA ESTUDIANTIL						AMPERAJE				AMPERAJE				POTENCIA TOTAL EN KW								B	BLANCO	NEUTRO	6.2	7	7	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES						FASES				FASES												V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO					
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		Amp	Polo	Tipo														
Iluminación cuartos (18-21)	12	12	THHN	PB	1	20	1	1.8	4.2			4.4	2.8			2	20	1	TB	THHN	12		Abanicos cuartos (10-13)						
Abanicos cuartos (18-21)	12	12	THHN	PB	1	20	3	0	0			0.6	0			4	20	1	TB	THHN	12		Abanicos cuartos (6-9)						
Abanicos cuartos (22-26)	12	12	THHN	PB	1	20	5	0.6				0.6				6	20	1	TB	THHN	12		Iluminación cuartos (10-13)						
Toma corriente (4,5) abanicos (1-5)	12	12	THHN	PB	1	20	7		1.4				0			8	20	1	TB	THHN	12		Iluminación cuartos (6-9)						
Abanicos cuartos (14-17)	12	12	THHN	PB	1	20	9	0				0.6				10	20	1	TB	THHN	12		Iluminación baños						
Abanicos cuartos (27-29)	12	12	THHN	PB	1	20	11		0				0			12	20	1	TB	THHN	12		Iluminación Oeste						
Luces de entrada y baños	12	12	THHN	PB	1	20	13	0				0				14	20	1	TB	THHN	12		Iluminación pasillo Norte						
Iluminación de cuartos (14-17)	12	12	THHN	PB	1	20	15		0				0			16	20	1	TB	THHN	12		Iluminación sala central						
Iluminación cuartos (1-5)	12	12	THHN	PB	1	20	17	0.6				0				18	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente cuartos (15-17)						
Iluminación cuartos (22-26)	12	12	THHN	PB	1	20	19		0				0			20	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente cuartos (26-28)						
Iluminación cuartos (27-29)	12	12	THHN	PB	1	20	21	0.6				0.8				22	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente cuartos (6)						
Iluminación pasillo Este, Sala lateral	12	12	THHN	PB	1	20	23		0				0.7			24	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente cuartos (17-22), sala de reuniones						
Toma corriente cuarto (18-21)	12	12	THHN	PB	1	20	25	0				0.5				26	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente Bodega						
Iluminación cuartos (30-32)	12	12	THHN	PB	1	20	27		0				0.5			28	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente cuartos (10, 4, 3 y 11)						
Toma corriente sala central	12	12	THHN	PB	1	20	29	0				0.7				30	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente cuartos (28 y 29)						
Abanicos cuartos (30-32)	12	12	THHN	PB	1	20	31		0.9				0.8			32	20	1	TB	THHN	12		Toma corrientes cuartos (1, 2, 30, 31 y 32)						
Toma corriente cuartos (3-11)	12	12	THHN	PB	1	20	33	0				0.6				34	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente cuartos (11 y 13)						
Toma corriente cuartos (6-9)	12	12	THHN	PB	1	20	35		0				0.8			36	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente sala central						
Espacio Libre							37									38							Espacio Libre						
Breaker Monofasico (120 Voltios)	12	12	THHN	PB	1	20	39		1.9							40							Espacio Libre						
Breaker Monofasico (120 Voltios)	12	12	THHN	PB	1	20	41	0								42							Espacio Libre						

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	6.2 A
Total, S	7 A
Promedio	6.6 A
% D	6%

Cabe mencionar que en este lugar se realizaron mediciones con en analizador de redes, del cual resulto un valor de desbalance del 2%, que es el que se tomara para el estudio por su mayor exactitud.

Biblioteca planta alta (PG)

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 400AMPS, MODELO PB424KX400S																																		
NUMERO DE FASES		3		LINEAS VIVAS			3" (2' 1/0)		THHN		VOLTAJE			120-240 VOLTIOS		CODIGO DE COLORES		N		NEGRO		FASE A		BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA										
NUMERO DE HILOS		5		NEUTRO			1" (2' 1/0)		THHN		CAPACIDAD DE LAS BARRAS			400 AMPERIOS		CODIGO DE COLORES		N		NEGRO		FASE B		38.5										
NUMERO DE POLOS		42		TIERRA			1" 4		THHN		INTERRUPTOR PRINCIPAL			400 AMPERIOS		CODIGO DE COLORES		N		NEGRO		FASE C		FASE A		FASE B		FASE C						
UBICACION		BIBLIOTECA PLANTA ALTA (PANEL GENERAL)										AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR		AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N		NEGRO		NEUTRO		38.5		39.1		78.2	
OBJETIVOS:		MEDICIONES PUNTUALES										FASES			COLOR DEL CONDUCTOR		FASES			POTENCIA TOTAL EN KW			B		BLANCO		TIERRA		CLUTER HAMMER					
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO										
				TIPO	Polo	Amp												Amp	Polo	Tipo														
Aire Acondicionado 1		8	THHN	PB	2	60	1	18.7	20	39		19.8	19.1	39.2		2									Aire Acondicionado 1									
							3		0			19.8		19.9		4																		
							5				19			19.9		6																		
Aire Acondicionado 2		8	THHN	PB	2	60	7	18.7				19.8				8								Aire Acondicionado 2										
							9			20			19.1		10																			
							11				20			19.3		12																		
Espacio Libre						13									14								Espacio Libre											
Espacio Libre						15									16									Espacio Libre										
Espacio Libre						17									18									Espacio Libre										
Espacio Libre						19									20									Espacio Libre										
Espacio Libre						21									22									Espacio Libre										
Espacio Libre						23									24									Espacio Libre										
Espacio Libre						25									26									Espacio Libre										
Espacio Libre						27									28									Espacio Libre										
Espacio Libre						29									30									Espacio Libre										
Espacio Libre						31									32									Espacio Libre										
Espacio Libre						33									34									Espacio Libre										
Espacio Libre						35									36									Espacio Libre										
Espacio Libre						37									38									Espacio Libre										
Espacio Libre						39									40									Espacio Libre										
Espacio Libre						41									42									Espacio Libre										

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	38.5 A
Total, S	39.1 A
Total, T	78.2 A
Promedio	51.93 A
%D	50.7 %

Biblioteca planta baja (PG)

PANEL GENERAL PG		PANEL ELÉCTRICO MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 600AMPS , MODELO PRL340X4LI600S																								
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS	3" (2'6'0)	VOLTAJE						120-240 VOLTIOS						CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA				
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO	1" 6/0	CAPACIDAD DE LAS BARRAS						600 AMPERIOS									N	NEGRO	FASE B					
NUMERO DE POLOS	36	TIERRA	1" 1/0	INTERRUPTOR PRINCIPAL						600 AMPERIOS						N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C					
UBICACIÓN	BIBLIOTECA 1ER PISO <th colspan="3" style="text-align: center;">AMPERAJE</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">COLOR DEL CONDUCTOR</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">AMPERAJE</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">POTENCIA TOTAL EN KW</th> <th>N</th> <td>NEGRO</td> <td>NEUTRO</td> <td>138.7</td> <td>155.8</td> <td>164.4</td>						AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	138.7	155.8	164.4				
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTALES <th colspan="3" style="text-align: center;">FASES</th> <th>R</th> <th>S</th> <th>T</th> <th>R</th> <th>S</th> <th>T</th> <th>KW</th> <th>Nº CTO #</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">BREACKER</th> <th>N</th> <td>NEGRO</td> <td>TIERRA</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">CLUTER HAMMER</td>						FASES				R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			N	NEGRO	TIERRA	CLUTER HAMMER	
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO			
				TIPO	Polo	Amp											Amp	Polo	Tipo							
Aire solit 1		8	THHN	PB	2	70	1	70.8	36.6	44.4		67.9	119.2	120		2	20	1	PB	THHN	12		Iluminación Acervo General			
Breaker (120 voltios)		12	THHN	PB	1	15	5	29				3				4										
Breaker (120 voltios)		12	THHN	PB	1	20	7		29				34			6	60	2	PB	THHN	8		Split Ducto (240 Voltios)			
Toma Corriente Entrada Principal		12	THHN	PB	1	20	9	0								8	30	2	PB				Aire Split 3 (Sin conductor alguno)			
Oficina de Asistentes		12	THHN	PB	1	20	11			1.2				0.6		12	20	1	PB	THHN	12		Iluminación Acervo General			
Toma Corriente Entrada Principal		12	THHN	PB	1	20	13	0				0				14	20	2	PB	THHN	10		Breaker (240 Voltios)			
Breaker (120 Voltios)		10	THHN	PB	1	20	15		0				0			16	20	2	PB	THHN	10					
Toma corriente Sub Director		12	THHN	PB	1	20	17			0.6				0		18	60	2	PB	THHN	10		Aire Split 2			
Toma corriente Sub Director		12	THHN	PB	1	20	19	1				0				20										
Toma corriente Director		12	THHN	PB	1	20	21		0.6				2.4			22	20	1	PB	THHN	12		Breaker (120 Voltios)			
Toma Corriente Sala de Reuniones		10	THHN	PB	1	20	23			0				2.4		24	20	1	PB	THHN	12		Breaker (120 Voltios)			
Espacio Libre							25					37.2				26										
Espacio Libre							27						57.8			28	175	3	PB	THHN	# 4/0		BREAKER MAIN SP-2 PLANTA ALTA			
Espacio Libre							29							43		30										
BREAKER MAIN SP-1 PLANTA BAJA		# 2	THHN	PB	3	125	31	40.8				27.7				32	225	3	PB	THHN	# 1/0		BREAKER MAIN SP-3 PLANTA ALTA			
Espacio Libre							33		7				25			34										
Espacio Libre							35			42				40		36										
Espacio Libre							37									38							Espacio Libre			
Espacio Libre							39									40							Espacio Libre			
Espacio Libre							41									42							Espacio Libre			

