



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

6.1.1. Subestación General.

- Esta subestación es tipo intemperie presenta un funcionamiento aceptable, su salida en media tensión es de 6 kV, cuenta con un interruptor de transferencia propiedad de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, lo que permite contar con energía en caso de que alguna línea de las dos entrantes falle.
- Respecto a seguridad cuenta con equipo contra incendio, están bien delimitadas las áreas de peligro mediante anuncios y líneas de color se presenció un mantenimiento menor a dicha subestación el cual consistió en limpieza en general y el cambio de un interruptor que presentaba fallas continuas.
- Parte del equipo ha cumplido su ciclo de vida útil por lo que es necesaria una remodelación a fondo.

6.1.2. Obra civil.

- Algunas de las tapas de los registros se encuentran en mal estado y algunas otras ya no existen.
- Otras se encuentran en buen estado, sin embargo no cuentan con asas para poder acceder a los registros.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- Algunos de los registros son obstruidos con diferentes materiales como son: material de construcción, basura, hierva, entre otros.
- Hay registros en los cuales el acceso es difícil ya que se encuentran en zonas escondidas o dentro de las zonas con vegetación, lo cual dificulta la localización y revisión de estos.
- Hay seccionadores a los cuales es difícil acceder.
- Falta mantenimiento a pozos y seccionadores.

6.1.3. Subestaciones Derivadas.

En este caso se encontraron bastantes anomalías, se mencionan las más importantes, para demostrar que existe un error nos apegamos a la norma **NOM001-SEDE-2005**

- En algunas Subestaciones es muy fácil el acceso a personas ajenas a las instalaciones, no cuentan con algún tipo de reja que impida el paso hacia ellas, en caso de tenerlo es obsoleto o no está con algún tipo de cerradura, un ejemplo es la subestación de Planta de Tratamiento de Agua. Esto no cumple con el siguiente artículo:

ARTICULO 924-3. Resguardos de locales y espacios. Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben tener restringido y resguardado su acceso; por medio de cercas de tela de alambre, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



altura mínima de 2,10 m y deben cumplir con lo indicado en la Sección 110-34, espacio de trabajo y protección

- No se cuenta con el espacio ni distancia de trabajo que nos exige la norma en su artículo 110 -16, hay equipos que están en espacios muy reducidos, como ejemplo esta la Subestación del Frontón Cerrado, carece de espacios para maniobrar libremente, se complicó la instalación del analizador.

ARTICULO 110-16. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 V nominales o menos). Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo.

- Nos encontramos que la mayoría de subestaciones son ocupadas como bodegas o talleres, el ejemplo mas claro es el de la Facultad de Arquitectura, se encontró una serie de muebles con superficies metálicas lo cual es un peligro para el personal que ahí labora. No cumple con el siguiente artículo:

Articulo 924-4b. No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.

- Hay suciedad, se encontró basura que es ocasionada por la flora y fauna que está alrededor de la Subestación. Un ejemplo de polvo es la Subestación de Centro de Diseño, tiene exceso de polvo en la mayoría de las superficies y se manejan una cantidad de solventes muy cercanos a la subestación, lo cual no cumple con el siguiente artículo:



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Artículo 924-4c No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos.

- Al entrar a algunas subestaciones se percibía un aire caliente, lo cual es resultado de una pésima ventilación, esta es provocada por obstáculos que no dejan fluir de manera natural el aire, en ciertos casos no se encontraba ventilación para la subestación con lo cual no se cumple el siguiente artículo:

Artículo 924-4d. Deben tener ventilación adecuada para que el equipo opere a su temperatura nominal y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación.

