

Capítulo

4

Metodología para el Levantamiento Eléctrico



Centro de Cómputo del Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo

4 Metodologías para el Levantamiento Eléctrico

4.1 Antecedentes al Proyecto

El presente capítulo se basará en la metodología con respecto a los funciones e importancia que tiene el Centro de Cómputo del CCH Vallejo el cual esta ubicado en Av. 100 Metros Esq. Fortuna, Magdalena de las Salinas, Gustavo A. Madero, C.P. 07760, México D.F. Fig. 4.1

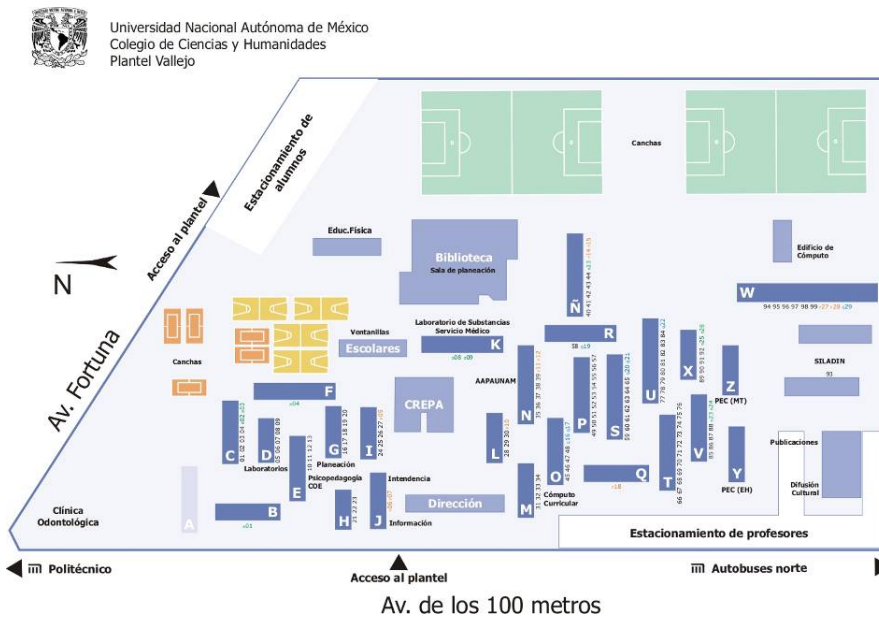


Fig. 4.1 Plano del Plantel

¿Cómo se dio con el planteamiento de “Respaldo de Energía al Centro de Cómputo del CCH Vallejo”? de la siguiente manera: el Secretario de Servicios de Cómputo y Apoyo al Aprendizaje Ing. Juventino Ávila Ramos y encargado de estos servicios, el cuál fue mi profesor de Matemáticas 1 y Cibernética 1 y 2 en el CCH, un día me comento que en el Centro de

Cómputo cuando se va la luz se pierde la información con frecuencia. Con este antecedente me percate que la instalación no tiene algún respaldo el cual proporcione unos minutos de energía para que los alumnos y profesor guarden su información la cual es de suma importancia cuando se han invertido un buen número de horas-hombre y al final se borre la información lo que genera enojo.

Con el permiso del Ing. Ávila se prosiguió a realizar una revisión a la instalación del Centro de Cómputo para detectar y dar una solución a los cortes de energía.

Pero antes de dar a conocer los datos arrojados durante el levantamiento realizado, se explicará en breve la importancia e impacto que tiene el Centro de Cómputo del CCH a la comunidad que tiene el uso de este edificio: Fig. 4.2



Fig. 4.2 Vista Satelital del Centro de Cómputo

4.2 Funciones que desempeñan dentro del Centro de Cómputo.

El departamento de cómputo curricular tiene como **función principal proporcionar diversos servicios académicos a profesores y alumnos con el uso de las nuevas tecnologías**. En el departamento se realiza la administración, soporte, asesoría, coordinación con otras áreas y organización en general de las distintas partes que conforman al mismo.

Las partes que conforman al departamento son:

- Las aulas 1 y 2 del centro de cómputo las cuales sirven a profesores de cualquier área que pretendan impartir clases con el uso de una computadora.
- La sala de la planta baja del centro de cómputo la cual tiene como función principal el proveer al alumno de herramientas tecnológicas para el desarrollo de sus actividades académicas.
- La sala de planeación ubicada en la planta alta del centro de cómputo, la cual está diseñada para proporcionar a profesores las herramientas tecnológicas necesarias para el diseño y planeación de sus clases y demás actividades académicas.
- El aula Telmex ubicada en la planta alta del centro de cómputo, sala dedicada a la realización de cursos y proyectos.

La infraestructura con la que cuenta el departamento de cómputo para el desarrollo de sus funciones es:

- El Centro de Cómputo
- Las dos aulas del centro de cómputo se utilizan para impartir clases de cualquier asignatura que requiera el uso de computadoras.

Las tres salas del centro de cómputo se utilizan para proveer al alumno de herramientas tecnológicas para el desarrollo de sus actividades académicas.

En el Centro de Cómputo todas sus máquinas son idénticas y con la misma antigüedad, de aquí que las fallas que presentan son similares en salas y salones. En la siguiente tabla se describe el equipo con el que cuenta el Centro de Cómputo. Fig. 4.3

