

1-1-2006

## **Análisis e implementación de uso racional de energía eléctrica en el edificio de Fuller Mantenimiento S.A. Seccional Bogotá**

Juana Paola Guerrero  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Yesid Fernando Sarmiento  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_electrica](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica)

---

### **Citación recomendada**

Guerrero, J. P., & Sarmiento, Y. F. (2006). Análisis e implementación de uso racional de energía eléctrica en el edificio de Fuller Mantenimiento S.A. Seccional Bogotá. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_electrica/543](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica/543)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Eléctrica by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).



**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

*Educar para Pensar Decidir y Servir*

*FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA*

---

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE USO RACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
EN EL EDIFICIO DE FULLER MANTENIMIENTO S.A. SECCIONAL BOGOTÁ**

**JUANA PAOLA GUERRERO A.  
YESID FERNANDO SARMIENTO**



**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
BOGOTÁ D.C.  
2006**



**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

*Educar para Pensar Decidir y Servir*

*FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA*

---

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE USO RACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
EN EL EDIFICIO DE FULLER MANTENIMIENTO S.A. SECCIONAL BOGOTÁ**

**JUANA PAOLA GUERRERO A.  
YESID FERNANDO SARMIENTO**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero Electricista**

**Director  
FABIO ALDANA**



**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
BOGOTÁ D.C.  
2006**



**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**ING. FABIO ALDANA**  
Director del Proyecto

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá, D.C.,      Día      Mes      Año



*Agradezco a Dios por tener la Familia que tengo, por el apoyo incondicional de mis Padres, a mi Mamá por darme la oportunidad de formarme como profesional, por todo su amor y paciencia, a mi Papá por sus sabios consejos, a Ximena por el soporte que me ha brindado desde siempre, a Janneth y a su Familia por estar siempre acompañándome en los buenos y malos ratos, y a Laura Camila por ser el Angelito que guía nuestro camino.*

**JUANA PAOLA**



*Agradezco principalmente a mi familia la cual estuvo presente en todos los momentos de este camino, a mis amigos los cuales me dieron su apoyo y buenos consejos, a las personas que de una u otra forma estuvieron presentes en este proceso.*

*A las personas que con sus buenos sentimientos, comprensión y apoyo hicieron que nunca me rindiera.*

*Un agradecimiento muy especial a ese amigo que ya no esta y que más que un amigo fue un hermano y que me dejó su amistad y una enseñanza de vida.*

*Yesid Sarmiento*



## **AGRADECIMIENTOS**

Los Autores expresan sus agradecimientos a:

Al Ingeniero Oscar Ayala por permitirnos realizar nuestro Proyecto de Grado en las Instalaciones del Edificio de Fuller Mantenimiento.

Al Director de Tesis el Ingeniero Fabio Aldana, por su apoyo y colaboración durante el desarrollo de este Proyecto.

Al Ingeniero Luís H Correa por sus conocimientos y aportes que nos fueron útiles durante el proceso de realización de este documento y a todos los Profesores y Directivos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica por la dedicación hacia nosotros.



## **TABLA DE CONTENIDO**

	Pág.
Introducción	
Objetivos	
Glosario	
Resumen general de URE	
1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	21
1.1. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS Y MATERIAS PRIMAS	22
1.1.1. Productos	22
1.1.2. Materias Primas	22
1.2. PROCESOS	25
1.2.1. Proceso en caliente	25
1.2.2. Proceso en frío	26
1.2.3. Proceso de reciclaje de envases	27
1.2.4. Procesos en lavandería institucional	28
1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	30
1.4. REGISTRO HORARIO DE COMPUTADORES	34
2. DISTRIBUCIÓN DE COSTOS, CONSUMOS Y BALANCE	36
2.1. CONSUMOS MENSUALES DE SERVICIOS PÚBLICOS EN EL EDIFICIO	36
2.1.1. Consumo de energía eléctrica	36
2.1.2. Consumo de gas natural	37
2.1.3. Consumo de agua	38
2.1.4. Costos en pesos del consumo semestral de los servicios públicos	39
2.1.5. Consumos específicos	40
2.2. DESCRIPCIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA, GAS NATURAL Y ENERGÍA ELÉCTRICA	43
2.2.1. Suministro de Agua	43
2.2.2. Suministro de Gas Natural	43
2.2.3. Suministro de Energía Eléctrica	43

---





---

	Pág.
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ILUMINACIÓN	44
2.3.1. Descripción de la cantidad de luminarias contadas en el edificio	47
2.3.2. Niveles de Luxes tomados en el edificio	49
2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS MOTORES EN EL EDIFICIO	
DE FULLER MANTENIMIENTO	50
3. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE POTENCIA EN EL	
EDIFICIO DE FULLER	53
3.1. LIMITACIÓN DE DISTORSIÓN ARMÓNICA	57
3.1.1. Límites de Distorsión de Corriente	57
3.1.2. Límites de Distorsión de Tensión	59
3.2. ANÁLISIS DE DATOS TOMADOS POR EL ANALIZADOR DE RED	61
3.2.1. Barraje general del edificio	62
3.2.2. Área de oficinas (segundo Piso)	63
3.2.3. Equipos	65
4. CÁLCULOS PARA LA DISTORSIÓN ARMÓNICA	67
4.1. EQUIPOS	67
4.2. BARRAJE GENERAL DEL EDIFICIO	67
4.3. ÁREA DE OFICINAS (segundo piso)	68
5. RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA	
ENERGÉTICA	69
5.1. ÁREA DE OFICINAS (Segundo Piso)	69
5.1.1. TDDI (Total Demand Distorsión)	69
5.1.2. Factor de Potencia	70
5.2. EQUIPOS	72
5.2.1. Factor de Potencia	72
6. ANÁLISIS ECONÓMICO	73
6.1. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN	76
7. RECOMENDACIONES GENERALES	79
CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	83

---

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Descripción de Productos Materias Primas	22
Tabla 2. Producción Mensual	24
Tabla 3. Procesos Lavado de Toallas y Cobijas	28
Tabla 4. Procesos Lavado de Ropa Hospitalaria	28
Tabla 5. Procesos Lavado de Mantelería y Ropa Blanca	29
Tabla 6. Procesos Lavado de Mantelería y Sabanas	29
Tabla 7. Procesos Programa de Secado	30
Tabla 8. Mezcladoras	30
Tabla 9. Envasadora	31
Tabla 10. Peladora	31
Tabla 11. Caldera Perfex	31
Tabla 12. Caldera Fuller	32
Tabla 13. Rodillo	32
Tabla 14. Secadora	33
Tabla 15. Plancha	33
Tabla 16. Lavadora 1Hp	33
Tabla 17. Lavadora 1/2Hp	34
Tabla 18. Piso 2	34
Tabla 19. Piso 3	35
Tabla 20. Piso 4	35
Tabla 21. Consumo Mensual de Energía Eléctrica	36
Tabla 22. Consumo Mensual de Gas Natural	37
Tabla 23. Consumo Mensual de Agua	38
Tabla 24. Costos en Pesos del Consumo Semestral de los Servicios Públicos en el Edificio	39
Tabla 25. Consumos de Energía Eléctrica por Cuentas en el Edificio	40
Tabla 26. Niveles Recomendados de Iluminación	45
Tabla 27. Cantidad de Luminarias en Perfex	47



	Pág.
Tabla 28. Cantidad de Luminarias en la Bodega de Fuller	47
Tabla 29. Piso 1	47
Tabla 30. Piso 2	48
Tabla 31. Piso3	48
Tabla 32. Piso 4	48
Tabla 33. Sala de Espera	49
Tabla 34. Oficina tipo A	49
Tabla 35. Oficina tipo B	49
Tabla 36. Sala de Conferencias	50
Tabla 37. Almacén	50
Tabla 38. Clasificación de las Perturbaciones	54
Tabla 39. Límites de distorsión de corriente para sistemas de distribución general	58
Tabla 40. Límites de distorsión de corriente para sistemas de subtransmisión (69,001 v hasta 161,000 v)	59
Tabla 41. Límites de distorsión de corriente para sistemas de transmisión generales (>160 kv) de generación y cogeneración dispersa	59
Tabla 42. Límites de distorsión de tensión	60
Tabla 43. Análisis estadístico edificio	62
Tabla 44. Análisis estadístico área de oficinas	63
Tabla 45. Análisis estadístico equipos	65
Tabla 46. Resumen datos calculados de la distorsión armónica	68
Tabla 47. Comparación con la Norma IEEE 519	68
Tabla 48. Análisis Financiero	77
Tabla 49. Escenarios de financiación	78



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Materias Primas	24
Figura 2. Procesos en caliente	25
Figura 3. Procesos en frío	26
Figura 4. Proceso de reciclaje de envases	27
Figura 5. Consumo de energía	37
Figura 6. Consumo de gas	38
Figura 7. Consumo de agua	39
Figura 8. Consumo semestral de energía, agua y gas	40
Figura 9. Consumos Específicos	41
Figura 10. Consumo actual vs. ahorro del consumo en kW/h en iluminación.	77
Figura 11. Flujo de caja.	78



## **LISTA DE ANEXOS**

	Pág.
Anexo A. Gráficas Analizador de Red (AEMC).	83
Anexo B. Fotos instalaciones del edificio.	109
Anexo C. Cotizaciones.	114
Anexo D. Diseños de iluminación	117
Anexo E. Diagrama Unifilar	154



### **OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar un programa de URE y su plan de acción para las instalaciones de la empresa Fuller Mantenimiento S.A. seccional Bogotá.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Hacer un diagnóstico del estado actual de las instalaciones eléctricas de la empresa Fuller Mantenimiento seccional Bogotá en términos de consumo energético y costos.
- Proponer acciones y proyectos que conlleven a la reducción progresiva de los costos en el consumo de energía.
- Evaluar las oportunidades y las alternativas técnicas para una disminución en la factura energética.
- Evaluar financieramente a mediano y largo plazo los proyectos, adelantando, un análisis de sensibilidad.



## GLOSARIO

**ALTURA DE MONTAJE DE UNA LUMINARIA:** distancia vertical que hay entre el área de trabajo y el centro de la luminaria.

**ARRANCADOR:** dispositivo que junto a un balasto se utiliza para iniciar un arco en una bombilla de descarga

**AUDITORIA ENERGÉTICA:** Conjunto de actividades dirigidas para hacia determinar los puntos o escenarios de desperdicio de energía para lo cual se presentan las soluciones o acciones a seguir de manera detallada incluyendo los respectivos costos.

**BALASTO:** dispositivo para obtener en un circuito eléctrico, las condiciones necesarias para encender y operar las bombillas de descarga.

**BOMBILLA:** fuente artificial que se utiliza para producir luz.

**BOMBILLA INCANDESCENTE:** Fuente de luz, cuyo funcionamiento se basa en el principio de la incandescencia.

**BOMBILLA FLUORESCENTE:** Las bombillas fluorescentes tubulares son en realidad una bombilla de descarga de vapor de mercurio de baja presión, en la cual la luz se produce mediante el empleo de polvos fluorescentes que son activados por la energía ultravioleta de la descarga.

**CALDERA DE VAPOR:** Máquina térmica de recuperación de calor, concebida especialmente para el aprovechamiento de energía térmica, el cuerpo de la caldera, está formado por un cuerpo cilíndrico de disposición horizontal, que incorpora interiormente un paquete multitubular de transmisión de calor y una cámara superior de formación y acumulación de vapor, la circulación de gases



se realiza desde una cámara frontal, hasta la zona posterior donde termina su recorrido en otra cámara de salida de humos. El acceso al cuerpo, lado gases, se realiza mediante puertas atornilladas y con bisagras en la cámara frontal y posterior de entrada y salida de gases. En cuanto al acceso al lado de agua, Se efectúa a través de una boca, situada en la bisectriz superior del cuerpo y con tubuladuras de gran diámetro en la bisectriz inferior y placa posterior para facilitar la limpieza de posibles acumulaciones de lodos. El conjunto completo y con sus accesorios, se asienta sobre un soporte deslizante y bancada de sólida y firme construcción suministrándose como unidad compacta y dispuesta a entrar en funcionamiento tras realizar las conexiones e instalación.

**CONDUCTORES:** Son elementos metálicos, generalmente de cobre o aluminio, permeables al paso de la corriente eléctrica y que, por lo tanto, cumplen la función de transportar los electrones de un extremo al otro del cable. Material que opone mínima resistencia ante una corriente eléctrica. Los materiales que no poseen esta cualidad se denominan aislantes.

**CONSUMO ENERGÉTICO:** Gasto total de energía en un proceso determinado.

**CORRIENTE:** Movimiento de electrones por un conductor. Es el flujo de electrones a través de un conductor. Su intensidad se mide en Amperes (A).

**ENERGÍA:** La energía es la capacidad de los cuerpos o conjunto de éstos para efectuar un trabajo. Todo cuerpo material que pasa de un estado a otro produce fenómenos físicos que no son otra cosa que manifestaciones de alguna transformación de la energía.

Capacidad de un cuerpo o sistema para realizar un trabajo. La energía eléctrica se mide en kilovatios-hora (kWh).





**FUENTE DE ENERGÍA:** aparato generador de energía eléctrica.

**GUARDA MOTOR:** interruptor automático destinado al comando y protección de los motores eléctricos. La curva de disparo de los relés térmicos está diseñada especialmente para este tipo de carga.

**ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:** es la que se logra mediante cualquiera de los numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica en luz. Los tipos de dispositivos de iluminación artificial utilizados con mayor frecuencia son las luminarias equipadas con bombillas incandescentes, fluorescentes y los distintos modelos de bombillas de arco y de vapor por descarga eléctrica.

**ILUMINACIÓN COMBINADA:** combinación de dos o más métodos de alumbrado.

**ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA:** Iluminación que debe entrar en funcionamiento automático y permitir, en caso de falla del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público al exterior; solamente podrá ser alimentada por fuentes propias de energía y deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando una iluminación adecuada.

**INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN:** tensiones por encima de 33.000V .

**INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:** tensiones entre 50V y 1.000V .

**INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN:** tensiones entre 1.000V y 33.000V .

**INSTALACIÓN DE MUY BAJA TENSIÓN:** tensiones inferiores 50V .



**LUMINARIA:** Aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las bombillas, y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y proteger las bombillas y para conectarlas al circuito de alimentación.

**LUX:** Unidad de iluminancia. Corresponde a la iluminancia de una superficie de un metro cuadrado que recibe un flujo de un lumen uniformemente repartido.

**LUXÓMETRO:** instrumento electrónico empleado para la medición de la iluminancia, da la medida en luxes.

**MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA:** Es el aparato que mide consumo de energía eléctrica.

**POTENCIA:** Es el trabajo o transferencia de energía realizada en la unidad de tiempo. Se mide en vatio (W) o kilovatio (KW).

**POTENCIA NOMINAL DE UN MOTOR:** Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

**POTENCIA ACTIVA:** Es la que efectivamente se aprovecha como potencia útil en el eje de un motor, la que se transforma en calor en la resistencia de un calefactor, etc.

**POTENCIA REACTIVA:** Es la que los campos magnéticos de los motores, de los reactores ó balastos de iluminación etc. intercambian con la red sin significar un consumo de potencia activa en forma directa.



**POTENCIA APARENTE:** Es la que resulta de considerar la tensión aplicada al consumo y la corriente que éste demanda, esta potencia es lo que limita la utilización de transformadores, líneas de alimentación y demás elementos componentes de los circuitos eléctricos.

**TENSIÓN:** Potencial eléctrico de un cuerpo. La diferencia de tensión entre dos puntos produce la circulación de corriente eléctrica cuando existe un conductor que los vincula. Se mide en Voltios (V), y se le suele llamar voltaje.

**TENSIÓN NOMINAL:** Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.

**TRANSFORMADOR:** maquinas utilizadas para elevar o reducir tensiones o corrientes eléctricas o algunas características de las corrientes alternas. Deben ser refrigeradas por aire, resinas y/o aceite. Su vida útil es superior a veinte (20) años pero su obsolescencia se marca con los cambios tecnológicos constantes, los cuales se traducen generalmente en disminución de pérdidas, las cuales deben ser permanentemente analizadas para determinar si el transformador se debe cambiar por uno de menores pérdidas. Su uso es para la generación, distribución, transmisión, protección y medida, los transformadores mas comúnmente utilizados en Colombia son de tipo sumergido en aceite y de tipo seco.

---

Los definiciones fueron copiados de:  
Termodinámica Tomo 1.  
Maquinas eléctricas rotativas y transformadores.  
Energías renovables.  
Circuitos eléctricos introducción al análisis y diseño  
Enciclopedia Larousse  
[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)  
[www.cidet.com.co](http://www.cidet.com.co)



## **INTRODUCCIÓN**

Debido a que en el país muchas personas no están familiarizadas con el término Uso Racional y Eficiente de Energía Eléctrica se ha tomado este proyecto para hacer un aporte conciso al sector industrial tanto en el sentido técnico como en el humano.

Buscando la mejora en la utilización de la energía eléctrica en una actividad industrial y en un proceso de fabricación en línea se ve la necesidad de buscar formas de ahorro de energía.

Al evaluar estas necesidades se planteó un estudio de Uso Racional y Eficiente de la Energía, el cual dará una clara referencia de los puntos críticos en cuanto a pérdidas de energía eléctrica se refiere, en la empresa FULLER MANTENIMIENTO S.A. y donde se tratará de hacer las correcciones pertinentes que darán como resultado una mejor utilización de la energía en procesos específicos y una disminución en el costo de la factura.

Puesto que los procesos realizados por la empresa implican varias actividades; se toma en consideración cada una de ellas para así evaluar cual es la de mayor consumo de energía eléctrica, donde hay pérdidas o mala utilización de esta y cual genera un aumento en la facturación, teniendo como herramientas el estudio de la calidad de la energía y balances energéticos.

Otra parte importante es el aspecto humano, crear una conciencia de ahorro y preparar el personal para que tenga un conocimiento claro de lo que implica el ahorro y la buena utilización de la energía eléctrica.



## USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

Uso Racional de la Energía es el manejo planificado (desde el punto de vista técnico y económico) de los recursos energéticos empleados en un escenario consumidor o planificado. Es la capacidad que tiene un sistema para producir trabajo.

Los objetivos principales de URE son evitar el derroche de Energía, manteniendo y mejorando la producción reduciendo el consumo de energía eléctrica.

Los sistemas de iluminación son instalados para proveer una iluminación con calidad y cantidad obteniendo buena visibilidad y niveles óptimos de productividad en un ambiente adecuado. La eficiencia de un sistema de iluminación depende del tipo y tecnología de las luminarias y sus elementos asociados como los son el balasto, las bombillas, etc.

Siempre que la electricidad fluye, sacrifica algo de energía para superar la resistencia. Esta energía se manifiesta como calor, es decir el flujo a través de cables y barras blindadas generan una resistencia en el material conductor que produce una ligera disminución en la tensión eléctrica y reduce la potencia disponible en el punto de utilización.

Los proyectos van más allá de ahorros potenciales:

- Reducción de carga punta
- Reducción de pérdidas en el neutro
- Equilibrado de los motores
- Suministro estable de energía
- Dimensionamiento del transformador
- Corrección del factor de potencia



## **1. DESCRIPCION DEL EDIFICIO DE FULLER MANTENIMIENTO S.A.**

Fuller Mantenimiento S.A. está ubicado en la calle 23 N° 6-34, donde se encuentran todas las instalaciones de planta, laboratorio, lavandería y la parte administrativa, donde se elaboran los productos con materias primas de la más alta calidad.

Entre la gama de productos químicos se encuentra líneas para protección de pisos, desinfección y aseo en general. Entre la maquinaria utilizada se encuentran lavadoras, brilladoras de piso y aspiradoras industriales.

Como complemento a estas actividades, también desarrollan proyectos de obras civiles en obra blanca, remodelación, reparaciones locativas y control de plagas.

Fuller Mantenimiento S.A. fue fundada en 1969, nace como respuesta a las necesidades del aseo profesional tecnificado en los sectores industriales e institucionales, lo cual la condujo a extenderse por todo el país, la tecnología utilizada esta apoyada en consultores extranjeros dedicados exclusivamente a desarrollar tecnología de punta para el aseo profesional.



## 1.1 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS Y MATERIAS PRIMAS

### 1.1.1 PRODUCTOS

Tabla 1. Descripción de productos y materias primas

<i>PRODUCTOS</i>	<i>USO LOCATIVO</i>
Jabón Pino	Pisos y Baños
Sellador Polimérico	Pisos de granito, mármol, caucho y tabla
Súper Detergente	Pisos de cerámica, baldosa, granito y mármol
Cera Finix	Pisos de granito, mármol y caucho
Limpiador Multiusos	Mantenimiento de pisos y enchapes.
Detergente Multiusos	Paredes, techos y puertas.
Limpia Pisos Industrial Concentrado	Paredes, baldosinados, baños y cocina.
Detergente E04	Removedor de grasa y suciedad
Solución Removedora	Pisos de cerámica y mármol
Detergente Desinfectante	Pisos y enchapes
Cera Plástica	Pisos de mármol, baldosa, madera lacada, pisos de vinilo.

Fuente: Almacén y Bodega ubicados en el edificio de Fuller Mantenimiento S.A.

### 1.1.2 MATERIAS PRIMAS

✦ Se hará una breve descripción de algunas de las materias primas utilizadas en los productos que la empresa Fuller fabrica.

- Combinación de polímeros, copolímeros autoadhesivos, antideslizantes de origen alemán, solventes desengrasantes, surfactantes, Ceras naturales, polietilénicas, fragancia, colorante, Varsol, Hipoclorito de sodio, blanqueador y desinfectante alcalino del grupo de los clorados



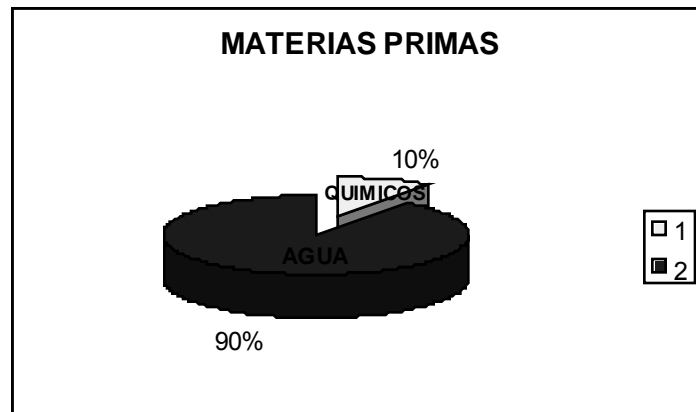
hipocloritos, Ácido oxálico 14.4%, Alcohol etílico de tipo alcohólico, con concentración de 20 GI, cloruro benzalconio de tipo catiónico, Emulsión polimérica y polietileno 28.4%, plastificante, nivelador, alcohol etoxilado, aditivos, conservantes, Lauril sulfato de sodio, cera, fenilsulfonato, cocoamida, cloruro de sodio, hidrótopo, Jabón líquido componentes agua, lauril sulfato de sodio, fragancia, bactericida, cocoamidos, colorante, cocobetaina, fenilsulfato, Cera, preservantes, agentes cuaternarios, perfumes, estabilizante, preservantes, desinfectante, catiónico 1%, tensoactivo no iónico, preservante, colorante, glicerina, estabilizante, cloruro de sodio, preservante, tensoactivo amoniacal, tensoactivo no iónico, solvente, inertes, dispersión polimérica acrílica, emulsión de cera polimérica, plastificante, preservante, inertes, preservante, neutralizante, estabilizante.

✿ Las materias primas utilizadas en los diferentes productos que ofrece la compañía Fuller Mantenimiento son previamente compradas para la preparación de cada uno de estos, estas materias primas representan un 10% aproximadamente del total del producto; el otro 90% es agua.





Figura 1. Materias Primas



Fuente: Área de producción

**PRODUCCIÓN MENSUAL APROX. :**

Tabla 2. Producción mensual del producto terminado

	TONELADAS	KILOGRAMOS
MES	60	60962.81

Fuente: Área de producción de Fuller



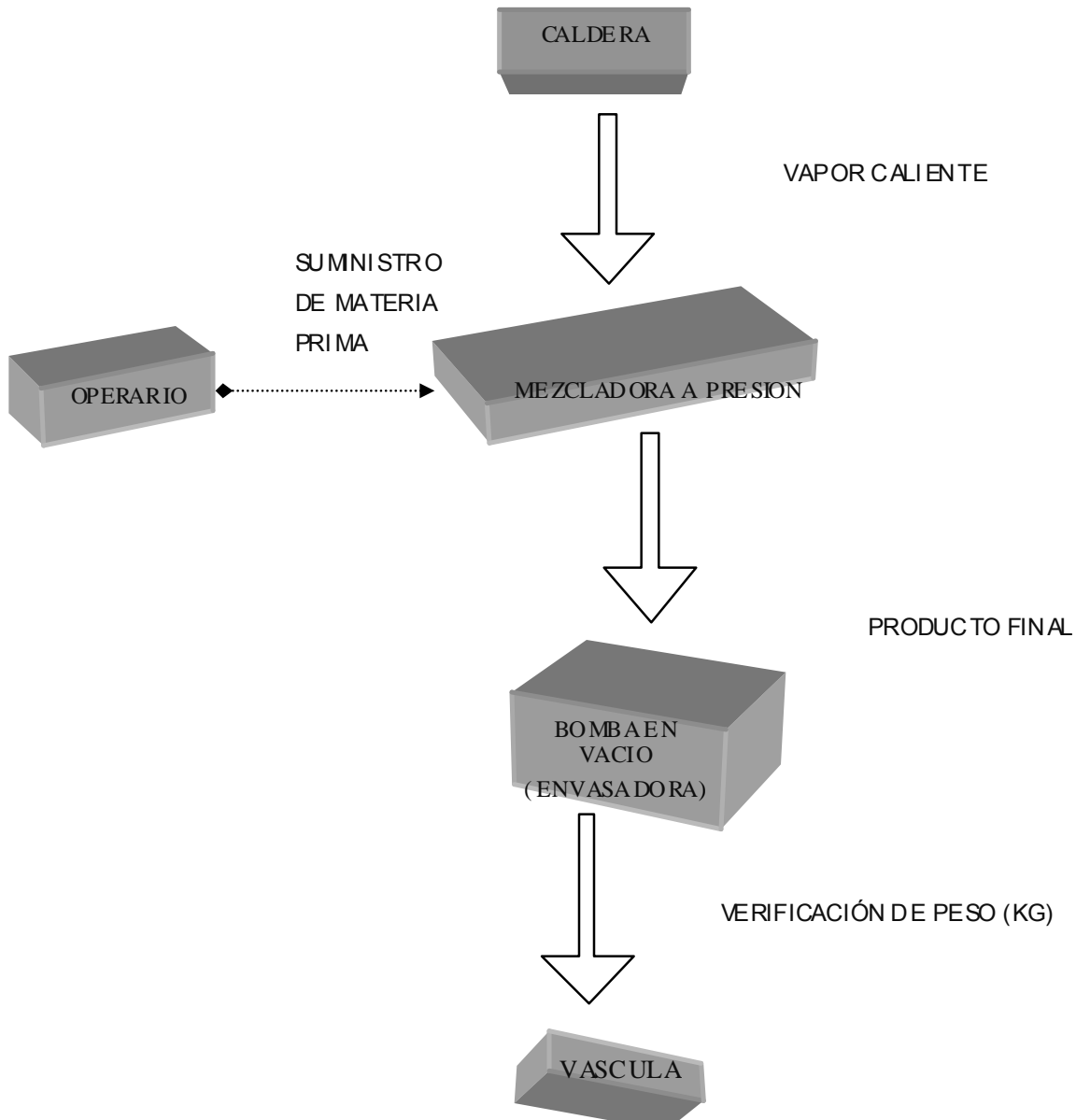
## 1.2 PROCESOS EN LA PLANTA DE FULLER

### PROCESO DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS

Los procesos que a continuación se muestran, indican los pasos a seguir para la elaboración de productos que se realizan en la planta.

#### 1.2.1. PROCESO EN CALIENTE

Figura 2. Proceso en caliente

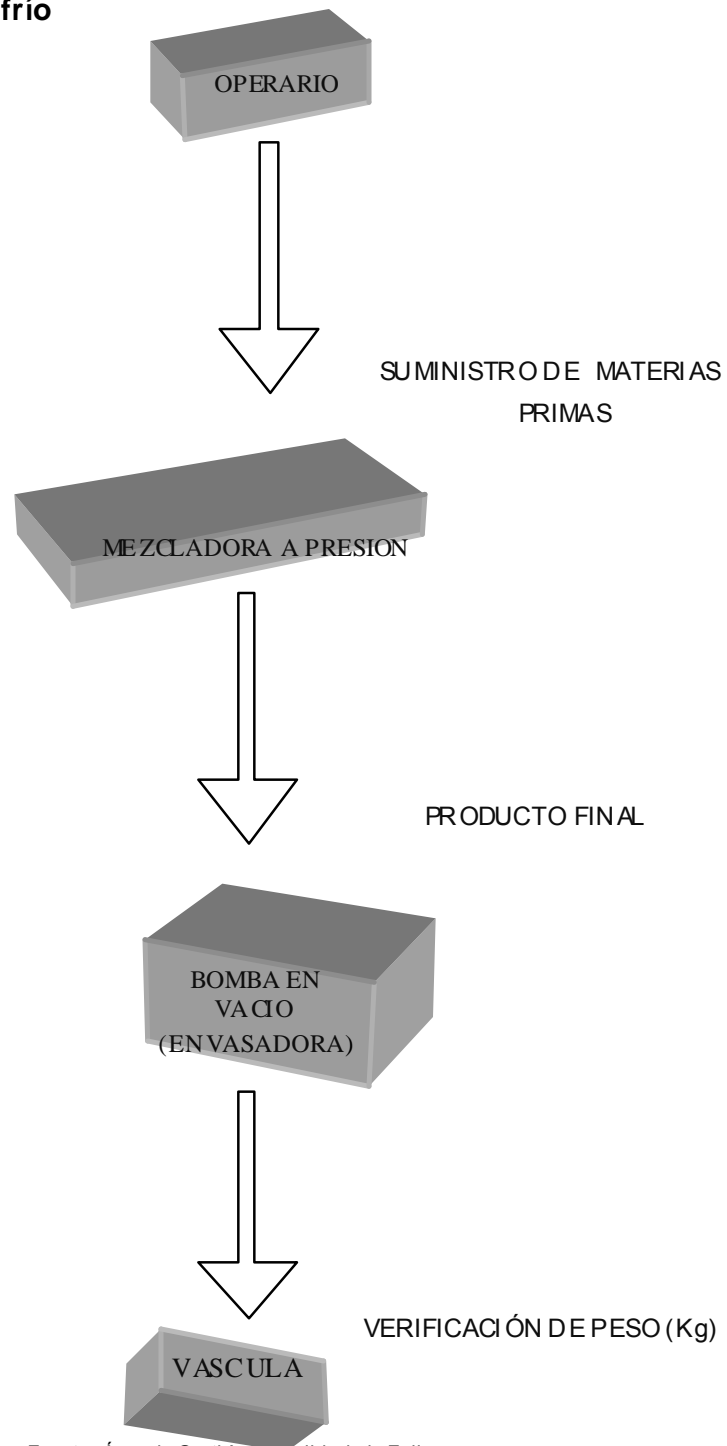


Fuente: Área Gestión de Calidad de Fuller



### 1.2.2. PROCESO EN FRIO

Figura 3. Proceso en frío

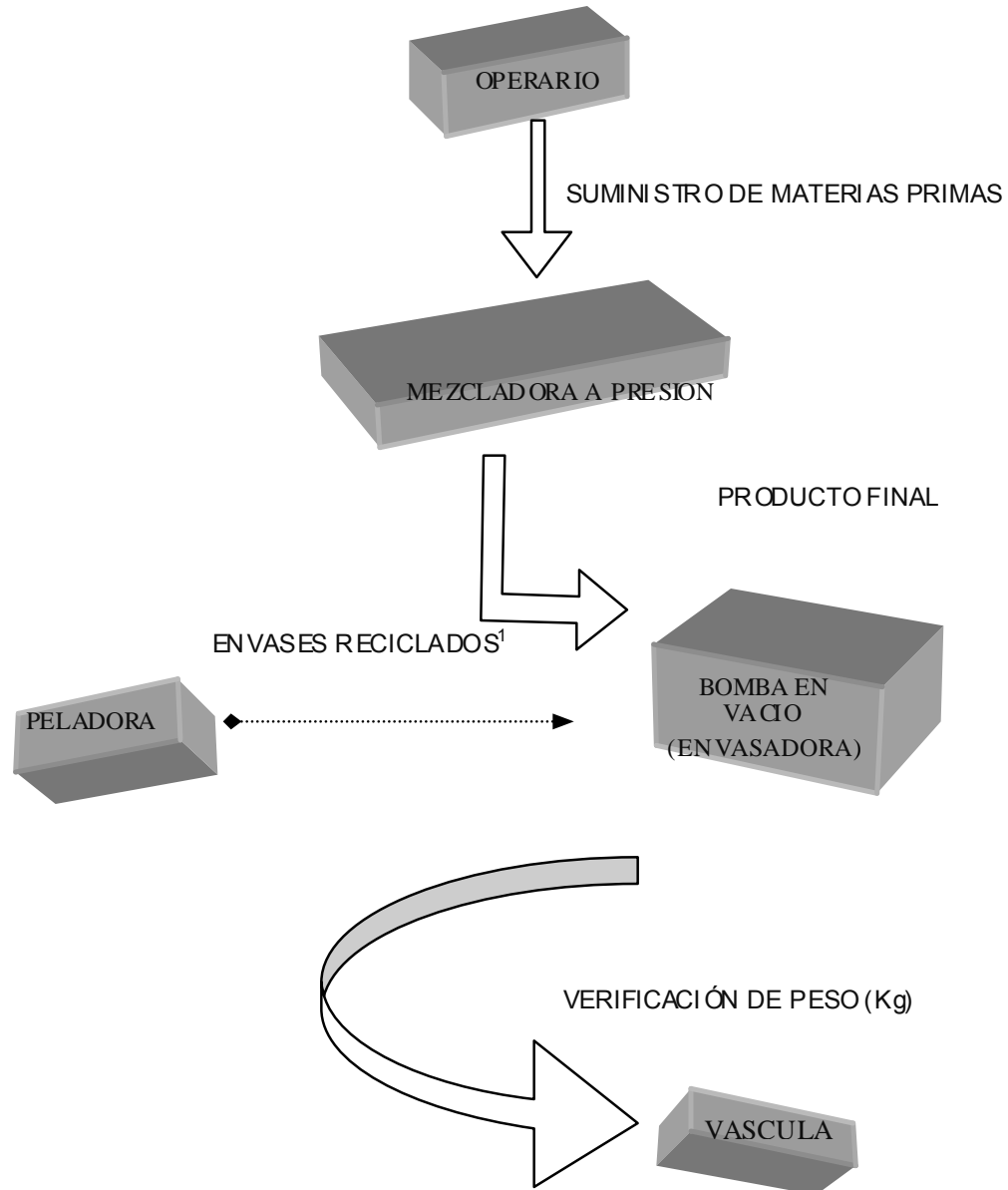


Fuente: Área de Gestión de Calidad de Fuller



### 1.2.3. PROCESO DE RECICLAJE DE ENVASES

Figura 4. Proceso de reciclaje de envases



Fuente: Área Gestión de Calidad de Fuller

<sup>1</sup> Los envases reciclados son de los productos utilizados en el trabajo de mantenimiento que realiza Fuller a otras empresas.