- La mayoría de las subestaciones no cuentan con extintores, lo cual representa un peligro constante al personal que labora en lugares próximos, los extintores que observamos ya están caducados o en pésimo estado, lo cual no cumple este artículo:

Artículo 924-8b Extintores. Deben colocarse extintores, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Para esta aplicación se permiten extintores de polvo químico seco. Los extintores deben revisarse periódicamente para que estén permanentemente en condiciones de operación y no deben estar sujetos a cambios de temperatura mayores que los indicados por el fabricante.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- En la mayoría de los casos las subestaciones no cuentan con tarimas de protección lo cual es un riesgo para la integridad de las personas que entran a hacer algún tipo de servicio a las mismas, no se cumple el artículo:

Artículo 924-24. Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1000 V entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

- En el caso de la Facultad de Medicina la subestación B tiene conductores de media tensión a un bajo nivel de altura lo cual no es correcto debido a que alguna persona por descuido puede tocar ciertos cables provocándole daños severos a su integridad física.
- Con respecto a la iluminación la mayoría de las subestaciones no cuentan con un alumbrado eficiente, o algunas lámparas ya no sirven, en el caso de la Facultad de Derecho solo se cuenta con un par de focos que son insuficientes para el área que se maneja.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- Dentro de algunas subestaciones se encuentran equipos de medición que ya no funcionan lo cual dificulta saber si los parámetros entregados son correctos.
- Hay gabinetes que no cuentan con tapa, en otros las tapas están en mal estado, y en algunos las tapas están dentro de las instalaciones pero fueron retiradas por personal de la institución.
- Los circuitos derivados no están identificados en los tableros de distribución.
- Muchos de los equipos en las subestaciones no están aterrizados y en algunos gabinetes no se cuenta con la barra de tierra

6.1.4. Parámetros Medidos.

- FRECUENCIA: en todas las mediciones la frecuencia está dentro de los parámetros aceptables.
- VOLTAJE DE FASE A FASE: en las mediciones el voltaje bajaba en algunas instalaciones, sin embargo nunca rebasaba los límites inferiores permitidos.
- VOLTAJE DE FASE A NEUTRO: es el mismo caso que en el voltaje de fase a fase, se presenta una caída de tensión pero no rebasa lo permitido.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- **CORRIENTE:** está de acuerdo al consumo de cada una de las instalaciones, en la mayoría de los casos se encuentran desbalanceadas las fases, pero solo en algunas el desbalance es muy significativo.

También es muy importante resaltar que prácticamente en todas las instalaciones se encuentra una corriente en el neutro muy grande, incluso hay instalaciones en las cuales la corriente del neutro se asemeja demasiado a la de las fases, siendo lo correcto que en el neutro no debe haber corriente y si se presenta tendrá que ser muy pequeña.

- **ARMONICOS:** se presentan en todas las mediciones hechas, esto se debe a que en todas se encuentran equipos electrónicos, los cuales producen armónicos.
- **POTENCIA:** la potencia está de acuerdo al consumo de cada una de las instalaciones, sin embargo cabe resaltar que en muchas de las instalaciones la capacidad instalada en las instalaciones rebasa por mucho la demanda que tienen. También se presenta el caso contrario, donde la capacidad instalada no es la adecuada para soportar la demanda que se tiene.
- **FACTOR DE POTENCIA:** el factor de potencia varía mucho de acuerdo a cada instalación, en la mayoría se tiene un valor adecuado durante el día pero en la noche se cae. Sin embargo también se presenta el caso en el que el valor está por debajo del rango permitido a toda hora del día.



6.2. RECOMENDACIONES

6.2.1. Subestación General.

- ✓ Se sugiere el cambio de tensión en la Subestación General No. 1 que alimentan a ciudad universitaria, este cambio es de 6 kV a 23 kV, para así cubrir la nueva demanda y evitar problemas futuros.
- ✓ En caso de realizarse el cambio de tensión en la subestación, se tendrán que ajustar tanto los ductos como los registros a las necesidades de dicho cambio, basándonos en las normas vigentes, o en el mejor de los casos se tendrá que hacer obra nueva en dichos puntos.

6.2.2. Obra civil.

- ✓ Se sugiere cambiar las tapas en mal estado, sustituir las tapas que no tienen asas y proporcionar las que no se encuentran. En caso de que se construyan registros nuevos se sugiere que tengan el tamaño adecuado y que las tapas tengan asas.
- ✓ Los registros obstruidos hay que liberarlos y limpiarlos. Los que se encuentran en zonas de vegetación se recomienda limpiar la zona y de ser posible implementar un pequeño piso alrededor.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- ✓ En los seccionadores y casetas de difícil acceso es recomendable implementar un piso firme para que el acceso sea mucho más sencillo y práctico.
- ✓ Hay que dar mantenimiento preventivo y correctivo a los pozos, registros y seccionadores debido a que muchos de ellos se encuentran un poco descuidados.