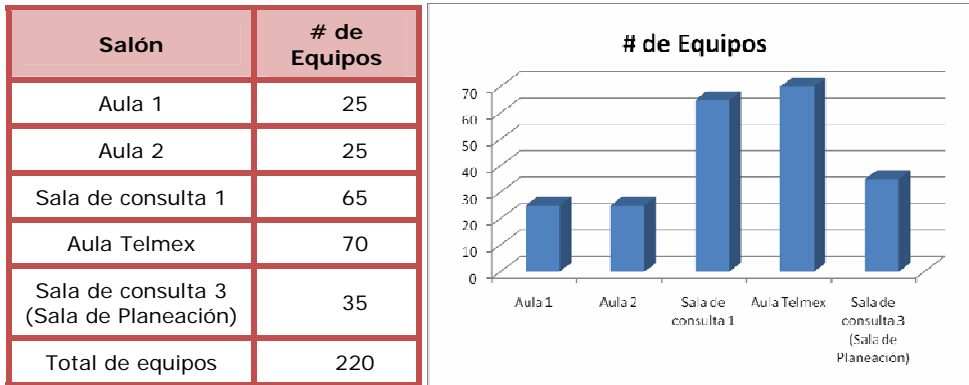


Tabla-Gráfica 4.1 Equipo con el que cuenta el Centro de Cómputo

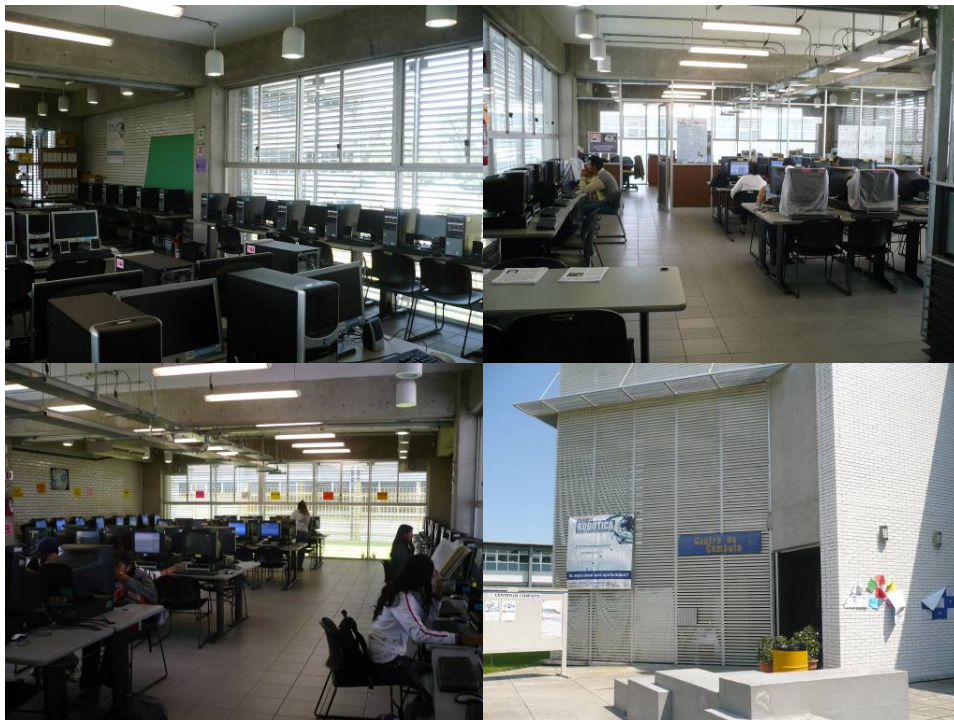


Fig. 4.3 Vista Panorámica del Centro de Cómputo

4.2.1 Asignaturas dentro del CCH que Ocupan el Centro de Cómputo.

Dentro del CCH hay asignaturas que ocupan el centro de cómputo para apoyo al aprendizaje dentro de cada uno de las materias, de las cuales por lo menos una vez al mes utilizan las aulas del equipo de cómputo, teniendo una media de 25 Alumnos por cada asignatura y que se describen en tabla 4.2, desglosada en dos periodos ordinarios de clase 2009-2 y 2010-1.

Asignaturas Impartidas					Ordinario 2009-2	
Cve	Sem	Asignatura	Profesor	Grupos	Alumnos	Total de Alumnos
1102	1	Taller de Cómputo	36	82	25	2,050
1201	2	Matemáticas 2	78	164	25	4,100
1401	4	Matemáticas 4	76	164	25	4,100
1601	6	Cálculo Diferencial e Integral 2	16	23	25	575
1603	6	Estadística y Probabilidad 2	41	61	25	1,525
1604	6	Cibernética y Computación2	23	41	25	1,025
Total de Alumnos						13,375

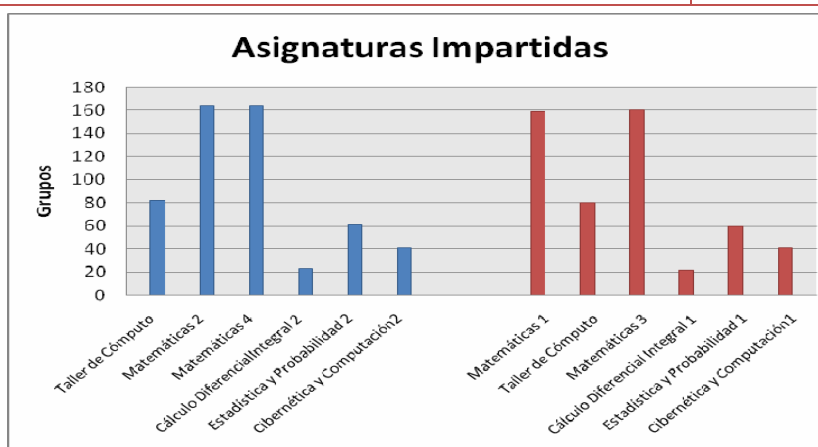


Tabla-Gráfica 4.2, Asignaturas Impartidas

Asignaturas Impartidas					Ordinario 2010-1	
Cve	Sem	Asignatura	Profesor	Grupos	Alumnos	Total de Alumnos
1101	1	Matemáticas 1	79	159	25	3,975
1102	1	Taller de Cómputo	35	80	25	2,000
1301	3	Matemáticas 3	80	160	25	4,000
1501	5	Cálculo Diferencial e Integral 1	15	22	25	550
1503	5	Estadística y Probabilidad 1	31	60	25	1,500
1504	5	Cibernética y Computación1	23	41	25	1,025
Total de Alumnos						13,050