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	138.7 A
Total, S	155.8 A
Total, T	164.4 A
Promedio	152.96 A
%D	9.3 %

Oficina UNEN

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 12 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH12L125SA																						
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS			2" #4	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS	CODIGO DE COLORES	B	BLANCO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA										
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO			1" #4	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			125 AMPERIOS		R	ROJO	FASE B											
NUMERO DE POLOS	12	TIERRA			1" #6	INTERRUPTOR PRINCIPAL			-				FASE C	FASE A	FASE B	FASE C								
UBICACION	OFICINA DE LINEN					AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTO	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			V	VERDE	NEUTRO	35.1	39.2				
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES					FASES				R	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CON DUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO		
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CON DUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	R	S	T	KW	Nº CTO #	Amp	Polo	Tipo	TIPO	CALB.CON DUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
Breaker Monofasico (240 V)		8	THHN	PB	2	30		22.1	24.5			13	14.7			2	20	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120 Voltios)	
												0				4	20	1	PB	THHN	12	Breaker Monofasico (120 Voltios)		
Breaker Monofasico (240 V)		8	THHN	PB	3	60		13.8	7.8			11.9				6	20	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120 Voltios)	
												1.5				8	20	1	PB	THHN	10	Breaker Monofasico (120 Voltios)		
Breaker Monofasico (120 Voltios)						9		0.5				1.1				10	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120 Voltios)	
Breaker Monofasico (120 Voltios)						11			1.7				1.4			12	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120 Voltios)	

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	35.1 A
Total, S	39.2 A
Promedio	37.15 A
% D	5.5 %

Comedor Residencia (Panel General)

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 8 ESPACIOS MONOFASICO CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH8L125SP																					
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS			2' 6	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL						
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO			1' 6	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			125 AMPERIOS				R	ROJO	FASE B	INSTANTANEA						
NUMERO DE POLOS	8	TIERRA			1' 6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			50 AMPERIOS					FASE C	FASE A	FASE B	FASE C					
UBICACION	COMEDOR RESIDENCIA (PANEL GENERAL)					AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	7.8	7.4	0		
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES					FASES				FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER				
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			N° CTO #	KVA	FASES			KW	N° CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Conduit	DESCRIPCION DEL CIRCUITO			
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T			Amp	Polo	Tipo							
main principal monofasico (240v)		6	THHN	PB	2	50	1	5.4	0	0		2.4	7.4			2	30	1	PB	THHN	12		Breaker monofasico (120v)
Breaker monofasico (120v)		12	THHN	PB	1	20	5	5.4				2.4				4	20	1	PB	THHN	12		Breaker monofasico (120v)
Breaker monofasico (120v)		12	THHN	PB	1	20	7	0	0				6.4			6	20	1	PB	THHN	12		Breaker monofasico (120v)

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	7.8 A
Total, S	7.4 A
Promedio	7.6 A
% D	2.6 %

Cafetín Gueguense (PG)

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 20 ESPACIOS MONOFASICO CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH20L125CX																									
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS					2" #4	THHN	VOLTAJE					120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			B	BLANCO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA		
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO					1" #4	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS					125 AMPERIOS						B	BLANCO	FASEB			
NUMERO DE POLOS	20	TIERRA					1" #8	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL					100 AMPERIOS								FASE C	FASE A	FASE B	FASE C
UBICACION	CAFETIN GUEGUENSE (PG)							AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW						N	NEGRO	NEUTRO	3.1	9	0
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3"></th> <th colspan="3"></th> <td>A</td> <td>AZUL</td> <td>TIERRA</td> <th colspan="3">CLUTER HAMMER</th>							FASES			FASES									A	AZUL	TIERRA	CLUTER HAMMER		
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		Amp	Polo	Tipo										
BREAKER (240 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	2	60		2.4	5.6			0.7	3.4	0		2									
						1		1.6				8.1				2									
						3			0				16.6			4									
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	5	0				0				6	30								
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	15	7		0.6				0			8	30	2		PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (240V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	10	THHN	PB	1	30	9	0				0				10	15	1		PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	11		0				0			12	15	1		PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	15	13	0				0.7				14	20	1		PB	THHN	12	ROJO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	15		0				0			16	20	1		PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	15	17	0.8					0			18	20	1		PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	
BREAKER (120 V) MONOFASICO	BLANCO	10	THHN	PB	1	20	19		5				3.4			20	20	1		PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO	

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	3.1 A
Total, S	9 A
Promedio	6.05 A
%D	48.7 %

DBE

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 16 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 125 AMPS, MODELO CH16BF																																
NUMERO DE FASES		2		LINEAS VIVAS			2' 4		THHN		VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			N		NEGRO		FASE A		BALANCE DE CARGA TOTAL						
NUMERO DE HILOS		3		NEUTRO			1' 4		THHN		CAPACIDAD DE LAS BARRAS			125 AMPERIOS						R		NEGRO		FASE B		INSTANTANEA						
NUMERO DE POLOS		16		TIERRA					THHN		INTERRUPTOR PRINCIPAL			100 AMPERIOS							FASE C		FASE A	FASE B	FASE C							
UBICACIÓN		DBE										AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			A		AZUL		NEUTRO		14.1	13.3	0
OBJETIVOS:		MEDICIONES PUNTUALES										FASES						FASES						R		ROJO		TIERRA		CLUTER HAMMER		
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			N° CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	N° CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Conduit	DESCRIPCION DEL CIRCUITO									
				TIPO	Polo	Amp			Amp	Polo	Tipo																					
Luces laboratorio		12	THHN	PB	1	15	1		1.3	2.3	0		12.8	11	0		2			PB	THHN	12		Main principal (240v)								
luces oficina		12	THHN	PB	1	20	3			1.3				12			4	100	2	PB	THHN	12										
Tomacorriente pared		12	THHN	PB	1	20	5		0				0.5				6	15	1	PB	THHN	12		Tomacorriente pared								
Tomacorriente abajo pared		12	THHN	PB	1	15	7			0				1			8	20	1	PB	THHN	12		Tomacorriente computadora								
Tomacorriente oficina		12	THHN	PB	1	15	9		0				2.1				10	20	1	PB	THHN	12		Tomacorriente recepcion								
Aire acondicionado split (240v)		12	THHN	PB	1	20	11			0				10			12	20	1	PB	THHN	12		Aire acondicionado split (240v)								
		12	THHN	PB	1	20	13		0				10.2				14	20	2	PB	THHN	12										
Tomacorriente impresora		12	THHN	PB	1	15	15			1				0			16	15	1	PB	THHN	12		Tomacorriente impresora								