6.2.3. Subestaciones Derivadas.

- ✓ El acceso a las subestaciones es adecuado para personas pero para equipo no, por lo que se recomienda que en estas subestaciones se cambie o amplié la puerta de entrada.
- ✓ Se recomienda que en las subestaciones donde pueden entrar personas ajenas a las instalaciones se refuerce la seguridad, ya sea con puertas nuevas o con candados y cadenas para evitar accidentes.
- ✓ Recomendamos equipar las subestaciones con tarimas dieléctricas, equipo de seguridad y contra incendio, además de la señalización pertinente ya que en muchas de ellas no se cuenta con eso.
- ✓ En las subestaciones que se encuentran a la intemperie sería recomendable darle mantenimiento mas continuo y de ser posible protegerlas dentro de alguna edificación, así evitamos su deterioro y posibles accidentes.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- ✓ Se sugiere cambiar los equipos de medición que ya no operan o funcionan de manera incorrecta.
- ✓ Las subestaciones en las cuales hay gabinetes sin tapa se recomienda instalarles las tapas para evitar accidentes.
- ✓ La falta de ventilación ocasiona que los equipos trabajen en una temperatura mayor, lo cual disminuye su vida útil, por lo cual se recomienda instalar ventilación adecuada en cada subestación.
- ✓ Por seguridad se recomienda que las subestaciones que son usadas como bodegas sean liberadas para evitar accidentes al personal y daños a los equipos.
- ✓ En los tableros de distribución se tiene que identificar la carga a la que alimentan.
- ✓ Se recomienda que la capacidad instalada sea la adecuada para la demanda que se tiene, así evitamos.
- ✓ Se recomienda revisar los sistemas de tierra en las subestaciones ya que muchos de los equipos no se encuentran aterrizados ni se tiene la barra de tierra dentro de los gabinetes, se debe tomar en cuenta el valor del sistema de tierra para saber si es adecuado y verificar que se encuentren aterrizados los equipos, todo esto es por seguridad para el personal.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- ✓ Las subestaciones deben contar con el espacio necesario para hacer maniobras dentro del espacio donde están contenidas.
- ✓ En ciertas subestaciones hay conductores colgando sin ningún tipo de soporte o algún material que los contenga, se recomienda hacer el cálculo para ver si es posible colocar tubo conduit o algún tipo de charola.

6.2.4. Parámetros Medidos.

- ✓ Variaciones de Voltaje:

Instalar supresores de picos, que nos permitan tener menos variaciones de tensión y en el mejor de los casos eliminarlos por causas externas al sistema.

- ✓ Reactivos VARS

Hay que tener en cuenta aquellas subestaciones que cuenten con reactivos muy altos, porque de ellos dependerá que tan eficiente va a ser la entrega de energía de nuestro sistema, estos reactivos están ligados a la corrección del factor de potencia.

- ✓ Factor de Potencia.

Al ser el factor de potencia un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo, este debería tener un valor ideal de 1, por el contrario un valor menor a 1 significaría un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Debido a este bajo factor de potencia se producen diversos problemas en la instalación eléctrica y en la calidad de la energía.

Se produce un mayor consumo de corriente, se tienen aumentos de las pérdidas en conductores, se presenta una sobrecarga en los transformadores y en las líneas de distribución, además de que se incrementan las caídas de voltaje.

Es importante corregir este parámetro y ponerlo en cuanto a Norma ya que se tienen varios beneficios con esto, como disminución de las pérdidas en conductores, reducción en las caídas de tensión, e incremento de la vida útil de las instalaciones.

El bajo factor de potencia se presenta por el aumento de energía reactiva, cuando se presentan cargas inductivas estas requieren potencia reactiva para su funcionamiento, esta demanda de reactivos se puede reducir e incluso anular si se colocan capacitores en paralelo con la carga y por supuesto cuando se reduce la potencia reactiva, se mejora el factor de potencia.