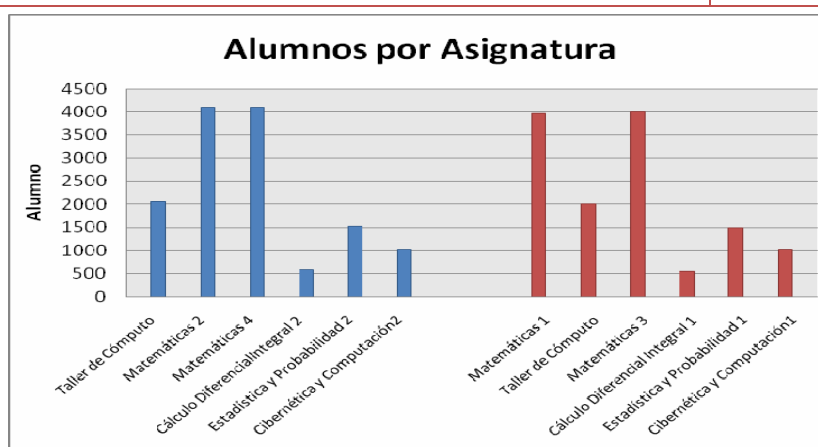


Tabla-Gráfica 4.3, Alumnos por asignaturas

4.3 Servicios Proporcionados en el Centro de Cómputo.

En el centro de cómputo se proporcionan diversos servicios para alumnos y profesores. En cada una de los espacios cuenta con un registro de los servicios que se proporcionan. Aquí en este edificio toman clases alumnos de todos los grados de una a dos clases por lo menos a la semana, con lo que obtenemos una población general de alumnos de

los dos turnos después de hacer un conteo y revisar los registros de quienes entran y que son las salas siguientes: Fig. 4.4

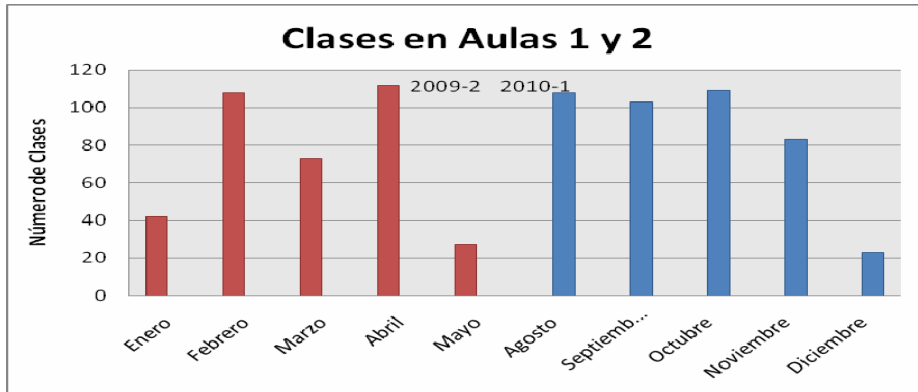


Fig. 4.4 Centro de Cómputo en un día tranquilo

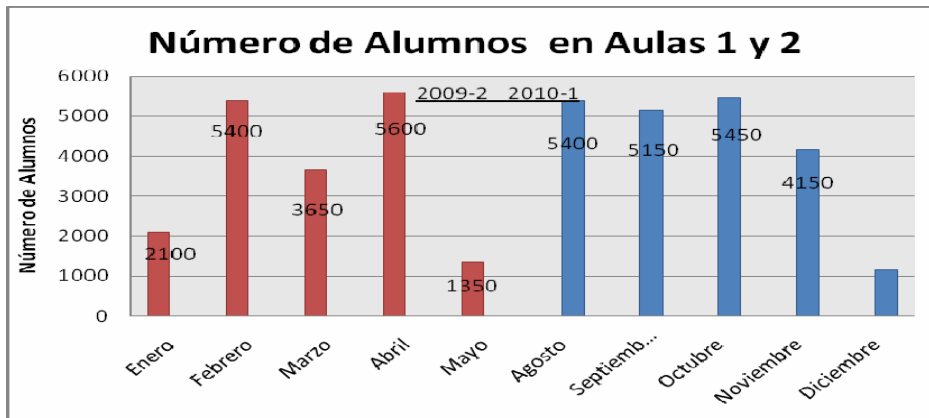
4.3.1 Aulas 1 y 2

El Centro de Cómputo cuenta con dos Aulas con 25 computadoras, para que los profesores de todas las áreas puedan impartir clase con el uso de equipo de cómputo, siendo estas aulas las únicas con estas características en el plantel. En la tabla 4.3 se muestran el número de clases impartidas dentro de las aulas.

Mes	Numero de clases	# Alumnos	Mes	Numero de clases	# Alumnos
Agosto	42	2100	Enero	108	5400
Septiembre	108	5400	Febrero	103	5150
Octubre	73	3650	Marzo	109	5450
Noviembre	112	5600	Abril	83	4150
Diciembre	27	1350	Mayo	23	1150
Total	362	21300	Total	426	18100



Gráfica-Tabla 4.4. Clases impartidas en el aula 1 y 2 semestre 2009-2 2010-1



Gráfica-Tabla 4.5. Número de Alumnos en las Clases impartidas en el aula 1 y 2 semestre 2009-2 2010-1



Fig. 4.5 Aula 1 y Aula 2

4.3.2 Sala de Alumnos

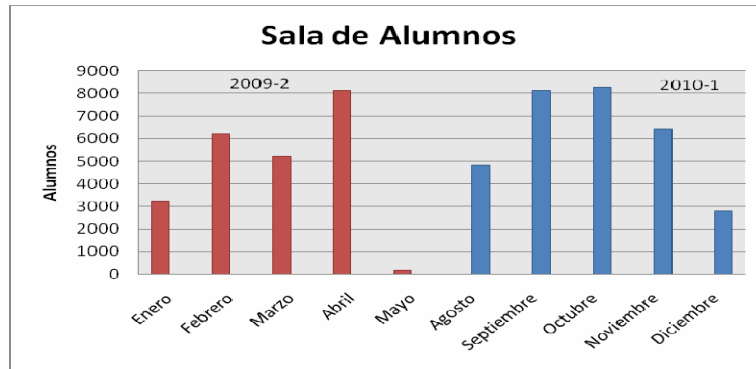
La sala de alumnos Fig. 4.6 está dedicada para que estos realicen sus trabajos académicos con el uso de la computadora, los servicios que ahí se proporcionan son los de internet, impresiones y uso de diverso software, los profesores encargados de manera permanente dan asesorías en las dudas que puedan tener los alumnos, además de hacer un registro de los alumnos que ingresan a la sala asignándoles un equipo. A continuación se muestran las tablas y gráficos que describen el uso de esta sala. Registro de alumnos que ingresaron por mes:



Fig. 4.6 Sala de alumnos

Semestre 2009-2		Semestre 2010-1	
Enero	3256	Agosto	4821
Febrero	6235	Septiembre	8140
Marzo	5214	Octubre	8285
Abril	8148	Noviembre	6428
Mayo	157	Diciembre	2817
Total	23010	Total	30491

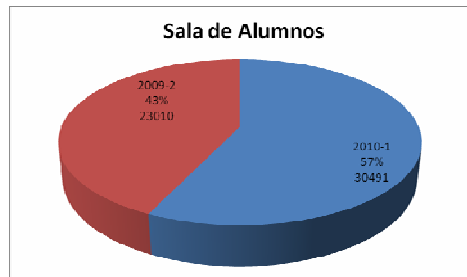
Tabla 4.6. Lista de alumnos que tienen acceso a la sala.



Gráfica 4.6. Lista de alumnos que tienen acceso a la sala.

Comparación con los ingresos al aula durante los dos semestres de muestras tomados como muestra.

Semestre	Impresiones
2009-2	33815
2010-1	53153
Total	86968



Gráfica-Tabla 4.7, Relación de impresiones.

Como se muestra en la Gráfica 4.7 el uso por parte de los alumnos de las computadoras se incrementó en un 32.5% del semestre 2009-2 al semestre 2010-1. En la actualidad la sala destinada para alumnos empieza a ser insuficiente debido a que es cada vez mayor la afluencia de los estudiantes a esta sala.

En la Tabla 4.8 se muestra un conteo de las impresiones realizadas por alumnos en los semestres 2009-2 y 2010-1 en la sala de consulta 1 dedicada para alumnos.

Semestre	Impresiones
2009-2	33815
2010-1	53153
Total	86968

Total de impresiones

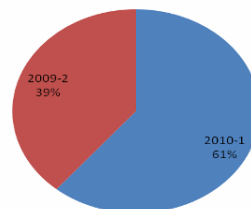
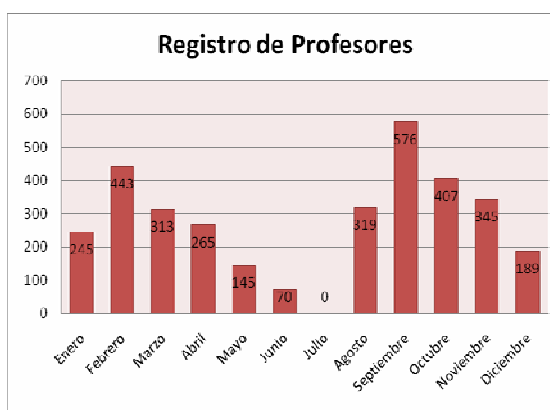


Tabla-Gráfica 4.8. Registro de impresiones realizadas por alumnos durante los dos semestres tomados.

4.3.3 Sala de Planeación

La sala de planeación Fig. 4.7, se reubicó para el semestre 2009-2 a la planta alta del centro de cómputo, con la finalidad de vincular a alumnos y profesores en su trabajo académico, además se creó la sala de producción de medios digitales, el uso de la sala de planeación por parte de los profesores se muestra en la Tabla 4.9.

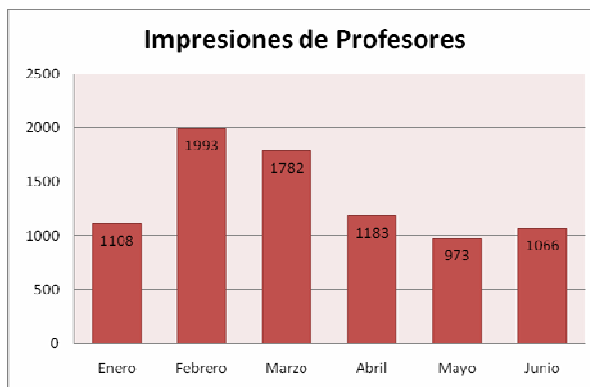
Mes	Registro de Profesores
Enero	245
Febrero	443
Marzo	313
Abril	265
Mayo	145
Junio	140
Agosto	319
Septiembre	576
Octubre	407
Noviembre	345
Diciembre	189
Total	3315



Grafica-Tabla 4.9. Ingreso de profesores a la sala de Planeación semestre 2009-2

En la sala de planeación se permite la impresión a los profesores, siempre y cuando sean de tipo académico y un máximo de 25 hojas por día. En la Tabla 4.10 se describe por mes el número de impresiones realizadas.

Mes	Número de impresiones
Enero	1108
Febrero	1993
Marzo	1782
Abril	1183
Mayo	973
Junio	1066
Total	8105



Grafica-Tabla 4.10 Impresiones sala de Planeación semestre 2009-2

También se les permite a los profesores fotocopiar, siempre que sean con fines académicos y no más de 25 copias. En la Tabla 4.11 se describe por mes el número de fotocopias realizadas.

Mes	Número de copias
Enero	16
Febrero	324
Marzo	691
Abril	198
Mayo	420
Junio	398
Total	2047

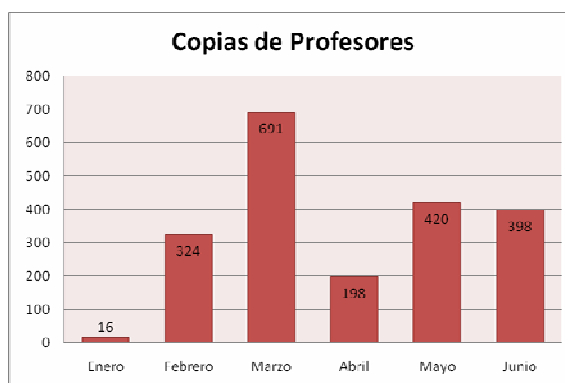


Tabla 4.11. Fotocopias sala de Planeación semestre 2009-2



Fig. 4.7 Sala de planeación.