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	14.1 A
Total, S	13.3 A
Promedio	13.7 A
% D	2.9 %

Pabellón 6 (PG)

Panel General PG		PANEL ELECTRICO DE 18 ESPACIOS MONOFASICOS																						
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS			1'6	THHN	VOLTAJE				120-240 VOLTIOS	CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL						
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO			1'6	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS								R	ROJO	FASE B	INSTANTANEA						
NUMERO DE POLOS	18	TIERRA			1'6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL										FASE C	FASE A	FASE B	FASE C				
UBICACIÓN	Pabellon 6 (PG)					AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	3	1.4	0			
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES					FASES				FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER					
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			N° CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	N° CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Color del Conductor	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	
				Amp					Amp	Polo	Tipo		Amp	Polo			Tipo							
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	1		0	0.9			3	0.5			2	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	3			0.9				0.5			4	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	5		0				1.7				6	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	7			0				0			8	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	20	9		0				1.3				10	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)
Espacio Libre							11							0			12	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	13		0				0				14	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)
Espacio Libre							15										16							Espacio Libre
Espacio Libre							17						0				18	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	3 A
Total, S	1.4 A
Promedio	2.2 A
% D	36.6 %

Pabellón 7 (PG)

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO CHP42CC25F																						
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			1" (1/0)	THHN	VOLTAJE						120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA		
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			2" (1/0)	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS						225 AMPERIOS						N	NEGRO	FASE B			
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA			1"	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL						225 AMPERIOS			N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C			
UBICACION		PABELLON 7 (PANEL GENERAL)				AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	9.7	0.5	10.1				
OBJETIVOS:		MEDICIONES PUNTUALES				FASES			FASES			POTENCIA TOTAL EN KW			D	DESNUDO	TIERRA	CLUTER HAMMER						
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Conduit	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		R	S	T			Amp	Polo	Tipo				
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	20	1	9.1	0.5	8.8		0.6	0	1.3		2								
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	20	3									4	20	2	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (240V)	
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	20	5			0.6					6	20	1	PB	THHN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THHN	PB	1	20	7	0				0			8	15	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (240V)		10	THHN	PB	2	30	9		0						10	20	1	PB	THHN	12			Espacio Libre	
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	11			0					12								Espacio Libre	
Breaker Monofasico (240V)		8	THHN	PB	2	40	13	1				0			14								Breaker Monofasico (240V)	
Breaker Monofasico (240V)		8	THHN	PB	2	40	15		0				0		16	50	2	PB	THHN	8			Breaker Monofasico (240V)	
Breaker monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	17			0				0	18	20	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)	
Espacio Libre							19	0				0.6			20	20	1	PB	THHN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (240V)		4	THHN	PB	2	80	21						0		22								Espacio Libre	
Espacio Libre							23			6.9			0		24	30	2	PB	THHN	8			Breaker Monofasico (240V)	
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	25	7.6				0			26	15	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	27								28								Espacio Libre	
Espacio Libre							29			0.8				0	30								Breaker Monofasico (240V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THHN	PB	1	20	31	0				0			32	60	2	PB	THHN	6			Breaker Monofasico (240V)	
Espacio Libre							33						0		34	20	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THHN	PB	1	20	35			0.5				0	36	30	1	PB	THHN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Espacio Libre							37					0			38	30	1	PB	THHN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Espacio Libre							39						0		40								Breaker Monofasico (120V)	
Espacio Libre							41							0	42	60	2	PB	THHN	10			Breaker Monofasico (240V)	

Cálculo de desbalance por corriente

Total, de R	9.7 A
Total, de S	0.5 A
Total, de T	10.1 A
Promedio	6.76 A
%D	49.2 %

Pabellón 9 (PG)

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO PB42K1400S																						
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			1'2	THHN	VOLTAJE						120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL		
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			2'2	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS						225 AMPERIOS						N	NEGRO	FASE B	INSTANTANEA		
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA			1'6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL						175 AMPERIOS						N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C
UBICACION	PABELLON 9 (PANEL GENERAL)					AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW						B	BLANCO	NEUTRO	69.9	61.1	35.9	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3"></th> <th colspan="3"></th> <td>B</td> <td>BLANCO</td> <td>TIERRA</td> <td colspan="3">CLUTER HAMMER</td>					FASES			FASES									B	BLANCO	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CON DUCTOR	TIPO	BREACKER			N° CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	N° CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CON DUCTOR	Conduit	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		Amp	Polo	Tipo									
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	1	47.6	34.8	34.8		22.3	26.3	1.1		2								
Breaker Monofasico (120V)		12		PB	1	15	3	0.7					0				4	15	2	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (240V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	20	5			0.9				1.1		6	15	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		12		PB	1	15	7	0					1.6				8	20	1	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	9			0				0		10	20	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		6		PB	2	50	11			22.8					0		12	15	1	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (120V)
																14								Espacio Libre
Breaker Monofasico (240V)		12	THNN	PB	2	15	15			8.9				2.2		16	20	1	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		12		PB	1	15	19	0					0				18	15	1	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	30	21			0				2		20	15	1	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		12		PB	1	30	23				0				0		22	15	2	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (240V)		10	THNN	PB	2	30	25			0.5				0		24	30	1	PB	THNN	6		Breaker Monofasico (240V)	
Breaker Monofasico (120V)		12		PB	1	20	27			1.4				1.4			26							Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	20	29							0		28	15	1	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		12		PB	1	20	31			2.3							30	20	1	PB	THNN	12		Breaker Monofasico (240V)
Breaker Monofasico (240V)		6	THNN	PB	2	50	33			23.5				20.7		32	50	2	PB	THNN	6		Breaker Monofasico (120V)	
										23.8							34							
Espacio Libre							35									36								Espacio Libre
Espacio Libre							37									38								Espacio Libre
Espacio Libre							39									40								Espacio Libre
Espacio Libre							41									42								Espacio Libre

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	69.9 A
Total, S	61.1 A
Total, T	35.9 A
Promedio	55.63 A
%D	25.6 %

Antiguo Laboratorio monográfico

Panel General PG		PANEL ELECTRICO CUTLER HAMMER DE 12 ESPACIO MONOFASICO CON BARRAS 125 AMPS, MODELO CH12L125S																					
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS			2'4	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA						
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO			1'4	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			125 AMPS				N	NEGRO	FASE B							
NUMERO DE POLOS	12	TIERRA			1'4	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			80 AMPS						FASE C	FASE A	FASE B	FASE C				
UBICACIÓN	ANTIGUO LABORATORIO MONOGRAFICO (PG)						AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	32.1	29.9	0	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES						FASES				FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R		S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Conduit
				TIPO	Polo	Amp											Amp	Polo	Tipo				
Main Breaker Monofasico(240V)		4	THHN	PB	2	80	1	8.6	6.4			23.5	23.5		2								Espacio Libre
							3		29.4				0		4	20	1	PB	THNN	12			Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	15	5	2.2				0			6	20	1	PB	THNN	12			Breaker Monofasico (120V)
							7		6.4				23.5		8								
Breaker Monofasico (240 V)		6	THNN	PB	2	80	9	6.4				23.5			10	30	2	PB	THNN	10			Breaker Monofasico (240 V)
Espacio Libre							11								12								Espacio Libre

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	32.1 A
Total, S	29.9 A
Promedio	31 A
%D	3.5 %

Posgrado planta baja (PG)