### 1.2.4. PROCESOS EN LAVANDERIA DE FULLER

**Tabla 3. Proceso de lavado de toallas y cobijas**

OPERACION	TIEMPO (MINUTOS)	NIVEL DE AGUA	T °C	PRODUCTO	Dosif/gr
LAVADO	15	BAJO	FRIO	ROTEX <sup>2</sup>	200 gr
				BLANQUISAN	180 gr
ENJUAGUE	3	ALTO	FRIO		
ENJUAGUE	3	ALTO	FRIO		
ENJUAGUE	3	ALTO	FRIO		
NEUTRALIZADO	4	ALTO	FRIO	SUAVITEX	100 gr
CENTRIFUGADO	6				
TOTAL	34				

Fuente: Personal Área de Lavandería de Fuller

- Tipo de suciedad: Mediana
- Tejido : Lana
- Color : Variado
- Aspecto : Normal

**Tabla 4. Proceso de lavado ropa hospitalaria**

OPERACION	TIEMPO (MNUTOS)	NIVEL DE AGUA	T °C	PRODUCTO	Dosif/gr
REMOJO	4	MEDIO	FRIO	HUMECTOL	50 gr
REMOJO	3	ALTO	FRIO		
PRELAVADO	8	MEDIO	FRIO	AG95	250 gr
LAVADO + BLANQUEO	12	BAJO	70	ROTEX OXIGENADO	200/230 gr
ENJUAGUE	2	ALTO	FRIO		
ENJUAGUE	3	ALTO			
NEUTRALIZADO	4	ALTO		SUAVITEX	150 gr
CENTRIFUGADO	6				
TOTAL	42				

Fuente: Personal Área de Lavandería de Fuller

<sup>2</sup> ROTEX: blanqueador producido por Fuller mantenimiento



- Tipo de suciedad: Alta
- Tejido : Variado
- Color : Variado

**Tabla 5. Proceso de lavado de mantelería y ropa blanca**

OPERACIÓN	TIEMPO (MINUTOS)	NIVEL DEL AGUA	T °C	PRODUCTO	Dosf/gr
PRELAVADO	7	MEDIO	35	EMJLSOL	230gr
				ROTEX	230 gr
LAVADO + BLANQUEADO	12	MEDIO	45	BLANQUI SAN	180 gr
ENJUAGE	3	ALTO	FRIO		
ENJUAGE	3	ALTO	FRIO		
NUETRALIZADO	4	ALTO	FRIO	SUAVITEX	180 gr
CENTRIFUGADO	6				
TOTAL	35				

Fuente: Personal Área de Lavandería de Fuller

- Tipo de suciedad: Alta
- Tejido : Variado
- Color : Blanco

**Tabla 6. Proceso de lavado de mantelería y sábanas**

OPERACIÓN	TIEMPO (MINUTOS)	NIVEL DEL AGUA	T °C	PRODUCTO	Dosf/gr <sup>3</sup>
PRELAVADO	10	BAJO	50°	EMJLSOL	200 gr
				ROTES	200 gr
LAVADO + BLANQUEADO	12	MEDIO	60°	OXIGENADO	200 gr
ENJUAGE	3	ALTO	FRIO		
ENJUAGE	3	ALTO	FRIO		
NUETRALIZADO	4	ALTO	FRIO	SUAVITEX	180 gr
CENTRIFUGADO	6				
TOTAL	38				

Fuente: Personal Área de Lavandería de Fuller

- Tipo de suciedad: Alta
- Tejido : Variado
- Color : Variado

<sup>3</sup> dosf/gr. es la dosis representada en gramos para cada proceso de lavado

**Tabla 7. Proceso programa de secado**

PRENDAS	T °C	TIEMPO DE SECADO (MNUTOS)	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO (MINUTOS)	TIPO DE TEXTIL
DRIL – JEANS	ALTA (75)	15	7	ALGODON
TOALLAS	ALTA (75)	40	7	ALGODÓN
QUIRÚRGICA	MEDIA (50)	15	7	ALGODÓN – POLIÉSTER
COBIJAS	BAJA (40)	20	7	LANA

Fuente: Personal Área de Lavandería de Fuller

**1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE FULLER**

Las siguientes tablas son una recopilación de la información de los motores y equipos que se encuentran en funcionamiento en la planta.

**Tabla 8. Mezcladoras**

<b>Características</b>	<b>Mezcladora TK1, TK2,TK3,TK7</b>	<b>Mezcladora TK4</b>	<b>Mezcladora TK5</b>	<b>Mezcladora TK6</b>
<b>Motor</b>	3Ø	3Ø	3Ø	3Ø
<b>Capacidad ( GL)</b>	55	120	1000 L	250
<b>Revoluciones(rpm)</b>	1800	1800	1800	1800
<b>Relación</b>	3-1	3-1	3-1	3-1
<b>Potencia(HP)</b>	1	1	1	1
<b>Cosφ</b>	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>Frecuencia (Hz)</b>	60	60	60	60
<b>Marca</b>	Siemens	Siemens	Siemens	Siemens
<b>Tensión (V)</b>	220 - 440	220 - 440	220 - 440	220 – 440
<b>Conexión</b>	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller



**Tabla 9. Envasadora**

<b>BOMBA</b>	<b>BARNES</b>
<b>Modelo</b>	HI-53400-3
<b>Ref.</b>	1j 2453-4
<b>Rango</b>	80-100 psi
<b>Caudal</b>	80gl/min
<b>Potencia</b>	6.6 Hp
<b>I</b>	19 Am
<b>Tensión</b>	220 v

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

**Tabla 10. Peladora**

<b>PELADORA</b>	
<b>Motor</b>	1 $\phi$
<b>Potencia</b>	1 Hp

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

Se verificó el estado actual de los equipos que se encuentran en funcionamiento, según reportes de los operarios los motores de las mezcladoras o marmitas fueron comprados hace 6 o 7 años aproximadamente, ninguno de estos presenta ninguna falla a nivel técnico.

El mantenimiento que se realiza es de tipo preventivo y se hace cada año.

**Tabla 11. Caldera Perfex**

<b>CALDERA PERFEX</b>	
<b>Marca</b>	Tecnik Ltda.
<b>Serie</b>	332
<b>Capacidad</b>	BHP
<b>Sistema Energía</b>	ACPM
<b>Tensión Red</b>	220

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller





- El funcionamiento de la caldera es con ACPM, por lo tanto se darán algunas recomendaciones con respecto al cambio del sistema de energía utilizado para su funcionamiento, mejoramiento del sistema de aislamiento del vapor el cual es deficiente y recomendaciones para su mantenimiento.

**Tabla 12. Caldera Fuller**

<b>Caldera Fuller</b>	
<b>Marca</b>	Burnerjet
<b>Sistema Energía</b>	Gas natural
<b>Tensión Red</b>	220v
<b>Max input</b>	400000 Btu/HR
<b>Min input</b>	200000 Btu/HR

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

**Tabla 13. Rodillo**

<b>RODILLO PLANCHA</b>	
<b>Marca</b>	Girbalu
<b>Serie</b>	PS 5119 C
<b>Capacidad</b>	BHP
<b>Consumo</b>	3 KVAR
<b>Potencia</b>	1.3 KW
<b>Consumo Calórico</b>	42 KW
<b>Tensión</b>	220 v
<b>Fases</b>	3

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

- Presenta un comportamiento normal y un funcionamiento bueno, este calienta hasta su tope de temperatura nominal y se apaga automáticamente cuando se enfría en su totalidad y comienza nuevamente el proceso; presenta fallas al encenderlo por primera vez y se deben hacer varios intentos para que entre en funcionamiento, se utiliza para mantelería y sábanas.



Tabla 14. Secadora

<b>Secadora</b>	
<b>Marca</b>	Heibsch originator s
<b>Modelo</b>	JTB30CSH
<b>motor</b>	0.4/0.5 1.8/2.6
<b>Tensión Red</b>	220
<b>Potencia</b>	1HP
<b>Fases</b>	3
<b>Potencia vapor</b>	60Kv
<b>Potencia total</b>	2.7 Kw

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

Tabla 15. Plancha

<b>Plancha</b>	
<b>Marca</b>	Raliance Electr.
<b>Potencia</b>	¾ HP
<b>Tensión Red</b>	115
<b>Fases</b>	1
<b>Consumo calorífico</b>	800W

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

Tabla 16. Lavadora 1Hp

<b>Lavadora</b>	
<b>Marca</b>	Girbalu
<b>Modelo</b>	SH3022PW-V
<b>motor</b>	0.4/0.5 1.8/2.6
<b>Capacidad</b>	50lb
<b>Tensión Red</b>	220
<b>Potencia</b>	1HP
<b>Fases</b>	3
<b>Potencia vapor</b>	60Kv
<b>Potencia total</b>	2.7 Kw

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller



**Tabla 17. Lavadora ½ Hp**

<i>Lavadora</i>	
<i>Marca</i>	Thermally protected
<i>Modelo</i>	LS-207 AL
<i>motor</i>	0.15/0.85
<i>Capacidad</i>	50lb
<i>Tensión Red</i>	220
<i>Potencia</i>	1/2hp
<i>Fases</i>	3
<i>Calefacción</i>	Gas
<i>Potencia vapor</i>	60Kv
<i>Potencia total</i>	0.73Kw

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

#### 1.4. REGISTRO DE HORARIO DE LOS COMPUTADORES DE FULLER

Los computadores son los elementos que más armónicos producen, y al mismo tiempo los que más sensibles son a éstos. Hay que considerar el número de computadores que puede haber instalados en el edificio ya que esto provoca que por el ramal de los computadores las componentes armónicas puedan ser considerablemente altas, con lo que se favorece la pérdida de datos, rotura de discos duros, mal funcionamiento y reinicializaciones esporádicas de los computadores.

**Tabla 18. Piso 2**

Nº COMPUTADORES	HORAS X DIA	HORAS X SEMANA	FIN DE SEMANA
14	10	70	4
1	11	77	3
2	12	84	5
2	4	28	0
2	10	30	0

Fuente: Personal administrativo de Fuller



**Tabla 19. Piso 3**

<b>Nº COMPUTADORES</b>	<b>HORAS X DIA</b>	<b>HORAS X SEMANA</b>	<b>FIN DE SEMANA</b>
5	10	70	3
1	3	21	0

Fuente: Personal administrativo de Fuller

**Tabla 20. Piso 4**

<b>Nº COMPUTADORES</b>	<b>HORAS X DIA</b>	<b>HORAS X SEMANA</b>	<b>FIN DE SEMANA</b>
5	10	70	4
1	11	77	4
2	3	21	0
1	14	98	10
1	3	9	0

Fuente: Personal administrativo de Fuller



## 2. DISTRIBUCIÓN DE COSTOS, CONSUMOS Y BALANCE

### 2.1. CONSUMOS MENSUALES DE SERVICIOS PÚBLICOS EN EL EDIFICIO

#### 2.1.1. CONSUMO MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

El costo por kWh. de energía eléctrica que tiene el edificio es de \$238.4 con un Nivel de Tensión I.

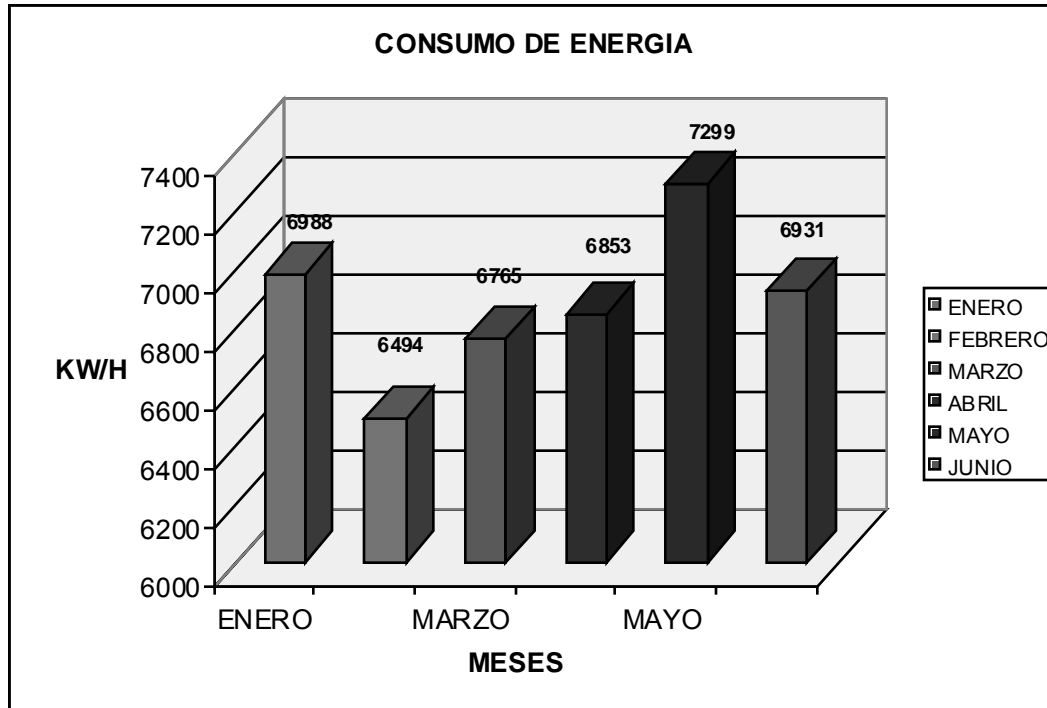
**Tabla 21. Consumo mensual de energía eléctrica**

<i>MES</i>	<i>kW/h</i>	<i>COSTO PESOS (\$)</i>
<b>ENERO</b>	6988	1665939,2
<b>FEBRERO</b>	6494	1548169,6
<b>MARZO</b>	6765	1612776
<b>ABRIL</b>	6853	1633755,2
<b>MAYO</b>	7299	1740081,6
<b>JUNIO</b>	6931	1652350,4

Fuente: Area de Contabilidad de Fuller



Figura 5. Consumo de energía en el edificio de Fuller



Fuente: Área de Contabilidad de Fuller

2.1.2. CONSUMO MENSUAL DE GAS NATURAL EN EL EDIFICIO DE FULLER

El valor por m<sup>3</sup> de Gas Natural es de \$551.31.

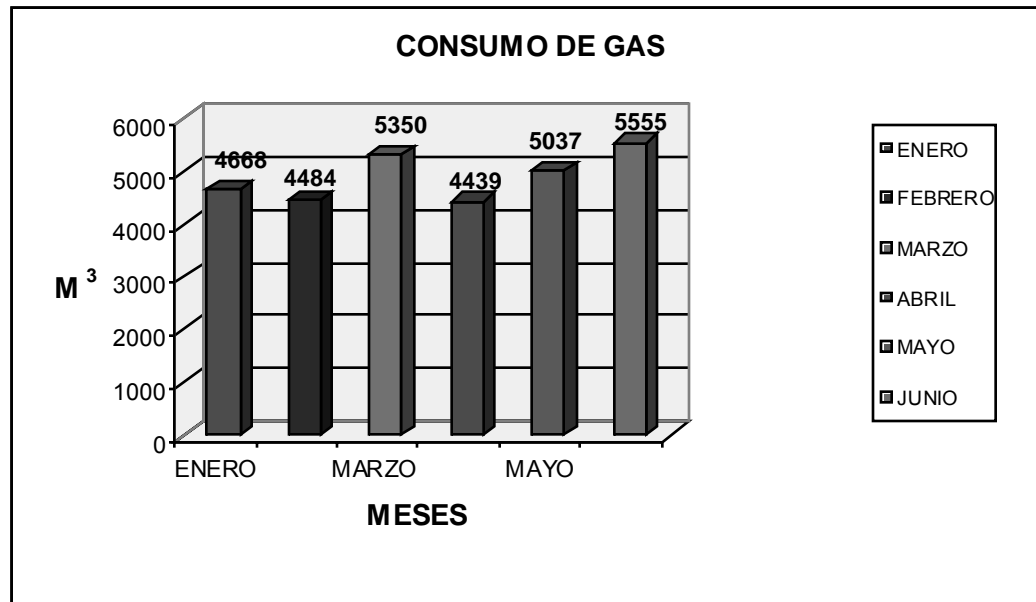
Tabla 22. Consumo mensual de gas natural en el edificio de Fuller

MES	M3	COSTO PESOS (\$)
ENERO	4668	2573515
FEBRERO	4484	2472074
MARZO	5350	2949508,5
ABRIL	4439	2447265
MAYO	5037	2776948,4
JUNIO	5555	3062527

Fuente: Área de Contabilidad de Fuller



Figura 6. Consumo de gas en el edificio de Fuller



Fuente: Área de Contabilidad de Fuller

### 2.1.3. CONSUMO MENSUAL DE AGUA EN EL EDIFICIO DE FULLER

El valor por m<sup>3</sup> de Agua es de \$4610.23 y es de tipo comercial.

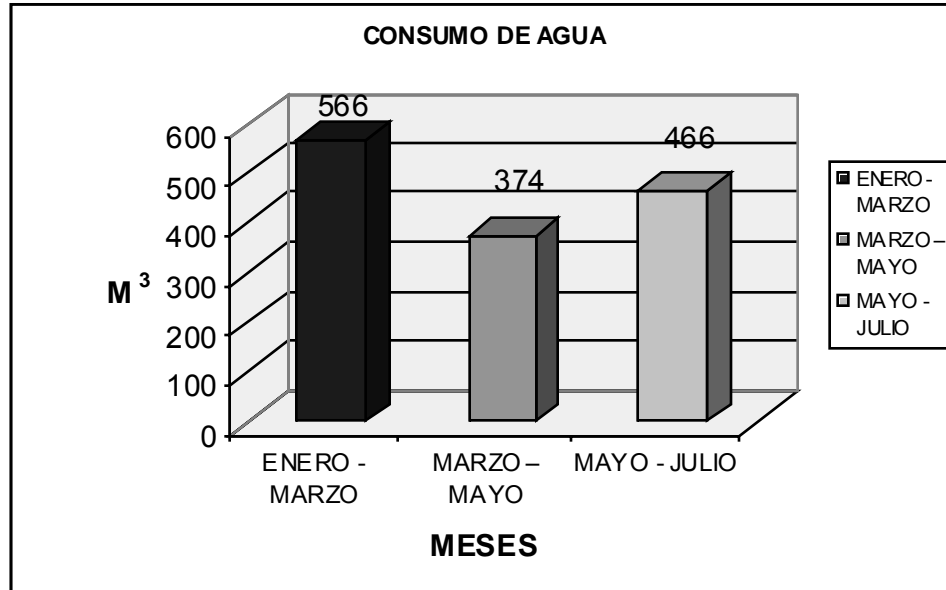
Tabla 23. Consumo mensual de agua en el edificio de Fuller

MES	M3	COSTO PESOS (\$)
ENERO - MARZO	566	2.609.390
MARZO - MAYO	374	1.724.226
MAYO - JULIO	466	2.148.367

Fuente: Área de Contabilidad de Fuller



Figura 7. Consumo de agua en el edificio de Fuller



Fuente: Área de Contabilidad de Fuller

#### 2.1.4. COSTOS EN PESOS DEL CONSUMO SEMESTRAL DE LOS SERVICIOS PUBLICOS EN EL EDIFICIO DE FULLER

Tabla 24. Costos en pesos del consumo semestral de los servicios públicos en el edificio

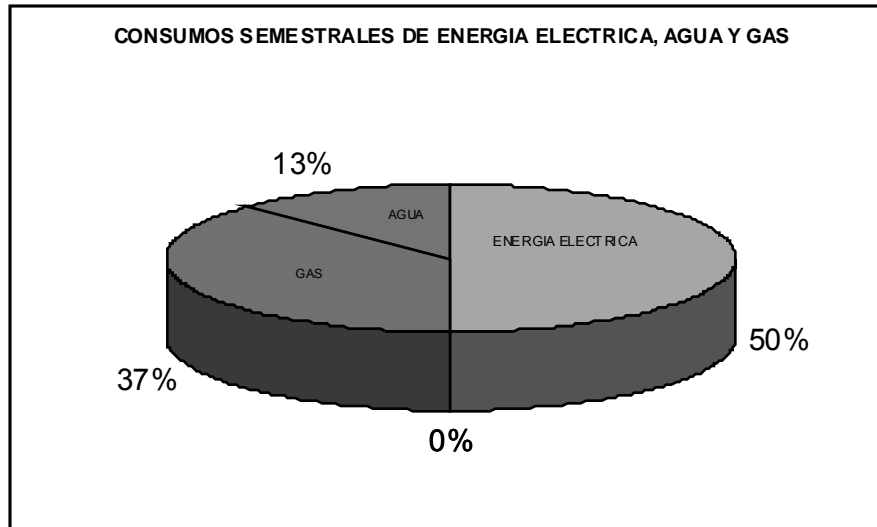
ENERGIA ELECTRICA	GAS	AGUA
\$ 25.223.718	\$ 18.664.922	\$ 6.481.983
50%	37%	13%

Fuente: Área de Contabilidad de Fuller





Figura 8. Consumos semestrales de energía, agua y gas en el edificio de Fuller



Fuente: Área de Contabilidad de Fuller

En esta figura se muestra un porcentaje de como está distribuido el consumo de los servicios públicos en el edificio, siendo la Energía Eléctrica el servicio más utilizado en la planta con un 50%, seguido del servicio de Gas Natural con un 37% y finalmente el de menos consumo que es el agua con un 13%.

### 2.1.5. CONSUMOS ESPECIFICOS EN EL EDIFICIO DE FULLER

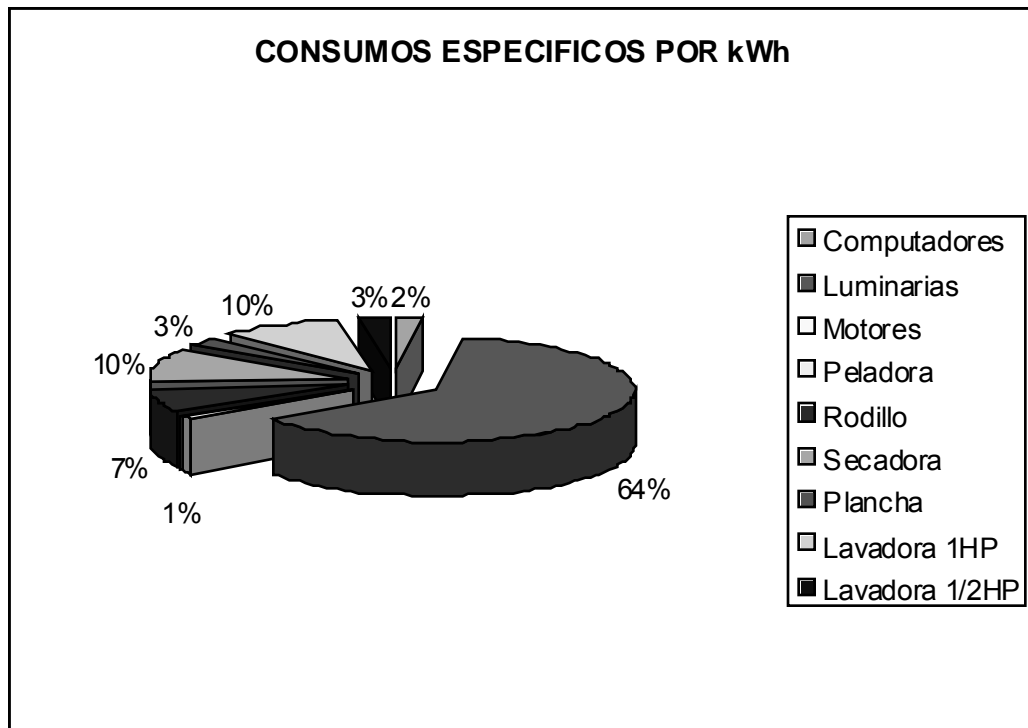
Tabla 25. Consumos de energía eléctrica por cuentas en el edificio en el mes de junio.

Computadores	Luminarias	Motores	Peladora	Rodillo	Secadora	Plancha	Lavadora 1HP	Lavadora 1/2HP
142,162	4388,28	88,774	2,984	507	702	208	702	189,8

Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller



Figura 9. Consumos específicos en el edificio de Fuller



Fuente: Ingeniero de Mantenimiento de Fuller

Esta gráfica representa los porcentajes de consumo por cada equipo que tiene el edificio en áreas específicas, a partir de esta se darán las recomendaciones en Uso Racional de la Energía para los consumos más representativos que aquí se muestran.

- ♦ El consumo específico es el cociente entre el gasto de un insumo y el volumen de producción derivado de este gasto.

Este es un índice que se recomienda llevar periódicamente.



A partir de la siguiente fórmula se tomará el consumo específico de energía eléctrica, agua y gas respectivamente del mes de junio de 2005:

$$C_e = \frac{E}{M_{sal}} \quad (\text{ecuación 1.1})$$

donde:

$C_e$  = Consumo específico

$E$  = energía eléctrica (kw h)

$M_{sal}$  = Producción mensual del producto terminado (Kg)

➤ Consumo específico de energía eléctrica a partir de la ec. 1.1 :

$$C_e = \frac{6931 \text{Kw/h}}{60962.81 \text{Kg}} = 0.11 \frac{\text{Kw/h}}{\text{Kg}}$$

➤ Consumo específico de Gas a partir de la ec. 1.1 :

$$C_e = \frac{5555 \text{m}^3}{60962.81 \text{Kg}} = .091 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$

➤ Consumo específico de Agua a partir de la ec. 1.1 :

$$C_e = \frac{466 \text{m}^3}{60962.81 \text{Kg}} = .0076 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$$



## **2.2. DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA, GAS NATURAL Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO DE FULLER MANTENIMIENTO S.A**

### 2.2.1. Suministro de Agua:

Este servicio lo suministra la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), es de tipo comercial, los mayores consumos de agua se presentan en la lavandería institucional y en la elaboración de los diferentes productos de Fuller como una de las principales materias primas.

### 2.2.2. Suministro de Gas Natural:

El suministro de Gas Natural esta dado por la Empresa de Gas Natural E.S.P. S.A., se usa principalmente en el área de la lavandería institucional, las

conexiones se encuentran en la caldera que suministra vapor a la secadora y al rodillo.

### 2.2.3. Suministro de Energía Eléctrica:

Es realizado por CODENSA y es de tipo residencial con Nivel de Tensión I, la alimentación proviene de un transformador que se encuentra ubicado frente al edificio de Fuller Mantenimiento S.A. en una cámara de inspección.



### **2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO FULLER MANTENIMIENTO S.A.**

La iluminación a nivel industrial, como es el caso del edificio de Fuller Mantenimiento S.A. debe ser suministrada de tal manera que permita efectuar las labores visuales propias del recinto con eficiencia, seguridad y comodidad. Para que esto se cumpla, se deben tener las siguientes recomendaciones:

1. Diseño de alumbrado adecuado al tipo de trabajo que se realice.
2. Utilización de las luminarias más eficientes y apropiadas, según las características geométricas del local.
3. Las superficies de techos, pisos y paredes deben tener acabados claros pero no brillantes.
4. Control del brillo en las ventanas o sitios abiertos.
5. Utilización de la luz del día cuando sea posible.
6. Suministrar al personal de mantenimiento instrucciones claras y precisas para la operación y mantenimiento.
7. Ya sea por tradición o por economía, las luminarias se conectan de modo que se apaguen por filas o grupos. Se recomienda que estas se alambren y conecten alternadamente para que puedan apagarse reduciendo el nivel de iluminación pero sin afectar seriamente la uniformidad.

De acuerdo con el RETIE. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados, se tiene la siguiente tabla:



Tabla 26. Niveles recomendados de iluminación

<b>Procesos químicos</b>			
Procesos automáticos	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios.	300	500	750
Industria farmacéutica	300	500	750
Inspección	500	750	1000
Balanceo de colores	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho	300	500	750
<b>Fábricas de confecciones</b>			
Costura	500	750	1000
Inspección	750	1000	1500
Prensado	300	500	750
<b>Industria eléctrica</b>			
Fabricación de cables	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	300	500	750
Ensamble de devanados	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	1000	1500	2000
<b>Industria alimenticia</b>			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Decoración manual. Inspección	300	500	750
<b>Fundición</b>			
Pozos de fundición	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basto de machos	200	300	500
Moldeo fino. elaboración de machos. Inspección	300	500	750
<b>Trabajo en vidrio y cerámica</b>			
Zona de hornos	100	150	200
Recintos de mezcla. moldeo. conformado y estufas	200	300	500
Terminado. esmaltado. envidriado	00	500	750
Pintura y decoración	500	750	1000
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	750	1000	1500
<b>Trabajo en hierro y acero</b>			
Plantas de producción que no requieren intervención manual	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	100	150	250
Puestos de trabajo permanentes en plantas de producción	200	300	500
Plataformas de control e inspección	300	500	750
<b>Industria del cuero</b>			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Prensado. corte. costura y producción de calzado	500	750	1000
Clasificación. adaptación y control de calidad	750	1000	1500
<b>Taller de mecánica y de ajuste</b>			
Trabajo ocasional	150	200	300
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	200	300	500
Maquinado y trabajo de media precisión en banco. máquinas generalmente automáticas	300	500	750
Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas	500	750	1000
finas, inspección y ensayos			
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	1000	1500	2000
<b>Talleres de pintura y casetas de rociado</b>			
Inmersión. rociado basto	200	300	500
Pintura ordinaria. rociado y terminado	300	500	750
Pintura fina, rociado y terminado	500	750	1000
Retoque y balanceo de colores	750	1000	1500
<b>Fábricas de papel</b>			
Elaboración de papel y cartón	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Inspección y clasificación	300	500	750
<b>Trabajos de impresión y encuadernación de libros</b>			
Recintos con máquinas de impresión	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba	500	750	1000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	750	1000	1500
Reproducción del color e impresión	1000	1500	2000

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)



Grabado con acero y cobre	1500	2000	3000
Encuadernación	300	500	750
Decoración y estampado	500	750	1000
<b>Industria textil</b>			
Romolimiento de la paca, cardado, hilado	200	300	500
Giro, embobinamiento, enrollamiento peinado, tintura	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	500	750	1000
Costura, desmoteo, inspección	750	1000	1500
<b>Talleres de madera y fábricas de muebles</b>			
Aserraderos	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	200	300	500
Maquinado de madera	300	500	750
Terminado e inspección final	500	750	1000
<b>Oficinas</b>			
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	300	500	750
Oficinas abiertas	500	750	1000
Oficinas de dibujo	500	750	1000
Salas de conferencia	300	500	750
<b>Hospitales</b>			
<b>Salas</b>			
Iluminación general	50	100	150
Examen	200	300	500
Lectura	150	200	300
Circulación nocturna	3	5	10
<b>Salas de examen</b>			
Iluminación general	300	500	750
Inspección local	750	1000	1500
<b>Terapia intensiva</b>			
Cabecera de la cama	30	50	100
Observación	200	300	500
Estación de enfermería	200	300	500
<b>Salas de operación</b>			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	10000	30000	100000
<b>Salas de autopsia</b>			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	5000	10000	15000
<b>Consultorios</b>			
Iluminación general	300	500	750
Iluminación local	500	750	1000
<b>Farmacia y laboratorios</b>			
Iluminación general	300	400	750
Iluminación local	500	750	1000
<b>Almacenes</b>			
<b>Iluminación general:</b>			
En grandes centros comerciales	500	750	
Ubicadas en cualquier parte	300	500	
Supermercados	500	750	
<b>Colegios</b>			
<b>Salas de clase</b>			
Iluminación general	300	500	750
Tableros para empujar con tizas	300	500	750
Elaboración de planos	500	750	1000
<b>Salas de conferencias</b>			
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Bancos de demostración	500	750	1000
Laboratorios	300	500	750
Salas de arte	300	500	750
Talleres	300	500	750
Salas de asamblea	150	200	300

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)



2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS CONTADAS  
EN EL EDIFICIO DE FULLER

Tabla 27. Perfex

CANT.	Nº TUBOS	( W)	Pérdidas (W)	Total (W)	Total consumido (W)	Tipo de bombilla
12	2	39	20	156	1872	T12
10	2	75	20	170	1700	T12

Fuente: Personal de Mantenimiento de Fuller

Tabla 28. Bodega

CANT.	Nº TUBOS	( W)	Pérdidas (W)	Total (W)	Total consumido (W)	Tipo de bombilla
15	2	39	20	156	2340	T12
2	2	75	20	170	340	T12

Fuente: Personal de Mantenimiento de Fuller

Tabla 29. Piso 1

CANT.	Nº TUBOS	( W)	Pérdidas (W)	Total (W)	Total consumido (W)	Tipo de bombilla
11	2	39	20	156	1716	T12
10	2	75	20	170	1700	T12

Fuente: Personal de Mantenimiento de Fuller





**Tabla 30. Piso 2**

CANT.	Nº TUBOS	( W)	Pérdidas (W)	Total (W)	Total consumido (W)	Tipo de bombilla
59	2	39	20	156	9204	T12
10	2	75	20	170	1700	T12
12	1	60	-	60	720	incandescente
19	1	20	-	20	380	ahorradora

Fuente: Personal de Mantenimiento de Fuller

**Tabla 31. Piso 3**

CANT.	Nº TUBOS	( W)	Pérdidas (W)	Total (W)	Total consumido (W)	Tipo de bombilla
11	2	39	20	156	1716	T12
9	2	75	20	170	1530	T12
10	1	20	-	20	200	Ahorradoras

Fuente: Personal de Mantenimiento de Fuller

**Tabla 32. Piso 4**

CANT.	Nº TUBOS	( W)	Pérdidas (W)	Total (W)	Total consumido (W)	Tipo de bombilla
18	2	39	20	156	2808	T12
5	2	75	20	170	850	T12
14	1	20	-	20	280	Ahorradoras
7	1	60	-	60	420	incandescente

Fuente: Personal de Mantenimiento de Fuller



### 2.3.2. NIVEL DE LUXES TOMADOS EN EL EDIFICIO DE FULLER

Esta toma de datos se hizo con un Luxómetro de propiedad de la empresa Schreder, que se encontraba calibrado al momento de la medida, se estableció un método de 9 puntos para hallar la iluminancia promedio y la uniformidad de cada área específica.