4.3.4 Aula Telmex

El Aula Telmex fig. 4.8 empezó a funcionar a partir del semestre 2009-2 siendo su uso principal la realización de cursos, seminarios y proyectos especiales, actualmente se está, desarrollando un sistema de registro para tener datos de quien acceso, que cursos se dieron, etc.

Durante el mes de abril DGSCA realizó un curso en el aula Telmex denominado "Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación" en el cual se obtuvo el siguiente registro de profesores.

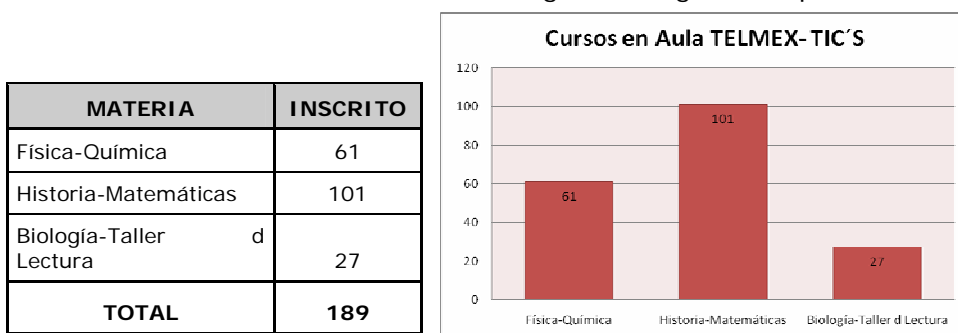


Tabla 4.11. Profesores que tomaron el curso de las TIC´s.

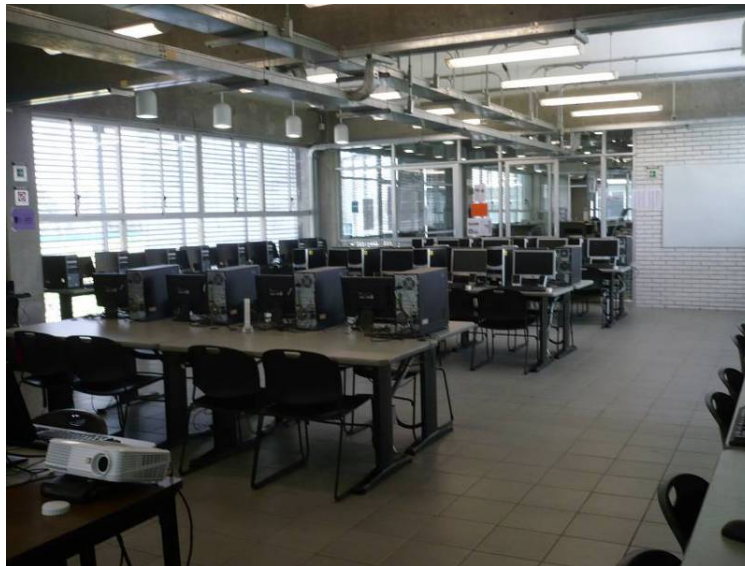


Fig. 4.8 Aula Telmex

4.4 Levantamiento Eléctrico.

Para empezar con el análisis del centro de cómputo se realizará un levantamiento de cuadro de cargas para así verificar cuanta es la carga instalada, posteriormente con los datos se procederá a realizar el análisis para determinar si la instalación es adecuada y así resolver los requerimientos del Centro.

El Centro de Cómputo es alimentado a una tensión de 440 V tres fases, tierra física con conductores de 2/0 AWG CONDULAC THW dos por fase y un cable desnudo de 2/0 AWG para la tierra física. Llegando a un interruptor termomagnético de 3x200 A. KAL36200 Marca Square D. del interruptor sale a un transformador Tipo Seco de Capacidad 150 KVA con arreglo Delta-Estrella con Tensiones de Transformación 440/220Y/127 Marca Square D. de la Salida del Transformador sigue una trayectoria con conductores de 3/0 AWG dos por fase, 3 fases y neutro a un interruptor de 3x400A. LAL3600 Marca Square D. posteriormente de la salida del interruptor con un desarrollo de 30m. Alimenta a un Gabinete I-LINE Modelos ML40062A el cual tiene zapatas principales y 6 espacios para la colocación de interruptores.

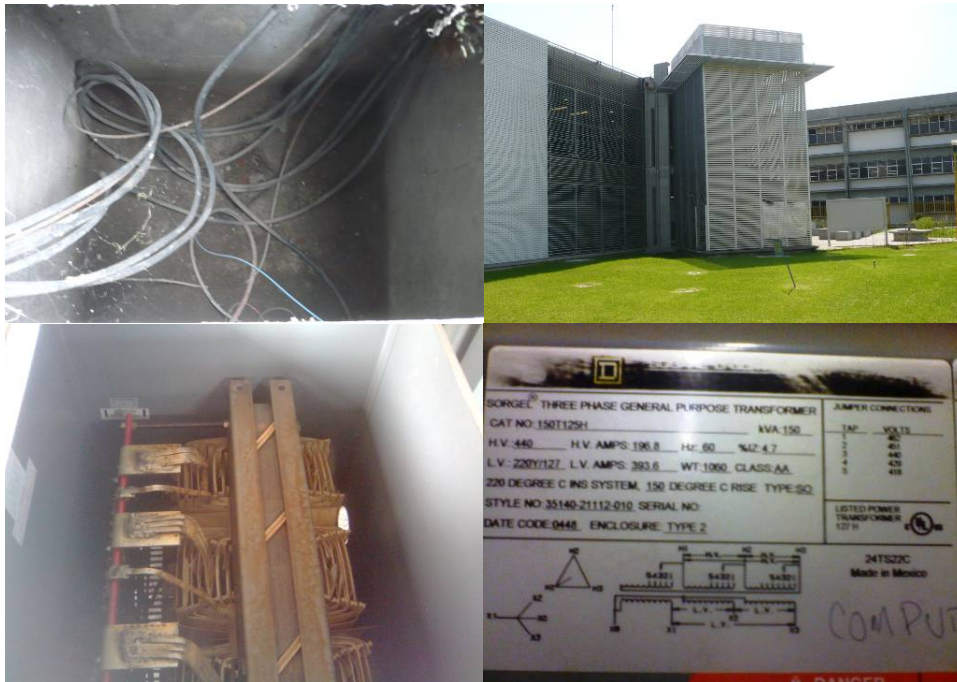


Fig. 4.9 Registro, ubicación, Placa de Transformador y vista del interior.