PANEL GENERAL PG		PANEL ELECTRICO MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 400AMPS, MODELO PB424KL400S																						
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			3' 2/0	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA					
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			1' 2/0	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			400 AMPERIOS			CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE B	FASE A	FASE B	FASE C			
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA			1' #1	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			400 AMPERIOS			CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C			
UBICACION	POSGRADO PLANTA BAJA (PG)					AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			CODIGO DE COLORES			B	BLANCO	NEUTRO	58.5	67.1	77.3	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">POTENCIA TOTAL EN KW</th> <th colspan="3">CODIGO DE COLORES</th> <td>V</td> <td>VERDE</td> <td>TIERRA</td> <td colspan="3">CLUTER HAMMER</td>					FASES			FASES			POTENCIA TOTAL EN KW			CODIGO DE COLORES			V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB. CON DUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB. CON DUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		Amp	Polo	Tipo									
Oficina de Contabilidad		10	THHN	PB	2	30	1	34.6	12.6	23		23.9	54.5	54.3		2	15	1	PB	THHN	12		Breaker Monofásico (120 Volts)	
							3									4	15	1	PB	THHN	12		Breaker Monofásico (120 Volts)	
Breaker Monofasico (240 Volts)		10	THHN	PB	2	15	5			0						6								
							7	0				1.5				8								Breaker Monofásico (240 Volts)
Recepción		10	THHN	PB	2	30	9		0							10								Administración (240 Volts)
							11			0						12								
Laboratorio #2		10	THHN	PB	2	50	13	0				1.9				14								Sala de Juntas
							15		0				0			16								
Laboratorio #3		10	THHN	PB	2	50	17			20				0.9		18								Breaker Monofásico (240 Volts)
							19	20				0.6				20								
Espacio Libre							21							16.6		22								Aula #1
Espacio Libre							23							15.8		24								
Breaker Monofasico (240 Volts)		10	THHN	PB	2	40	25	0				15				26								
							27		0					11.4		28								Breaker Main Sub Panel #2
Espacio Libre							29							13.7		30								
Breaker Main Sub Panel 1		6	THHN	PB	3	50	31	2.6				2				32								
							33		0.6				8.3			34								Breaker Main Sub Panel #3
							35			3				5.5		36								
Espacio Libre							37					0.8				38								
Espacio Libre							39						0.3			40								Breaker Monofásico (240 Volts)
Espacio Libre							41									42								Espacio Libre

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	58.5 A
Total, S	67.1 A
Total, T	77.3 A
Promedio	67.63 A
% D	14.2 %

Posgrado planta alta (PG)

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 30 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO CHP30ACC225F																												
NUMERO DE FASES		LINEAS VIVAS		VOLTAJE		120-240 VOLTIOS		CODIGO DE COLORES		N		NEGRO		FASE A		BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA												
NUMERO DE HILOS		NEUTRO		CAPACIDAD DE LAS BARRAS		225 AMPERIOS		N		NEGRO		FASE B		FASE C														
NUMERO DE POLOS		TIERRA		INTERRUPTOR PRINCIPAL		225 AMPERIOS		N		NEGRO		FASE C		FASE A		FASE B		FASE C										
UBICACION				POSGRADO PLANTA ALTA (PANEL GENERAL)				AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B		BLANCO		NEUTRO		77.8		49.4		29.6	
OBJETIVOS:				MEDICIONES PUNTUALES				FASES			FASES			POTENCIA TOTAL EN KW			V		VERDE		TIERRA		CLUTER HAMMER					
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			N° CTO #	KVA	FASES			COLOR DEL CONDUCTOR	FASES			KW	N° CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT	DESCRIPCION DEL CIRCUITO				
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		R	S	T			Amp	Polo	Tipo								
Aire acondicionado aula #3		10	THHN	PB	2	60	1	30.4	0	0	0		47.4	19	28.4		2	50	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #6				
							3		0	0	0			0	0		4											
Aire acondicionado aula #2		10	THHN	PB	2	60	5		0	0	0				28.4		6	60	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #4				
							7	0					28.4				8											
Aire acondicionado aula #1		10	THHN	PB	2	50	9		0	0	0						10	60	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #5				
							11			0					0		12											
Aire acondicionado oficina PEUT UNI - OIT		8	THHN	PB	2	60	13	30.4					19				14	60	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula PAUT				
		8					15			30.4				19			16											
		12	THHN	PB	1	30	17			0					0		18	30	2	PB	THHN	2		Aire acondicionado aula #7				
		12					19	0					0				20											
							21						0				22											
Main principal PAUS aula #2		6	THHN	PB	2	100	23		0					0		24	20	1	PB	THHN	2			Breaker monofasico (240V)				
		6					25			1.2						26		1										
Espacio Libre							27									28									Espacio Libre			
Espacio Libre							29									30									Espacio Libre			

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	77.8 A
Total, S	49.4 A
Total, T	29.6 A
Promedio	52.26 A
%D	48.8 %

Piensa (laboratorio de aguas residuales PG)

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO CHP424CC225F																						
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			3' #2	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA							
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			1' #2	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			225 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE B								
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA			1' #6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			125 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C					
UBICACIÓN	PIENSA (LABORATORIO DE AGUAS RESIDUALES PANEL GENERAL)					AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	7.9	19.6	26			
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES					FASES				FASES						V	BLANCO	TIERRA	CLUTER HAMMER					
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			N° CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	N° CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	
				TIPO	Polo	Amp			Amp	Polo	Tipo													
Luminarias 120 (Voltios)		12	THHN	PB	1	15	1	3.8	0	6	4.1	19.6	20		2									
Toma corriente Horno 105 grados Celcius		10	THHN	PB	2	30	3	3.8	0	0	0	0	0		4									Toma Corriente Horno 180Grado Celcius
Toma Corriente 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	15	5	0	0	0	0	0	0		6									Toma Corriente, Baño Maria Sector Izquierdo
Toma Corriente Baño Doña Maria sector Derecho		10	THHN	PB	2	20	7	0	0	0	0	0	0		8									Toma Corriente Mufa
Toma Corriente Campana 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	20	9	0	0	0	0	0	0		10									Toma Corriente Digestor Kendall
Toma Corriente Encubadora 220 (Voltios)		10	THHN	PB	2	20	11	0	0	0	0	0	0		12									Toma Corriente Encubadora 120 (Voltios)
Toma Corriente Torre 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	20	13	0	0	0	0	0	0.4		14									Toma Corriente Mesa # 4
Toma Corriente Torre 220 (Voltios)		10	THHN	PB	2	15	15	0	0	0	3.8	0	0		16									Toma Corriente Aire Acondicionado 220 (Voltios)
Espacio Libre							17	0	0	0	0	0	19.6		18									Toma Corriente Mesa #2 120 (Voltios)
Toma Corriente Mesa General 220 (Voltios)		10	THHN	PB	2	20	19	0	0	0	0.3	0.3	0		20									Toma Corriente Mesa #3 y #2 120 (Voltios)
Espacio Libre							21	0	0	0	0	0	0		22									Toma Corriente Mesa #4 220 (Voltios)
Toma Corriente Mesa #5 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	20	23	0	0	0	0	0	0		24									Toma Corrientes Mesas #3 y #2 120 (Voltios)
Espacio Libre							25	0	0	0	0	0	0		26									Toma Corriente Mesa #2 120 (Voltios)
Espacio Libre							27	0	0	0	0	0	0		27									Espacio Libre
Espacio Libre							29	0	0	0	0	0	0		28									Espacio Libre
Espacio Libre							31	0	0	0	0	0	0		29									Espacio Libre
Espacio Libre							33	0	0	0	0	0	0		30									Espacio Libre
Espacio Libre							35	0	0	0	0	0	0		31									Espacio Libre
Espacio Libre							37	0	0	0	0	0	0		32									Espacio Libre
Espacio Libre							39	0	0	0	0	0	0		33									Espacio Libre
Espacio Libre							41	0	0	0	0	0	0		34									Espacio Libre
Espacio Libre							42	0	0	0	0	0	0		35									Espacio Libre