**Tabla 33. Sala de espera:**

	Nivel medido	Nivel recomendado
Nivel (luxes)	132,8	300
Uniformidad (%)	35,2	≥40

**Tabla 34. Oficina tipo A:**

	Nivel medido	Nivel recomendado
Nivel (luxes)	132,8	300 a 500
Uniformidad (%)	35,2	≥40

**Tabla 35. Oficina tipo B:**

	Nivel medido	Nivel recomendado
Nivel (luxes)	132,8	300 a 500
Uniformidad (%)	35,2	≥40



**Tabla 36. Sala de conferencias:**

	Nivel medido	Nivel recomendado
Nivel (luxes)	132,8	300 a 500
Uniformidad (%)	35,2	≥40

**Tabla 37. Almacén:**

	Nivel medido	Nivel recomendado
Nivel (luxes)	132,8	500
Uniformidad (%)	35,2	≥40

Se encontró que no existe un diseño determinado para la iluminación en ninguna de las áreas del edificio por lo tanto los niveles de iluminación analizados no son los apropiados para las actividades que se realizan.

#### **2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS MOTORES DEL EDIFICIO FULLER MANTENIMIENTO S.A.**

El motor eléctrico tiene infinidad de aplicaciones; como por ejemplo, el motor de una lavadora, mezcladoras, el motor de un ventilador, etc. También existen motores Trifásicos, de corriente continua y de alterna, los vistos y analizados en la empresa Fuller mantenimiento son motores de corriente alterna.

Supongamos tres grupos de bobinas conectadas en triángulo, formando entre sí ángulos iguales. Cada grupo de bobinas se conecta a una fase de la Corriente Alterna.



Como sabemos las corrientes trifásicas tienen distinta intensidad en cada fase y en cada momento que las consideramos, luego el valor del campo magnético generado por una fase dependerá de la intensidad en esta fase en el instante dado. De otra parte, al estar las intensidades desfasadas entre sí 120 grados eléctricos en los tres devanados, los valores de los campos magnéticos generados también estarán desfasadas 120 grados.

Estos tres campos magnéticos existentes en cualquier instante, se combinarán para producir un campo magnético resultante, que va girando a medida que varía la intensidad de la corriente de las tres fases.

La fuerza electromotriz es; magnitud física que se manifiesta por la diferencia de potencial que origina entre los extremos de un circuito abierto o por la corriente que produce en un circuito cerrado. El dispositivo más familiar poseedor de fuerza electromotriz (f.e.m.) es la pila seca usada para alimentar linternas eléctricas. Consiste esencialmente en placas de cinc y carbón sumergidas en cloruro amónico. Al disponerlas así, se originan diferencias de potencial de valores definidos entre las placas y el cloruro amónico. La diferencia de potencial neta entre ambas placas es la f.e.m., que es independiente del tamaño de las mismas.

Hidráulica. La producida por la diferencia de nivel en una conducción de agua. La potencia generada en la caída del agua es matemáticamente igual al peso del agua multiplicado por la altura de la caída. Suele expresarse en términos de potencia instalada.

Hidroeléctrica. La que puede producir la electricidad generada en centrales cuyas turbinas son alimentadas por saltos de agua.

Magnetomotriz. Causa productora de los campos magnéticos creados por las corrientes eléctricas. Se mide en gilbertios o amperio vuelta.



Los motores de la planta son cada uno de 1HP los cuales tiene un tiempo de funcionamiento de 7 años y estos tiene una vida útil promedio de 25 años por tal razón no se ha recomendado ningún cambio solo se aconseja realizar mantenimiento preventivo cada 6 meses, los motores de las lavadores encuentran en las mismas condiciones de trabajo y de utilización.

Según lo observado en la inspección de los motores están dimensionados para trabajar con una tensión nominal de 220v y la alimentación del edificio es de 208v lo cual no influye directamente en el funcionamiento de los equipos ya que solo afecta su velocidad, los motores se utilizan poco y con una frecuencia de operación de una o 2 veces al mes, Fuller mantenimiento no quiere hacer un cambio en los motores por lo cual las recomendaciones que se aconsejan son mínimas entre una de ellas realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses, como se ha venido haciendo hasta el momento.



### **3. ANALISIS DE LA CALIDAD DE POTENCIA EN EL EDIFICIO DE FULLER MANTENIMIENTO S.A**

Definición según IEEE 1159 de 1995 :

Se refiere a una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente eléctricas, en un tiempo dado y en una ubicación dada en el sistema de potencia.

Existen varios parámetros que caracterizan la calidad de la potencia como son:

1. Frecuencia : 60 ciclos por segundo.
2. Amplitud : según norma para cada aplicación.
3. Forma de Onda : sinusoidal pura.
4. Continuidad : energía disponible siempre.
5. Desbalance o Asimetría : alimentación eléctrica balanceada ( trifásicos ).

Fenómenos relacionados con la calidad de la potencia eléctrica :

1. Transitorios
2. Variaciones de corta duración
3. Variaciones de larga duración
4. Desbalances de tensión
5. Distorsión en la forma de onda
6. Fluctuaciones de tensión
7. Variaciones en la frecuencia



### CLASIFICACIÓN DE LAS PERTURBACIONES (IEEE 1159)

Tabla 38. Clasificación de las perturbaciones (IEEE1159)

CATEGORIAS	ESPECTRO TÍPICO	DURACIÓN TÍPICA	MAGNITUD DE TENSIÓN
<b>1. TRANSITORIOS</b>			
1.1. IMPULSOS	5ns - 0.1 ms	<50 ns - > 1ms	
1.2. OSCILACIONES			
1.2.1. FRECUENCIA BAJA	< 5 Khz.		0-4 pu
1.2.2. FRECUENCIA MEDIA	5-500 kHz		0-8 pu
1.2.3. FRECUENCIA ALTA	0.5 - 5 MHz		0-4 pu
<b>2. VARIACIONES DE CORTA DURACIÓN</b>			
<b>2.1. INSTANTÁNEAS</b>			
2.1.1. DEPRESIONES (SAGS)		0.5 - 30 ciclos	0.1-0.9 pu
2.1.2. ELEVACIONES (SWELLS)		0.5 - 30 ciclos	1.1 - 1.8 pu
<b>2.2. MOMENTÁNEAS</b>			
2.2.1. INTERRUPCIONES		0.5 ciclos - 3 s	<0.1 pu
2.2.2. DEPRESIONES		30 ciclos - 3s	0.1-0.9 pu
2.2.3. ELEVACIONES		30 ciclos - 3s	1.1-1.4 pu
<b>2.3. TEMPORALES</b>			
2.3.1. INTERRUPCIONES		3s - 1 min <	0.1 pu
2.3.2. DEPRESIONES		3s - 1 min	0.1-0.9 pu
2.3.3. ELEVACIONES		3s - 1 min	1.1-1.2 pu
<b>3. VARIACIONES DE LARGA DURACIÓN</b>			
3.1. INTERRUPCIONES		> 1 min	0.0 pu
3.2. SUBTENSIONES		> 1 min	0.8-0.9 pu
3.3. SOBRETENSIONES		> 1 min	1.1-1.2 pu



CATEGORÍAS	ESPECTRO TÍPICO	DURACIÓN TÍPICA	MAGNITUD DE TENSIÓN
<b>4. DESBALANCES DE TENSIÓN</b>			
<b>5. DEFORMACIONES DE LA FORMA DE ONDA</b>			
5.1. DC OFFSET		Estado estable	0-0.1%
5.2. ARMÓNICOS	0-100° Armónico	Estado estable	0-20%
5.3. INTERARMONICOS	0-6 kHz	Estado estable	0-2%
5.4. RUIDO	Ancho de Banda	Estado estable	0-1%
<b>6. FLUCTUACIONES DE TENSION</b>	< 25 Hz	Intermitentes	0.1-7%
<b>7. FLUCTUACIONES DE FRECUENCIA</b>		>10 s	

Fuente: Norma IEEE 1159

➤ RUIDOS ELÉCTRICOS:

CLASES:

- ♦ De la red.
- ♦ Intrínseco en los dispositivos y equipos
- ♦ Por interferencias

➤ TIPOS DE RUIDOS :

- ♦ Por impedancia común
- ♦ Por acople capacitivo
- ♦ Por acople magnético
- ♦ Por transitorios en las líneas de transmisión
- ♦ Por cables móviles
- ♦ Por AM. FM.

♦ ARMÓNICOS :

Es el término común utilizado para describir el resultado de cargas no lineales las cuales requieren corrientes no-senoidales para operar, es un efecto en la forma de onda de Tensión de Alimentación, así como del tipo de carga conectada.





♦ **DISTORSIÓN ARMÓNICA :**

Distorsión armónica es la relación entre las componentes no lineales comparadas con la componente fundamental lineal a 60 Hz. La distorsión Armónica Total (THD) es la desviación total de la fundamental a 60 Hz.

♦ **Orden del armónico :**

Los armónicos se clasifican por su orden, frecuencia y secuencia. El orden del armónico es el número entero de veces que la frecuencia de ese armónico es mayor que la de la componente fundamental. Por ejemplo, el armónico de orden 5 es aquel cuya frecuencia es 5 veces superior a la de la componente fundamental o, lo que es lo mismo, si la fundamental es de 60 Hz, el armónico de orden 5 tendría una frecuencia de 300 Hz. En una situación ideal donde sólo existiera señal de frecuencia 60 Hz, sólo existiría el armónico de orden 1 o armónico fundamental.

Existen dos tipos de armónicos, los impares y los pares. Los armónicos impares son los que se encuentran en las instalaciones eléctricas, industriales y edificios comerciales. Los armónicos de orden par sólo existen cuando hay asimetría en la señal debida a la componente continua.

La secuencia puede ser positiva, negativa o neutra. Si tomamos como ejemplo un motor asíncrono trifásico de 4 hilos, entonces, los armónicos de secuencia positiva tienden a hacer girar al motor en el mismo sentido que la componente fundamental. Como consecuencia provocan una sobrecorriente en el motor que hace que se caliente y por lo tanto reduce su vida útil de funcionamiento y puede poner en peligro el aislamiento de los devanados del motor con el consiguiente riesgo de avería. Provocan en general calentamientos en cables, motores, transformadores, etc. Los armónicos de secuencia negativa hacen girar al motor en sentido contrario al de la componente fundamental, y por lo tanto frenan el motor y por ello también provocan calentamientos.

Los armónicos de secuencia neutra, 0, o también llamados homopolares, no tienen efectos sobre el giro del motor, pero se suman en el hilo de neutro. Ello



supone que por el conductor de neutro puede circular 3 veces más corriente del tercer armónico que por cualquiera de los conductores de fase. Provocan calentamientos de los conductores, deterioro de la maquinaria y destrucción de los bancos de condensadores.

♦ **Tasa de distorsión armónica (THD).**

El THD (**Total Harmonic Distortion**), o tasa de distorsión armónica, se definió como consecuencia de la necesidad de poder cuantificar numéricamente los armónicos existentes en un determinado punto de medida. Para el cálculo del THD se utiliza:

**3.1. LIMITACION DE DISTORSIONES ARMONICAS SEGÚN NORMA IEEE 519**

3.1.1. LÍMITES DE DISTORSIÓN DE CORRIENTE:

Idealmente, la distorsión armónica causada por un usuario es limitada para un nivel aceptable en cualquier punto del sistema, y el sistema entero sería operado sin fuertes distorsiones armónicas en cualquier parte del mismo.

Los límites de distorsión armónica establecidos en esta norma son para establecer la máxima distorsión de corriente permisible para un usuario, estas recomendaciones son relacionadas con el siguiente índice:

**THDI:** Distorsión de la demanda total en corriente. Es la distorsión de corriente armónica en % de la demanda máxima de la corriente de carga (15 ó 30 min de demanda).

Donde **THDI** esta dado por: ( ec. 2.1.)

$$THDI = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$

Los límites dados en las tablas son usados como valores de diseño del sistema para casos extremos de operaciones normal, (condiciones de duración no



mayores de una hora). Para períodos cortos, durante condiciones de arranque o condiciones inusuales, los límites pueden ser excedidos por un 50%.

Estas tablas pueden ser aplicadas para rectificadores de seis puntos y situaciones de distorsión general.

La tabla lista los límites de corriente armónica basadas sobre el tamaño de la carga con respecto al tamaño de los sistemas de potencia para el cual la carga es conectada. Es recomendado que la corriente de carga (Ic) sea calculada como el promedio de la corriente de demanda máxima de 12 meses anteriores.

**Tabla 39. Límites de distorsión de corriente para sistemas distribución generales**

MÁXIMA DISTORSION DE CORRIENTE ARMONICA EN PORCENTAJE DE LA CORRIENTE DE CARGA						
ARMONICOS DE ORDEN INDIVIDUAL ( IMPARES )						
I <sub>cc</sub> <sup>4</sup> /I <sub>c</sub>	<11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD I (%)
<20	4.00	2.00	1.50	0.60	0.30	5
20 < 50	7.00	3.50	2.50	1.00	0.50	8
50 < 100	10.00	4.50	4.00	1.50	0.70	12
100 < 1000	12.00	5.50	5.00	2.00	1.00	15
>1000	15.00	7.00	6.00	2.50	1.40	20

<sup>4</sup> I<sub>cc</sub> = máxima corriente de corto circuito en el Pcc

**Tabla 40. Límites de distorsión de corriente para sistemas de subtransmisión (69,001 v hasta 161,000 v)**

MAXIMA DISTORSION DE CORRIENTE ARMONICA EN PORCENTAJE DE LA CORRIENTE DE CARGA						
ARMONICOS DE ORDEN INDIVIDUAL ( IMPARES )						
l <sub>c</sub> /l <sub>c</sub>	<11	11≤h<17	17≤H<23	23≤h<35	35≤h	THD l(%)
<20	2.00	1.00	0.75	0.30	0.15	2.50
20<50	3.50	1.75	1.25	0.50	0.25	4.00
50<100	5.00	2.50	2.00	0.75	0.35	6.00
100<1000	6.00	2.75	2.50	1.00	0.50	7.50
>1000	7.500	3.50	3.00	1.25	0.70	10.0

**Tabla 41. Límites de distorsión de corriente para sistemas transmisión generales (>160 kv) de generación y cogeneración dispersa**

MAXIMA DISTORSION DE CORRIENTE ARMONICA EN PORCENTAJE DE LA CORRIENTE DE CARGA						
ARMONICOS DE ORDEN INDIVIDUAL ( IMPARES )						
l <sub>c</sub> /l <sub>c</sub>	<11	11≤h<17	17≤H<23	23≤h<35	35≤h	THD l(%)
<50	2.00	1.00	0.75	0.30	0.15	2.50
>50	3.00	1.50	1.15	0.45	0.22	3.75

### 3.1.2. LÍMITES DE DISTORSIÓN DE TENSIÓN

Los límites de distorsión de tensión recomendados en la tabla 42, son relacionados con la siguiente ecuación:



**THD V:** Distorsión de tensión armónico total en porcentaje del tensión de frecuencia fundamental nominal.

El **THD V:** está dado por: ( ec. 2.2 )

$$THDV = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V^2_n}}{V_1}$$

ó ( ec. 2.1.1 )

$$THDV_{prom\%} = \frac{THDV1 + THDV2 + THDV3}{n}$$

Los límites listados en la tabla 42 son usados como valores dados del sistema para “casos extremos” de operación normal (condiciones perdurablemente grandes, como de una hora). Para períodos cortos, durante condiciones inusuales o arranque de motores, los límites pueden ser excedidos en un 50%.

**Tabla 42. Límites de distorsión de tensión**

TENSIÓN DEL BUS EN EL PUNTO DE ACOPLAMIENTO COMÚN (PCC) <sup>5</sup>	PORCENTAJE DE DISTORSIÓN ARMÓNICA INDIVIDUAL DE TENSIÓN	PORCENTAJE DE DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL DE TENSIÓN (THD V)
69 kV y menores	3.0	5.0
69.001 Hasta 161 kV	1.5	2.5
161.001 y mayores	1.0	1.5

TDD promedio: ( ec. 2.3 )

<sup>5</sup> Pcc = punto de conexión común, punto de interfase entre el consumidor y el operador

$$TDD_{prom\%} = THDI_{prom} * \frac{I_{prom}}{I_{máxprom}}$$



Donde:

*THD I*: distorsión de corriente en cada una de las líneas.

*I<sub>prom</sub>*: Corriente promedio de cada dato

*I<sub>max prom</sub>*: corriente máxima promedio registrada en toda la muestra.

### 3.2. ANÁLISIS DE DATOS TOMADOS POR EL ANALIZADOR DE RED EN EL EDIFICIO DE FULLER

Los datos obtenidos por el analizador de red AEMC<sup>6</sup> fueron tomados durante 5 días, cada 10 minutos para cada circuito.

Para el análisis de los resultados del analizador de red AEMC en cuanto a los armónicos se refiere se tendrá como referencia la norma IEEE 519<sup>7</sup>, para los resultados de la tensión se tendrá en cuenta la norma NTC 1340<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup>analizador de red AEMC 119790BLDV Universidad de la Salle

<sup>7</sup>IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) recommended Practices and Requirements for Harmonics Control and Electrical power systems, IEEE 519-1992.

<sup>8</sup>Icontec, normatécnica Colombiana, NTC 1340 (primera actualización).



### 3.2.1 BARRAJE GENERAL DEL EDIFICIO:

**Tabla 43. Análisis estadístico edificio**

VARIABLE	UNIDAD	MEDIANA	DESVIACION	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
I L1	A	30,6	31,0	16,9	117,7	52,3
I L2	A	32,3	19,7	10,2	87	42,6
I L3	A	25	12,6	11,9	69,8	31,2
V L1	V	118,3	3,2	78,7	124,8	118,3
V L2	V	119,4	2,7	80	125,6	119,7
V L3	V	121,1	2,4	81,4	126,2	121,2
P L1	W	0,899	3620,1	1747,5	13132,1	5567,7
P L2	W	3461,71372	2319,2	125,1	9675,6	4773,5
P L3	W	2010,4212	1620,3	862,7	7536,	2978,6
FP L1		0,868	0,09	0,654	0,97	0,86
FP L2		0,932	0,04	0,622	0,98	0,92
FP L3		0,8115	0,1	0,6	0,93	0,77
I THD L1	%	18,5	3,7	8,2	35,7	18,8
I THD L2	%	23,2	6,3	8,3	50,2	23,2
I THD L3	%	17,8	4,5	10,4	52,7	18,6
V THD L1	%	4,4	0,5	2,7	5,4	4,1
V THD L2	%	4,2	0,6	2,5	5,1	3,9
V THD L3	%	4	0,5	2,7	5,4	3,9
FRECUENCIA	HZ	59,99	0,8	40,9	60,03	59,9

#### ✦ TENSIÓN:

Teniendo en cuenta que el tensión de entrada del edificio es de 120/208/11.4 V con nivel de tensión I, se obtuvo un valor por línea promedio de 117.8 L1, 119.8 L2 y 120.7 L3, estos valores son admisibles según la norma NTC 1340 la cual tiene un valor máximo para el tensión de 127V y uno mínimo de 108 V.

#### ✦ ARMÓNICOS:

TENSIÓN DE ARMÓNICOS:

De acuerdo con la norma IEEE 519 el tensión de armónicos THDV (Total Harmonic Distorsión) se encuentra dentro del rango que esta norma admite, que es de un 5% máximo, teniendo un valor promedio de 4% medido en las tres líneas.



- CORRIENTE ARMONICA:

Tomando como referencia la norma IEEE 519 la corriente de armónicos admisible es de un 12%, de acuerdo a esto la corriente de armónicos tomada en el edificio cumple la norma con un 9.2% según los cálculos realizados.

✱ **FACTOR DE POTENCIA:**

El factor de potencia que se obtuvo de las mediciones fue en promedio de 0.8 en las tres líneas con un máximo de 0.9 en la línea 2 y un mínimo de 0.6 en la línea 3.

### 3.2.2 ÁREA DE OFICINAS ( SEGUNDO PISO):

**Tabla 44. Análisis estadístico de los parámetros del área de oficinas**

VARIABLE	UNDAD	MEDIANA	DESVIACION	MNIMO	MAXIMO	PROMEDIO
I L1	A	34,5	5,3	13,1	40,6	33
I L2	A	14,2	0,91	12,1	16,7	14,1
I L3	A	4,6	1,4	12,3	19	16,7
V L1	V	118,4	2,1	115,4	124,2	118,9
V L2	V	118,5	2,2	115,6	124,6	119,1
V L3	V	120	1,8	117,4	125,4	120,4
P L1	W	1612,8	2086,7	121,4	7119	2831
P L2	W	1233,2	138,1	780,2	1516,8	1209,6
P L3	W	1167	622,7	9,1	1760,3	936,2
FP L1		0,89	0,03	0,65	0,9	0,8
FP L2		0,75	0,01	0,68	0,7	0,7
FP L3		0,74	0,03	0,60	0,7	0,7
I THD L1	%	0	29,7	0	93,4	27,9
I THD L2	%	0	38,5	0	87,7	36,4
I THD L3	%	43,3	32,1	0	86,5	42,7
V THD L1	%	3,9	0,6	2,2	5,2	3,6
V THD L2	%	3,8	0,6	2	5,2	3,6
V THD L3	%	3,9	0,6	2,2	5,5	3,7
FRECUENCIA	HZ	59,9	0,01	59,9	60	59,9





### ✖ TENSIÓN:

El tensión máximo medido fue de 120V en la línea 3 y el mínimo de 118V en la línea 1, con un promedio de 119V, estos valores son admisibles de acuerdo a la norma NTC 1340.

### ✖ ARMÓNICOS:

#### *TENSIÓN DE ARMÓNICOS:*

El tensión de armónicos en este circuito se encuentra dentro del rango admitido por la norma ya antes nombrada que es de un 5% y en la toma de datos se encontró un 3.6% en promedio de las tres líneas.

#### *CORRIENTE ARMÓNICA:*

Al comparar los datos tomados con el analizador de red para esta variable con la norma IEEE 519, encontramos que este valor no cumple con los rangos admitidos por esta que son de un 15%, de acuerdo a los cálculos que veremos mas adelante, se sobrepasa en un 13.8%.

### ✖ FACTOR DE POTENCIA :

De acuerdo con los datos tomados encontramos un F.P de 0.73 en promedio, con un valor máximo en la línea 1 de 0.9 y un mínimo de 0.7 en la línea 3, este valor se considera bajo por lo que se hará un estudio de las posibilidades de mejorarlo.



### 3.2.3. EQUIPOS:

**Tabla 45. Análisis estadístico equipos**

VARIABLE	UNIDAD	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
IL1	A	19.5	4	11.6	40.2	20.2
IL2	A	12.8	3.1	11	28.7	13.8
IL3	A	17	3	11.1	32.6	17.2
VL1	V	119.2	2	116	124.4	119.2
VL2	V	119.6	2.1	116.1	124.8	119.7
VL3	V	120.7	1.8	117.9	125.7	120.9
PL1	W	1925.7	437.6	649.1	4674.6	2004
PL2	W	548.3	423.5	0.9	2678.1	615
PL3	W	1166.4	380.6	36	2900.4	1224.3
FPL1		0.8	0.05	0.7	0.9	0.8
FPL2		0.6	0.05	0.6	0.8	0.6
FPL3		0.6	0.05	0.6	0.8	0.6
I THD L1	%	11.9	2.1	5.3	19.1	12.2
I THD L2	%	9.1	4.2	2	15.7	8.6
I THD L3	%	8.9	2	2.5	15.1	8.5
V THD L1	%	3.8	0.5	2.3	5.3	3.7
V THD L2	%	3.7	0.5	2.1	5.1	3.6
V THD L3	%	3.8	0.5	2.3	5.5	3.8
HZ	HZ	59.99	0.01	59.9	60	59.9

Estos son los que se encuentran en el área de producción, que son las 7 mezcladoras descritas en la tabla 8 y los equipos en el área de la lavandería institucional descritos en las tablas 13 - 17. La potencia total instalada de estos equipos es 9.2 kW, con un tensión de red de 208V.

### ✦ ARMÓNICOS:

#### TENSIÓN DE ARMÓNICOS:

Los datos obtenidos en esta área para el tensión de armónicos se encuentran dentro de los valores admitidos por la norma IEEE 519, con un mínimo de 3.7 % en la línea 2 y un máximo de 3.9% en la línea 3.

**CORRIENTE DE ARMÓNICOS:**

Tomando como referencia la norma , la cual nos dice que el 5% es el valor admitido para la corriente de armónicos, en esta área donde se encuentran los equipos la corriente de armónicos se encuentra en un 4.9%.

**✘ POTENCIA:**

Los valores tomados por el analizador de red muestran un valor máximo de potencia de 1.9 kW que corresponde a un 13.04% del valor total de la potencia instalada en el edificio en cuanto a los equipos se refiere; esto nos indica que se tiene un 86.9% de reserva de potencia en general para los motores y las lavadoras, el valor mínimo tomado fue de 0.6kW.

**✘ FACTOR DE POTENCIA:**

De acuerdo con los datos tomados encontramos un F.P de 0.5 en promedio, con un valor máximo en la línea 1 de 0.8 y un mínimo de 0.3 en la línea 2.



## 4. CALCULOS PARA LA DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL EDIFICIO DE FULLER

### 4.1. EQUIPOS:

#### CALCULO CORRIENTE ARMÓNICA

Aplicando la ecuación 2.3:

$$TDD_{prom} = 9.8 * \frac{17}{33.8} = 4.9\%$$

#### CALCULO TENSIÓN ARMÓNICO

Aplicando la ecuación 2.1.1. :

$$THDV_{prom}\% = \frac{3.8 + 3.7 + 3.9}{3} = 3.8\%$$

### 4.2. BARRAJE GENERAL DEL EDIFICIO :

#### CALCULO CORRIENTE ARMÓNICA

Aplicando la ecuación 2.3:

$$TDD_{prom} = 20.2 * \frac{42.03}{91.5} = 9.2\%$$

#### CALCULO TENSIÓN ARMÓNICO

Aplicando la ecuación 2.1.1. :

$$THDV_{prom}\% = \frac{4.1 + 3.9 + 3.9}{3} = 3.9\%$$

**4.3. ÁREA DE OFICINAS( SEGUNDO PISO ) :****CALCULO CORRIENTE ARMÓNICA**

Aplicando la ecuación 2.3:

$$TDD_{prom} = 35 * \frac{21.4}{26} = 28.8\%$$

**CALCULO TENSIÓN ARMÓNICO**

Aplicando la ecuación 2.1.1. :

$$THDV_{prom}\% = \frac{3.6+3.6+3.7}{3} = 3.6\%$$

**Tabla 46. Resumen en datos calculados de la distorsión armónica**

AREAS ANALIZADAS	THDI prom %	I prom ( A )	I máx. prom ( A )	TDDI prom %	THDV prom %
EQUIPOS	9.8	17	33.8	4.9	3,8
BARRAJE DEL EDIFICIO	20.2	42.03	91.5	9.2	3,9
AREA DE OFICINAS( SEGUNDO PISO)	35,6	21.03	26	28.7	3,6

**Tabla 47. Comparación con la Norma IEEE 519**

AREAS ANALIZADAS	NORMA IEEE 519 *	
	TDDI PROM %	THDV %
EQUIPOS	SI CUMPLE	SI CUMPLE
BARRAJE DEL EDIFICIO	SI CUMPLE	SI CUMPLE
AREA DE OFICINAS ( SEGUNDO PISO )	NO CUMPLE	SI CUMPLE



## 5. RECOMENDACIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

A continuación se darán las recomendaciones para las áreas analizadas del edificio que no cumplen con la norma IEEE 519:

### 5.1 Área de oficinas (Segundo piso):

#### 5.1.1. TDDI (Total Demand Distortion) :

En la toma de datos se hizo una para el área donde se encuentran la parte administrativa del edificio, por lo que allí se encuentra la mayor parte de los computadores, en esta toma de datos la corriente armónica no cumple con la norma IEEE 519 tal como se ve en la tabla 38.

En este caso se presenta una corriente armónica de 28.7% de acuerdo a los cálculos realizados que sobrepasa la admitida por la norma que es del 15%, esto es un 13.7% por encima de este valor.

Estas corrientes pueden presentarse debido a la presencia de luminarias fluorescentes y a la alta concentración de computadores, ya que en las instalaciones de oficinas donde se juntan una gran cantidad de computadores personales, impresoras, etc., cargas con un alto contenido armónico, lo cual afecta a todos los usuarios.

Existen varias recomendaciones que se podrían aplicar para la corrección de corrientes armónicas altas, teniendo en cuenta el tipo de instalación eléctrica, el nivel de tensión, la potencia del transformador que alimenta la red, etc. De acuerdo a esto se podría solicitar un cambio de nivel de tensión, ya que el existente es nivel I, el cambio del transformador por uno de mayor potencia ya que esta instalación es de tipo residencial, colocar filtros para eliminar los armónicos más problemáticos, también se puede recomendar la tecnología del cambio de fases.



Son muchas las opciones que se tienen para solucionar problemas de corrientes armónicas altas, en este caso no se recomendará la instalación de filtros ya que para esto se requiere identificar los armónicos individuales, lo cual no se tuvo en cuenta en este estudio, pero también se incluye como recomendación realizar un estudio detallado de los armónicos individuales. Otra recomendación para mejorar esta corriente armónica es la instalación de una inductancia en serie; Como su nombre lo indica, se intercalan en serie arriba de la carga (entre la fuente y la carga) a la que se quiere reducir la tasa de distorsión armónica de corriente. Esta inductancia serie atenuará de forma relativamente importante la reinyección de armónicos de los equipos generadores de corrientes deformantes.

Esta solución se recomienda ya que el número de equipos instalados es considerable teniendo en cuenta que la instalación eléctrica del edificio no está diseñada para una industria, sino para un área residencial por lo que este puede ser un punto de problemas.

La atenuación serie es una solución para este caso ya que como se verá mas adelante se recomendará la instalación de un banco de condensadores; así esta inductancia en serie servirá para proteger este banco, que se utilizará en la compensación de la energía reactiva, cuya impedancia disminuye de manera importante como consecuencia de los armónicos, ya que éstos circulan por el punto donde menor resistencia encuentran y acaban pasando por el interior de los condensadores, pudiendo llegar a destruirlos.

### **5.1.2 Factor de Potencia**

Otro de los problemas que se encontró durante la toma de datos en las diferentes áreas del edificio fue un factor de potencia muy bajo. Los promedios más bajos fueron encontrados en el área de oficinas (segundo piso) con un valor de 0.7. Esto indica que el edificio debería tener una mayor capacidad de



corriente instalada, para proporcionar la mayor cantidad de corriente que se requiere para la operación con factores de potencia más bajos.

Para este caso se recomienda la instalación de un banco de condensadores para la elevación del factor de potencia en estas áreas.

A continuación se realizarán los cálculos correspondientes para hallar la capacidad del banco de condensadores que se debe instalar en esta.

### 5.1.2.1. CALCULO DEL BANCO DE CONDENSADORES:

Con una potencia activa de 1659W, un tensión de 208V y un Factor de Potencia de 0.73 , se desea elevar el FP a 0.95 <sup>\*</sup>:

El ángulo  $\cos^{-1}(0.73)$ , o sea,  $43.11^\circ$ . Así:

$$S_1 = \frac{1659 \angle 43.11^\circ}{0.73} = 1659 + j1550VA$$

Para lograr un factor de potencia de 0.95, la potencia compleja total debe ser:

$$S = \frac{1659}{0.95} \angle 18.19^\circ = 1659 + j545.1VA$$

La potencia compleja absorbida por la carga correctiva es

$$S_2 = -j1005VA^9$$

De acuerdo a este resultado se recomienda realizar la instalación de un Banco de Condensadores de **1kVAR** en paralelo entre la fuente y la carga ya que el tensión no debe variar.

---

<sup>9</sup>R; Hayt H. William y Kemerly E. Jack. Análisis de circuitos en Ingeniería





## 5.2. Equipos :

### 5.2.1. Factor de Potencia:

Se encontró un F.P bajo por lo que se hará el cálculo para determinar el valor del Banco de Condensadores para corregir este F.P que es de 0.7.

#### 5.2.1.1. Banco de Condensadores :

Con una potencia activa de 1281.18W, un tensión de 208V y un Factor de Potencia de 0.7, se desea elevar el FP a 0.95:

El ángulo  $\cos^{-1}(0.7)$ , o sea,  $45.5^\circ$ . Así:

$$S_1 = \frac{1281.18 \angle 45.5^\circ}{0.7} = 1281.18 + j1305.4VA$$

Para lograr un factor de potencia de 0.95, la potencia compleja total debe ser:

$$S = \frac{1281.18}{0.95} \angle 18.19^\circ = 1281.18 + j420.9VA$$

La potencia compleja absorbida por la carga correctiva es

$$S_2 = -j884.1VA^9$$

De acuerdo a este resultado se recomienda la instalación de un Banco de Condensadores de **0.8k VAR** en paralelo entre la fuente y la carga ya que el tensión no debe variar.

<sup>9</sup>la suma de la potencia real + la potencia reactiva es la potencia compleja; la parte imaginaria de la potencia compleja recibe el nombre de potencia reactiva



## 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

El objetivo de un análisis energético orientado en función de los usos finales de la energía es desarrollar una estrategia de abastecimiento energético al menor costo. El ahorro de energía se puede hacer mediante acciones de inversión de dinero o de cambios de hábitos de consumo.

Una inversión energética supone un gasto de capital actual, para ahorrar en costos de operación en el futuro.

La tasa de descuento permite comparar cuantitativamente gastos y ahorros que ocurren en fechas diferentes.

### PERIODO DE RECUPERACIÓN SIMPLE (PRS)

Este método es el más simple y el más utilizado cuando la inversión se recupera en periodos muy cortos de tiempo, el PRS no tiene en cuenta ni la vida útil del equipo ni el valor del dinero en el tiempo; y se calcula de la siguiente forma:

$$PRS = \Delta I / PE(E_{est} - E_{efe})$$

PE = Precio unitario de energía

$E_{est}$  = Consumo de energía anual del equipo estándar

$E_{efe}$  = Consumo de energía anual del equipo eficiente

$\Delta I$  = diferencia entre el costo de capital de la operación eficiente y estándar.



### TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno es la tasa de interés a la cual el valor presente de los ingresos es igual al valor presente de los egresos.

Es la tasa de interés generada por el capital que permanece invertido en el proyecto y puede considerarse como la tasa que origina un valor presente neto igual a cero, en cuyo caso representa la tasa que iguala los valores presentes de los flujos netos de ingresos y egresos. La TIR es una característica propia del proyecto, totalmente independiente de la situación del inversionista es decir de su tasa de interés de oportunidad.

$$I_{est} + PE * E_{EST} * \sum_l^n [1/(1+i)^n] = I_{efie} + PE * E_{efie} * \sum_l^n [1/(1+i)^n]$$

$I_{est}$  = Inversión en equipos estándar

$I_{efie}$  = Inversión en equipos eficientes

### Valor presente neto (VPN)

Es el valor presente de los ingresos menos el valor presente de los egresos calculado a una tasa de oportunidad seleccionada.

El valor presente neto de un proyecto de inversión no otra cosa que su valor medido en dinero de hoy o en otras palabras es el equivalente en pesos actuales de todos los ingresos y egresos, presentes y futuros que constituye el proyecto.

Para tomar la decisión de emprender el proyecto con base en los resultados del VPN, es proceder a coger los lineamientos siguientes:



Si  $i$  es la tasa de interés utilizada en el cálculo de VPN.

FN: flujo neto calculado en cada uno de los periodos del horizonte de planeamiento del proyecto.

VPFN: valor presente en cada uno de los flujos netos en su calculo se aplica la formula de las matemática financieras que resuelven el problema dado un valor futuro  $S$ , compute el valor presente actual ( $P$ ), teniendo en cuenta una tasa de interés  $i$  y un periodo  $n$  [ $P = S / (1 + i)^n$ ]

$i$  = tasa de interés de oportunidad o rendimiento mínimo esperado.

VPN = valor presente de los ingresos – valores presentes de los egresos.

$$VPN = \sum_{j=2}^{k:n} VPFN - (FN_0 + VPFN_1)$$

VPN > 0. Indica que el rendimiento de los dineros invertidos en el proyecto es mayor que la tasa de interés  $i$ ; proyecto atractivo.

VPN = 0. Indica que el rendimiento de los dineros invertidos en el proyecto es igual que la tasa de interés; proyecto indiferente.

VPN < 0. Indica que el rendimiento de los dineros invertidos en el proyecto es menor que la tasa de interés; proyecto inconveniente.

La vida útil de es medida por el valor presente de todos los costos: costo inicial de capital, costos de operación, y costos de mantenimiento; asociados a toda su vida útil.



## 6.1 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

✖ Estado actual: la iluminación está dada por luminarias equipadas con tubos fluorescentes T12, que presentan un deterioro notable por falta de mantenimiento y el cambio de los tubos fundidos, otro aspecto la falta de un diseño apropiado para cada área.

✖ Propuesta: Para mejorar estos niveles de iluminación y hacer una reducción en el consumo de energía se propone cambiar la iluminación a luminarias equipadas con tubos fluorescentes T8, esto también incluye cambiar las bombillas incandescentes a bombillas ahorradoras. La inversión total tiene incluida la adecuación de las instalaciones.

El precio de cada luminaria es de \$137.866 incluidos tubos T8 marca Philips, para el proyecto serán necesarias 100 luminarias las cuales tendrán un precio total de \$13.786.600 pesos.

Se recomienda cambiar las 19 bombillas incandescentes ubicadas en los baños y algunos corredores por bombillas ahorradoras de 20W cada una con un precio de \$ 16500 pesos para un total de \$ 313.500 pesos

Adecuación de instalaciones \$ 3.000.000 pesos

Total de la inversión: \$17.100.100 pesos.



Tabla 48. Análisis financiero

Inversión de la solución	17. 100. 100.00
Precio kWh [pesos]	\$ 236.00
Impuesto sobre la renta	37.5%
Cambio de tubos [\$]	\$ 3 060 000
Consumo de energía mensual [KWh]	5 266
Consumo de energía anual [KWh]	63 191
Costo de energía anual [\$]	\$ 14 913 131
Porcentaje de Ahorro	25.6%
Energía ahorrada [KWh]	16 177
ahorro [\$]	\$ 3 817 761

El consumo actual es de 4388.28 kWh con los cambios propuestos el consumo se reduciría a 3265.60 kWh. Lo cual representa un ahorro del 25.6% este ahorro se vera representado el costo de la factura. Con los ahorros generados se realizaran los pagos de la inversión. La cual se puede ser de 3 escenarios diferentes representados en la tabla 49. los cuales representan la ganancia que se tendrá en el proyecto a lo largo de un periodo de 15 años

Figura 10. Consumo actual vs. Ahorro del consumo en kWh en iluminación.

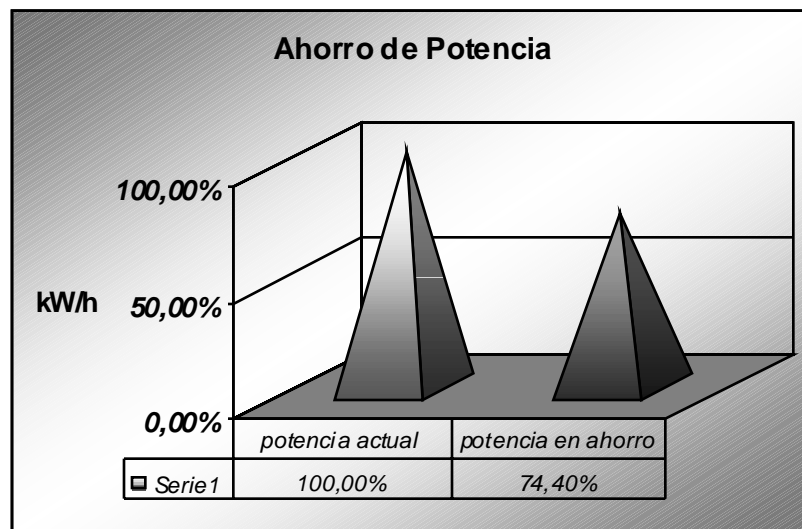
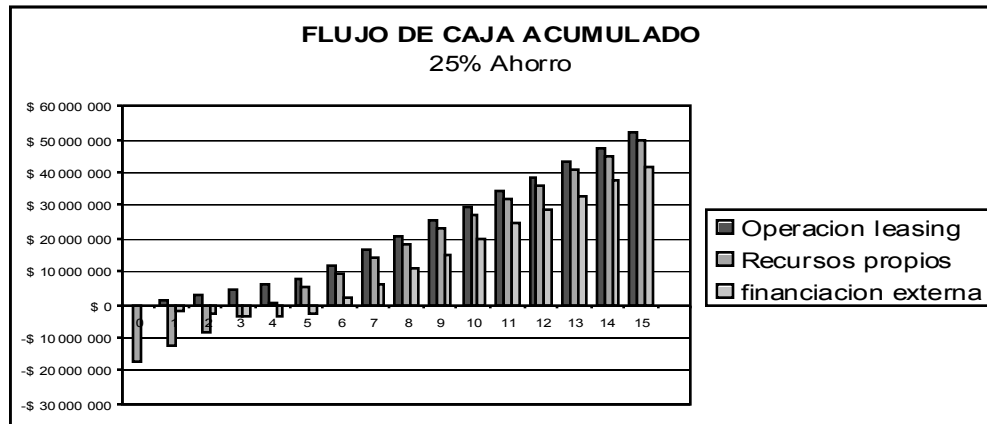




Tabla 49. Escenarios de financiación

	Recursos propios	Operación Leasing	Financiación externa
Flujo de caja acumulado	\$ 49 780 577	\$ 52 046 840	\$ 42 085 532
Inversión	-\$ 17 100 100	\$ 0	\$ 0
Valor presente neto	\$ 10.366.181	\$ 18.379.077,50	\$ 10.933.615,86
Tasa interna de retomo	25%		
ROI (años)	3.8		

Figura 11. Flujo de caja.





## 7. RECOMENDACIONES GENERALES

- Crear una conciencia de ahorro entre los trabajadores de la planta y fomentar el buen uso de la energía eléctrica.
- Implantar el proyecto de uso eficiente de energía el cual incluye realizar reuniones con los trabajadores para explicar las alternativas de un ahorro de energía. Como son: no dejar las luces encendidas de los recintos o áreas donde no se encuentre personal trabajando, trabajar las maquinas y motores a su plena carga, mantener los computadores encendidos en las horas laborales y apagarlos a la hora del almuerzo o al finalizar la jornada de trabajo; se recomienda hacer una reunión mensual entre el departamento financiero y el técnico para comprobar si la factura de la energía ha bajado, sino se ve un resultado considerable es bueno cambiar o implementar nuevas estrategias.
- Otra parte de las acciones son colocar avisos en la cartelera a la entrada y salida de las áreas de trabajo que recuerden dejar luz y equipos apagados cuando la jornada de trabajo haya terminado.
- Las instalaciones eléctricas y mecánicas no son las adecuadas para las actividades que se realizan actualmente, ya que estas fueron diseñadas para un área residencial por lo cual se propone hacer un rediseño según las cargas actuales y así eliminar las pérdidas de calor en los conductores y hacer un mejor uso de la energía consumida.
- En los lugares donde la luz natural sea suficiente para cumplir con una buena visibilidad, se recomienda mantener las persianas abiertas y la luz artificial apagada hasta que la luz natural sea insuficiente para realizar un trabajo adecuado, teniendo cuidado con el deslumbramiento.
- Se recomienda hacer un cambio de luminarias equipadas con bombillas T12 y balastos electromagnéticos por luminarias con bombillas T8 y balastos electrónicos. Para ver los beneficios tanto en iluminación como en productividad realizar una evaluación antes y después del cambio de luminarias, teniendo en cuenta factores como horas de trabajo al día y personal que utiliza gafas; lo anterior es para medir los niveles de fatiga visual.
- El estado debería tomar acciones específicas en cuanto a la motivación y financiamiento de proyectos que se lleven a cabo en Uso Racional y Eficiente de la Energía.
- Realizar una revisión de la caldera y de la tubería y su aislamiento ya que el ciclo está deficiente por el deterioro principalmente en el aislamiento de la tubería. Se recomienda cambiarlo lo más pronto posible.





## CONCLUSIONES

- Establecer la importancia del uso racional y eficiente de la energía eléctrica y sus beneficios económicos a partir de los cambios sugeridos ya que en este momento no se tiene ninguna actividad que refleje este concepto.
- El no tener un buen diseño de iluminación que ofrezca niveles apropiados para cada actividad realizada en la empresa significa un bajo rendimiento en la productividad de los empleados.
- El costo de los bancos de condensadores no se verá compensado en la reducción del valor la factura de energía eléctrica, pero si en el mejoramiento de la calidad de la misma.
- Toda inversión en URE que se aplique en una empresa se verá reflejado progresivamente en la reducción en el consumo de la energía eléctrica que a su vez se verá en la disminución en el costo de la factura. Al recuperar el costo de la inversión, los ahorros que se generen serán para beneficio económico de la empresa.
- Al implementar acciones de uso racional y eficiente de energía se están reduciendo los costos de operación, mantenimiento de la planta y/o empresa
- El uso racional de energía es una manera de hacer grandes mejoras tanto en la calidad de vida de los empleados o habitantes de un sector como también contribuir al mejoramiento de las condiciones ambientales.
- Se encontró que existe un acceso limitado al crédito para proyectos de Uso Racional y eficiente de energía para las empresas.
- Existe el interés por parte de Fuller Mantenimiento de disminuir los costos en la factura, pero no en hacer URE debido a la falta conocimiento en el tema, para esto se dictan algunas recomendaciones básicas para empezar a implementar un programa serio de URE.
- Hacer un análisis del estado general de las instalaciones eléctricas y del cableado ya que estas edificaciones son viejas y en un principio fueron construidas y diseñadas para unidades residenciales.



- Fuller mantenimiento considera el consumo de energía eléctrica como un costo fijo; por medio de este estudio se mostrar que la energía eléctrica es un insumo que se puede controlar haciendo uso racional de la energía.
- Durante la inspección de las instalaciones térmicas se encontró que las tuberías de vapor tiene un nivel alto de deterioro y el aislamiento no tiene un espesor adecuado. Por tal razón se esta perdiendo eficiencia en este ciclo.



## BIBLIOGRAFÍA

**HAYT, William h. Jr y KEMMERLY Jack E.** Análisis de circuitos en Ingeniería. Quinta edición. México D.F., Mc Graw Hill, 1994. Capitulo 10, 309 p.

**HARPER ENRIQUES,** El A,B,C de la calidad de energía eléctrica, Capitulo 3.

**IEEE Std. 519-1992,** IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonics Control in Electrical Power System, April 12, 1993.

**GRAINGER JOHN J. y STEVENSON William D. Jr.** Análisis de sistemas de potencia, Mc Graw Hill.

**MIRANDA MIRANDA,** Juan José. Gestión De Proyectos Indentificacion-Formulación - Evaluación Financiera - Económica-Social-Ambiental. Cuarta edición. Bogotá. MM Editores. 2001.

**RUIZ BURBANO** Jorge E. Presupuestos Enfoque Moderno de Plantación y Control de Recursos. Segunda edición. Mc Graw Hill. 1995.

**RODRIGUEZ ORTEGA** Mario. Energías Renovables. Segunda edición. Thomson editores. 2002

**DONALD. G FINK y H. WAYNER** Beaty. Manual de ingeniería eléctrica Decimotercera edicion Mc Graw Hill. 1996

---

---

# **ANEXOS**

---

---



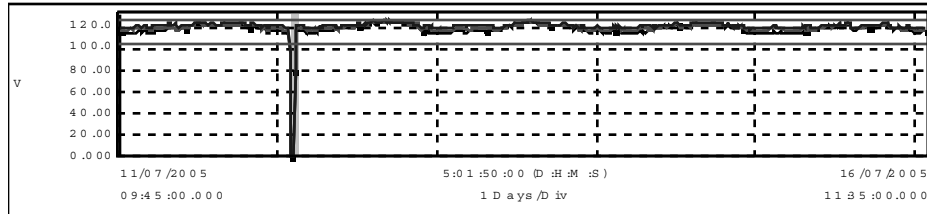
## **ANEXO A**



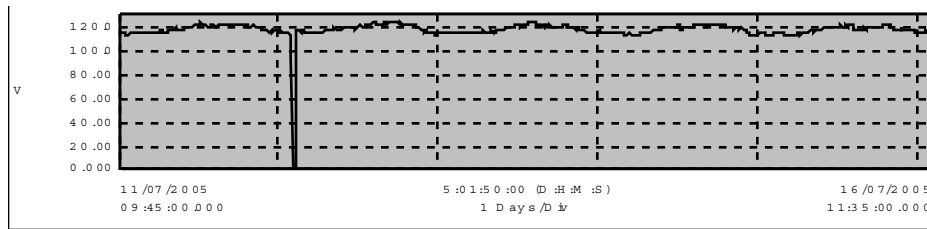
**GRAFICAS ANALIZADOR DER ED**

- EDIFICIO MEDIDO 11 DE JULIO A 16 JULIO

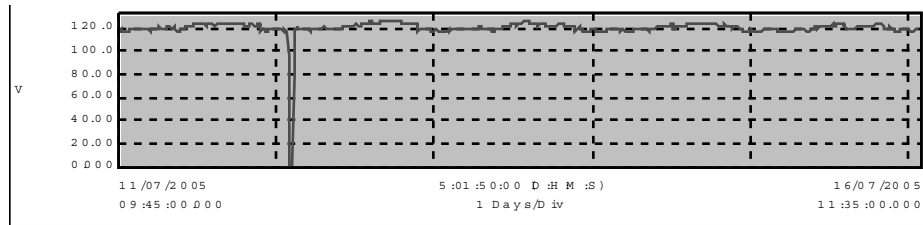
**VOLTAJE**



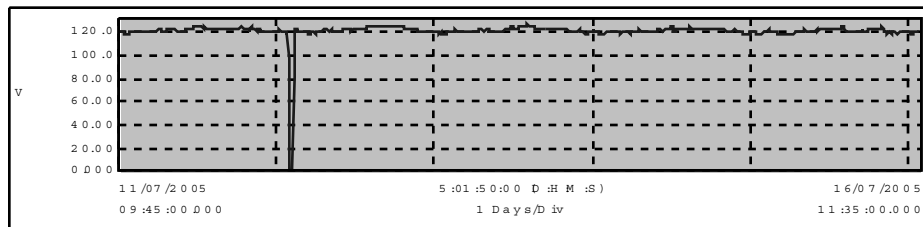
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
Vrms Li nea 1	117.821448	0.000000	124.800000	V	732
Vrms Li nea 2	119.284699	0.000000	125.600000	V	732
Vrms Li nea 3	120.720492	0.000000	126.200000	V	732



Vrms Linea 1      0.000000      124.800000      V



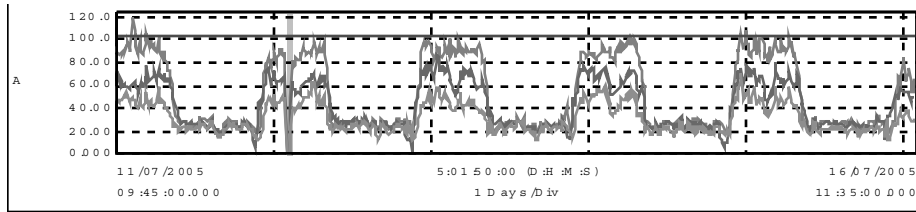
Vrms Linea 2      0.000000      125.600000      V



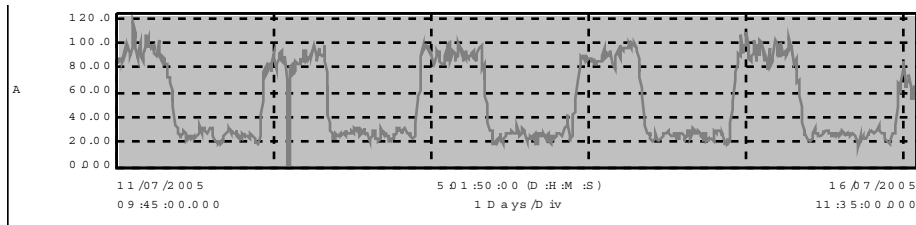
Vrms Linea 3      0.000000      126.200000      V



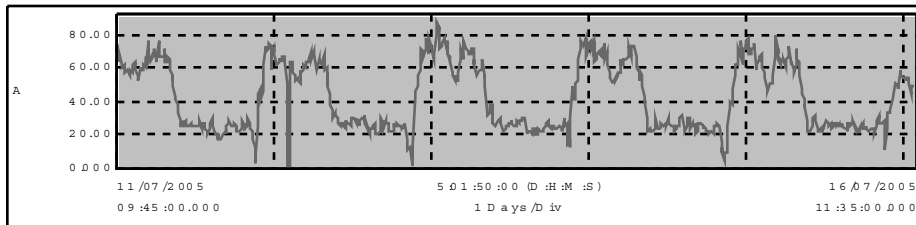
**CORRIENTE**



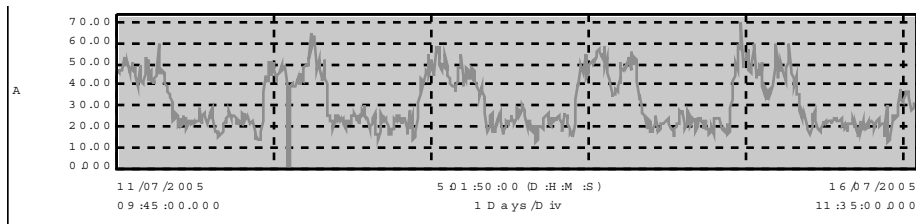
NOMBREPROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
Arms Li nea 1	52.093852	0.000000 117.700000	A	732
Arms Li nea 2	42.160656	0.000000 87.000000	A	732
Arms Li nea 3	31.122541	0.000000 69.800000	A	732



Arms Linea 1      0.000000      117.700000      A



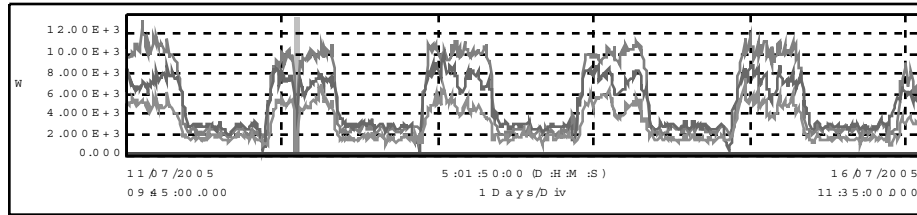
Arms Linea 2      0.000000      87.000000      A



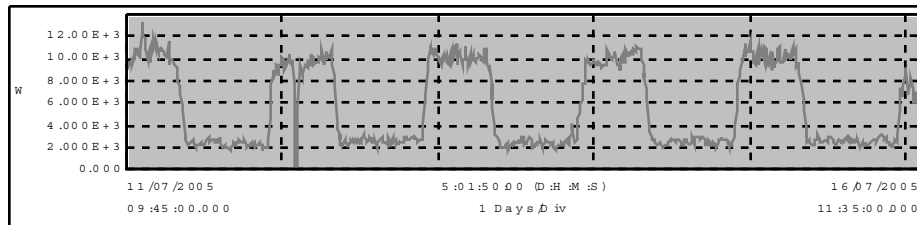
Arms Linea 3      0.000000      69.800000      A



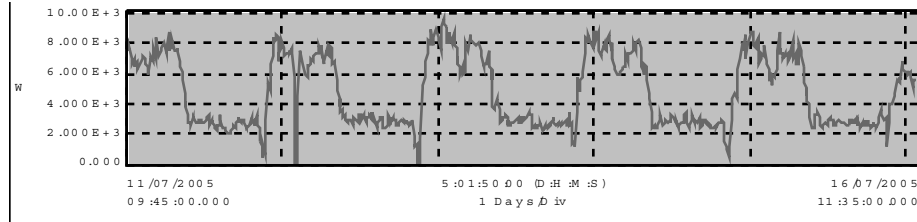
**POTENCIA**



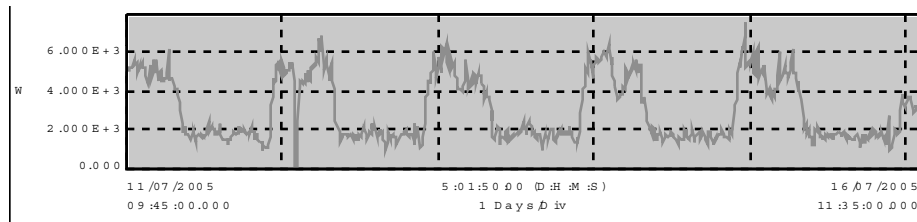
NOMBREPROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
WLinea1 5544.891070	0.000000	13132.149218	W	732
WLinea2 4740.513856	0.000000	9675.640953	W	732
WLinea3 2966.394221	0.000000	7536.019582	W	732



W Linea1      0.000000      13132.149218      W



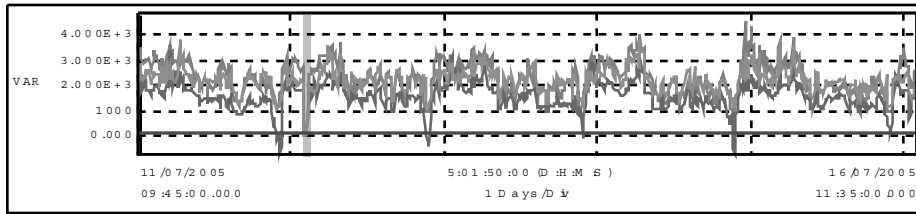
W Linea2      0.000000      9675.640953      W



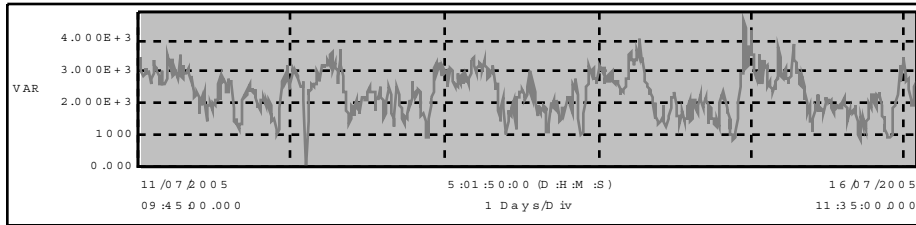
W Linea3      0.000000      7536.019582      W

**POTENCIA REACTIVA**

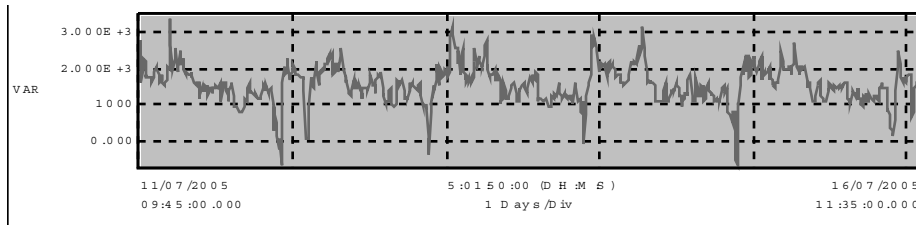




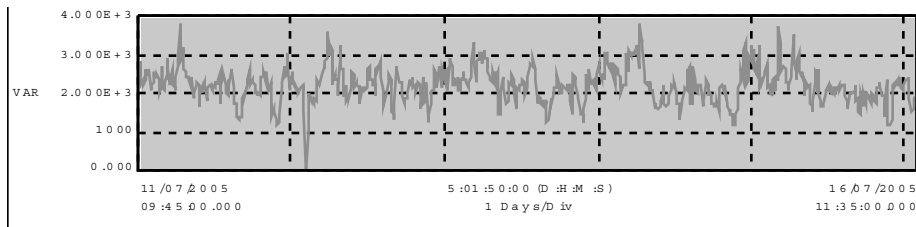
NOMBREPROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
VAR Linea1	2305.271287	0.000000 4590.558142	VAR	732
VAR Linea2	1559.542129	-718.124523 3379.076796	VAR	732
VAR Linea3	2186.430462	0.000000 3818.422924	VAR	732



VAR Linea1      0.000000      4590.558142      VAR



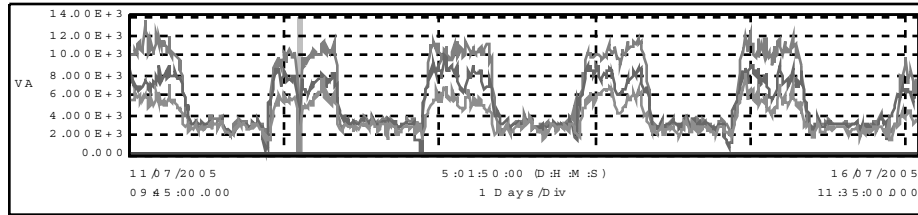
VAR Linea2      -718.124523      3379.076796      VAR



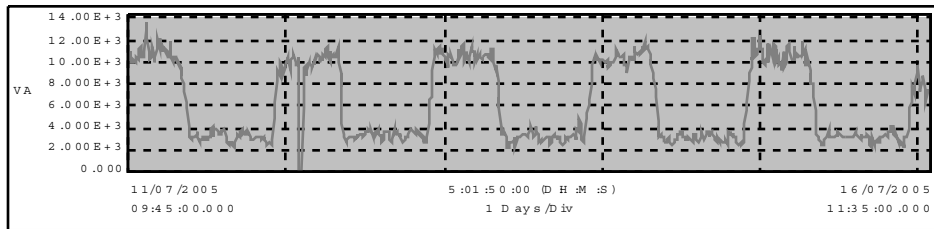
VAR Linea3      0.000000      3818.422924      VAR



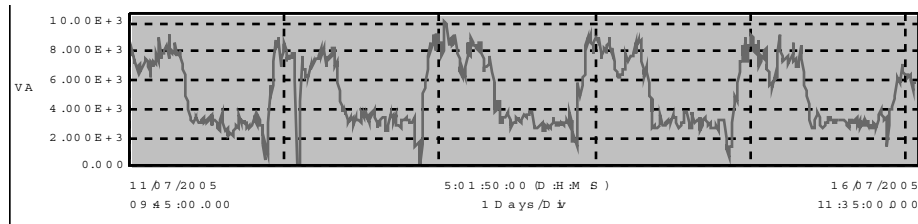
**POTENCIA APAR ENTE**



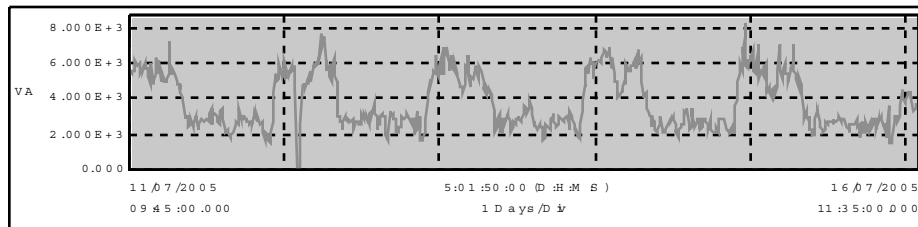
NOMBREPROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
VALinea1	6099.729018	0.000000 13519.824631	VA	732
VALinea2	5025.813314	0.000000 10099.517573	VA	732
VALinea3	3768.528065	0.000000 8227.365728	VA	732



VALinea1      0.000000      13519.824631      VA



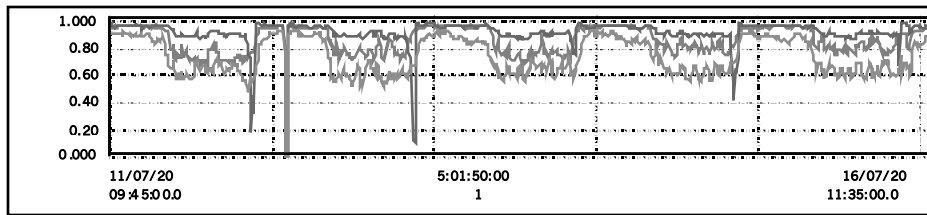
VALinea2      0.000000      10099.517573      VA



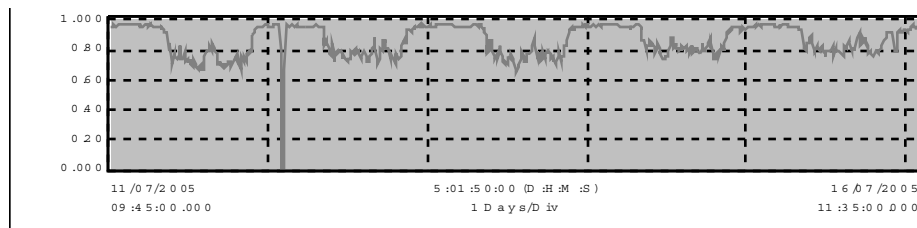
VALinea3      0.000000      8227.365728      VA



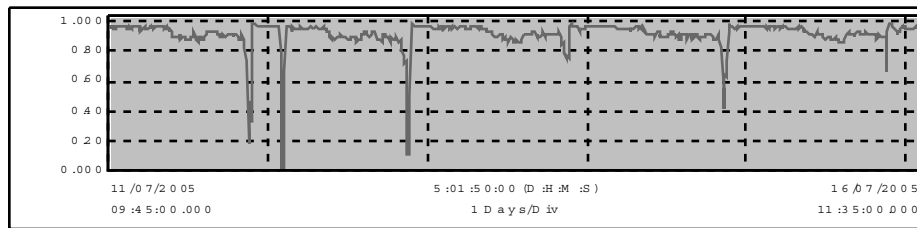
**FACTOR DE POTENCIA**



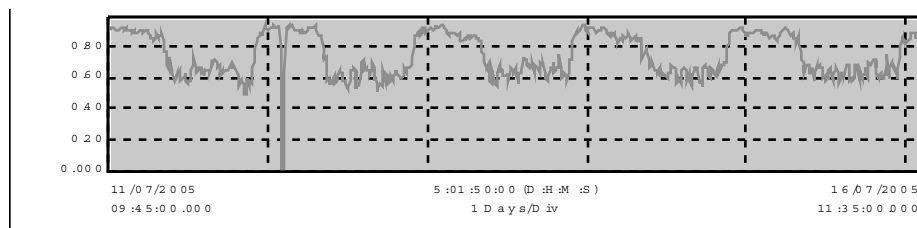
NOMBREPROM	MIN	MAX	MUESTRA	
PF Linea1	0.858716	0.000000	0.973000	732
PF Linea2	0.916609	0.000000	0.984000	732
PF Linea3	0.736531	0.000000	0.938000	732



PF Linea1      0.000000      0.973000



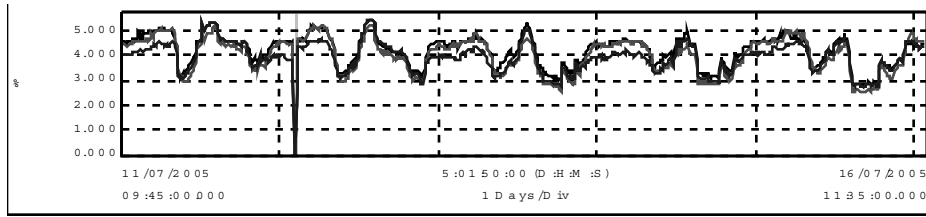
PF Linea2      0.000000      0.984000



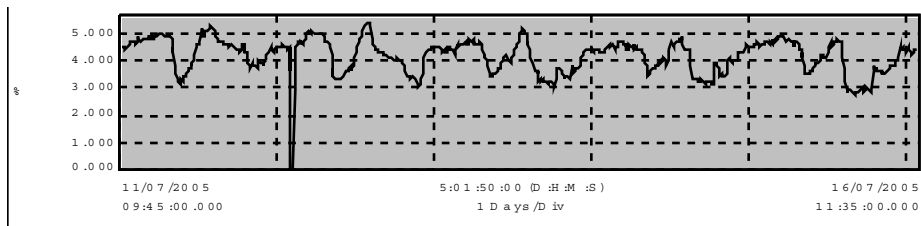
PF Linea3      0.000000      0.938000



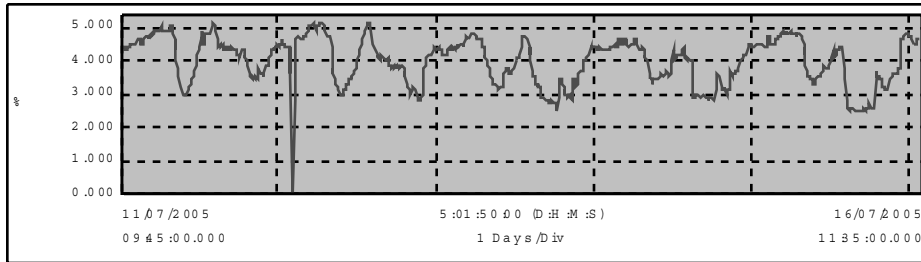
**VOLTAJE DE ARMONICOS**



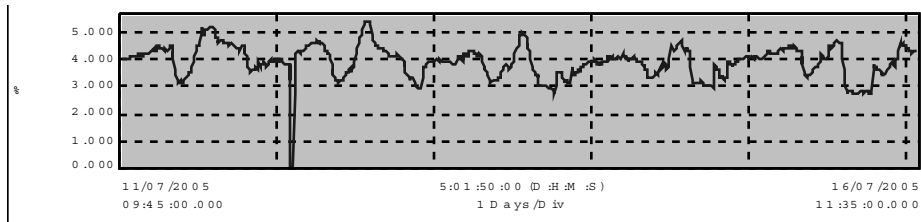
NOMBREPROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
Vthd Linea1	4.160792	0.000000	5.400000 %	732
Vthd Linea2	3.971585	0.000000	5.100000 %	732
Vthd Linea3	3.902049	0.000000	5.400000 %	732