Llegando a I-Line es donde se hace la distribución para la planta baja y alta. Saliendo con interruptores de 3x150 A y 3x175 A.



Fig. 4.10 Gabinete I-Line con Interruptores de 3x150 A. y 3x175A.

El interruptor de 3x150 A. distribuye a los tableros de la planta baja al cual llega al tablero "A" de 42 circuitos del cual de los circuitos 13, 15 y 17 con un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero regulado "R1" de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras. Con los circuitos 19,21 y 23 tiene el mismo arreglo un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero regulado "R2" de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras.



Fig. 4.11 Tablero A de 42 circuitos y derivados R1 y R2.








El interruptor de 3x175 A. distribuye a los tableros de la planta alta al cual llega al tablero de "B" A1 de 42 circuitos dentro de los circuitos 15, 17 y 19 con un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero "R3" regulado de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras. Con los circuitos 21, 23 y 25 tiene el mismo arreglo un interruptor de 3x70 alimenta un acondicionador de tensión de 24 kVA que sirve para proveer energía al tablero "R4" regulado de 24 circuitos el cual sirve para alimentar a todas las computadoras.









Fig. 4.12 Tablero "B" A-1 de 42 circuitos y derivados R3 y R4.

Después de realizar una inspección de las instalaciones se procede a descargar los datos en los cuadros de cargas, el cual a continuación se desglosarán por planta baja, alta y en general.










Datos obtenidos en la Planta Baja.

CUADRO DE CARGAS PLANTA BAJA			
CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	79	32.41 %	14220 W
 2 x 26 W	48	5.69 %	2496 W
 180 W	129	52.93 %	23220 W
 ALARMA 20 W	2	0.09 %	40 W
 2 x 32 W 2 x 32 W	42	7.35 %	3226 W
 20 W	6	0.27 %	120 W
 110 W	5	1.25 %	550 W
Carga Total		100%	43 872 W

Datos obtenidos en la Planta Alta.

CUADRO DE CARGAS PLANTA ALTA			
CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	87	29.30 %	15660 W
 2 x 26 W	52	5.06 %	2704 W
 180 W	150	50.53 %	27000 W
 2 x 32 W	35	5.03 %	2688 W
 110 W	4	0.82 %	440 W
 746 W	1	1.40 %	746 W
 4200 W	1	7.86 %	4200 W
Carga Total		100%	53 438 W

Datos obtenidos en General

CUADRO DE CARGAS GENERAL			
CARGA	CANTIDAD	PORCENTAJE	WATT TOTALES
 180 W	166	30.71%	29880 W
 2 x 26 W	100	5.34%	5200 W
 180 W	279	51.61%	50220 W
 ALARMA 20 W	2	0.04%	40 W
 2 x 32 W	77	6.08%	5914 W
 20 W	66	0.12%	120 W
 110 W	9	1.02%	990 W
 746 W	1	0.77%	746 W
 4200 W	1	4.32%	4200 W
Carga Total		100%	97 310 W

Un problema que se tiene es el balanceo de cargas en los tableros de suministro de energía para cada Planta tanto baja y alta. A continuación se presentaran los datos recopilados por área y su desbalanceo respectivo.

CARGA INSTALADA EN GENERAL	
FASES	WATTS
A	34552 W
B	34663 W
C	28095 W
TOTAL	97 310 W

Estos datos son en el Tablero I-Line del cual se distribuye a las demás Plantas. Tiene un 19% de desbalance entre las fases esto es:

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{\text{Max}} \times 100\%$$

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{34663 - 28095}{34663} \times 100\% = 19\%$$

La fase que tiene menos carga es la C, tanto la fase A y B están cargados a la par.

CARGA INSTALADA EN PLANTA BAJA	
FASES	WATTS
A	17371 W
B	16089 W
C	10412 W
TOTAL	43 872 W

Datos del Tablero A del cual se distribuye a los tableros R1 y R2 teniendo un 40% de desbalance entre las fases esto es:

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{17371 - 10412}{17371} \times 100\% = 40\%$$

La fase que tiene menos carga es la C, tanto la fase A y B están cargados a la par.

CARGA INSTALADA EN PLANTA ALTA	
FASES	WATTS
A	17181 W
B	18574 W
C	17683 W
TOTAL	53 438 W

Pasando con el Tablero B del cual se distribuye a los tableros R3 y R4 teniendo un 7% de desbalance entre las fases esto es:

$$\% \text{ DESB. MAXIMO} = \frac{18574 - 17181}{18574} \times 100\% = 7\%$$

La fase que tiene menos carga es la A, tanto la fase B y B están cargados a la par.

Con estos datos de los cuadros de cargas tomados vemos que la mayor parte de la carga son las 220 computadoras las cuales están encendidas al 100% de lunes a viernes de 7:00 a 21:00. Estas representan el 51.61% de la carga instalada, dándonos a conocer que tiene mucho peso el sistema de cómputo en la instalación.

Estos datos se realizaron al identificar cada uno de los circuitos de los tableros, de los 6 tableros de distribución que están situados en las dos plantas, con lo que se realiza, cuadros de cargas, despliegado de tableros y diagrama unifilar. Aunado en la realización de este levantamiento se pidió el apoyo para que se proporcionaran los planos eléctricos del edificio, estos datos fueron proporcionados por el departamento de PAE Programa de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, durante el levantamiento se realizaron ajustes a los planos por modificaciones durante el tiempo que se tomaron estos datos a la fecha.



Fig. 4.13 Vista frontal del Centro de Cómputo del CCH.

4.5 Procedimiento para recolección de datos con el analizador de redes.

Para el monitoreo de las mediciones se utilizó un medidor de calidad de la energía modelo 3945 marca AEMC instrument, el cual se dejó instalado para realizar las mediciones pertinentes 48 horas, con intervalos de mediciones de cada 5 min. Su ergonomía y la sencillez de su interfaz usuario le confieren una utilización sencilla e intuitiva.