Cálculo de desbalance por corriente

Total, R	7.9 A
Total, S	19.6 A
Total, T	26 A
Promedio	17.83 A
% D	56 %

Edificio Borda

PANEL GENERAL PG	PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 225AMPS, MODELO CH42L225GPF																													
NUMERO DE FASES	2		LINEAS VIVAS	2' #4		THHN	VOLTAJE					120-240 VOLTIOS					CODIGO DE COLORES		N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA								
NUMERO DE HILOS	4		NEUTRO	1' #4		THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS					225 AMPERIOS							N	NEGRO	FASE B									
NUMERO DE POLOS	42		TIERRA	1' #8		THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL					200 AMPERIOS							N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C						
UBICACION	EDIFICIO BORDA (PG) <th colspan="3" style="text-align: center;">AMPERAJE</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">COLOR DEL CONDUCTOR</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">AMPERAJE</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">POTENCIA TOTAL EN KW</th> <td>N</td> <td>NEGRO</td> <td>NEUTRO</td> <td>16.6</td> <td>18.2</td> <td colspan="3"></td>										AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	16.6	18.2			
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES <th colspan="3" style="text-align: center;">FASES</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">FASES</th> <th colspan="3"></th> <td>V</td> <td>VERDE</td> <td>TIERRA</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">CLUTER HAMMER</td>										FASES			FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER							
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB. CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB. CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO						
			TIPO	Polo	Amp													Amp	Polo	Tipo										
Toma corriente pantry		12	THHN	PB	1		1		0.7	1.1			15.9	17.1			2													
Luz sala Reunión Borda y PEAUT		12	THHN	PB	1		3			0.9				13.9			4	100	2	TB	THHN	4		MAIN BREAKER PG						
Toma corriente uso general sala PEAUT, Reunión		12	THHN	PB	1		5		0				1				6	40	2	TB	THHN	8		Alimentación Sub Panel PC						
Luz de recepción escaleras		12	THHN	PB	1		7			0				1.7			8													
Aire Sala de Redes		12	THHN	PB	2		9			0				0.9			10	20	1	TB	THHN	12		Luz pasillo BORDA PEAUT						
							11							0.4			12	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente uso general Redes BORDA y Dirección						
Aire Sala de Reuniones		12	THHN	PB	2		13		0.2					0			14	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente pantry						
							15			0.2				0.7			16	20	1	TB	THHN	12		Toma corriente Refrigeradora						
Aire Sala de Dirección		12	THHN	PB	2		17			0				10.1			18													
							19							10.3			20	30	2	TB	THHN	12		Aire Sala PEAUT						
Toma corriente general Sala de Recepción y pasillo		12	THHN	PB	1		21			0				0			22													
							23							0			24													
Toma corriente segunda planta		12	THHN	PB	1		25		0.5					0			26													
Breaker monofasico (120 V)							27			0				0			28	30	2	TB	THHN	12		Aire Sala Recepción						
Breaker monofasico (120 V)							29			0				3.3			30													
Aire segundo nivel		8	THHN	PB	2		31							3.4			32	30	2	TB	THHN	12		Aire servidor						
							33			0				0.6			34													
Aire segundo nivel		8	THHN	PB	2		35							0.6			36	40	2	TB	THHN	8		Aire VIP						
							37										38													
Espacio libre							39										40							Espacio Libre						
Espacio libre							41										42							Espacio Libre						

Cálculo de desbalance por corriente

Total, de R	16.6 A
Total, de S	18.2 A
Promedio	17.4 A
% D	4.59 %

Casa modelo grande (STD)

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 16 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH16L125SA																					
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS			2° #4	THHN	VOLTAJE				120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			R	ROJO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL			
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			1° #4	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS				125 AMPERIOS						R	ROJO	FASE B	INSTANTANEA			
NUMERO DE POLOS	26	TIERRA			1° #6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL				70 AMPERIOS								FASE C	FASE A	FASE B	FASE C	
UBICACIÓN	CASA MODELO GRANDE (STD)						AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	13.2	11.9		
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTALES						FASES				FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER			
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			N° CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	N° CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			Amp	Polo	Tipo												
MAIN BREAKER		4	THHN	PB	2	70	1	3.8	3			9.4	8.9		2	20	1	TB	THHN	12		Breaker monofasico (120V)	
Breaker monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	20	3			11.9			6		4	20	2	TB	THHN	6		Breaker monofasico (240V)	
Breaker monofasico (240 V)		12	THHN	PB	2	20	5		1			6		6	8	40	2	TB	THHN	12		Breaker monofasico (240V)	
Breaker monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	20	7			2.8			1.9	2.2	10	20	1	TB	THHN	14		Breaker monofasico (120V)	
Espacio Libre							9								12							Espacio libre	
Espacio Libre							11		0.2				0.7		14							Espacio libre	
							13								16							Espacio libre	
							15															Espacio libre	

Cálculo de desbalance por corriente

Total, de R	13.2 A
Total, de S	11.9 A
Promedio	12.55 A
%D	5.17 %

Bodega UTP (PG)	
	Corriente
Fase R	0,2 A
Fase S	0,6 A

Cafetín deportivo (PG)	
	Corriente
Fase R	2,0 A
Fase S	5,3 A

Cafetín Don Domingo (PG)	
	Corriente
Fase R	1,2 A
Fase S	2,8 A

Cafetín la formula (PG)	
	Corriente
Fase R	5,6 A
Fase S	0,0 A

Cafetín Panini-Batidos (PG)	
	Corriente
Fase R	14,4 A
Fase S	21.5 A

Piensa (laboratorio de micropuluentes PG)	
	Corriente
Fase R	17,1 A
Fase S	7,4 A
Fase T	19,1 A

Casa modelo pequeña (BORDA)	
	Corriente
Fase R	0,6 A
Fase S	0,0 A

Pabellón 8 (PG)	
	Corriente
Fase R	0,0 A
Fase S	0,0 A

Baños piensa	
	Corriente
Fase R	0,6 A
Fase S	0,0 A

Piensa (Cuarto auto clave PG)	
	Corriente
Fase R	0,0 A
Fase S	0,0 A

Administración piensa	
	Corriente
Fase R	37 A
Fase S	52,7 A
Fase T	44,1 A

Atención al cliente piensa (PG)	
	Corriente
Fase R	10,2 A
Fase S	11.7 A

Anexos 4. Propuesta de balance

Resumen de beneficios técnico-económico del balance de carga

Área	Desbalance %	Balanceado%	Ahorro en \$
Residencia estudiantil	2%	2%	C\$0.00
Biblioteca planta alta (PG)	50.7	24.7	C\$15,860.64
Biblioteca planta baja (PG)	9.3	5	C\$13,099.04
Edificio Borda	4.5	0.5	C\$403.54
Bodega UTP (PG)	-----	-----	C\$0.00
Oficina UNEN	5.5	2.2	C\$834.86
Consultorio médico (PG)	41.2	-----	C\$0.00
Comedor Residencia (Panel General)	2.6	2.6	C\$0.00
Cafetín Panini-Batidos (PG)	13.6	-----	C\$0.00
Cafetín deportivo (PG)	-----	-----	C\$0.00
Cafetín Don Domingo (PG)	-----	-----	C\$0.00
Cafetín Duarte (PG)	31.7	1.65	C\$1,790.60
Cafetín Gueguense (PG)	48.7	4.1	C\$1,154.88
Cafetín la formula (PG)	-----	-----	C\$0.00
DBE	2.9	2.9	C\$0.00
Casa modelo grande (STD)	5.1	4.3	C\$324.69
Casa modelo pequeña (BORDA)	-----	-----	C\$0.00
Mantenimiento (PG)	44.4	-----	C\$0.00
Pabellón 6 (PG)	36.3	0	C\$649.35
Pabellón 7 (PG)	49.2	41.87	C\$880.84

Pabellón 8 (PG)	5	5	C\$0.00
Pabellón 9 (PG)	25.6	5	\$3,544.94
Pabellón 11 (PG)	2	2	C\$0.00
Antiguo Laboratorio monográfico	3.5	3.5	C\$0.00
Posgrado planta baja (PG)	14.2	-----	C\$0.00
Posgrado planta alta (PG)	48.8	12.5	C\$5,756.05
Administración piensa	18.1	-----	C\$0.00
Atención al cliente piensa (PG)	6.8	-----	C\$0.00
Baños piensa	-----	-----	C\$0.00
Dirección piensa (PG)	0	0	C\$0.00
Piensa (Cuarto auto clave PG)	-----	-----	C\$0.00
Piensa (laboratorio de agua naturales PG)	61.9	-----	C\$0.00
Piensa (laboratorio de aguas residuales PG)	56	12.1	C\$1,724.27
Piensa (laboratorio de micropuluentes PG....)	31.4	-----	C\$0.00

Cálculos beneficios económicos

La corriente que se puede ahorrar al balancear los paneles eléctricos se consigue con la siguiente fórmula:

$$A_{\text{disminuido}} = A_{\text{previo}} - A_{\text{actual}}$$

En donde:

A_{previo} corriente antes de balancear

A_{actual} corriente después de balancear

Para calcular la potencia consumida por día utilizamos la fórmula siguiente para sistemas trifásico:

Ahorro en Kwh/día:

$$\text{Ahorro kWh/día} = \frac{\sqrt{3} * 240 * A_{\text{disminuido}} * Fp}{1000} * 24$$

Ahorro demandado en Kw:

$$\text{Demandado}_{\text{Kw}} = \frac{\text{Ahorro} \frac{\text{kWh}}{\text{día}}}{24}$$

kW mes ahorrado:

$$\text{Ahorro} \frac{\text{Kwh}}{\text{día}} * 30$$

Calculo económico

Precio en C\$ por kW/mes:

$$\text{kW/Mes}_{\text{precio C\$}} \text{ Demandado}_{\text{kW}} * \text{Potencia} \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} \text{ mes} \right)$$

Donde: Potencia (C\$/kW mes) es el precio dado de la potencia por el ente regulador INE.