Vthd Linea1      0.000000      5.400000      %



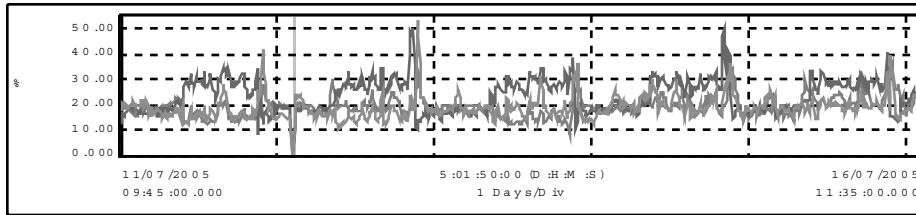
Vthd Linea2      0.000000      5.100000      %



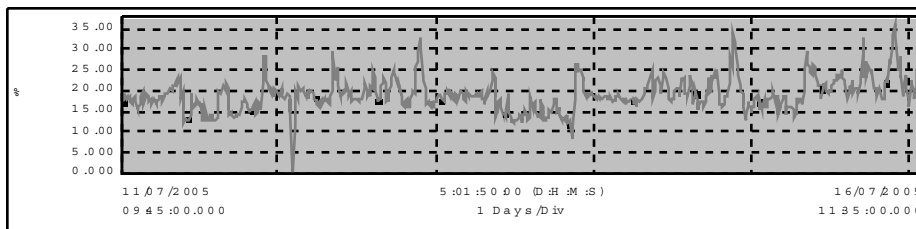
Vthd Linea3      0.000000      5.400000      %



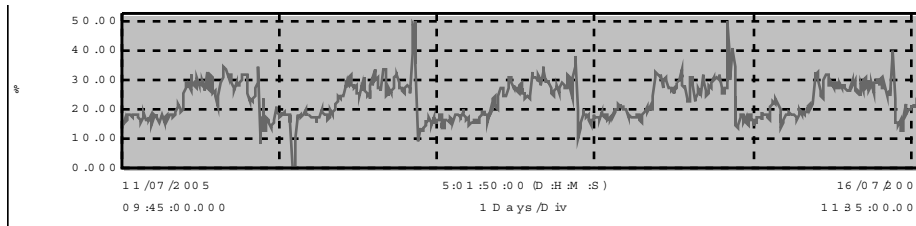
CORRIENTE ARMONICA



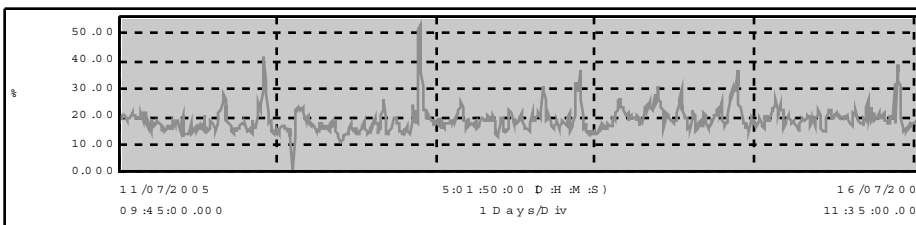
NOMBREPROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
Athd Linea 1	18.807923	0.000000 35.700000	%	732
Athd Linea 2	23.146721	0.000000 50.200000	%	732
Athd Linea 3	18.612978	0.000000 52.700000	%	732



Athd Linea 1      0.000000      35.700000      %



Athd Linea 2      0.000000      50.200000      %

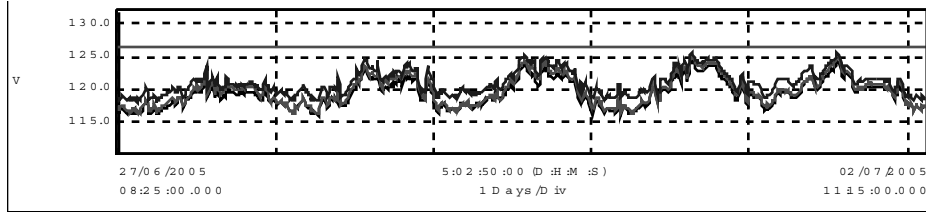


Athd Linea 3      0.000000      52.700000      %

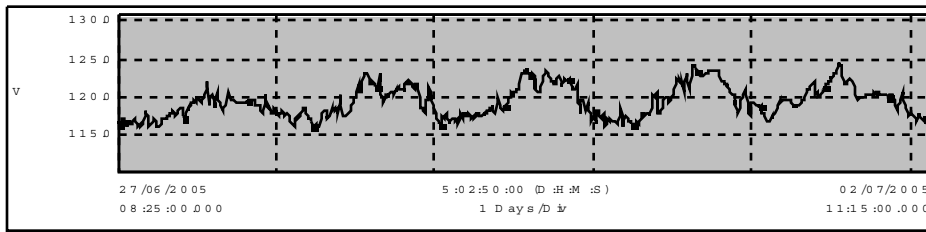


EQUIPOS 27 DE JUNIO Y 02 JULIO

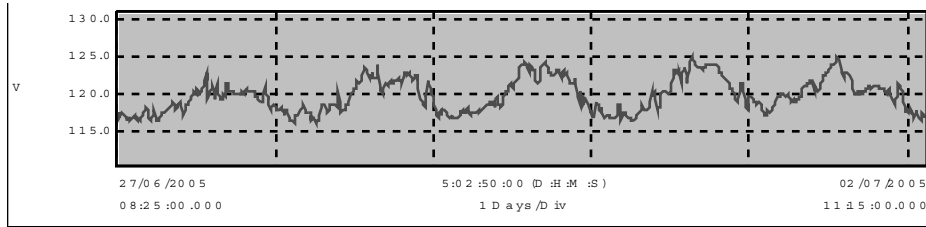
VOLTAJE



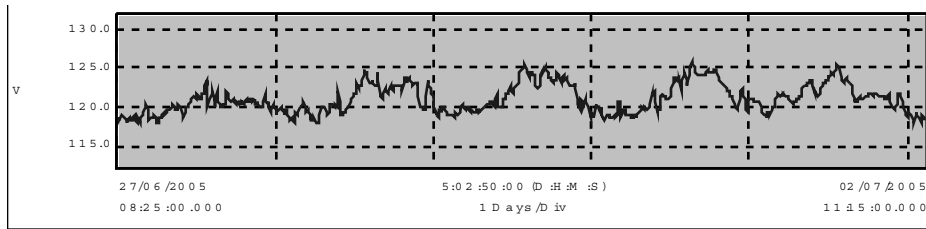
NOMBRE	MIN	MAX	UNID	MUESTRA
Vrms Linea 1	119.283198	116.000000	124.400000	V 738
Vrms Linea 2	119.712466	116.100000	124.800000	V 738
Vrms Linea 3	120.942954	117.900000	125.700000	V 738



Vrms Linea 1 116.000000 124.400000 V



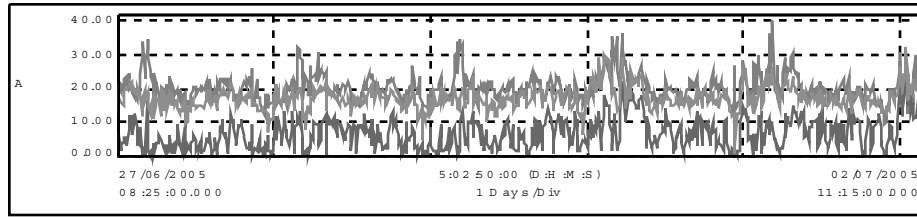
Vrms Linea 2 116.100000 124.800000 V



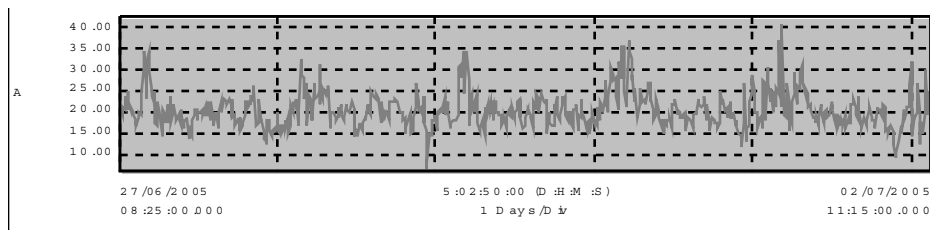
Vrms Linea 3 117.900000 125.700000 V



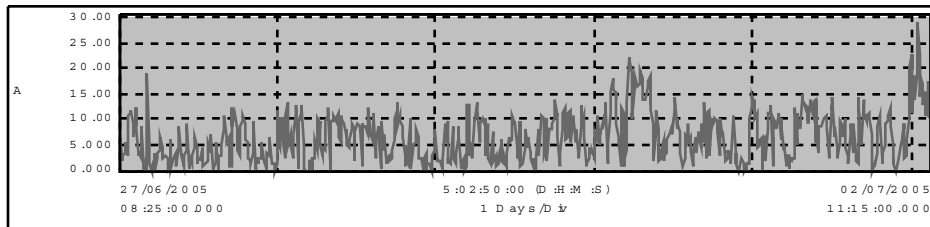
**CORRIENTE**



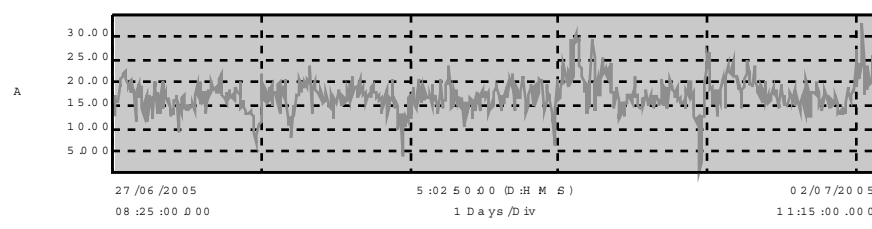
NOMBREPROM	MIN	MAX	UNID	MUESTRA
Arms Li nea 1	20.196206	6.000000 40.200000	A	738
Arms Li nea 2	65.04607 0.000000	28.700000	A	738
Arms Li nea 3	17.044444	0.600000 32.600000	A	738



**Arms Linea1 6.000000 40.200000 A**



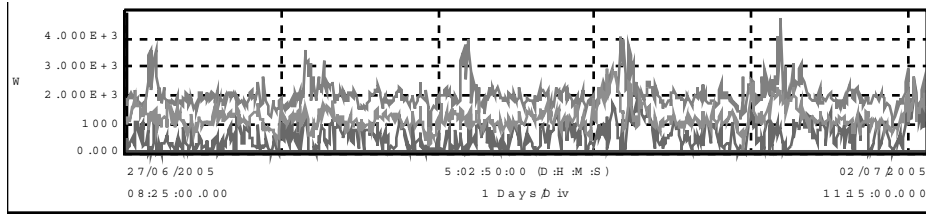
**Arms Li nea2 0.000000 28.700000 A**



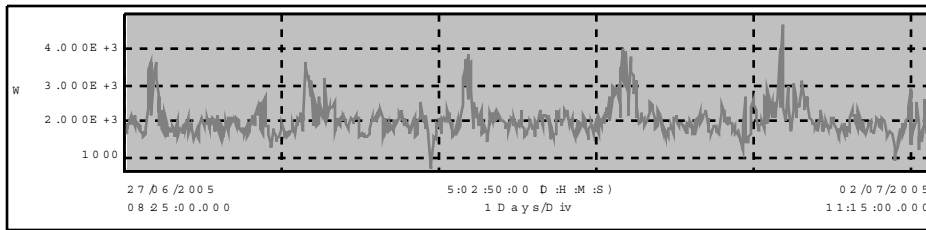
**Arms Li nea3 0.600000 32.600000 A**



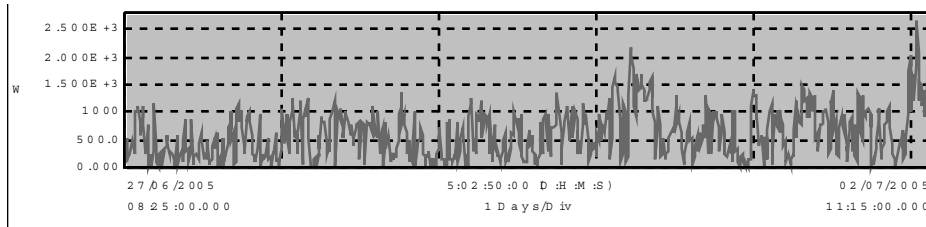
**POTENCIA**



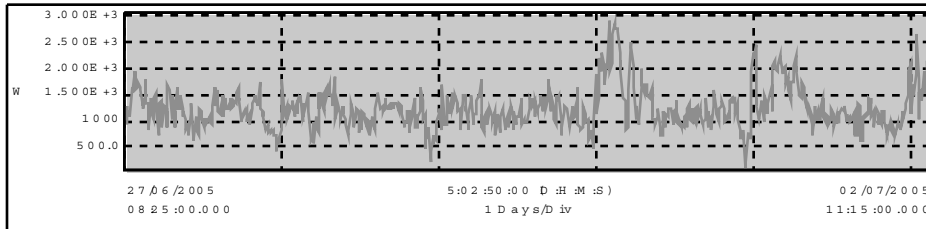
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
WLinea1	2004.032484	649.131400	4674.601001	W	738
WLinea2	606.195883	0.000000	2678.112472	W	738
WLinea3	1224.352288	36.058361	2900.432106	W	738



W Linea1                      649.131400      4674.601001      W



WLinea2 0.000000 2678.112472      W

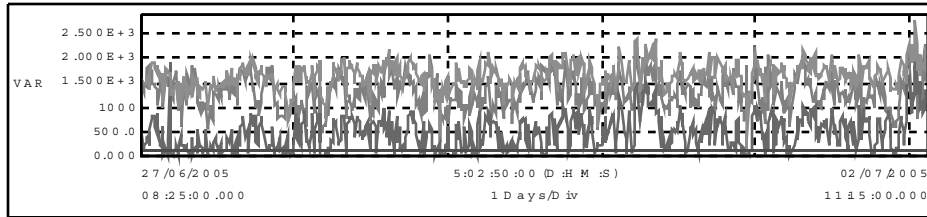


W Linea3                      36.058361      2900.432106      W

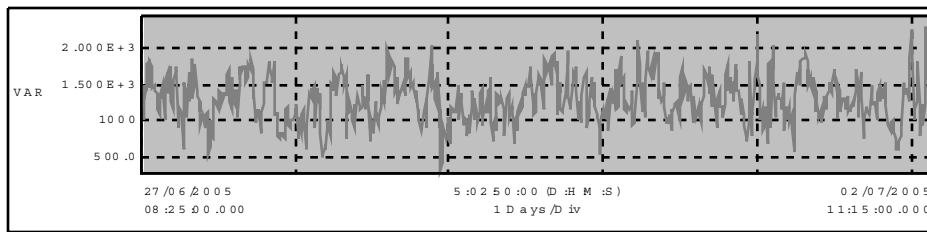




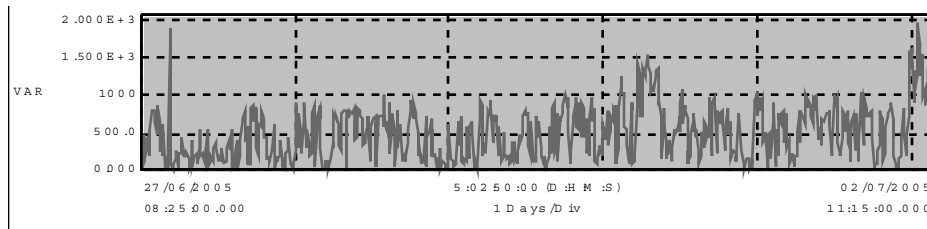
**POTENCIA REACTIVA**



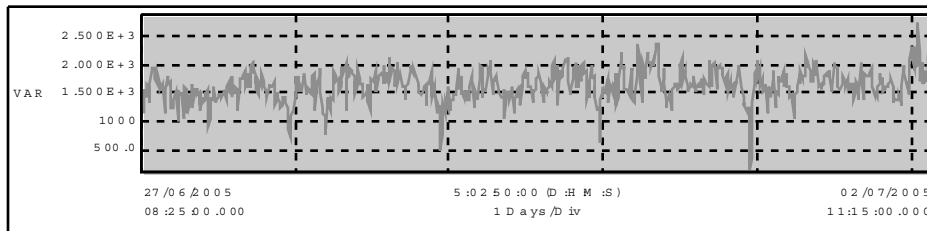
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
VAR Linea1	1294.821328	292.365336	2311.377524	VAR	738
VAR Linea2	485.410966	-0.493542	1982.58561	VAR	738
VAR Linea3	1631.470450	73.827786	2746.074704	VAR	738



VAR Linea1      292.365336      2311.377524      VAR



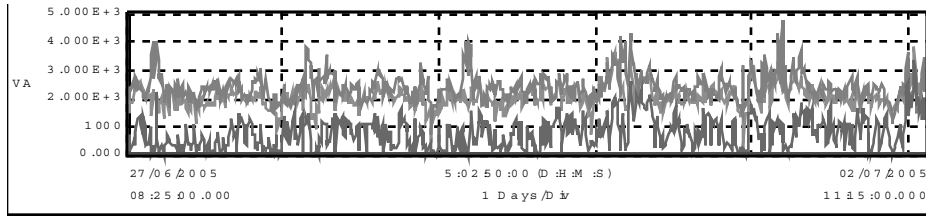
VAR Linea2      -0.493542      1982.58561      VAR



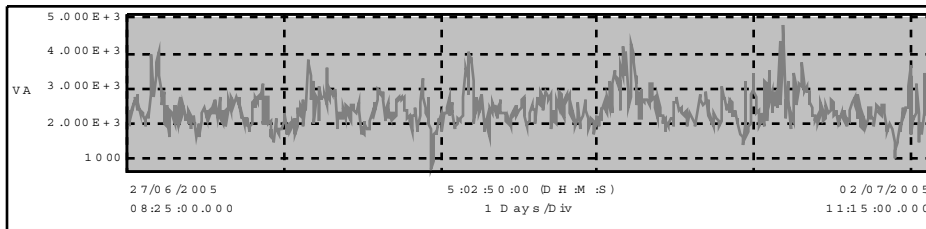
VAR Linea3      73.827786      2746.074704      VAR



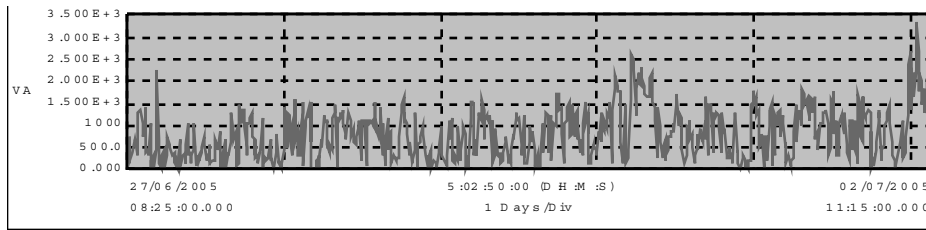
**POTENCIA APAR ENTE**



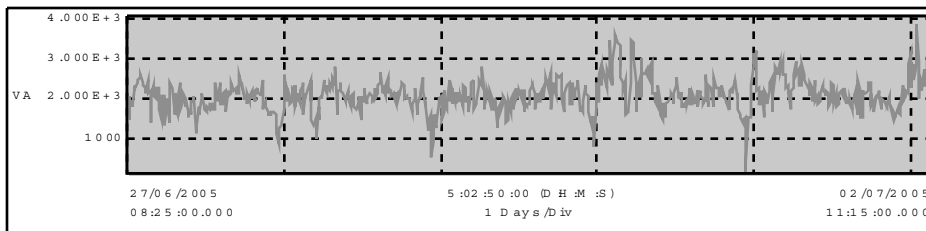
NOMBREPROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
VALinea1	241.2584881	712.405256	4801.495590	VA 738
VALinea2	782.675202	0.000000	3345.729460	VA 738
VALinea3	2066.086205	82.664398	3852.186482	VA 738



**VALinea1      712.405256      4801.495590      VA**



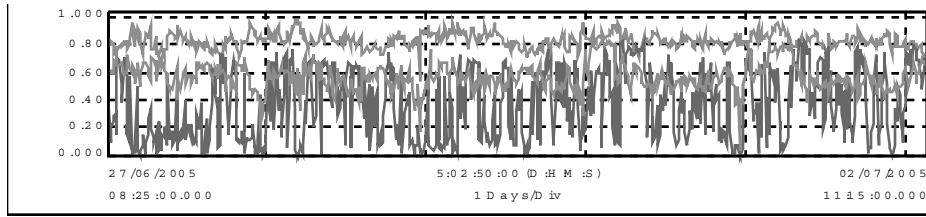
**VALinea2      0.000000      3345.729460      VA**



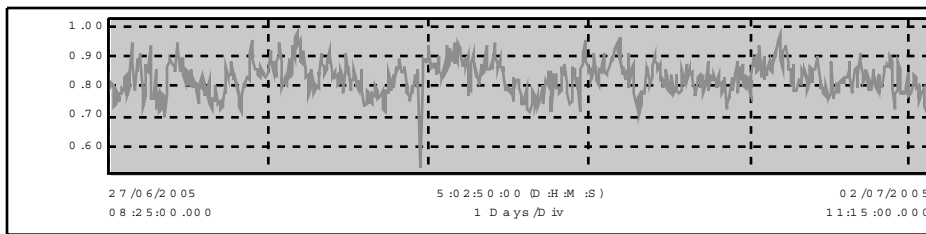
**VALinea3      82.664398      3852.186482      VA**



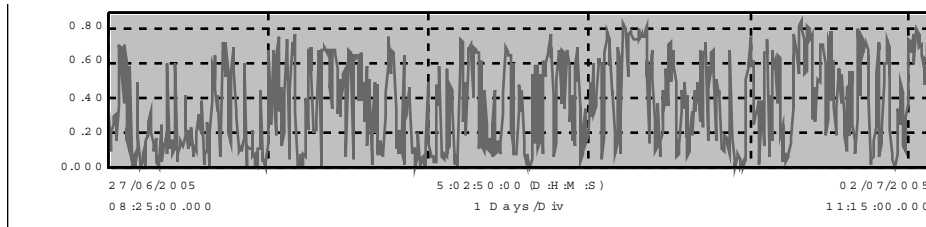
FACTOR DE POTENCIA



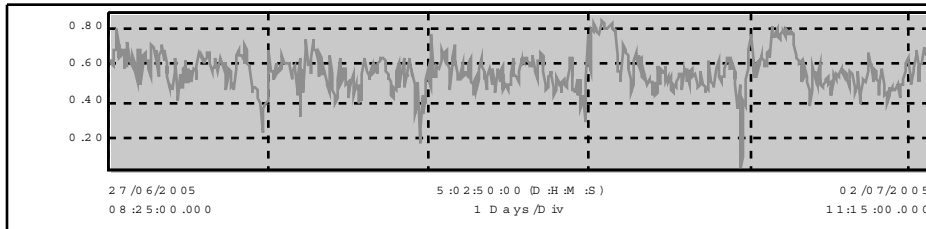
NOMBREPROM	MIN	MAX	MUESTRA
PF Linea1	0.824989	0.532000	0.978000 738
PF Linea2	0.365921	0.000000	0.842000 738
PF Linea3	0.562278	0.028000	0.830000 738



PF Linea1 0.532000 0.978000



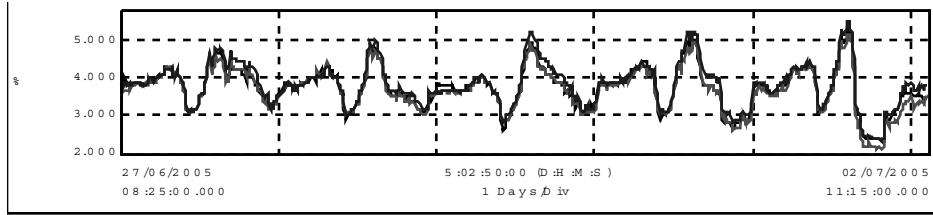
PF Linea2 0.000000 0.842000



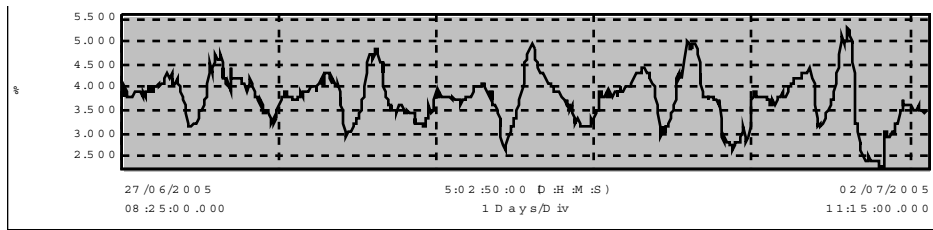
PF Linea3 0.028000 0.830000



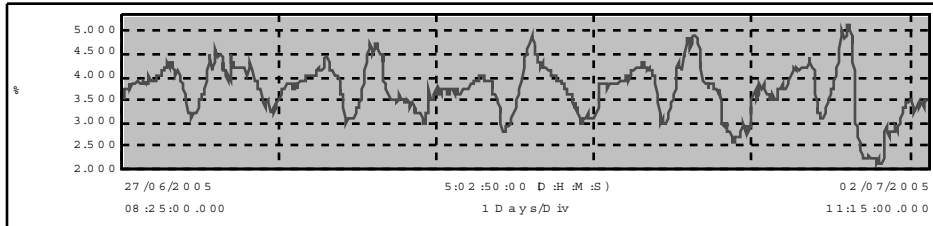
**VOLTAJE ARMONICO**



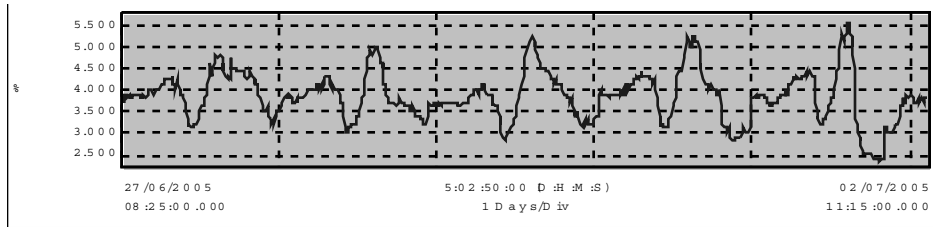
NOMBRE	PRM	MIN	MAX	UND	MUESTA	
Vthd	Linea1	3.742683	2.300000	5.300000	%	738
Vthd	Linea2	3.692547	2.100000	5.100000	%	738
Vthd	Linea3	3.833740	2.300000	5.500000	%	738



Vthd Linea1 2.300000 5.300000 %



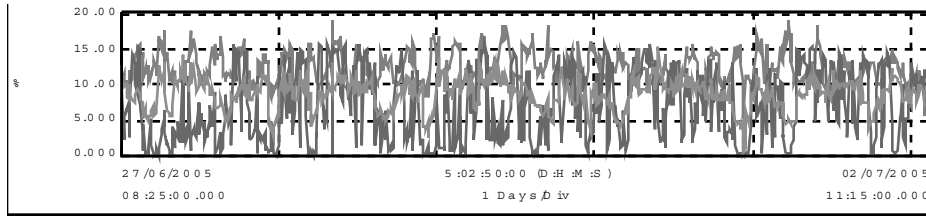
Vthd Linea2 2.100000 5.100000 %



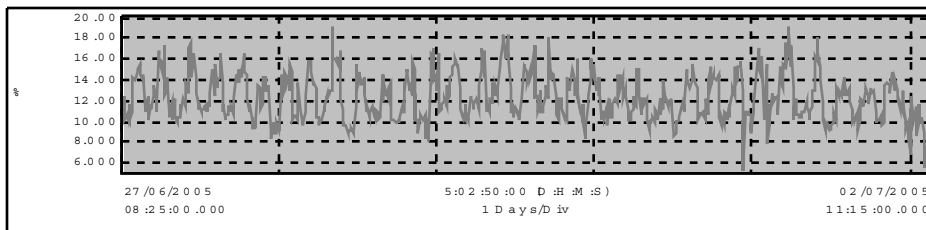
Vthd Linea3 2.300000 5.500000 %



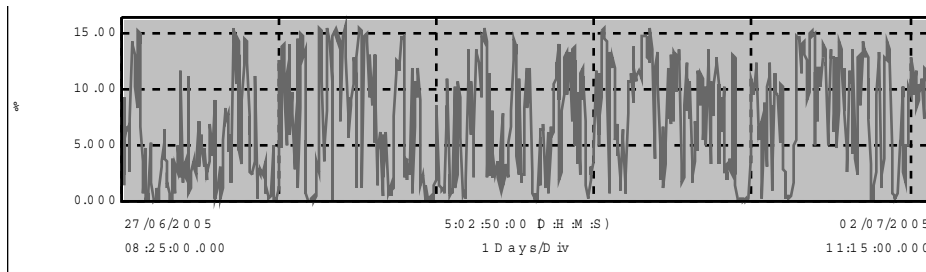
**CORRIENTE ARMONICA**



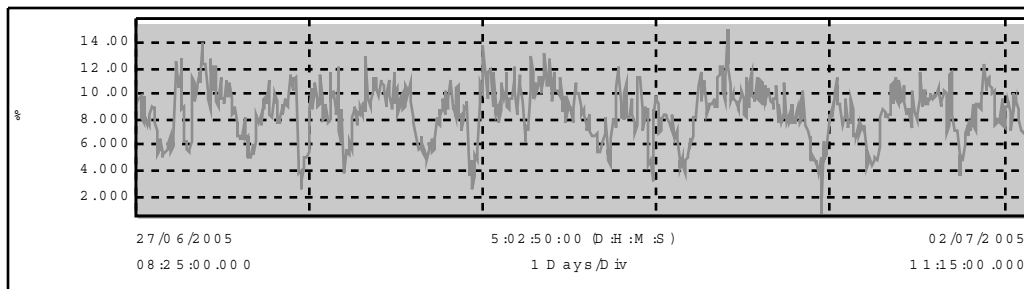
NOMBRE	PRM	MIN	MAX	UND	MUESTA
Athd Linea 1	12.25691	1	5.300000	19.100000	%
Athd Linea 2	6.931030	0.000000	15.700000	%	738
Athd Linea 3	8.568835	0.400000	15.100000	%	738



Arms Linea 1      6.000000 40.200000      A



Athd Linea 2      0.000000 15.700000      %

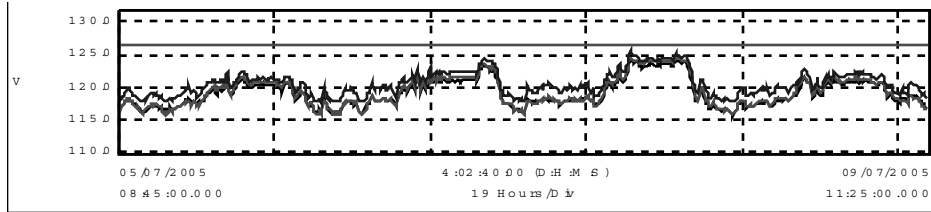


Athd Linea 3      0.400000 15.100000      %

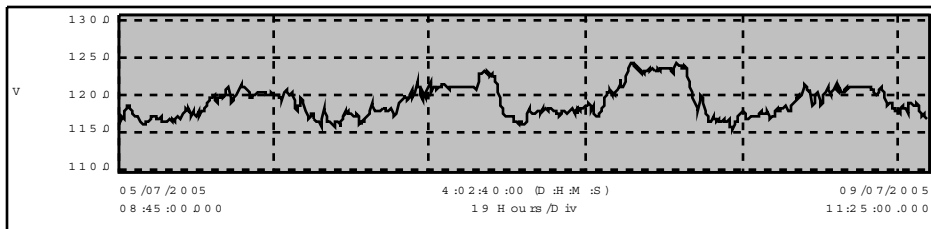


AREA DE OFICINAS ( SEGUNDO PISO) MEDIDO DEL 5 DE JULIO A 9 DE JULIO

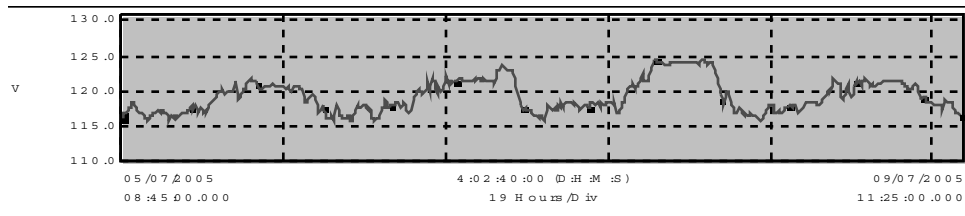
**VOLTAJE**



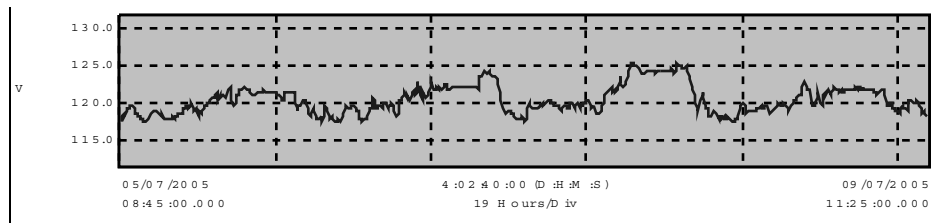
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UNID	MUESTRA
Vrms Li nea 1	118.970658	115.400000	124.200000	V	593
Vrms Li nea 2	119.191062	115.600000	124.600000	V	593
Vrms Li nea 3	120.449916	117.400000	125.400000	V	593