Estos capacitores conectados en paralelo pueden ser de tipo fijo o variables dependiendo de las aspiraciones futura que se tengan en cuanto al consumo de energía.

- ✓ Distorsión por Armónicos.

Los armónicos crean problemas sólo cuando interfieren con la operación propia del equipo, incrementando los niveles de corriente a un valor de saturación o sobrecalentamiento del equipo o cuando causan otros problemas similares.

También incrementan las pérdidas eléctricas y los esfuerzos térmicos y eléctricos sobre los equipos. Los armónicos lo que generalmente originan son daños al equipo por sobrecalentamiento de devanados y en los circuitos eléctricos, esta es una acción que destruye los equipos por una pérdida de vida acelerada, los daños



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



se pueden presentar pero no son reconocidos que fueron originados por armónicos.

El nivel de armónicos presente puede estar justamente abajo del nivel que pueden causar problemas, incrementar este valor límite puede presentarse en cualquier momento y pasar a un valor donde no se pueden tolerar

Los armónicos en si no se pueden eliminar, ya que de alguna forma siempre van a estar presente en nuestro sistema eléctrico algún equipo que genere armónicos.

Lo que nos queda es reducir los síntomas ya sea incrementando la tolerancia del equipo y del sistema a los armónicos o modificar los circuitos y los sistemas para reducir su impacto, atrapar, o bloquear los armónicos con filtros. Por supuesto hay excepciones.

El primer paso recomendable en el problema de armónicos es inspeccionar el equipo y el circuito eléctrico. Estos problemas son causados o empeorados por cargas desbalanceadas, mala conexión a tierra, problemas con el conductor neutro, por problemas con equipo o por uso inapropiado. Esto puede ser identificado con una inspección cuidadosa con equipo apropiado

Los problemas de puesta a tierra contribuyen de un 33 a un 40% de los problemas relacionados con la calidad de energía.

Otro método que se recomienda para tratar de controlar los armónicos es el uso de filtros para bloquear o atrapar la energía de los armónicos de tal manera que no fluya por los equipos o que no entre al sistema. Existen dos tipos de armónicos que se recomiendan para su control estos son: los filtros pasivos y los filtros activos.

Los filtros pasivos son los más simples, más económicos, pero menos flexibles y efectivos para filtrar armónicas. Son elementos puramente pasivos, usados por las



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



empresas como circuitos en paralelo en la entrada de los servicios con problemas de generación de armónicas, evitando de esta manera que entren al sistema de distribución. También los filtros pueden instalarse directamente en un equipo particular donde existe un grave problema de generación de armónicas, evitando de esta manera que circulen en la propia instalación eléctrica del usuario.

El comportamiento de los filtros pasivos es ser sensitivos a la impedancia del sistema para los cuales ellos fueron ajustados. La impedancia del sistema puede cambiar a lo largo del tiempo, como el equipo altera su comportamiento de volts/var, siendo difícil estimar su exactitud si no se tienen mediciones. Los filtros pasivos con frecuencia no proporcionan un comportamiento satisfactorio, bajo ciertas circunstancias pueden causar problemas de resonancia sobre el sistema donde están conectados.

Filtros activos.- Son elementos de potencia, los cuales trabajan usando un convertidor de potencia conectado en paralelo para producir corrientes armónicas iguales a las que se encuentran en la corriente de carga, asegurando que su trayectoria sea la de sacar las corrientes armónicas fuera de la trayectoria del sistema de distribución.

. Estos filtros han tenido una mayor aplicación, teniendo la desventaja de ser más caros y de que consumen potencia en cantidades significativas, creando además niveles altos de interferencia electromagnética.

✓ Transitorios.