Precio C\$/mes ahorrado:

$$\text{kW/Mes}_{\text{precio C\$}} \text{ Demandado}_{\text{kW}} * \text{Energía} \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} \right)$$

Donde: Energía (C\$/kW mes) es el precio dado de la energía por el ente regulador INE.

El precio total es la suma de los kWh Valle más los kW fuera de punta:

$$\text{Mes}_{\text{C\$}} \text{ Kw/mes}_{\text{C\$}} + \text{Kwh/Mes}_{\text{precio C\$}}$$

Precio USD/mes ahorrado:

$$\text{Mes}_{\text{USD}} \frac{\text{Mes}_{\text{C\$}}}{\text{precio actual en Dolar}}$$

Precio USD/año ahorrado:

$$\text{Año}_{\text{USD}} \text{ Mes}_{\text{USD}} * 12$$

Biblioteca Planta Alta General

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 400AMPS. MODELO PB42KX400S																								
NUMERO DE FASES		LINEAS VIVAS			VOLTAJE			CAPACIDAD DE LAS BARRAS			CODIGO DE COLORES			BALANCE DE CARGA TOTAL										
3		3' (2' 1/0)			120-240 VOLTIOS			400 AMPERIOS			N NEGRO FASE A			INSTANTANEA										
5		1' (2' 1/0)			400 AMPERIOS			N NEGRO FASE B			FASE A			FASE B										
42		TIERRA			400 AMPERIOS			N NEGRO FASE C			FASE A			FASE C										
UBICACIÓN		BIBLIOTECA PLANTA ALTA (PANEL GENERAL)			AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N NEGRO NEUTRO										
OBJETIVOS:		MEDICIONES PUNTUALES			FASES			FASES			N NEGRO NEUTRO			B BLANCO TIERRA										
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	FASES			COLOR DEL CONDUCTOR	FASES			KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		R	S	T			Amp	Polo	Tipo				
Aire Acondicionado 1		8	THHN	PB	2	60	1		38,7	20,00	19,0		19,8	19,1	39,2	2								Aire Acondicionado 1
							3									4								
Aire Acondicionado 2		8	THHN	PB	2	60	5				19				19,9	6								Aire Acondicionado 2
							7		18,7				19,8			8								
Espacio Libre							9							19,1		10								
Espacio Libre							11								19,3	12								Aire Acondicionado 3
Aire Acondicionado 3		8	THHN	PB	2	60	13		20							14								Espacio Libre
							15			20						16								Espacio Libre
Espacio Libre							17									18								Espacio Libre
Espacio Libre							19									20								Espacio Libre
Espacio Libre							21									22								Espacio Libre
Espacio Libre							23									24								Espacio Libre
Espacio Libre							25									26								Espacio Libre
Espacio Libre							27									28								Espacio Libre
Espacio Libre							29									30								Espacio Libre
Espacio Libre							31									32								Espacio Libre
Espacio Libre							33									34								Espacio Libre
Espacio Libre							35									36								Espacio Libre
Espacio Libre							37									38								Espacio Libre
Espacio Libre							39									40								Espacio Libre
Espacio Libre							41									42								Espacio Libre

Cálculo del desbalance por corriente

Total, R	58,5 A
Total, S	39,10 A
Total, T	58,2 A
Promedio	51,93 A
% D	24.7 %

Edificio Borda

PANEL GENERAL PG							PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 225AMPS, MODELO CH42L225GPF																						
NUMERO DE FASES		2		LINEAS VIVAS			2' #4	THHN	VOLTAJE						120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES		N	NEGRO	FASE A		BALANCE DE CARGA TOTAL					
NUMERO DE HILOS		4		NEUTRO			1' #4	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS						225 AMPERIOS					N	NEGRO	FASE B		INSTANTANEA					
NUMERO DE POLOS		42		TIERRA			1' #8	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL						200 AMPERIOS					N	NEGRO	FASE C		FASE A		FASE B		FASE C	
UBICACIÓN							EDIFICIO BORDA (PG) <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">POTENCIA TOTAL EN KW</th> <td>N</td> <td>NEGRO</td> <td colspan="2">NEUTRO</td> <td>17,5</td> <td>17,3</td>							AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO		17,5	17,3				
OBJETIVOS:							MEDICIONES PUNTALES <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">FASES</th> <td>V</td> <td>VERDE</td> <td colspan="2">TIERRA</td> <td colspan="2">CLUTER HAMMER</td>							FASES			FASES			V	VERDE	TIERRA		CLUTER HAMMER					
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	FASES			COLOR DEL CONDUCTOR	FASES			KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO					
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		R	S	T			Amp	Polo	Tipo									
Toma corriente pantry		12	THHN	PB	1	1		1,6	0,2			15,9	17,1		2														
Espacio libre						3		0,0				15,7			4		100	2	TB	THHN	4			MAIN BREAKER PG					
Toma corriente uso general sala PEAUT, Reunión		12	THHN	PB	1	5		0,0				1,0			6		40	2	TB	THHN	8			Alimentación Sub Panel PC					
Luz de recepción escaleras		12	THHN	PB	1	7		0,0					1,7		8														
Aire Sala de Redes		12	THHN	PB	2	9		0,0				0,9			10		20	1	TB	THHN	12			Luz pasillo BORDA PEAUT					
Aire Sala de Reuniones		12	THHN	PB	2	11		0,0					0,4		12		20	1	TB	THHN	12			Toma corriente uso general Redes BORDA y Dirección					
Aire Sala de Dirección		12	THHN	PB	2	13		0,2				0,0			14		20	1	TB	THHN	12			Toma corriente pantry					
Aire Sala de Dirección		12	THHN	PB	2	15		0,0	0,2			10,1	0,7		16		20	1	TB	THHN	12			Toma corriente Refrigeradora					
Aire Sala de Dirección		12	THHN	PB	2	17		0,0				0,0			18														
Aire Sala de Dirección		12	THHN	PB	2	19		0,0	0,0			0,0	10,3		20		30	2	TB	THHN	12			Aire Sala PEAUT					
Toma corriente general Sala de Recepción y pasillo		12	THHN	PB	1	21		0,0				0,0			22														
Toma corriente segunda planta		12	THHN	PB	1	23		0,5	0,0			0,0	0,0		24		30	2	TB	THHN	12			Aire Sala BORDA					
Breaker monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	25		0,0	0,0			0,0	0,0		26														
Breaker monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	27		0,0	0,0			0,0	0,0		28		30	2	TB	THHN	12			Aire Sala Recepción					
Aire segundo nivel		8	THHN	PB	2	29		0,0				3,3			30														
Aire segundo nivel		8	THHN	PB	2	31		0,0	0,0			0,6	3,4		32		30	2	TB	THHN	12			Aire servidor					
Aire segundo nivel		8	THHN	PB	2	33		0,0				0,6			34														
Aire segundo nivel		8	THHN	PB	2	35		0,0	0,0				0,6		36		40	2	TB	THHN	8			Aire VIP					
Luz sala Reunión Borda y PEAUT		12	THHN	PB	1	37		0,9							38									Espacio Libre					
Espacio libre						39									40									Espacio Libre					
Espacio libre						41									42									Espacio Libre					