Vrms Linea 1      115.400000      124.200000      V



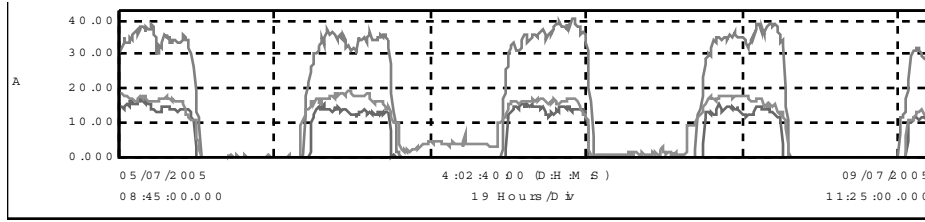
Vrms Linea 2      115.600000      124.600000      V



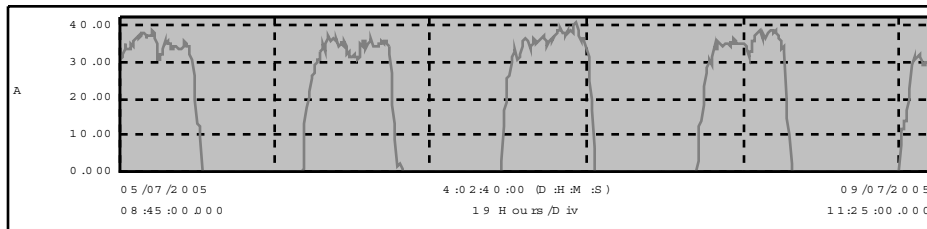
Vrms Linea 3      117.400000      125.400000      V



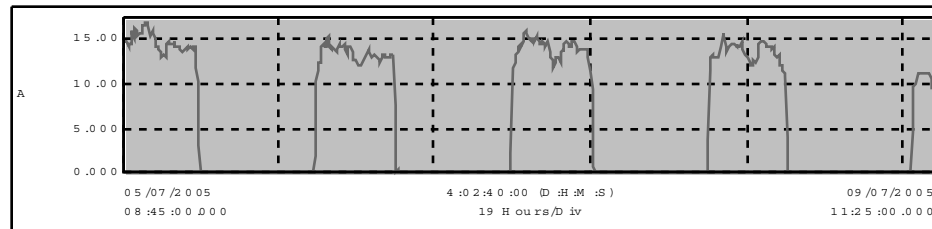
**CORRIENTE**



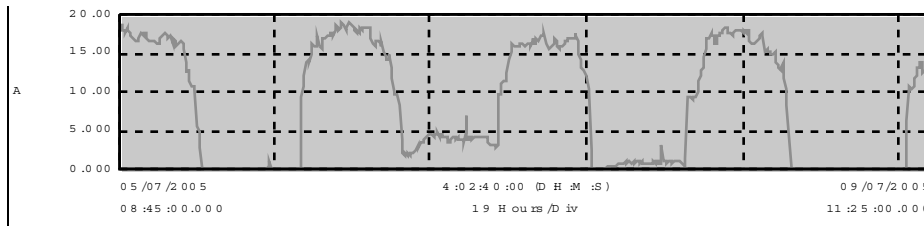
NOMBREPRM	MIN	MAX	UNID	MUESTRAS
Arms Li nea 1	15.312816	0.000000 40.600000	A	593
Arms Li nea 2	5.659022	0.000000 16.700000	A	593
Arms Li nea 3	8.018550	0.000000 19.000000	A	593



Arms Li nea 1      0.000000      40.600000      A



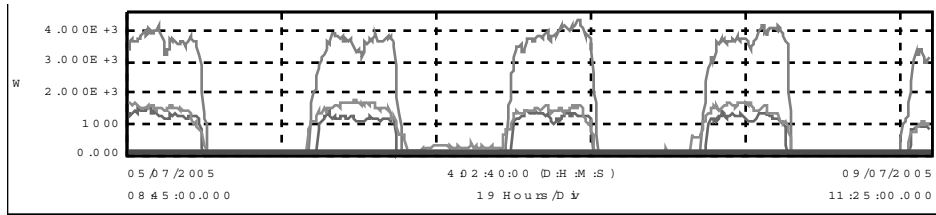
Arms Li nea 2      0.000000      16.700000      A



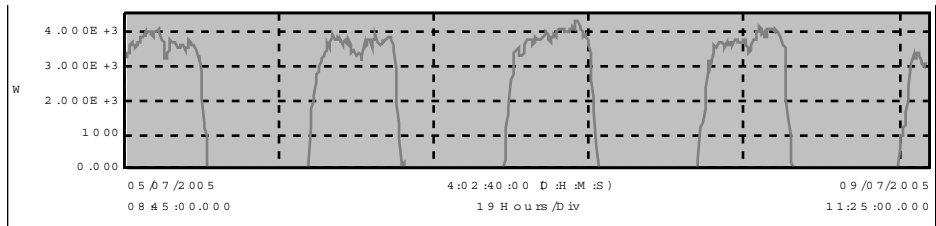
Arms Li nea 3      0.000000      19.000000      A



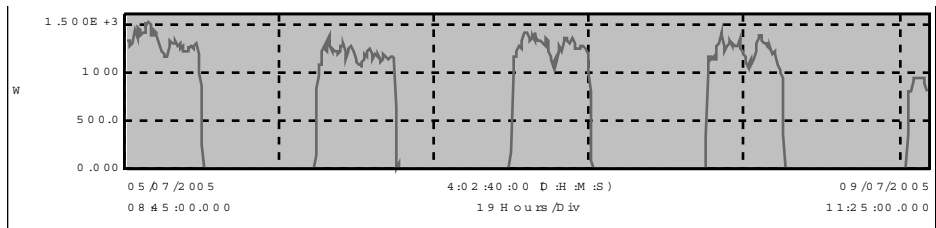
POTENCIA ACTIVA



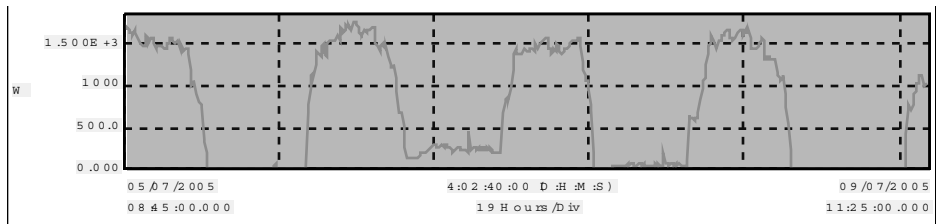
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UNID	MUESTRAS
W Linea 1	1608.427609	0.000000	4324.783159	W	593
W Linea 2	501.456381	0.000000	1516.834261	W	593
W Linea 3	680.272530	0.000000	1760.311284	W	593



W Linea1      0.000000      4324.783159      W



W Linea2      0.000000      1516.834261      W

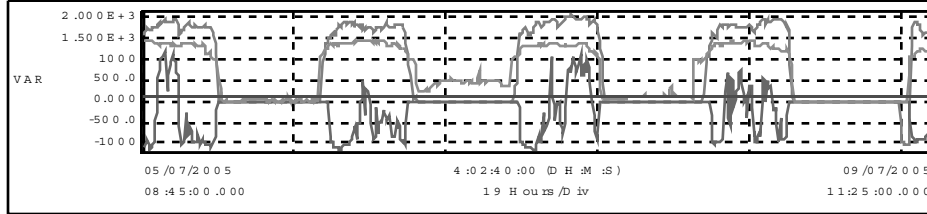


W Linea3      0.000000      1760.311284      W

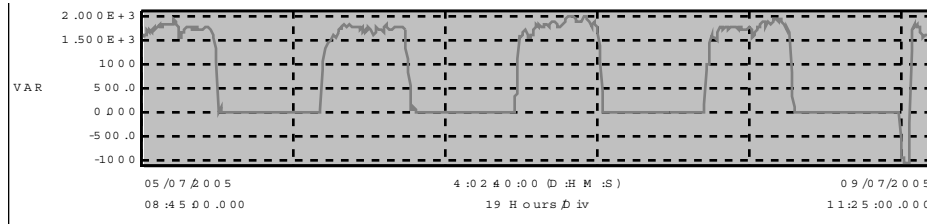




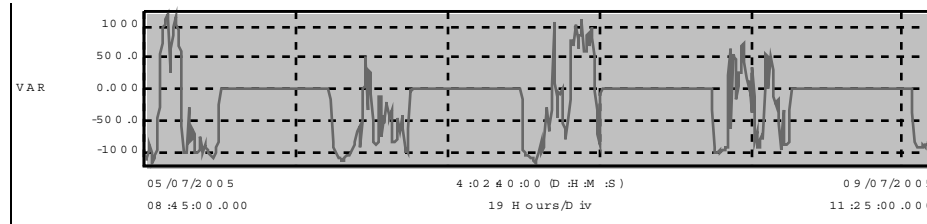
POTENCIA REACTIVA



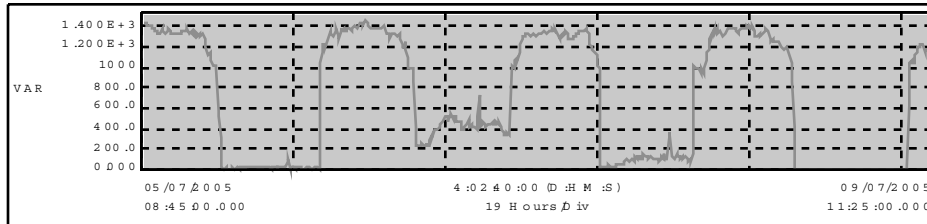
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UNID	MUESTRAS
VAR Linea 1	764.230374	-1074.495777	2023.217576	VAR	593
VAR Linea 2	-180.066623	-1189.099725	1162.759641	VAR	593
VAR Linea 3	672.010094	0.000000	1440.866821	VAR	593



VAR Linea 1      -1074.495777      2023.217576      VAR



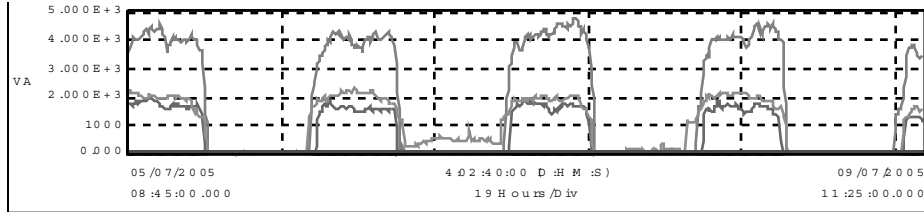
VAR Linea 2      -1189.099725      1162.759641      VAR



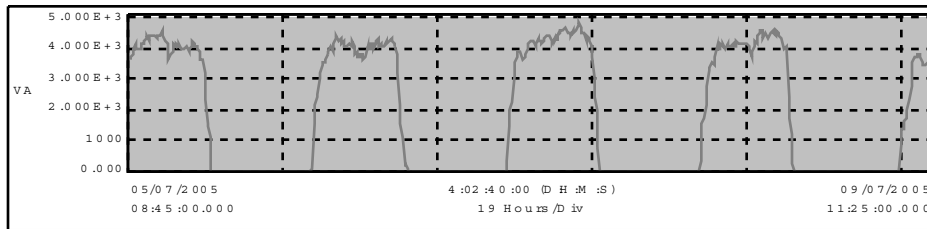
VAR Linea 3      0.000000      1440.866821      VAR



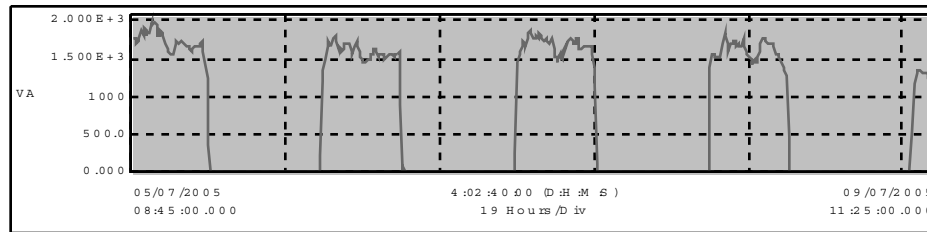
POTENCIA APARENTE



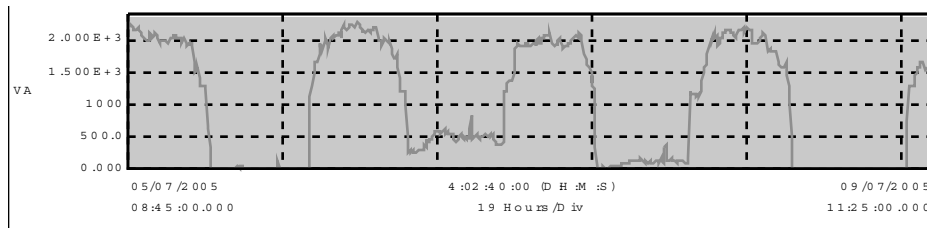
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UNID	MUESTRAS
VALinea1	1797.820955	0.000000	4774.123745	VA	593
VALinea2	665.607380	0.000000	1948.689984	VA	593
VALinea3	961.771152	0.000000	2273.840105	VA	593



VALinea1 0.000000 4774.123745 VA



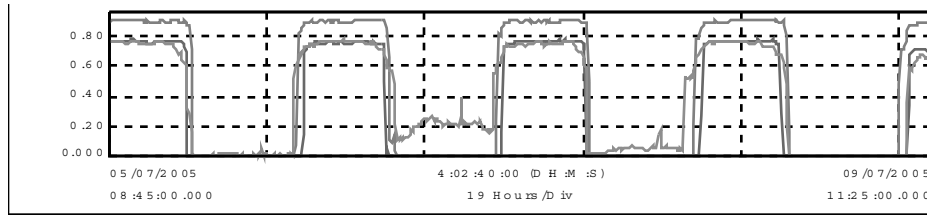
VALinea2 0.000000 1948.689984 VA



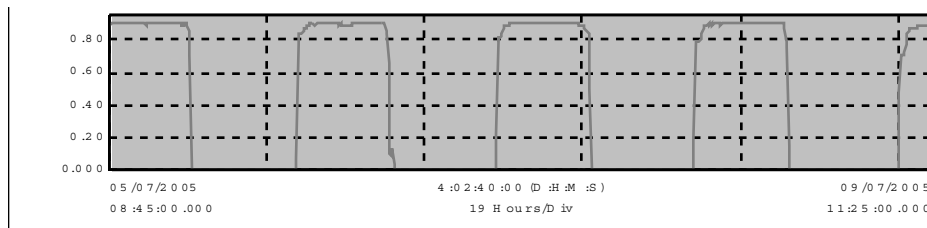
VALinea3 0.000000 2273.840105 VA



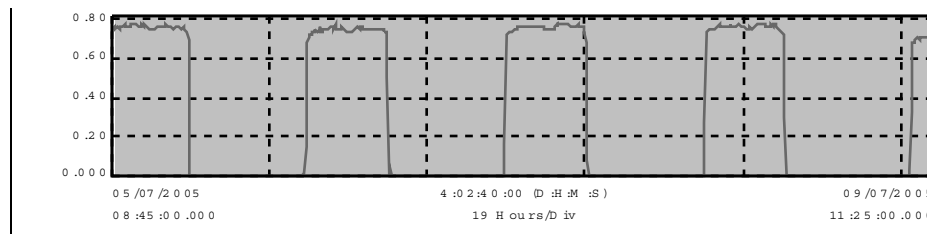
FACTOR DE POTENCIA



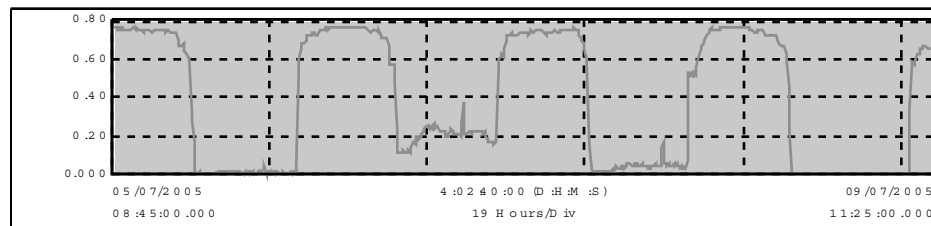
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	MUESTRAS
PF Linea1	0.423799	0.000000	0.908000	593
PF Linea2	0.312750	0.000000	0.778000	593
PF Linea3	0.375400	0.000000	0.774000	593



PF Linea1      0.000000      0.908000



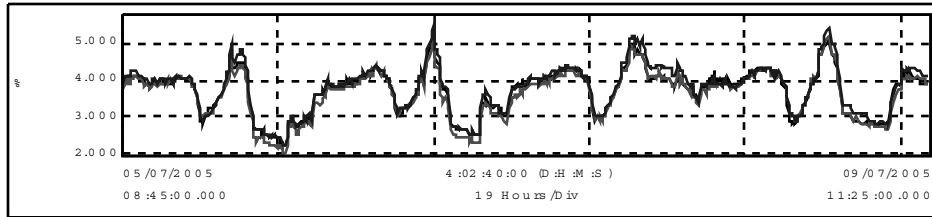
PF Linea2      0.000000      0.778000



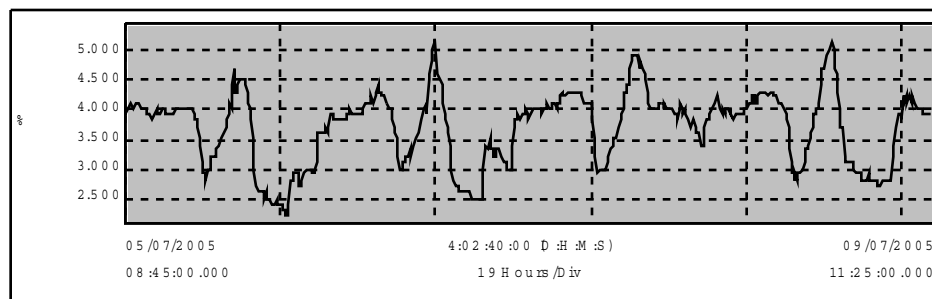
PF Linea3      0.000000      0.774000



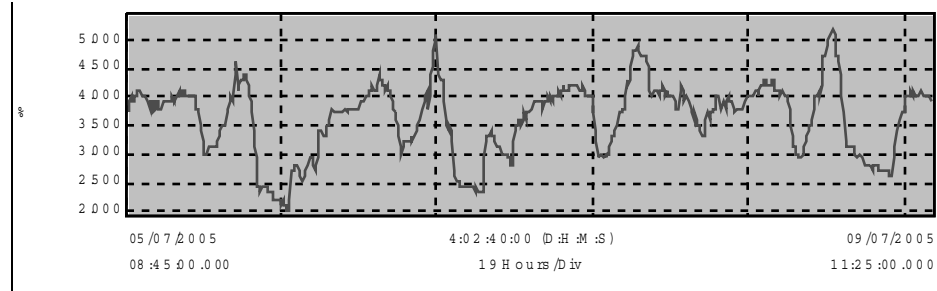
VOLTAJE DE ARMONICOS



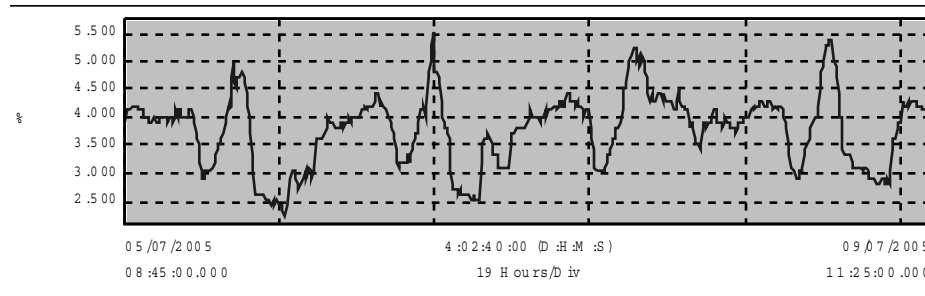
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
Vthd Linea1	3.684992	2.200000	5.200000	%	593
Vthd Linea2	3.613153	2.000000	5.200000	%	593
Vthd Linea3	3.765261	2.200000	5.500000	%	593



Vthd Linea1 2.200000 5.200000 %



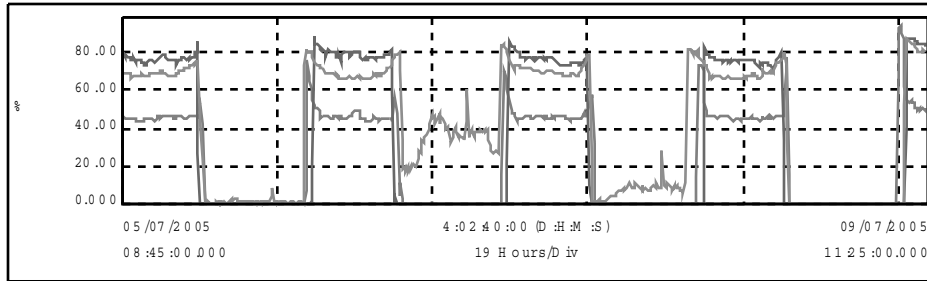
Vthd Linea2 2.000000 5.200000 %



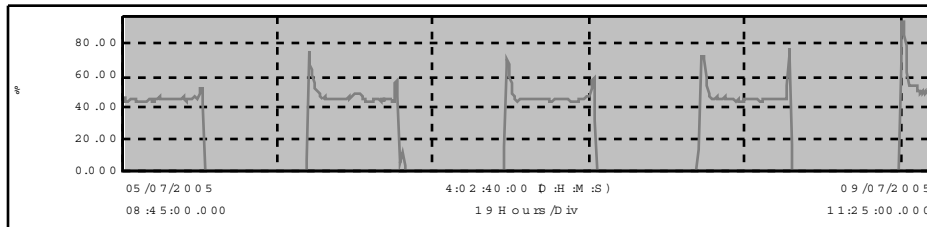
Vthd Linea3 2.200000 5.500000 %



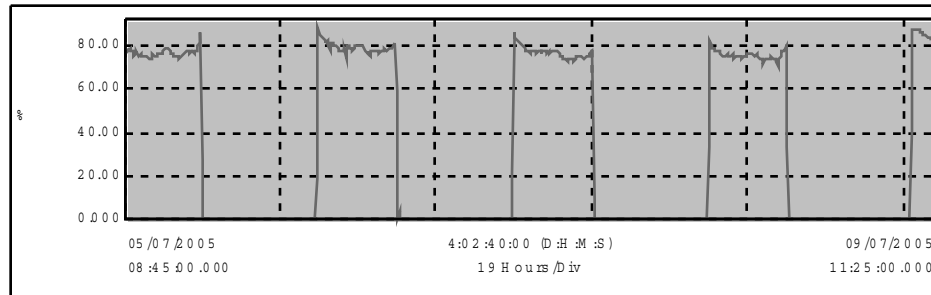
**CORRIENTE ARMONICA**



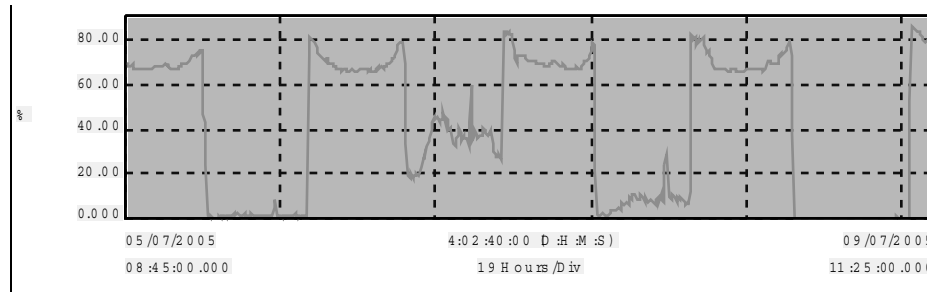
NOMBRE	PROM	MIN	MAX	UND	MUESTRA
Athd Linea1	22.965261	0.000000	93.400000	%	593
Athd Linea2	32.088196	0.000000	87.700000	%	593
Athd Linea3	39.564924	0.000000	86.500000	%	593



Athd Linea1      0.000000      93.400000      %



Athd Linea2      0.000000      87.700000      %



Athd Linea3      0.000000      86.500000      %

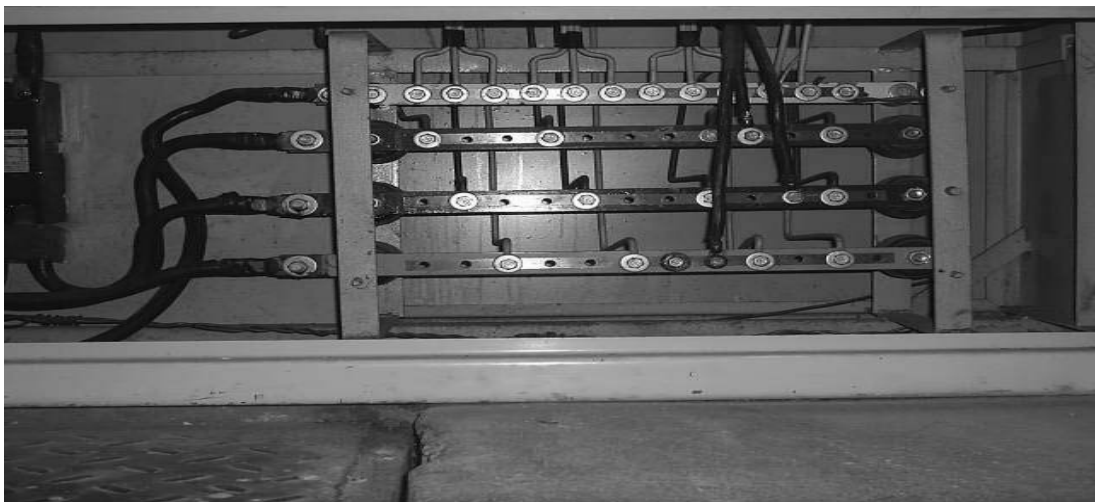
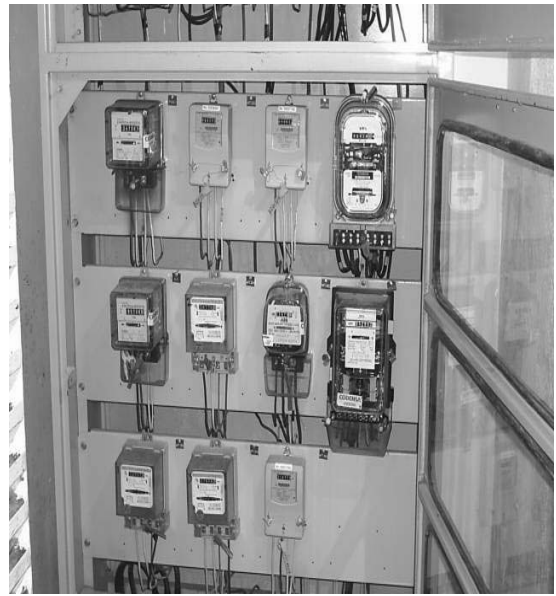


## **ANEXO B**













## **ANEXO D**



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: OFICINA TIPO 1

## Point-by-Point Layout - Project Data Sheet

### Project Data

Room Length: 9.00 m	Ceiling Reflectance: 0.70
Room Width: 6.80 m	Wall Reflectance: 0.50
Ceiling Height: 2.30 m	Floor Reflectance: 0.20
Workplane Height: 0.70 m	Maintenance Factor: 0.70

### Luminaire Type Summary

Number	Luminaire Type	Catalogue Number
6	COMMERCIAL	CRFQ1142EB-CAT II

### Illuminance Data Summary

Average Illuminance (Eave): 452 lx  
 Maximum Illuminance (Emax): 1010 lx at  $x = 1.70$  m,  $y = 1.35$  m  
 Minimum Illuminance (Emin): 219 lx at  $x = 0.34$  m,  $y = 3.15$  m  
 Uniformity 1 - Emin / Emax: 0.216 (1 : 4.63)  
 Uniformity 2 - Emin / Eave: 0.484 (1 : 2.07)  
 Total lamp flux: 69600 lm  
 Total lamp flux per unit area: 1140 lm / squ. m  
 Utilance: 57 %  
 Total electrical power: 480 W  
 Total electrical power per unit area: 7.84 W / squ. m

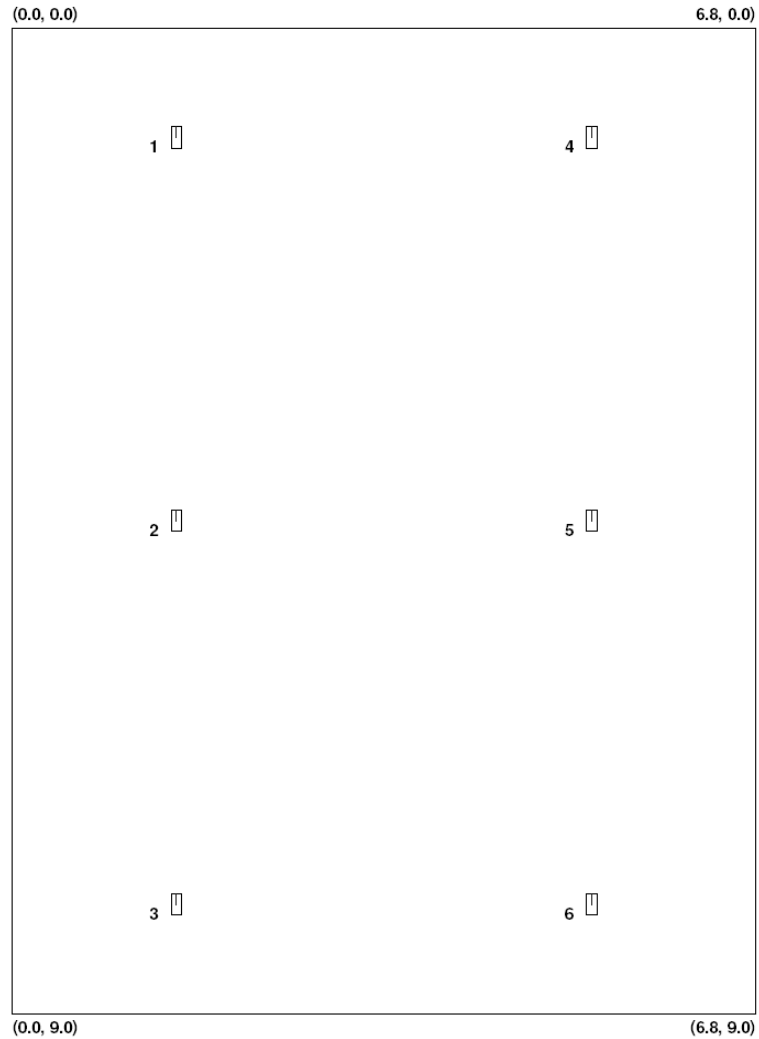
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002

All calculation results are based on the nominal values of lamps, ballasts, luminaires and other design assumptions (M.F. / R.F.). Any deviations in these parameters may affect the illumination design.