Este equipo nos permite obtener no solamente imágenes instantáneas de las principales características de una red sino también el seguimiento de sus variaciones en el tiempo. Su sistema de medición multitarea asegura simultáneamente todas las funciones de mediciones de diferentes magnitudes, de detección, de grabación continua y sus visualizaciones sin tensiones.

El analizador de Calidad de Energía (Power Quality). Nos mostrará el tipo de disturbio y magnitud que afecta a la instalación, es así como se procederá a dar la recomendación más adecuada para eliminar o atenuar el disturbio eléctrico. Será necesario un análisis a fondo del sistema y los parámetros encontrados para poder solucionar cada uno de los problemas encontrados.

Algunas de las soluciones podrán ser solo operacionales y otras la implementación de equipos de protección de disturbios, reactores, transformadores de aislamiento, etc.

Los disturbios tienen dos tipos de orígenes, los externos y los internos al Sistema Eléctrico.

- A. Los disturbios de origen externos son los producidos por las descargas atmosféricas (rayos) en las líneas eléctricas, contactos incidentales entre dos líneas eléctricas principalmente.
- B. Los de origen interno son producidos por la operación de dispositivos de desconexión, conmutación electrónica (drive's, PLC's, computadoras, etc.), arranque de motores, entre otros.

Los alcances del instrumento son:

- Medición de tensiones eficaces alternas de hasta 220 V (fase-neutro) a 440 V (fase-fase) para las redes 2 hilos, 3 hilos y 4 hilos.
- Medición de las corrientes eficaces alternas hasta 3000A eficaces.
- Medición de la frecuencia de las redes 60 Hz (de 10 Hz a 70 Hz).
- Medición de las potencias activas, reactivas y aparentes.

- Registro del valor promedio de la energía en lapsos de 5 min. El cual se acumulará en su almacenamiento de los valores sobre una duración limitada por la memoria del aparato.
- Registro, fechas y características de las perturbaciones: sobretensiones, transitorios y armónicos.

El equipo se instala en las salidas del interruptor general de 3x200 A y conductores de 3/0, el cual esta antes del transformador, en tanto decimos que estos datos son en la acometida.

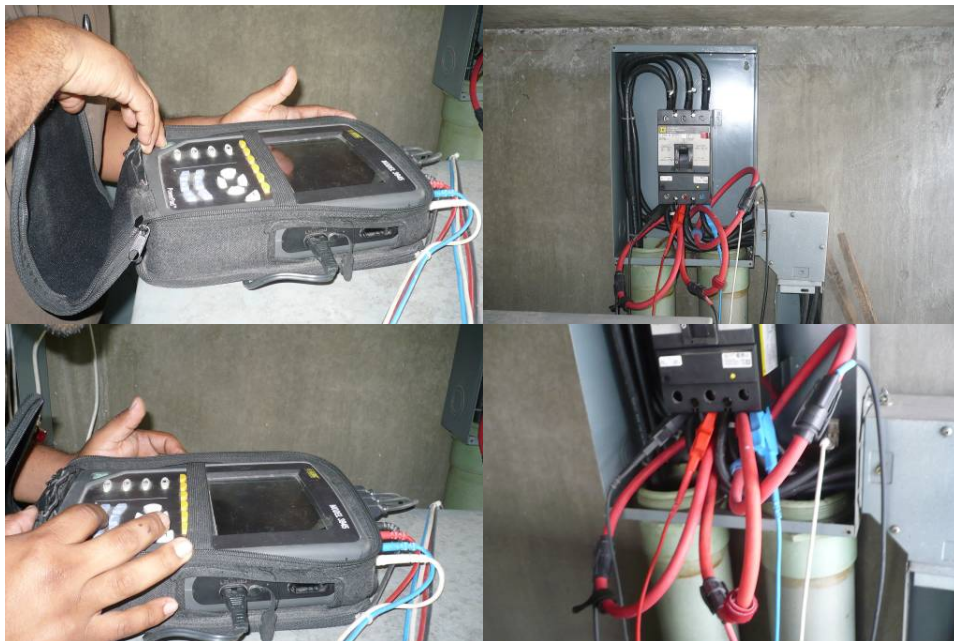


Fig. 4.14 Manipulación del Analizador de Redes e instalación.

Los resultados obtenidos por el analizador de redes con un total de 575 muestras son las siguientes:

Frecuencia en Hz.

Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
60.00	59.89	60.10	Hz

Como se observa la frecuencia esta dentro del los parámetros de calidad 60 Hz.

Tensión de Fase a Neutro (Vrms)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea1(A)	254.4	250.1	257.7	V
Línea2(B)	254.9	250.4	257.7	V
Línea3(C)	249.6	245.7	252.5	V

Las tensiones de fase a neutro que llegan al Transformador son buenas, la línea 3 es la que tiene una caída de tensión de 5.2 V. con relación a los demás.

Tensión entre Fases (Vrms)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1-2	438.5	431.4	443.5	V
Línea 2-3	438.8	431.1	444.0	V
Línea 3-1	437.1	430.2	442.5	V

Tensiones entre fases son compatibles con los valores que le llegan al transformador 150 kVA Tipo seco, un valor aproximado de lo ideal de 440 V.

Corriente que circula en Fases (A)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	33.96	20.30	53.80	A
Línea 2(B)	33.13	21.60	71.70	A
Línea 3(C)	31.72	21.00	46.30	A
Neutro	11.86	11.30	12.50	A

Las corrientes obtenidas se ven reflejadas en el consumo de cada fase y con esto encontramos que hay un desbalance en la fase C y tenemos regreso de corriente en el neutro.

Factor de Potencia

Fase	Promedio	Mínima	Máxima
Línea 1(A)	0.945	0.906	0.979
Línea 2(B)	0.930	0.891	0.979
Línea 3(C)	0.918	0.877	0.953
Promedio General	0.931	0.891	0.970

El valor del factor proporcionado por el equipo es aceptable conforme a lo que pide la compañía de suministro de energía ya sea CFE y la ex-LyFC que es 0.9 o superior, El Factor de potencia mide la eficiencia de un sistema.