Cálculo de desbalance por corriente

Total, de R	17,5 A
Total, de S	17,3 A
Promedio	17,4 A
% D	0,57 %

Oficina UNEN

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 12 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH12L125SA																											
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS			2" #4	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES		B	BLANCO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL												
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO			1" #4	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			125 AMPERIOS			R	ROJO	FASEB	INSTANTANEA														
NUMERO DE POLOS	12	TIERRA			1" #6	INTERRUPTOR PRINCIPAL			-					FASE C	FASE A	FASE B	FASE C												
UBICACION	OFICINA DE UNEN					AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			V	VERDE	NEUTRO	36,3	38,0										
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES					FASES			COLOR DEL CONDUCTO	FASES								TIERRA	CLUTER HAMMER										
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CON DUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CON DUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO					
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		Amp	Polo	Tipo														
Breaker Monofasico (240 V)		8	THHN	PB	2	30		23,3	23,3				13,0	14,7			2	20	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120 Voltios)					
Breaker Monofasico (240 V)		8	THHN	PB	3	60											4	20	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120 Voltios)					
Breaker Monofasico (120 Voltios)																	6	20	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120 Voltios)					
Breaker Monofasico (120 Voltios)																	8	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120 Voltios)					
Breaker Monofasico (120 Voltios)																	10	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120 Voltios)					
Breaker Monofasico (120 Voltios)																	12	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120 Voltios)					

Cálculo del desbalance por corriente

Total, R	36,3 A
Total, S	38,0 A
Promedio	37,15 A
% Desbalance	2.2 %

Cafetín Duarte

PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 24 ESPACIOS MONOFASICO CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH20L125CX																															
NUMERO DE FASES		2		LINEAS VIVAS				2' # 4		THHN		VOLTAJE				120-240 VOLTIOS				N		NEGRO		FASE A		BALANCE DE CARGA TOTAL					
NUMERO DE HILOS		3		NEUTRO				1' # 4		THHN		CAPACIDAD DE LAS BARRAS				125 AMPERIOS				N		NEGRO		FASEB		INSTANTANEA					
NUMERO DE POLOS		24		TIERRA				1' # 4		THHN		INTERRUPTOR PRINCIPAL				70 AMPERIOS				N		NEGRO		FASE C		FASE A		FASE B		FASE C	
UBICACION		CAFETIN DUARTE (PG)																													
OBJETIVOS:		MEDICIONES PUNTUALES																													
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	FASES			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO							
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		R	S	T			Amp	Polo	Tipo											
BREAKER MAIN (240 V) MONOFASICO	NEGRO	4	THHN	PB	2	70	1	24,4	9,70				5,3	19,2	0,0	2	20	2	PB	THHN	8	12	ROJO	BREAKER MAIN (240V)							
								36,4				0		0	4																
									46,2																						
BREAKER (240 V) MONOFASICO	NEGRO	8	THHN	PB	2	30	5	13,9					0			6	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO								
									6				0		8																
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	9	0,7					0			10	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO								
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	11		3,2					1		12	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO								
BREAKER (120 V) MONOFASICO	ROJO	8	THHN	PB	1	40	13	9,8					2,8			14	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO								
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	15		0						10,7	16	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO								
BREAKER (120 V) MONOFASICO	NEGRO	12	THHN	PB	1	20	17	0					0,9			18	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO								
BREAKER (240 V) MONOFASICO	AZUL	10	THHN	PB	2	40	19		0					7,5		20	20	1	PB	THHN	12	NEGRO	BREAKER (120V) MONOFASICO								
								0				1,6			22																
BREAKER (120 V) MONOFASICO	ROJO	12	THHN	PB	1	30	23		0,5							24							ESPACIO LIBRE								

Cálculo del desbalance por corriente

Total, R	29,7 A
Total, S	30,70 A
Promedio	30,2 A
%D	1.3 %

Pabellón 6

Panel General PG		PANEL ELECTRICO DE 18 ESPACIOS MONOFASICOS																								
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS					1' 6	THHN	VOLTAJE						120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL		
NUMERO DE HILOS	3	NEUTRO					1' 6	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS									R	ROJO	FASE B	INSTANTANEA					
NUMERO DE POLOS	18	TIERRA					1' 6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL									FASE C			FASE A	FASE B	FASE C			
UBICACION	Pabellon 6 (PG)							AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	2,2	2,2	0,0			
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES							FASES				FASES						V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER					
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Color del Conductor	DESCRIPCION DEL CIRCUITO			
									0,0	0,90		2,2	1,3													
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	1		0			0			2	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	3			0,9					4	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	5		0			1,7			6	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	7			0			0		8	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				
Breaker Monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	20	9		0			0,5			10	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				
Espacio Libre							11						0		12	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				
Breaker Monofasico (120 V)		10	THHN	PB	1	20	13		0			0			14	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				
Espacio Libre							15						1,3		16							Espacio Libre				
Espacio Libre							17					0			18	20	1	PB	THHN	10		Breaker Monofasico (120V)				

Cálculo del desbalance por corriente

Total, R	2,2 A
Total, S	2,2 A
Promedio	2,2 A
% Desbalance	0 %

Pabellón 7

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO CHP42CC225F																							
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			1' (1/0)	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL								
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			2' (1/0)	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			225 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE B	INSTANTANEA								
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA			1'8	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			225 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C						
UBICACION	PABELLON 7 (PANEL GENERAL) <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">POTENCIA TOTAL EN KW</th> <td>N</td> <td>NEGRO</td> <th>NEUTRO</th> <td>8,1</td> <td>2,6</td> <td>9,6</td>						AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	8,1	2,6	9,6				
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3"></th> <td>D</td> <td>DESNUDO</td> <th>TIERRA</th> <td colspan="3">CLUTER HAMMER</td>						FASES			FASES						D	DESNUDO	TIERRA	CLUTER HAMMER						
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	FASES			COLOR DEL CONDUCTOR	FASES			KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Conduit	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		R	S	T			Amp	Polo	Tipo					
Breaker Monofasico (120V)		12						8,1	2,00	8,3		0,0	0,6	1,3		2									
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	20	1	0,5				0				4	20	2	PB	THHN	10			Breaker Monofasico (240V)	
Breaker Monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	20	5			0,6				1,3		6	20	1	PB	THHN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THHN	PB	1	20	7	0				0				8	15	1	PB	THNN	12			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (240V)		10	THHN	PB	2	30	9		0							10	20	1	PB	THHN	12			Espacio Libre	
Espacio Libre							11			0						12									Espacio Libre
Breaker Monofasico (240V)		8	THNN	PB	2	40	13					0				14	50	2	PB	THNN	8			Breaker Monofasico (240V)	
Breaker monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	15	15		0					0		16	20	1	PB	THNN	12			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	15	17			0				0		18	20	1	PB	THNN	12			Espacio Libre	
Breaker Monofasico (240V)		4	THNN	PB	2	80	19		0					0		20									Breaker Monofasico (240V)
Espacio Libre							21			1				0		22	30	2	PB	THNN	8			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	15	23				6,9			0		24	26	15	1	PB	THNN	12			Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THNN	PB	1	15	25	7,6				0				26	20	1	PB	THNN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THNN	PB	1	20	27						0,6			28	20	1	PB	THNN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THNN	PB	1	20	29			0,8				0		30	60	2	PB	THNN	6			Breaker Monofasico (240V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THNN	PB	1	20	31	0				0				32	30	1	PB	THNN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THNN	PB	1	20	33			0,5				0		34	20	1	PB	THNN	12			Breaker Monofasico (120V)	
Breaker Monofasico (120V)		10	THNN	PB	1	20	35							0		36	30	1	PB	THNN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Espacio Libre							37					0				38	30	1	PB	THNN	10			Breaker Monofasico (120V)	
Espacio Libre							39							0		40	60	2	PB	THNN	10			Breaker Monofasico (240V)	
Espacio Libre							41							0		42									Breaker Monofasico (240V)

Cálculo del desbalance por corriente

Total, de R	10,2 A
Total, de S	0,50 A
Total, de T	10,1 A
Promedio	6,93 A
%D	45.6 %