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: OFICINA TIPO 1

### Point-by-Point Layout - Project Layout



—CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002—



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: OFICINA TIPO 1

### Point-by-Point Layout - Illuminance Tabulation

Illuminance: Average = 481 lx    Maximum = 952 lx    Minimum = 243 lx  
Max / Min: 3.918    Ave / Min: 1.978

	Distance (m)																			
	0.17	0.51	0.85	1.19	1.53	1.87	2.21	2.55	2.89	3.23	3.57	3.91	4.25	4.59	4.93	5.27	5.61	5.95	6.29	6.63
0.22	318	419	513	591	661	580	500	414	328	294	294	328	414	500	580	661	591	513	419	318
0.67	372	511	644	759	861	742	624	503	382	334	334	382	503	624	742	861	759	644	511	372
1.12	397	554	704	836	952	816	681	544	407	353	353	407	544	681	816	952	836	704	554	397
1.57	348	468	581	676	761	662	564	462	358	318	318	358	462	564	662	761	676	581	468	348
2.02	299	383	461	521	575	513	451	382	311	284	284	311	382	451	513	575	521	461	383	299
2.47	272	338	398	443	483	437	391	338	284	263	263	284	338	391	437	483	443	398	338	272
2.92	246	293	336	365	391	361	331	295	258	243	243	258	295	331	361	391	365	336	293	246
3.37	293	375	451	512	566	503	441	373	304	277	277	304	373	441	503	566	512	451	375	293
3.82	355	482	602	704	794	689	584	475	365	322	322	365	475	584	689	794	704	602	482	355
4.27	379	524	661	779	883	761	640	514	388	339	339	388	514	640	761	883	779	661	524	379
4.72	379	524	661	779	883	761	640	514	388	339	339	388	514	640	761	883	779	661	524	379
5.17	355	482	602	704	794	689	584	475	365	322	322	365	475	584	689	794	704	602	482	355
5.62	293	375	451	512	566	503	441	373	304	277	277	304	373	441	503	566	512	451	375	293
6.07	246	293	336	365	391	361	331	295	258	243	243	258	295	331	361	391	365	336	293	246
6.52	272	338	398	443	483	437	391	338	284	263	263	284	338	391	437	483	443	398	338	272
6.97	299	383	461	521	575	513	451	382	311	284	284	311	382	451	513	575	521	461	383	299
7.42	348	468	581	676	761	662	564	462	358	318	318	358	462	564	662	761	676	581	468	348
7.87	397	554	704	836	952	816	681	544	407	353	353	407	544	681	816	952	836	704	554	397
8.32	372	511	644	759	861	742	624	503	382	334	334	382	503	624	742	861	759	644	511	372
8.77	318	419	513	591	661	580	500	414	328	294	294	328	414	500	580	661	591	513	419	318

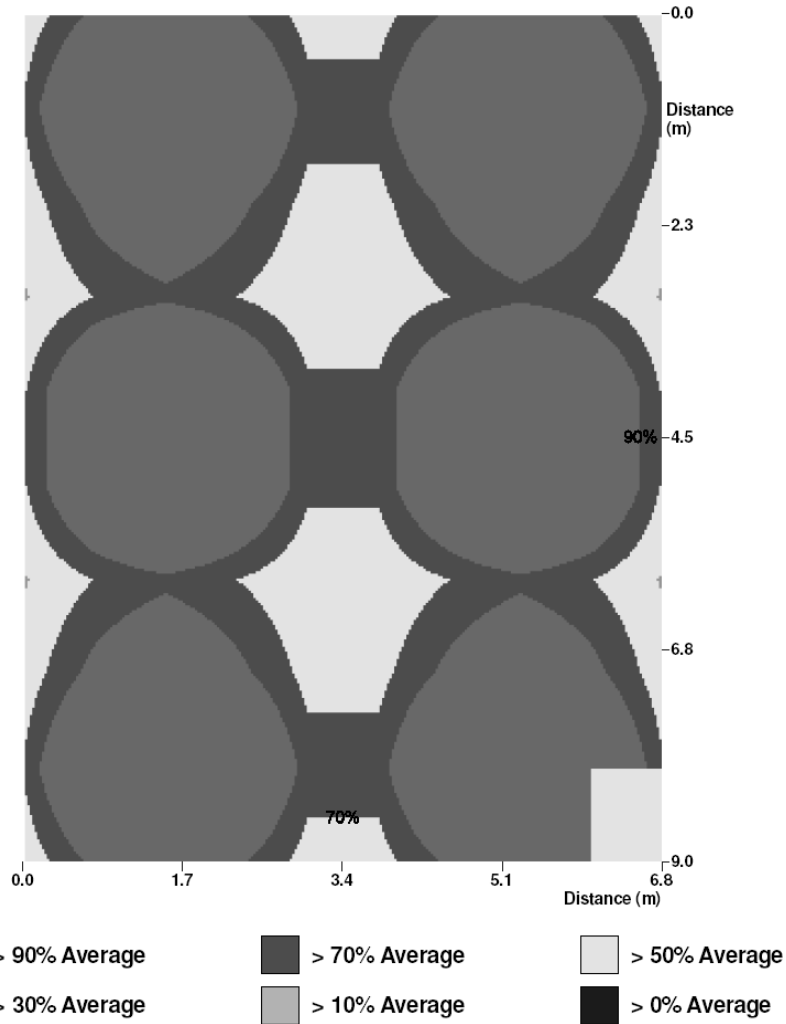
Distance  
(m)



R/LD-20  
28 septiembre, 2005

Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: OFICINA TIPO 1

### Point-by-Point Layout - Iso-Lux Diagram

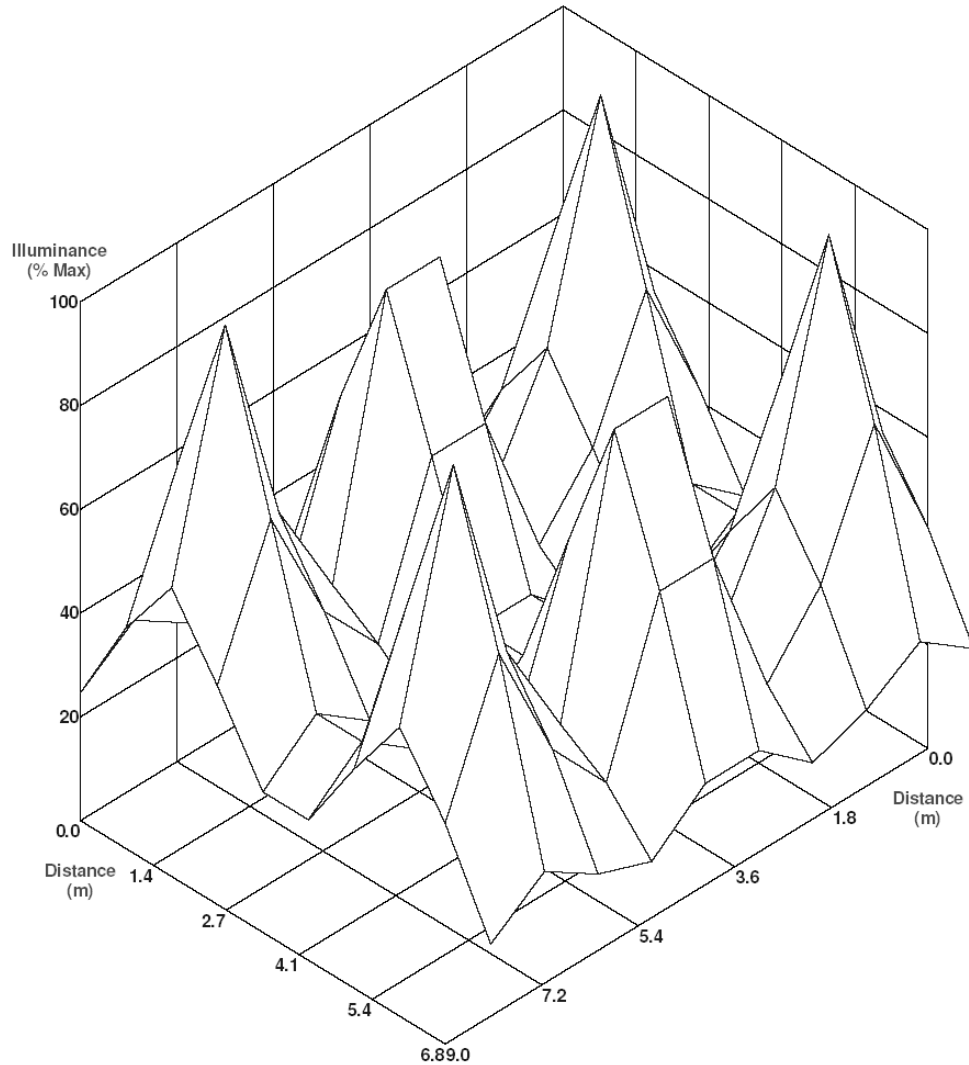


CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: OFICINA TIPO 1

### Point-by-Point Layout - 3D Lux Web



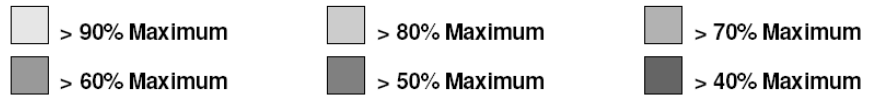
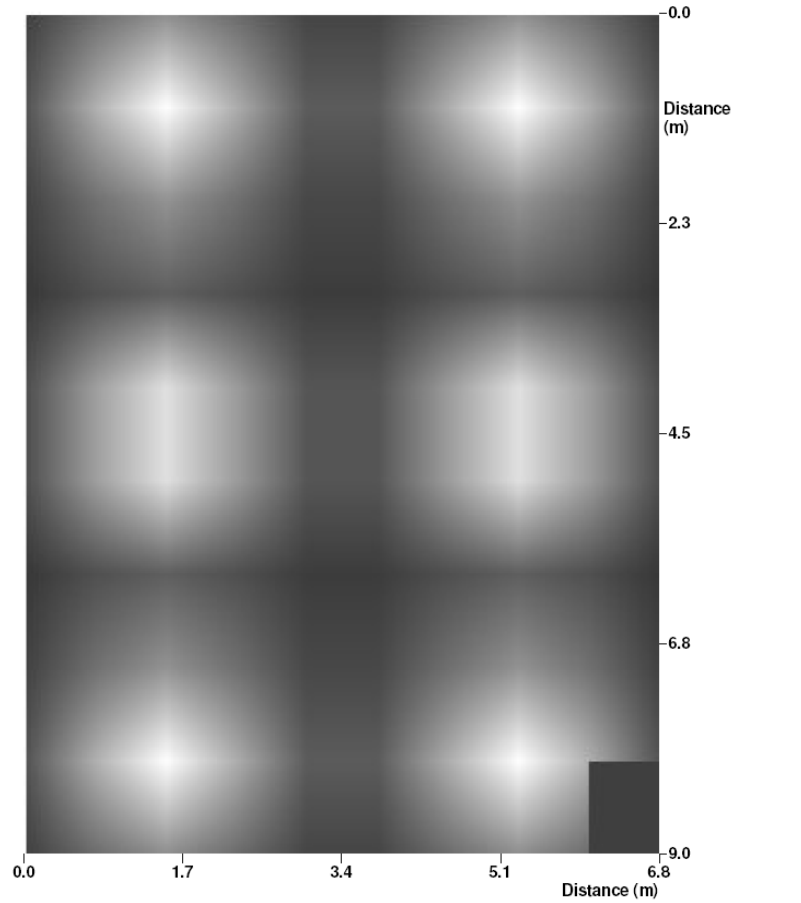
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002





Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: OFICINA TIPO 1

### Point-by-Point Layout - GreyScale Diagram





Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Oficina tipo 2

## Point-by-Point Layout - Project Data Sheet

### Project Data

Room Length: 3.90 m	Ceiling Reflectance: 0.70
Room Width: 3.00 m	Wall Reflectance: 0.50
Ceiling Height: 2.20 m	Floor Reflectance: 0.20
Workplane Height: 0.70 m	Maintenance Factor: 0.70

### Luminaire Type Summary

Number	Luminaire Type	Catalogue Number
1	COMMERCIAL	CRFW44EB

### Illuminance Data Summary

Average Illuminance (Eave): 420 lx  
 Maximum Illuminance (E<sub>max</sub>): 859 lx at x = 1.65 m, y = 2.14 m  
 Minimum Illuminance (E<sub>min</sub>): 182 lx at x = 0.34 m, y = 3.15 m  
 Uniformity 1 - E<sub>min</sub> / E<sub>max</sub>: 0.212 (1 : 4.71)  
 Uniformity 2 - E<sub>min</sub> / Eave: 0.434 (1 : 2.30)  
 Total lamp flux: 11600 lm  
 Total lamp flux per unit area: 991 lm / squ. m  
 Utilance: 61 %  
 Total electrical power: 144 W  
 Total electrical power per unit area: 12.3 W / squ. m

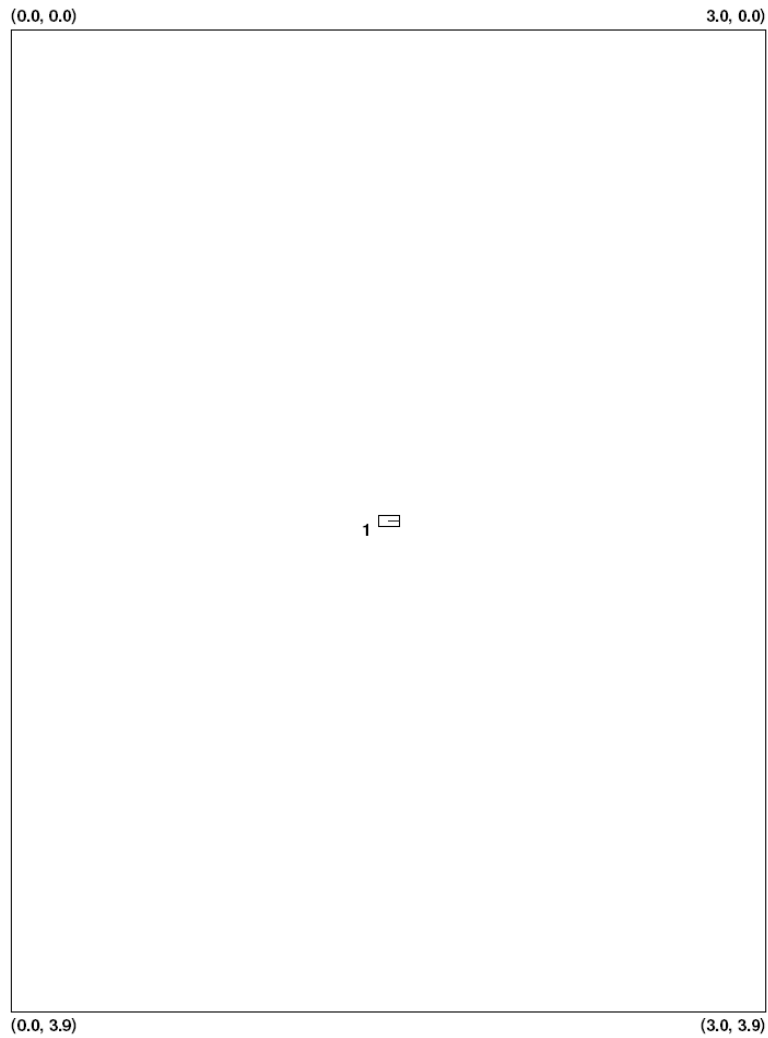
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002

All calculation results are based on the nominal values of lamps, ballasts, luminaires and other design assumptions (M.F. / R.F.). Any deviations in these parameters may affect the illumination design.



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Oficina tipo 2

### Point-by-Point Layout - Project Layout



CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Oficina tipo 2

### Point-by-Point Layout - Installation Data

#### Luminaire Type no. 1: CRFW44EB

Type: *COMMERCIAL*  
Cat. No.: *CRFW44EB*  
Length: *1.270 m*  
Width: *0.607 m*  
Height: *0.098 m*

Lamp Type: *36 WATT FTL*  
No. of Lamps: *4*  
Lumens per Lamp: *2900.0 lm*  
Light Output Ratio: *60.0 %*  
Rated Power: *144.0 W*

#### Luminaire Layout

#	Type	X (m)	Y (m)	H (m)	O (°)	T (°)
1	1	1.50	1.95	2.20	90.00	0.00



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Oficina tipo 2

### Point-by-Point Layout - Illuminance Tabulation

Illuminance: Average = 458 lx    Maximum = 857 lx    Minimum = 196 lx  
Max / Min: 4.370    Ave / Min: 2.335

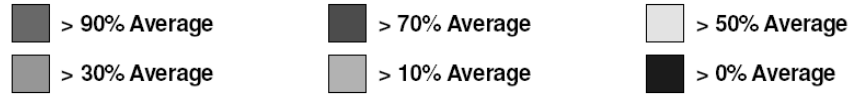
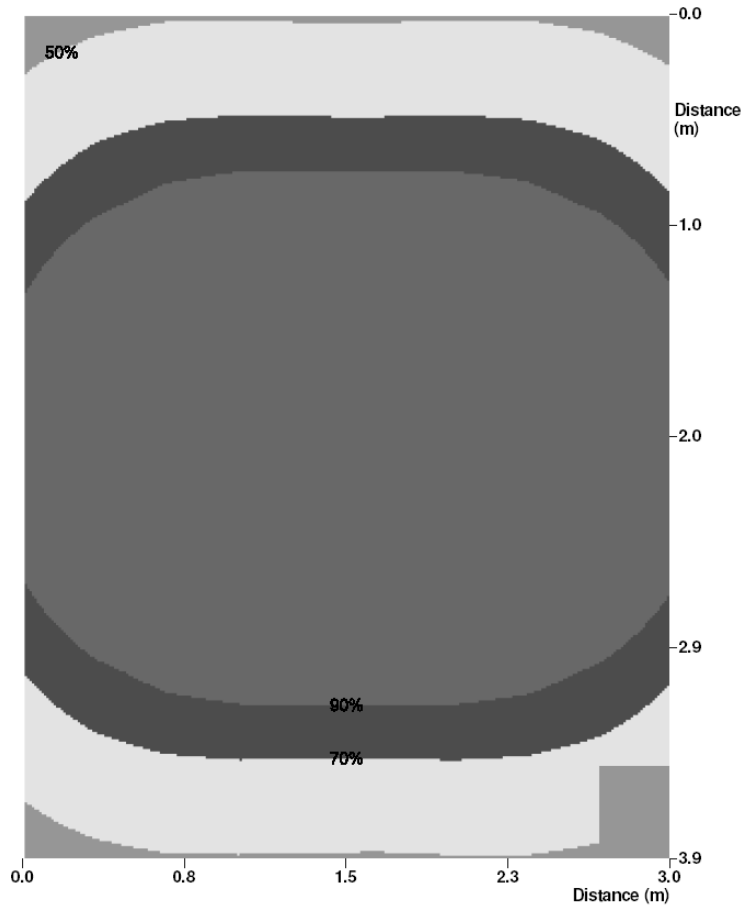
	Distance (m)																			
	0.08	0.23	0.38	0.53	0.68	0.83	0.98	1.13	1.28	1.43	1.58	1.73	1.88	2.03	2.18	2.33	2.48	2.63	2.78	2.93
0.10	196	204	211	216	221	222	223	222	221	221	221	221	223	223	223	222	218	213	207	199
0.29	217	229	239	247	254	256	258	258	257	256	256	257	258	259	257	255	249	242	232	221
0.49	242	258	273	283	294	297	301	301	300	300	299	300	301	302	299	295	286	276	262	247
0.68	276	298	319	335	351	357	364	365	365	364	364	364	365	364	358	353	339	324	304	282
0.88	310	340	367	388	409	419	428	430	431	431	431	430	430	428	420	411	392	372	346	318
1.07	353	393	430	461	491	506	520	525	528	529	529	528	525	520	506	493	465	436	400	362
1.27	396	446	492	533	572	593	613	620	625	627	628	626	620	611	593	575	538	500	455	407
1.46	434	492	548	598	648	674	700	711	718	722	724	721	710	698	674	651	605	557	503	446
1.66	471	538	602	663	722	754	786	800	810	816	819	815	800	783	754	726	670	613	550	484
1.85	486	556	624	688	751	785	820	835	847	853	856	852	835	817	786	755	696	635	568	499
2.05	486	556	624	689	751	786	820	836	848	854	857	852	836	818	787	756	697	636	569	500
2.24	472	539	604	664	723	755	788	802	813	818	820	816	802	785	757	728	672	615	551	485
2.44	436	494	550	600	650	676	702	713	721	725	726	723	713	701	677	654	608	560	505	448
2.63	398	448	495	535	575	595	616	623	628	631	632	630	623	615	597	579	542	503	458	409
2.83	355	395	432	463	493	508	523	528	531	532	533	532	528	523	510	497	468	439	403	365
3.02	312	342	369	390	411	421	430	433	433	434	434	434	433	431	423	415	395	375	349	320
3.22	277	300	321	337	352	359	366	367	366	366	366	367	367	366	361	355	341	326	306	284
3.41	243	259	274	285	295	299	302	302	301	301	301	301	303	303	300	297	288	278	264	248
3.61	218	230	240	248	255	257	259	259	258	257	257	258	259	260	258	257	250	244	234	222
3.80	196	205	212	217	222	223	224	223	222	222	222	222	223	224	224	223	219	215	208	200

Distance  
(m)



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Oficina tipo 2

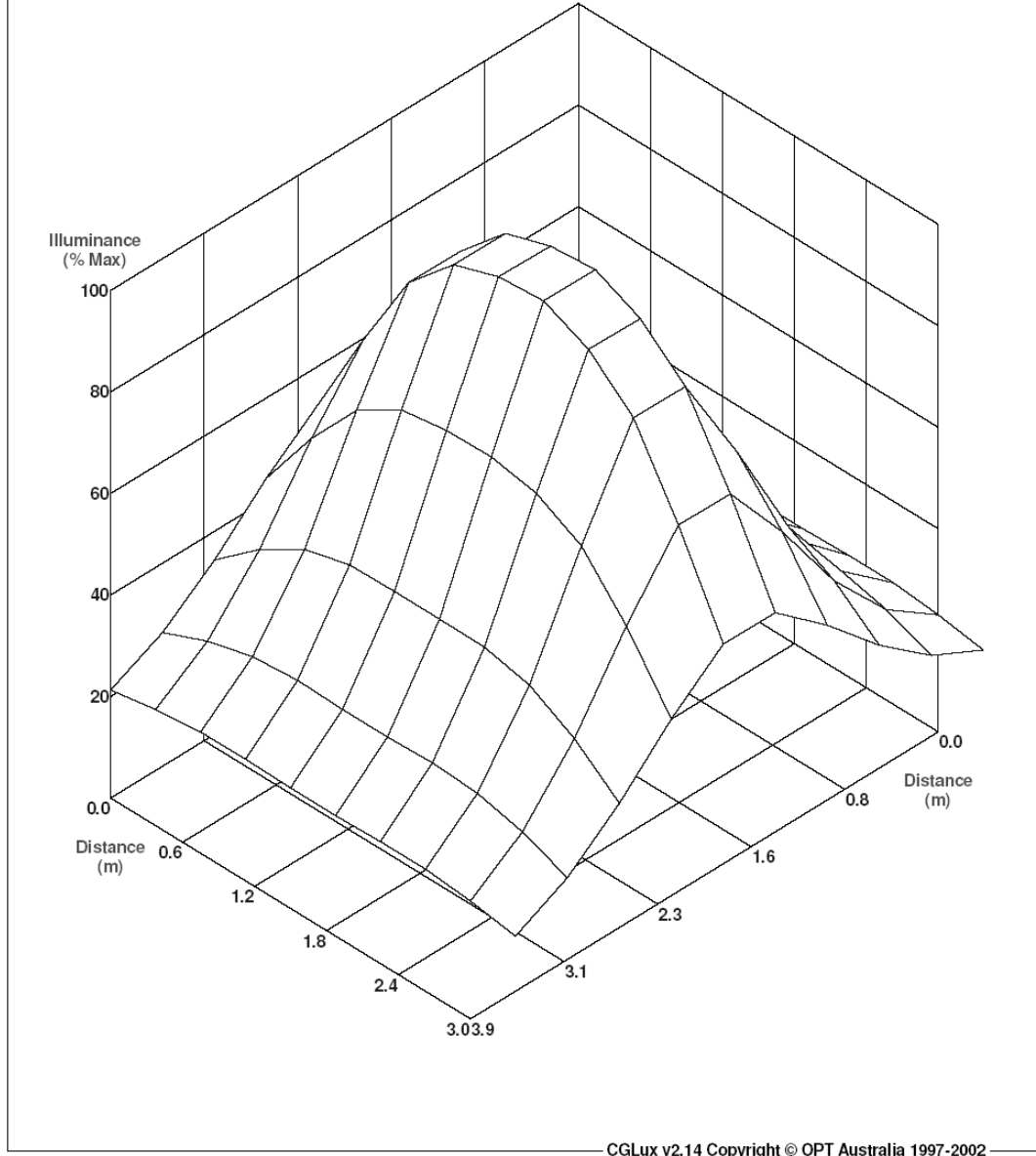
### Point-by-Point Layout - Iso-Lux Diagram





Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Oficina tipo 2

### Point-by-Point Layout - 3D Lux Web

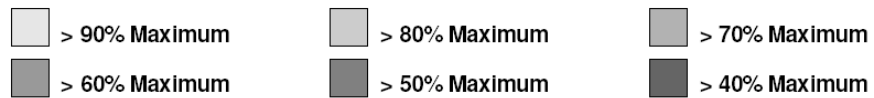
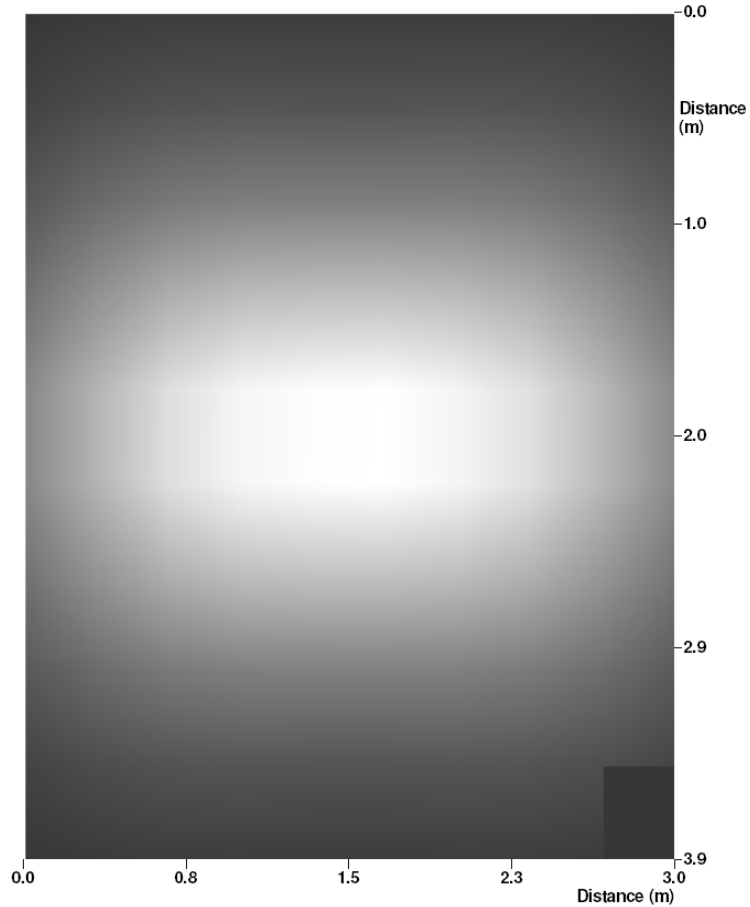


CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



Project Name: FULLER  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Oficina tipo 2

### Point-by-Point Layout - GreyScale Diagram







R/LD-20  
19 octubre, 2005

Project Name: oficina tipo 3  
Project Model: Yesid Sarmiento

### Point-by-Point Layout - Project Data Sheet

#### Project Data

Room Length: 2.30 m  
Room Width: 3.10 m  
Ceiling Height: 2.20 m  
Workplane Height: 0.70 m

Ceiling Reflectance: 0.70  
Wall Reflectance: 0.50  
Floor Reflectance: 0.20  
Maintenance Factor: 0.70

#### Luminaire Type Summary

Number	Luminaire Type	Catalogue Number
1	COMMERCIAL	CRFQ1142EB-CAT II

#### Illuminance Data Summary

Average Illuminance (Eave): 553 lx  
Maximum Illuminance (E<sub>max</sub>): 1110 lx at x = 1.39 m, y = 1.03 m  
Minimum Illuminance (E<sub>min</sub>): 242 lx at x = 0.00 m, y = 0.00 m  
Uniformity 1 - E<sub>min</sub> / E<sub>max</sub>: 0.217 (1 : 4.60)  
Uniformity 2 - E<sub>min</sub> / Eave: 0.437 (1 : 2.29)

Total lamp flux: 11600 lm  
Total lamp flux per unit area: 1630 lm / squ. m  
Utiliance: 49 %  
Total electrical power: 80.0 W  
Total electrical power per unit area: 11.2 W / squ. m

CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002

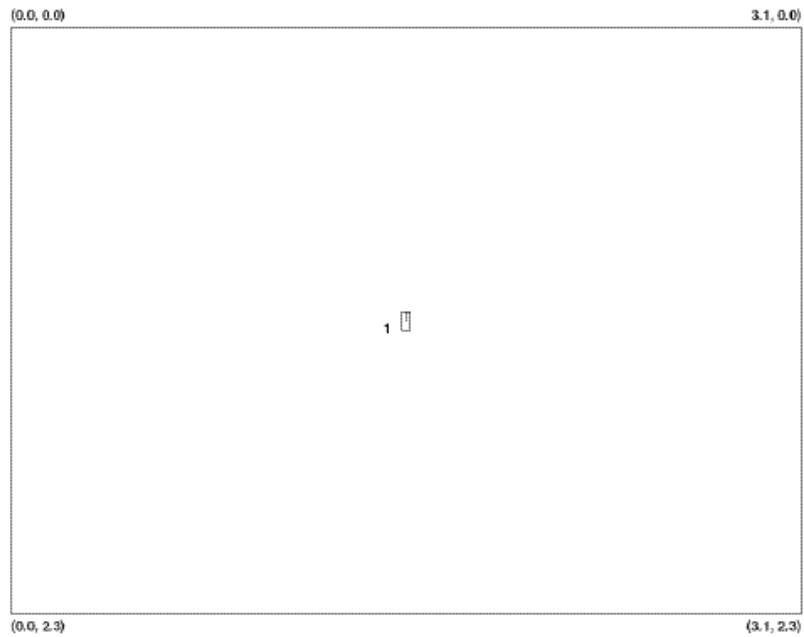
All calculation results are based on the nominal values of lamps, ballasts, luminaires and other design assumptions (M.F. / R.F.). Any deviations in these parameters may affect the illumination design.



R/LD-20  
19 octubre, 2005

Project Name: oficina tipo 3  
Project Model: Yesid Sarmiento

### Point-by-Point Layout - Project Layout



CGLUX v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



R/LD-20  
19 octubre, 2005

Project Name: oficina tipo 3  
Project Model: Yesid Sarmiento

### Point-by-Point Layout - Installation Data

Luminaire Type no. 1: CRFQ1142EB-CAT II

Type: *COMMERCIAL*  
Cat. No.: *CRFQ1142EB-CAT II*  
Length: *0.590 m*  
Width: *0.590 m*  
Height: *0.091 m*

Lamp Type: *20 WATT FTL*  
No. of Lamps: *4*  
Lumens per Lamp: *2900.0 lm*  
Light Output Ratio: *54.9 %*  
Rated Power: *80.0 W*

#### Luminaire Layout

#	Type	X (m)	Y (m)	H (m)	O (°)	T (°)
1	1	1.55	1.15	2.20	0.00	0.00

CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



R/LD-20  
19 octubre, 2005

Project Name: oficina tipo 3  
Project Model: Yesid Sarmiento

### Point-by-Point Layout - Illuminance Tabulation

Illuminance: Average = 605 lx    Maximum = 1110 lx    Minimum = 261 lx  
Max / Min: 4.258    Ave / Min: 2.317

	Distance (m)																			
	0.06	0.23	0.39	0.54	0.70	0.85	1.01	1.16	1.32	1.47	1.63	1.78	1.94	2.09	2.25	2.40	2.56	2.71	2.87	3.02
0.06	261	288	317	354	390	429	468	496	522	532	532	522	496	468	429	390	354	317	288	261
0.17	276	306	343	388	433	481	530	566	599	612	612	599	566	530	481	433	388	343	306	276
0.29	291	328	370	423	476	535	594	638	679	695	695	679	638	594	535	476	423	370	328	291
0.40	306	348	396	458	520	591	663	716	766	785	785	766	716	663	591	520	458	396	348	306
0.52	320	368	423	493	564	647	730	793	852	875	875	852	793	730	647	564	493	423	368	320
0.63	332	384	444	521	600	692	784	855	922	948	948	922	855	784	692	600	521	444	384	332
0.75	343	400	465	549	635	737	839	918	992	1020	1020	992	918	839	737	635	549	465	400	343
0.86	350	409	476	565	655	762	869	953	1030	1060	1060	1030	953	869	762	655	565	476	409	350
0.98	355	416	486	579	672	784	895	983	1070	1100	1100	1070	983	895	784	672	579	486	416	355
1.09	357	419	490	584	679	792	905	994	1080	1110	1110	1080	994	905	792	679	584	490	419	357
1.21	357	419	490	584	679	792	905	994	1080	1110	1110	1080	994	905	792	679	584	490	419	357
1.32	355	416	486	579	672	784	895	983	1070	1100	1100	1070	983	895	784	672	579	486	416	355
1.44	350	409	476	565	655	762	869	953	1030	1060	1060	1030	953	869	762	655	565	476	409	350
1.55	343	400	465	549	635	737	839	918	992	1020	1020	992	918	839	737	635	549	465	400	343
1.67	332	384	444	521	600	692	784	855	922	948	948	922	855	784	692	600	521	444	384	332
1.78	320	368	423	493	564	647	730	793	852	875	875	852	793	730	647	564	493	423	368	320
1.90	306	348	396	458	520	591	663	716	766	785	785	766	716	663	591	520	458	396	348	306
2.01	291	328	370	423	476	535	594	638	679	695	695	679	638	594	535	476	423	370	328	291
2.13	276	306	343	388	433	481	530	566	599	612	612	599	566	530	481	433	388	343	306	276
2.24	261	288	317	354	390	429	468	496	522	532	532	522	496	468	429	390	354	317	288	261

Distance (m)

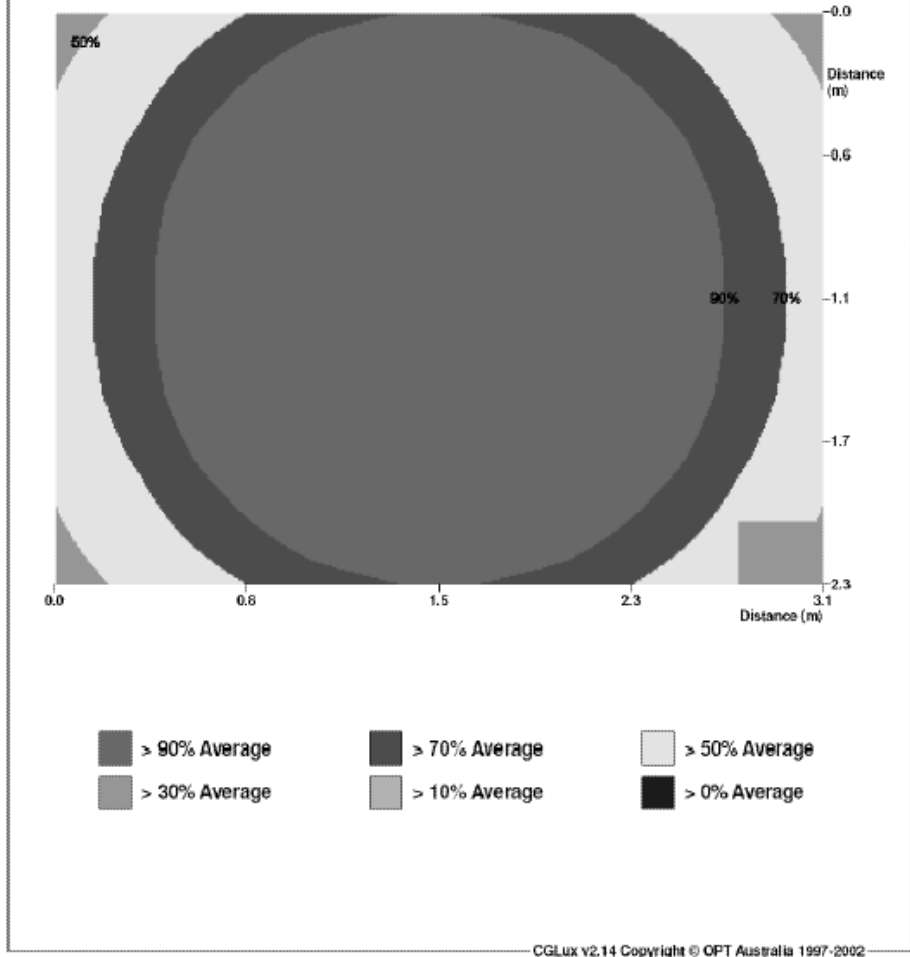
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