Un bajo factor de potencia genera mayores pérdidas, lo que requiere más generación de energía en kVA para efectuar el mismo trabajo útil en kW y al mejorar el FP se reduce costos en el consumo de energía llegando a ahorrar dinero en el recibo de luz para así evita cargos por bajo factor de potencia y produce bonificaciones por parte de las compañías suministradoras (LyFC y CFE)

Fórmula de Recargo para FP menor que 90%:

$$\% \text{RECARGO} = \frac{3}{5} \left(\frac{90}{F.P.} - 1 \right) \times 100$$

En el caso del centro de computo la lectura mínima registrada es de 89.15% aplicando la formula de recargo este es del 0.61%.

$$\% \text{RECARGO} = \frac{3}{5} \left(\frac{90}{89.1} - 1 \right) \times 100 = 0.61\%$$

Fórmula de Bonificación FP mayor o igual a 90%:

$$\% \text{BONIFICACIÓN} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{90}{F.P.} \right) \times 100$$

Para la parte de bonificación el valor obtenido tanto máximo como mínimo fue de:

Máximo: 97

$$\% \text{BONIFICACIÓN} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{90}{97} \right) \times 100 = 1.8041\%$$

Promedio: 93.1

$$\% \text{BONIFICACIÓN} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{90}{F.P.} \right) \times 100 = 0.8324\%$$

En tanto al mantener el factor de potencia arriba del 90 % hace liberar al sistema de capacidad en kVA ya que es posible operar más cargas con el mismo transformador e incrementar la eficiencia eléctrica del sistema para mejorar la regulación y estabiliza la tensión de operación reduciendo pérdidas y corrientes en las redes que disminuyen la temperatura de operación de los equipos y aumentan su vida útil

Potencia Real (W)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	8.207	4.975	13.18	kW
Línea 2(B)	7.906	5.338	17.64	kW
Línea 3(C)	7.303	4.679	10.26	kW
Suma de Fases	23.42	15.16	41.09	kW

Al tener la lectura que se consume 23.42 kW y el total de 97.31 kW se dice que el sistema está trabajando en promedio al 24.06% del total. Pero en su máxima lectura y con respecto a la carga total es del 42.23% y para su mínimo consumo es de 15.6%.

Potencia Reactiva (VAR)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	2.295	-3.763	3.172	kVAR
Línea 2(B)	2.926	1.491	3.925	kVAR
Línea 3(C)	2.893	-2.567	4.930	kVAR
Suma de Fases	8.114	-0.8795	9.738	kVAR

Potencia Total (VA)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	8.653	5.163	13.67	kVA
Línea 2(B)	8.456	5.543	18.08	kVA
Línea 3(C)	7.927	5.238	11.39	kVA
Suma de Fases	25.04	16.14	43.15	kVA

La potencia Real y Total, en teoría debe de ser iguales, para que el sistema este trabajando a un factor de potencia unitario o de 100%, como podemos ver los datos mostrados son semejantes, esto se debe a que la potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen enrollados de alambre de cobre, requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo magnético con el cual funcionan.

La potencia que puede ser liberada de un transformador corresponde a la potencia total, la cual está en función de un voltaje dado a la corriente máxima. Como la corriente esta afectada directamente por el factor de potencia, entonces, para liberar la máxima potencia aparente de un transformador es necesario trabajar con un Factor de Potencia cercano a la unidad.

En la figura siguiente se muestra el efecto que tiene el corregir el factor de potencia en la recuperación de potencia total.

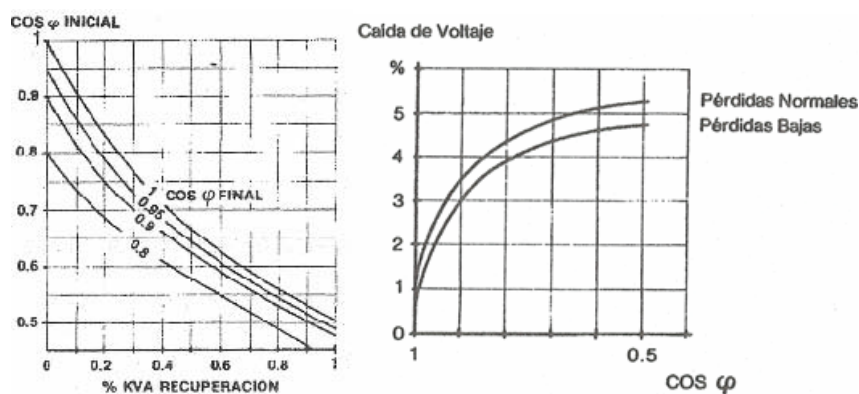


Fig.4.15 Recuperación de Potencia en un Transformador y caída de voltaje.

Potencia Real-Hora (W-hora)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	197.3	0.6842	393.3	kW-hora
Línea 2(B)	189.6	0.6475	378.8	kW-hora
Línea 3(C)	175.1	0.6088	349.9	kW-hora
Suma de Fases	562.0	1.952	1 122	kW-hora

Potencia Total-Hora (VA-hora)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	207.5	0.7087	414.6	kVA-hora
Línea 2(B)	202.5	0.6802	405.2	kVA-hora
Línea 3(C)	189.7	0.6493	379.9	kVA-hora
Suma de Fases	599.7	2.050	1 200	kVA-hora

Potencia Reactiva-Hora consumida (VAR-hora)

Fase	Promedio	Mínima	Máxima	Unidad
Línea 1(A)	54.20	0.1779	109.9	kVAR-hora
Línea 2(B)	69.44	0.1969	140.2	kVAR-hora
Línea 3(C)	66.15	0.2074	138.6	kVAR-hora
Suma de Fases	189.8	0.5815	388.8	kVAR-hora

Con el consumo de energía de 562 kWh y la tarifa en la ciudad de México es de 3.266 (\$/kWh). Podemos saber cuanto es el costo que conto los dos días en poner en servicio el centro de cómputo es de \$1,835.22 pesos

Al mejorar la Calidad de Energía de toda la instalación, se libera de capacidad a las líneas, transformadores y dispositivos de la compañía suministradora además se incrementa la vida útil de los equipos y sistemas. En el siguiente capítulo se mencionarán las deficiencias del centro de cómputo y se planteará el proyecto de respaldo de energía.