Un Supresor contra transitorios (**TVSS**) será necesario para proteger los equipos electrónicos de control y comunicación instalados dentro del sistema eléctrico. Los Supresores drenan la corriente a tierra y abaten la sobretensión transitoria que puede causar daño.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



✓ Demanda Máxima

Tabla Demostrativa de Demanda Máxima con todas aquellas dependencias consideradas Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Dependencia	Capacidad Anterior Transformador KVA	Demanda Máxima KW	Demanda Máxima KVA	Hipótesis de crecimiento de Demanda a 30 años	Capacidad de crecimiento Transformador KVA
Rectoría	500	337	359	537.77	750
Biblioteca Central	500	250	261	391.58	500
Facultad de Filosofía y Letras	300	189	62	92.59	112.5
Facultad de Derecho	500	133	166	248.44	300
Facultad de Economía	500	208	234	351.56	500
Facultad de Odontología Sótano	300	182	247	370.22	500
Facultad de Medicina D y E	750	233	348	521.74	750
Facultad de Medicina B y C	500	240	260	389.67	500
Facultad de Medicina, DPTO de Psiquiatría	75	38	46	68.33	75
Instituto de Investigaciones Biomédicas I	500	182	212	318.66	500
Instituto de Investigaciones Biomédicas II	750	64	340	510.64	750
Facultad Química A	500	295	304	456.03	500
Facultad Química B	500	249	283	423.91	500
Facultad de Ingeniería Edificio Principal	500	297	349	523.94	750
Torre de Humanidades II	750	130	183	274.19	300
Unidad de Posgrado	300	181	183	398.94	500
Facultad de Arquitectura I	300	165	253	380	500
Facultad de Arquitectura II	300	223	250	375	500
Frontón Cerrado	150	77	83	123.97	150
Estadio Olímpico Universitario Torre 4	600	274	275	412.5	500
Diseño Industrial	100	35	84	126.67	150



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



En general las cargas eléctricas son constantes durante un tiempo apreciable, o se mantienen de manera continua, en una curva de carga de 24 horas de un transformador, la carga varía en un tiempo determinado, aunque los valores cambien, este tipo de curvas se repite constantemente, así se presentarían variaciones similares de máximo y mínimo en todas las partes del sistema, al valor más elevado se denomina pico o demanda máxima.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto en el sistema eléctrico es también de gran importancia dado que la demanda máxima del sistema determinará la capacidad del Transformador, así las cargas que alimenta un grupo de transformadores da por resultado una demanda máxima, la cual determina el calibre del conductor y la capacidad del interruptor.

El criterio típico de diseño es considerar el transformador de al menos un 125% del total de la demanda máxima del sistema, esta demanda máxima es un valor que se calcula para una condición específica de diseño.

La sobrecarga de un transformador en un 20 a 25% es considerada una buena práctica de la ingeniería, esta sobrecarga es necesaria para compensar posibles variaciones futuras en el proyecto eléctrico.

Como se puede observar en la tabla anterior tenemos diferentes casos para el análisis de la Demanda:

- En el caso en donde se observa que los transformadores están operando a un nivel bajo de su capacidad real por lo que podemos alimentar otras instalaciones para aprovechar más el transformador y tener un mejor aprovechamiento de la energía.



CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- En el caso en donde se observa que los transformadores están operando a la mitad de su capacidad real por lo que no se recomienda un incremento drástico en la carga.
- En el caso en donde se observa que los transformadores están operando por arriba de su capacidad real por lo que no se recomienda un incremento en la carga y debe tomarse atención inmediata debido a que se puede sobrecargar y ocasionar daños mayores al transformador

Resumiendo todo lo anterior en una recomendación general, a partir de los datos obtenidos mediante la medición de la Demanda Máxima en el campus Universitario considerado Patrimonio Cultural de la Humanidad es: que el consumo de energía demandada es entregada sin ninguna complicación por los transformadores instalados en cada una de las dependencias (ver tabla anterior), sin embargo, en el caso de que el consumo de energía sea demasiado grande por la dependencia, se tendrá que analizar la posibilidad de continuar, o de cambiar ya sea el caso, el transformador existente, que permite el cambio de tensión, ya que de no hacerlo y de ser la demanda de energía muy grande, este puede sufrir alteraciones internas al grado de quemarse y así provocar un daño que probablemente se hubiese podido evitar.