Pabellón 9

PANEL GENERAL PG		PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO PB42K1400S																					
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS			1' 2	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL						
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO			2' 2	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			225 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE B	INSTANTANEA						
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA			1' 6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			175 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C				
UBICACION	PABELLON 9 (PANEL GENERAL) <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th rowspan="2">COLOR DEL CONDUCTOR</th> <th colspan="3">AMPERAJE</th> <th colspan="3">POTENCIA TOTAL EN KW</th> <td>B</td> <td>BLANCO</td> <td>NEUTRO</td> <td>52,8</td> <td>57,5</td> <td>56,6</td>						AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			B	BLANCO	NEUTRO	52,8	57,5	56,6	
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">FASES</th> <th colspan="3">B</th>						FASES				FASES			B			BLANCO	TIERRA	CLUTER HAMMER				
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	Conduit	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	Conduit	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp											Amp	Polo	TIPO				
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	1	49,0	33,40	34,8		3,8	24,1	21,8		2				THHN	12		Breaker Monofasico (240V)
Breaker Monofasico (120V)		12		PB	1	15	3		0,7							4	15	2	PB				
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	20	5			0,9					6	15	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	7		0			1,6			8	20	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	9			0			0		10	20	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		6	THHN	PB	2	50	11			22,8					12	15	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)
							13			22,8			2,2		14	20	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)
							15				8,9				16								
Breaker Monofasico (240V)		12	THHN	PB	2	15	17				8,8			0		18	15	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	19		0				0		20	15	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	30	21			0				2		22	15	2	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (240V)		10	THHN	PB	2	30	23			0				0		24				THHN	6		Breaker Monofasico (240V)
							25		0,5				0		26								
Espacio Libre							27								28	15	1	PB	THHN	12			Breaker Monofasico (120V)
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	20	29				2,3			0		30	20	1	PB	THHN	12		Breaker Monofasico (240V)
Breaker Monofasico (240V)		6	THHN	PB	2	50	31			23,5					32								Espacio Libre
							33				23,8				20,7								
Espacio Libre							35								36	50	2	PB	THHN	6			Breaker Monofasico (240)
Breaker Monofasico (120V)		12	THHN	PB	1	15	37			1,4					38								Espacio Libre
Espacio Libre							39								40								Espacio Libre
Espacio Libre							41								42								Espacio Libre

Cálculo del desbalance por corriente

Total, R	52,8 A
Total, S	57,50 A
Total, T	56,6 A
Promedio	55,63 A
%D	5 %

Casa modelo grande (STD)

PANEL GENERAL PG				PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 16 ESPACIOS MONOFASICOS CON BARRAS DE 125AMPS, MODELO CH16L125SA																				
NUMERO DE FASES	2	LINEAS VIVAS	2' #4	THHN	VOLTAJE			120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES			R	ROJO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA							
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO	1' #4	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			125 AMPERIOS			R	ROJO	FASE B											
NUMERO DE POLOS	26	TIERRA	1' #6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL			70 AMPERIOS			B	BLANCO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C								
UBICACION	CASA MODELO GRANDE (STD)				AMPERAJE			AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			V	VERDE	TIERRA	CLUTER HAMMER							
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTALES				FASES			COLOR DEL CONDUCTOR	FASES															
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT Ø	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREACKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	COLOR DEL CONDUCTOR	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREACKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT Ø	DESCRIPCION DEL CIRCUITO
				TIPO	Polo	Amp			R	S	T		Amp	Polo	Tipo									
MAIN BREAKER		4	THHN	PB	2	70	1	3,8	3,0			8,2	10,1			2	20	1	TB	THHN	12		Breaker monofasico (120V)	
Breaker monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	20	3	13,2				1,5				4	20	2	TB	THHN	6		Breaker monofasico (240V)	
Breaker monofasico (240 V)		12	THHN	PB	2	20	5	1,0		11,9		6,0		6,0	6	40	2	TB	THHN	12		Breaker monofasico (240V)		
Breaker monofasico (120 V)		12	THHN	PB	1	20	7		2,8				2,2		8	12	20	1	TB	THHN	14		Breaker monofasico (120V)	
Espacio Libre							9	2,8				0,7		1,9	10	12	20	1	TB	THHN	14		Espacio libre	
Espacio Libre							11		0,2						12	14							Espacio libre	
							13								14								Espacio libre	
							15								16								Espacio libre	

Cálculo de desbalance por corriente

Total, de R	12,0 A
Total, de S	13,1 A
Promedio	12,55 A
% Desbalance	4.38 %

Laboratorio De Aguas Residuales Pienza

PANEL GENERAL PG	PANEL MARCA CUTLER HAMMER DE 42 ESPACIOS TRIFASICOS CON BARRAS DE 225 AMPS, MODELO CHP42CC25F																								
NUMERO DE FASES	3	LINEAS VIVAS						3' #2	THHN	VOLTAJE						120-240 VOLTIOS			CODIGO DE COLORES	N	NEGRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL		
NUMERO DE HILOS	4	NEUTRO						1' #2	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS						225 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE B	INSTANTANEA		
NUMERO DE POLOS	42	TIERRA						1' #6	THHN	INTERRUPTOR PRINCIPAL						125 AMPERIOS				N	NEGRO	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C
UBICACIÓN	PIENSA (LABORATORIO DE AGUAS RESIDUALES PANEL GENERAL)									AMPERAJE			COLOR DEL CONDUCTOR	AMPERAJE			POTENCIA TOTAL EN KW			N	NEGRO	NEUTRO	13,9	19,6	20,0
OBJETIVOS:	MEDICIONES PUNTUALES									FASES				FASES			TIERRA			V	BLANCO	TIERRA	CLUTER HAMMER		
DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CONDUIT	CALB.CONDUCTOR	TIPO	BREAKER			Nº CTO #	KVA	R	S	T	R	S	T	KW	Nº CTO #	BREAKER			TIPO	CALB.CONDUCTOR	CONDUIT	DESCRIPCION DEL CIRCUITO		
				TIPO	Polo	Amp											Amp	Polo	Tipo						
Luminarias 120 (Voltios)		12	THHN	PB	1	15	1		9,8	0,00	0,0					2				THHN	10		Toma Corriente Homo 180Grado Celcius		
Toma corriente Homo 105 grados Celcius		10	THHN	PB	2	30	3									4				THHN	10		Toma Corriente, Baño María Sector Izquierdo		
Toma Corriente 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	15	7									8				THHN	10		Toma Corriente Mufa		
Toma Corriente Baño Doña María sector Derecho		10	THHN	PB	2	20	9									10				THHN	10		Toma Corriente Digestor Kendall		
Toma Corriente Campana 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	20	11									12				THHN	10		Toma Corriente Encubadora 120 (Voltios)		
Espacio Libre							13									14				THHN	10		Toma Corriente Mesa # 4		
Espacio Libre							15									16				THHN	10		Toma Corriente Mesa #4 220 (Voltios)		
Espacio Libre							17						0,4			18				THHN	10		Toma Corrientes Mesas #3 y #2 120 (Voltios)		
Toma Corriente Torre 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	20	19					3,8				20				THHN	10		Toma Corriente Mesa #2 120 (Voltios)		
Toma Corriente Torre 220 (Voltios)		10	THHN	PB	2	15	21						19,3			22				THHN	10		Toma Corriente Mesa #2 120 (Voltios)		
Toma Corriente Torre 220 (Voltios)		10	THHN	PB	2	15	23							19,6		24				THHN	10		Toma Corriente Mesa #4 220 (Voltios)		
Espacio Libre							25					0,3				26				THHN	10		Toma Corrientes Mesas #3 y #2 120 (Voltios)		
Toma Corriente Mesa General 220 (Voltios)		10	THHN	PB	2	20	27						0,3			28				THHN	10		Toma Corriente Mesa #2 120 (Voltios)		
Toma Corriente Mesa #5 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	20	29							0		30				THHN	12		Toma Corriente Mesa #2 120 (Voltios)		
Toma Corriente Mesa #5 120 (Voltios)		10	THHN	PB	1	20	31							0		32				THHN	12		Toma Corriente Mesa #2 120 (Voltios)		
Espacio Libre							33									34							Espacio Libre		
Espacio Libre							35									36							Espacio Libre		
Espacio Libre							37									38							Espacio Libre		
Toma Corriente Encubadora 220 (Voltios)		10	THHN	PB	2	20	39		6							40							Espacio Libre		
Espacio Libre							41									42							Espacio Libre		

Cálculo del desbalance por corriente

Total, R	13,9 A
Total, S	19,60 A
Total, T	20,0 A
Promedio	17,83 A
%D	12.1 %