R/LD-20  
19 octubre, 2005

Project Name: oficina tipo 3  
Project Model: Yesid Sarmiento

### Point-by-Point Layout - Iso-Lux Diagram

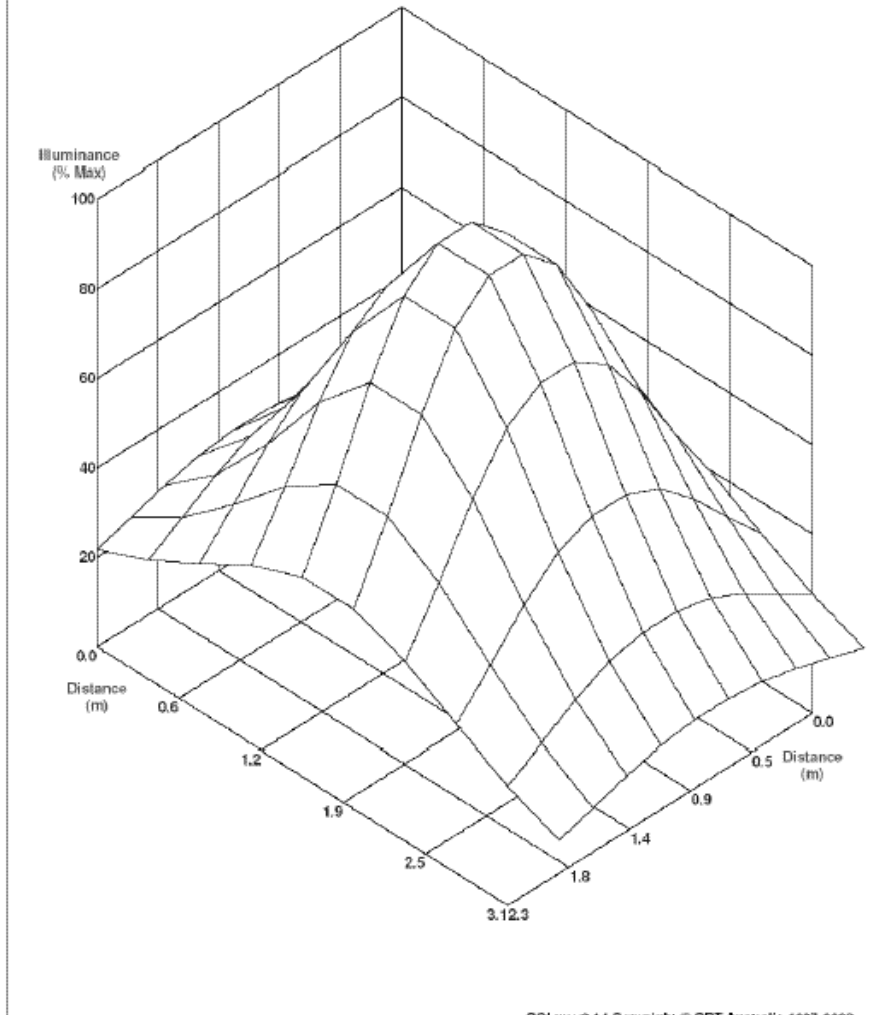




R/LD-20  
19 octubre, 2005

Project Name: oficina tipo 3  
Project Model: Yesid Sarmiento

### Point-by-Point Layout - 3D Lux Web



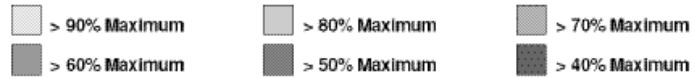
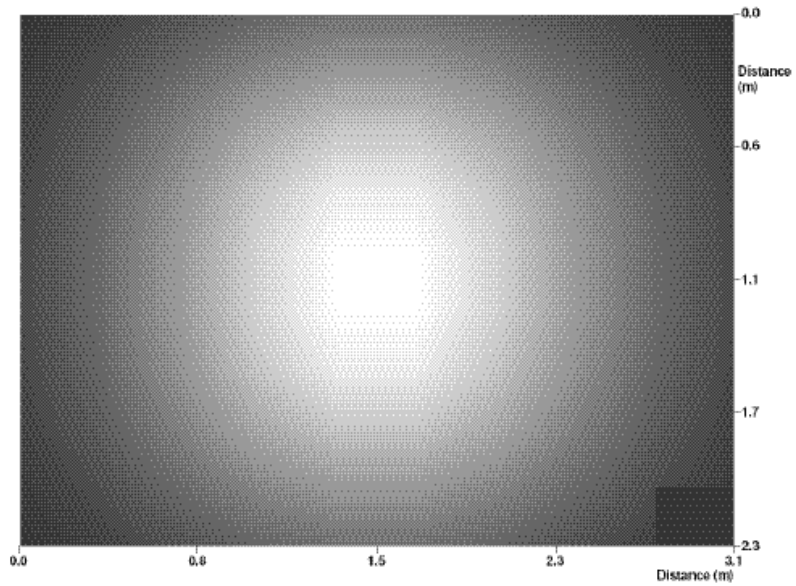
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



R/LD-20  
19 octubre, 2005

Project Name: oficina tipo 3  
Project Model: Yesid Sarmiento

### Point-by-Point Layout - GreyScale Diagram



CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Sala de espera

## Point-by-Point Layout - Project Data Sheet

### Project Data

Room Length: 21.0 m  
Room Width: 5.60 m  
Ceiling Height: 2.20 m  
Workplane Height: 0.00 m  
Ceiling Reflectance: 0.70  
Wall Reflectance: 0.50  
Floor Reflectance: 0.20  
Maintenance Factor: 0.70

### Luminaire Type Summary

Number	Luminaire Type	Catalogue Number
8	COMMERCIAL	CRFQ1142EB-CAT II

### Illuminance Data Summary

Average Illuminance (Eave): 296 lx  
Maximum Illuminance (Emax): 546 lx at  $x = 1.40$  m,  $y = 7.35$  m  
Minimum Illuminance (Emin): 125 lx at  $x = 0.28$  m,  $y = 15.75$  m  
Uniformity 1 - Emin / Emax: 0.229 (1 : 4.36)  
Uniformity 2 - Emin / Eave: 0.423 (1 : 2.36)  
Total lamp flux: 92800 lm  
Total lamp flux per unit area: 789 lm / squ. m  
Utilance: 54 %  
Total electrical power: 640 W  
Total electrical power per unit area: 5.44 W / squ. m

CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002

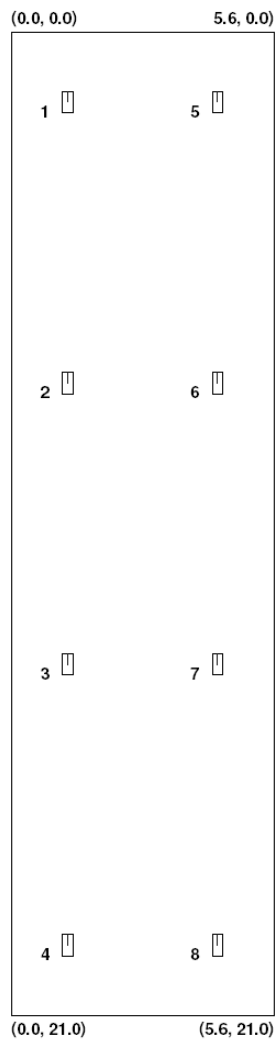
All calculation results are based on the nominal values of lamps, ballasts, luminaires and other design assumptions (M.F. / R.F.). Any deviations in these parameters may affect the illumination design.





Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Sala de espera

### Point-by-Point Layout - Project Layout







Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Sala de espera

## Point-by-Point Layout - Installation Data

### Luminaire Type no. 1: CRFQ1142EB-CAT II

Type: *COMMERCIAL*  
Cat. No.: *CRFQ1142EB-CAT II*  
Length: *0.590 m*  
Width: *0.590 m*  
Height: *0.091 m*

Lamp Type: *20 WATT FTL*  
No. of Lamps: *4*  
Lumens per Lamp: *2900.0 lm*  
Light Output Ratio: *54.9 %*  
Rated Power: *80.0 W*

### Luminaire Layout

#	Type	X (m)	Y (m)	H (m)	O (°)	T (°)
1	1	1.20	1.50	2.20	0.00	0.00
2	1	1.20	7.50	2.20	0.00	0.00
3	1	1.20	13.50	2.20	0.00	0.00
4	1	1.20	19.50	2.20	0.00	0.00
5	1	4.40	1.50	2.20	0.00	0.00
6	1	4.40	7.50	2.20	0.00	0.00
7	1	4.40	13.50	2.20	0.00	0.00
8	1	4.40	19.50	2.20	0.00	0.00



R/LD-20  
28 septiembre, 2005

Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Sala de espera

### Point-by-Point Layout - Illuminance Tabulation

Illuminance: Average = 306 lx    Maximum = 514 lx    Minimum = 133 lx  
Max / Min: 3.864    Ave / Min: 2.298

	Distance (m)																			
	0.14	0.42	0.70	0.98	1.26	1.54	1.82	2.10	2.38	2.66	2.94	3.22	3.50	3.78	4.06	4.34	4.62	4.90	5.18	5.46
0.52	250	281	309	326	342	334	327	314	299	294	294	299	314	327	334	342	326	309	281	250
1.57	295	340	379	402	423	411	398	378	355	346	346	355	378	398	411	423	402	379	340	295
2.62	303	351	392	416	439	425	411	388	364	354	354	364	388	411	425	439	416	392	351	303
3.67	213	238	260	273	285	279	273	262	250	245	245	250	262	273	279	285	273	260	238	213
4.72	133	139	144	147	151	151	151	151	150	150	150	150	151	151	151	151	147	144	139	133
5.77	239	272	300	317	332	323	314	299	282	276	276	282	299	314	323	332	317	300	272	239
6.82	346	405	456	486	514	495	476	447	414	402	402	414	447	476	495	514	486	456	405	346
7.87	296	342	381	405	427	413	400	378	354	345	345	354	378	400	413	427	405	381	342	296
8.92	215	239	260	273	285	280	275	266	255	251	251	255	266	275	280	285	273	260	239	215
9.97	184	200	213	222	230	229	227	222	216	214	214	216	222	227	229	230	222	213	200	184
11.0	184	200	213	222	230	229	227	222	216	214	214	216	222	227	229	230	222	213	200	184
12.1	215	239	260	273	285	280	275	266	255	251	251	255	266	275	280	285	273	260	239	215
13.1	296	342	381	405	427	413	400	378	354	345	345	354	378	400	413	427	405	381	342	296
14.2	346	405	456	486	514	495	476	447	414	402	402	414	447	476	495	514	486	456	405	346
15.2	239	272	300	317	332	323	314	299	282	276	276	282	299	314	323	332	317	300	272	239
16.3	133	139	144	147	151	151	151	151	150	150	150	150	151	151	151	151	147	144	139	133
17.3	213	238	260	273	285	279	273	262	250	245	245	250	262	273	279	285	273	260	238	213
18.4	303	351	392	416	439	425	411	388	364	354	354	364	388	411	425	439	416	392	351	303
19.4	295	340	379	402	423	411	398	378	355	346	346	355	378	398	411	423	402	379	340	295
20.5	250	281	309	326	342	334	327	314	299	294	294	299	314	327	334	342	326	309	281	250

Distance  
(m)

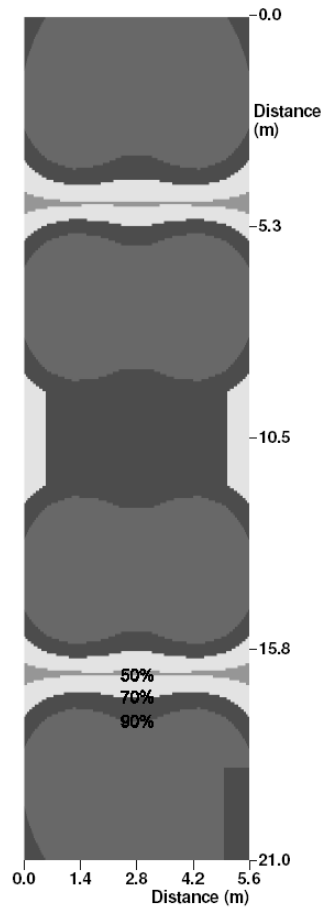
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



R/LD-20  
28 septiembre, 2005

Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Sala de espera

### Point-by-Point Layout - Iso-Lux Diagram



> 90% Average

> 70% Average

> 50% Average

> 30% Average

> 10% Average

> 0% Average

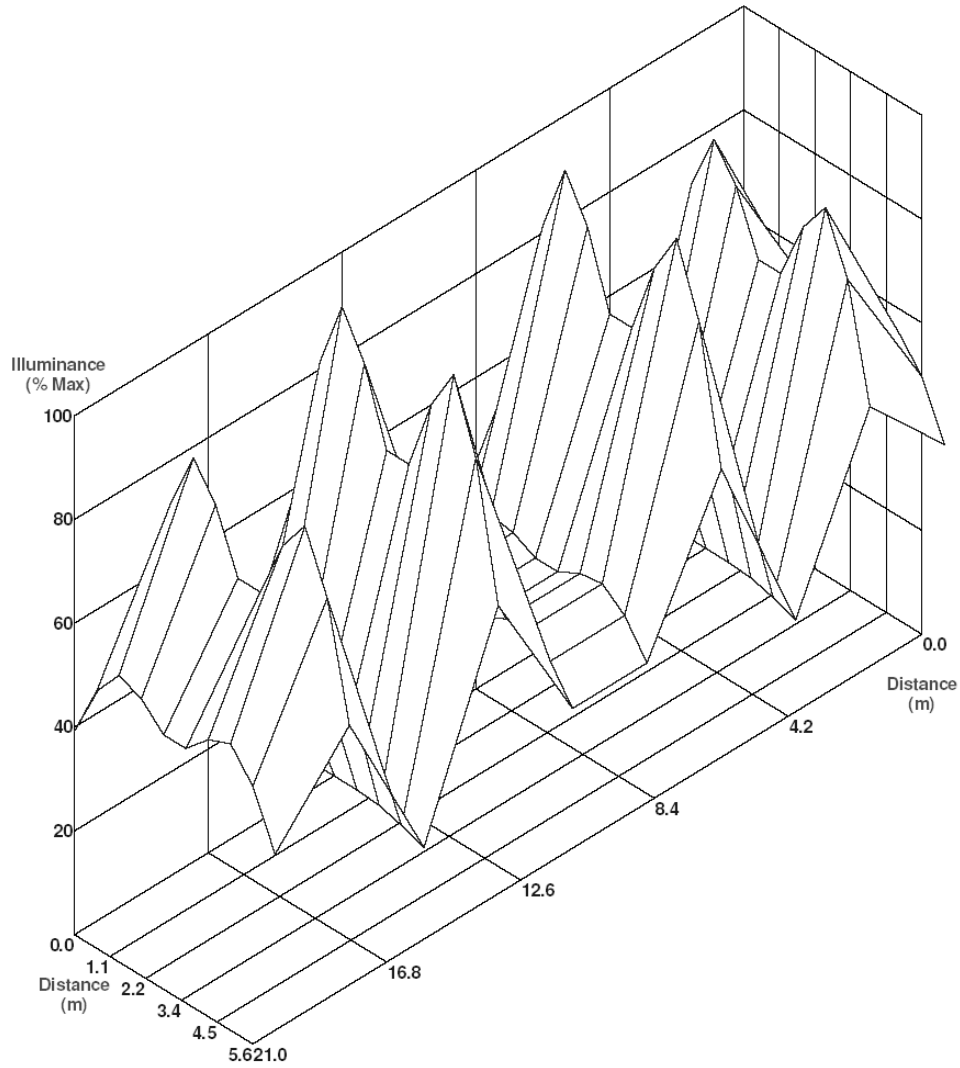
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002





Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Sala de espera

### Point-by-Point Layout - 3D Lux Web

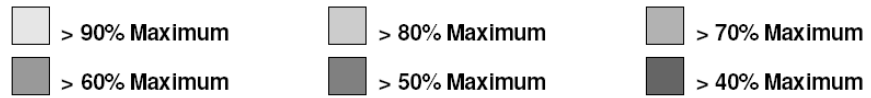
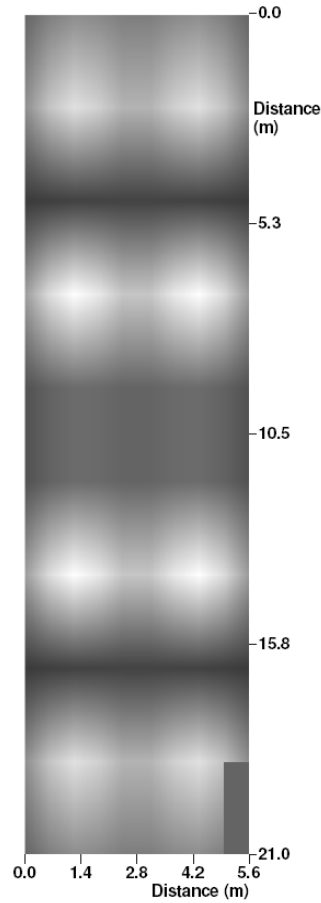


CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: Sala de espera

### Point-by-Point Layout - GreyScale Diagram







Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: salon de conferencias

## Point-by-Point Layout - Project Data Sheet

### Project Data

Room Length: 7.40 m  
Room Width: 7.00 m  
Ceiling Height: 2.20 m  
Workplane Height: 0.80 m  
Ceiling Reflectance: 0.70  
Wall Reflectance: 0.50  
Floor Reflectance: 0.20  
Maintenance Factor: 0.70

### Luminaire Type Summary

Number	Luminaire Type	Catalogue Number
9	COMMERCIAL	CRFQ1142EB-CAT II

### Illuminance Data Summary

Average Illuminance (Eave): 809 lx  
Maximum Illuminance (Emax): 1270 lx at x = 5.25 m, y = 1.11 m  
Minimum Illuminance (Emin): 391 lx at x = 0.34 m, y = 3.15 m  
Uniformity 1 - Emin / Emax: 0.307 (1 : 3.25)  
Uniformity 2 - Emin / Eave: 0.484 (1 : 2.07)  
Total lamp flux: 104000 lm  
Total lamp flux per unit area: 2020 lm / squ. m  
Utilance: 57 %  
Total electrical power: 720 W  
Total electrical power per unit area: 13.9 W / squ. m

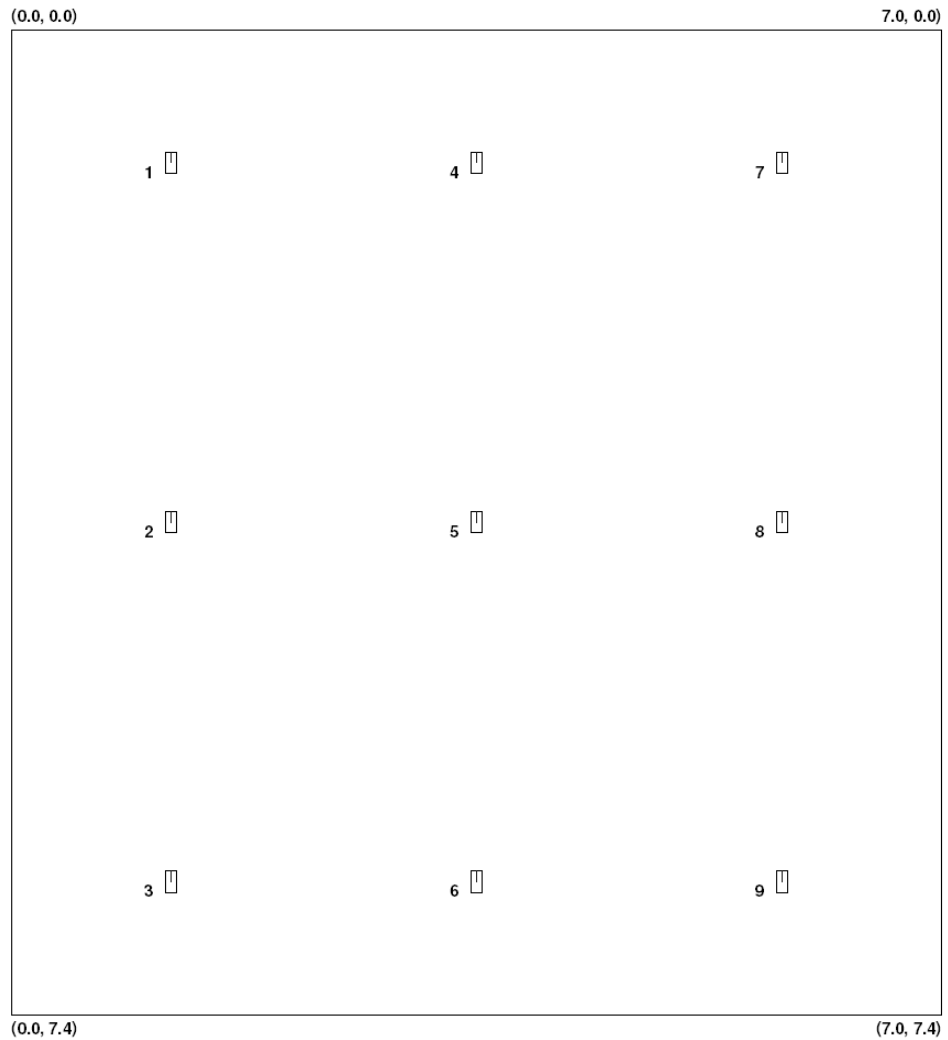
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002

All calculation results are based on the nominal values of lamps, ballasts, luminaires and other design assumptions (M.F. / R.F.). Any deviations in these parameters may affect the illumination design.



Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: salon de conferencias

### Point-by-Point Layout - Project Layout



CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: salon de conferencias

## Point-by-Point Layout - Installation Data

### Luminaire Type no. 1: CRFQ1142EB-CAT II

Type: *COMMERCIAL*  
Cat. No.: *CRFQ1142EB-CAT II*  
Length: *0.590 m*  
Width: *0.590 m*  
Height: *0.091 m*

Lamp Type: *20 WATT FTL*  
No. of Lamps: *4*  
Lumens per Lamp: *2900.0 lm*  
Light Output Ratio: *54.9 %*  
Rated Power: *80.0 W*

### Luminaire Layout

#	Type	X (m)	Y (m)	H (m)	O (°)	T (°)
1	1	1.20	1.00	2.20	0.00	0.00
2	1	1.20	3.70	2.20	0.00	0.00
3	1	1.20	6.40	2.20	0.00	0.00
4	1	3.50	1.00	2.20	0.00	0.00
5	1	3.50	3.70	2.20	0.00	0.00
6	1	3.50	6.40	2.20	0.00	0.00
7	1	5.80	1.00	2.20	0.00	0.00
8	1	5.80	3.70	2.20	0.00	0.00
9	1	5.80	6.40	2.20	0.00	0.00



Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: salon de conferencias

### Point-by-Point Layout - Illuminance Tabulation

Illuminance: Average = 873 lx    Maximum = 1230 lx    Minimum = 470 lx  
Max / Min: 2.621    Ave / Min: 1.856

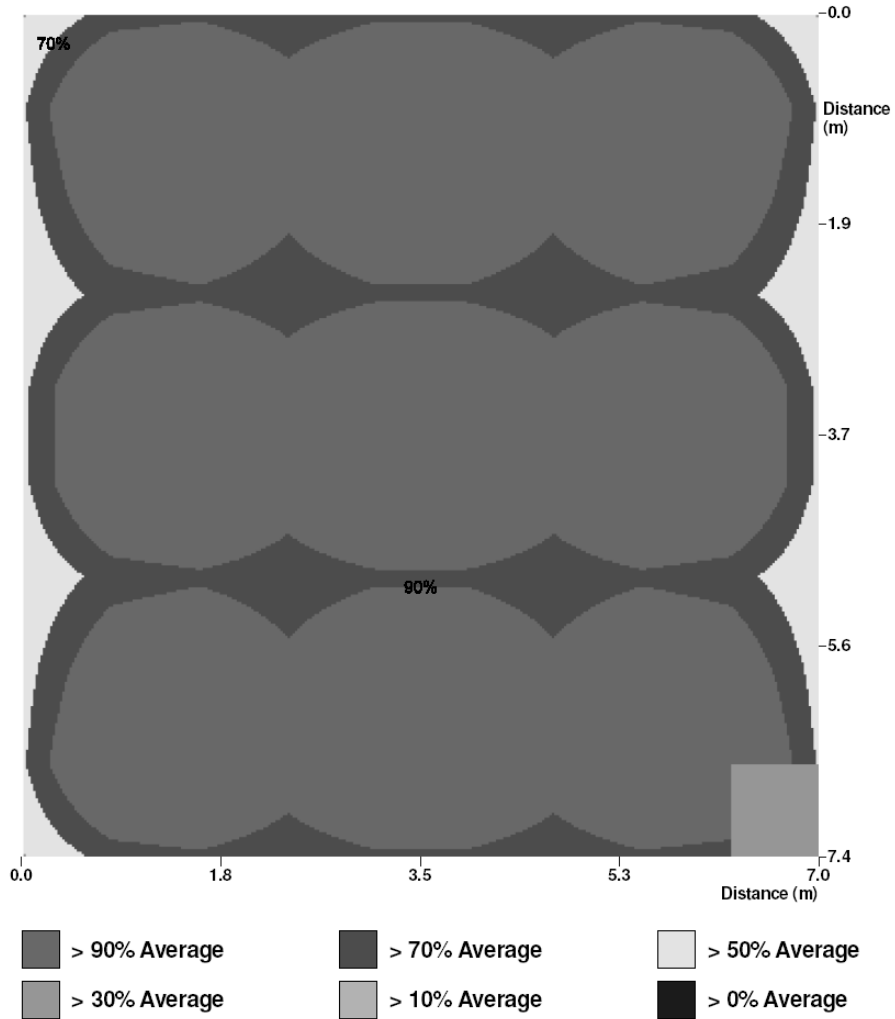
	Distance (m)																			
	0.17	0.52	0.87	1.22	1.57	1.92	2.27	2.62	2.97	3.32	3.67	4.02	4.37	4.72	5.07	5.42	5.77	6.12	6.47	6.82
0.19	497	641	754	784	808	733	657	706	780	808	808	780	706	657	733	808	784	754	641	497
0.56	604	826	998	1040	1070	944	816	898	1020	1070	1070	1020	898	816	944	1070	1040	998	826	604
0.93	669	938	1150	1200	1230	1070	916	1020	1170	1230	1230	1170	1020	916	1070	1230	1200	1150	938	669
1.30	629	863	1040	1090	1130	992	859	944	1070	1120	1120	1070	944	859	992	1130	1090	1040	863	629
1.67	587	786	941	982	1010	908	801	869	972	1010	1010	972	869	801	908	1010	982	941	786	587
2.04	529	682	802	837	865	791	717	764	837	865	865	837	764	717	791	865	837	802	682	529
2.41	470	578	663	691	716	674	632	660	702	718	718	702	660	632	674	716	691	663	578	470
2.78	532	688	811	846	874	797	721	771	846	875	875	846	771	721	797	874	846	811	688	532
3.15	618	842	1020	1060	1090	969	844	924	1050	1090	1090	1050	924	844	969	1090	1060	1020	842	618
3.52	651	902	1100	1140	1180	1040	892	984	1120	1180	1180	1120	984	892	1040	1180	1140	1100	902	651
3.89	651	902	1100	1140	1180	1040	892	984	1120	1180	1180	1120	984	892	1040	1180	1140	1100	902	651
4.26	618	842	1020	1060	1090	969	844	924	1050	1090	1090	1050	924	844	969	1090	1060	1020	842	618
4.63	532	688	811	846	874	797	721	771	846	875	875	846	771	721	797	874	846	811	688	532
5.00	470	578	663	691	716	674	632	660	702	718	718	702	660	632	674	716	691	663	578	470
5.37	529	682	802	837	865	791	717	764	837	865	865	837	764	717	791	865	837	802	682	529
5.74	587	786	941	982	1010	908	801	869	972	1010	1010	972	869	801	908	1010	982	941	786	587
6.11	629	863	1040	1090	1130	992	859	944	1070	1120	1120	1070	944	859	992	1130	1090	1040	863	629
6.48	669	938	1150	1200	1230	1070	916	1020	1170	1230	1230	1170	1020	916	1070	1230	1200	1150	938	669
6.85	604	826	998	1040	1070	944	816	898	1020	1070	1070	1020	898	816	944	1070	1040	998	826	604
7.22	497	641	754	784	808	733	657	706	780	808	808	780	706	657	733	808	784	754	641	497

Distance  
(m)



Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: salon de conferencias

### Point-by-Point Layout - Iso-Lux Diagram



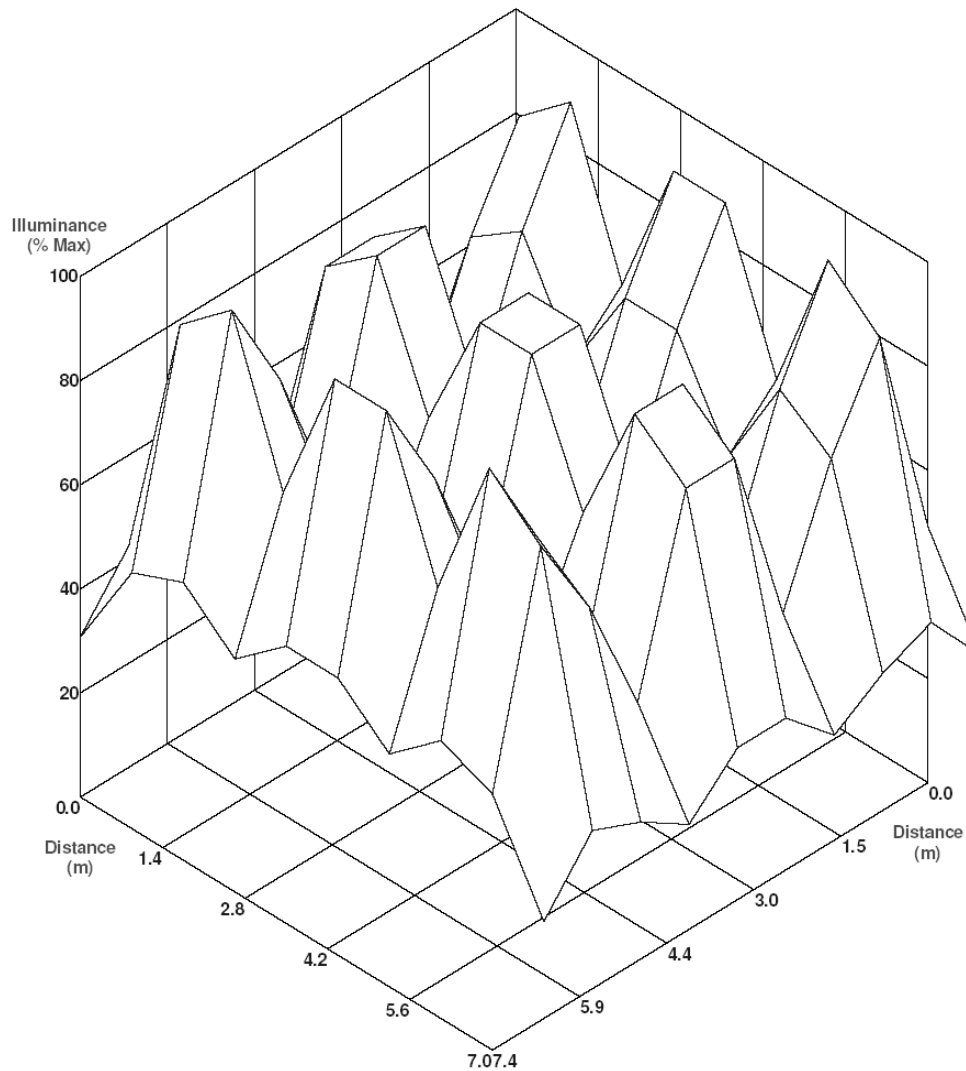
CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



R/LD-20  
28 septiembre, 2005

Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: salon de conferencias

### Point-by-Point Layout - 3D Lux Web

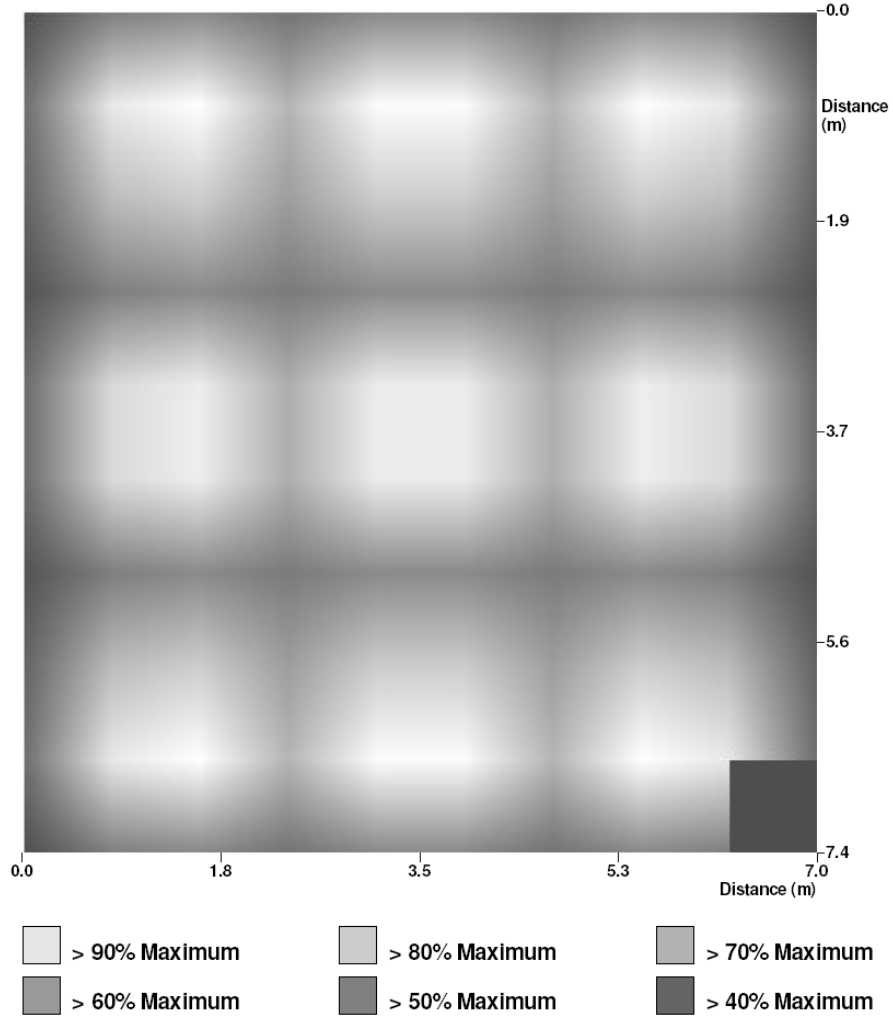


CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002



Project Name: Fuller  
Project Model: Yesid Sarmiento  
Description: salon de conferencias

### Point-by-Point Layout - GreyScale Diagram



CGLux v2.14 Copyright © OPT Australia 1997-2002