

**USO RACIONAL Y EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS SISTEMA DE
ILUMINACION EN LA CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC**

**CARLOS MARIO FONTALVO AGUILAR
MELVIN RAFAEL ORTIZ CAMARGO
DANIEL POZO MARTINEZ**

**CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELECTRICA
BARRANQUILLA
2010**

**USO RACIONAL Y EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS SISTEMA DE
ILUMINACION EN LA CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC**

CARLOS MARIO FONTALVO AGUILAR

MELVIN RAFAEL ORTIZ CAMARGO

DANIEL POZO MARTINEZ

CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA ELECTRICA

BARRANQUILLA

2010

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Asesor: MILEN BALBIS MOREJON

Barranquilla, Julio de 2010.

DEDICATORIA

CARLOS MARIO FONTALVO AGUILAR

A Dios por haberme dado todo para salir adelante.

A mi mama Ana Aguilar Bravo por ser el motor de mi vida.

A Marycarmen Ospina Guerra por impulsarme a lograr mis objetivos.

A mi Familia por que tanto quiero por haber creído siempre en mi.

A mis compañeros.

DEDICATORIA

MELVIN RAFAEL ORTIZ CAMARGO

Con profunda sinceridad el autor expresa sus más profundos agradecimientos.

A Dios por bendecirme cada día de mi vida, dotarme de sabiduría y ser esa luz que siempre me ilumina en la oscuridad.

A mis padres por su apoyo y amor absoluto desde los primeros momentos de mi vida

A mi familia que siempre ha creído en mi.

A mi novia María Alejandra por que con su comprensión y apoyo estuvo siempre a mi lado.

A mis compañeros por su colaboración en el desarrollo del proyecto

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PLOBLEMA	16
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. DELIMITACIÓN DEL TEMA	20
4.1 DELIMITACIÓN TEÓRICA	20
4.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL	20
4.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL	20
5. MARCO TEÓRICO	21
5.1 ILUMINACIÓN	21
5.2 DISEÑO DE ILUMINACION	22
5.3 INSTALACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION	23
6. REQUISITOS GENERALES PARA UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN	27
6.1 RECONOCIMIENTO DEL SITIO Y OBJETOS A ILUMINAR	27
6.2 REQUERIMIENTOS DE ILUMINACIÓN	27
6.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FUENTES LUMINOSAS Y LUMINARIAS	27
6.4 DOCUMENTOS FOTOMÉTRICOS	28

6.5 MATRIZ DE INTENSIDADES	28
7. DIAGRAMA ISOLUX	29
7.1 DIAGRAMA POLAR DE INTENSIDAD LUMINOSA	30
7.2 PLANOS Y ÁNGULOS DE MEDICIÓN FOTOMÉTRICA Y SISTEMA DE COORDENADAS	31
8. DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA	33
8.1 CURVAS DE DEPRECIACIÓN LUMINOSA DE LAS FUENTES	33
8.2 CURVA DE MORTALIDAD Ó DE VIDA PROMEDIO DE LAS FUENTES LUMINOSAS	34
8.3 FLUJO LUMINOSO PARA DISEÑO	35
8.4 VIDA ECONÓMICA DE LAS FUENTES Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE LUMINARIAS	35
9. GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN	36
10. EVOLUCIÓN Y EFICIENCIA DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS EN ILUMINACIÓN EXISTENTES	37
10.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS	38
10.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FUENTES LUMINOSAS	39
10.3 ILUMINACIÓN FLUORESCENTE	42
10.4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	42
10.5 COMPONENTES DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE	44
10.5.1 Bulbo	44
10.5.2 Electrodo	45
10.5.3 Balasto	46
10.5.4 Gas de Relleno	47

10.5.5 Fósforos	47
11. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO	48
11.1 EFICACIA LUMINOSA	48
11.2 CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS	48
11.3 COMPORTAMIENTO TÉRMICO	50
11.4 VIDA ÚTIL	50
11.5 DEPRECIACIÓN LUMINOSA	51
11.6 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA	52
11.7 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS	52
12. EL PROCESO DE DISEÑO DE ILUMINACIÓN	53
12.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO	53
13. MARCO LEGAL	55
14. MARCO HISTÓRICO	59
15. MARCO CONCEPTUAL	62
16. CARACTERIZACION ENERGETICA	76
16.1 NECESIDADES PARA REALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	76
16.2 OBJETIVOS DE LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	77
16.3 REQUERIMIENTOS PARA REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	77
16.4 CENSO DE CARGA	78
16.5 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN	79
16.6 GRÁFICOS DE CONTROL	80

16.7 GRÁFICO DE TENDENCIA O DE SUMAS ACUMULATIVAS (CUSUM)	81
16.8 DIAGRAMA DE PARETO	82
16.9 USO DEL DIAGRAMA DE PARETO PARA IDENTIFICAR PUNTOS CLAVES DE CONTROL DE LOS CONSUMOS Y COSTOS ENERGÉTICOS	83
16.10 TIPO DE RESULTADOS QUE SE OBTIENEN CON LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	84
17. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA - CUC	86
18. CENSO DE CARGA CORPARACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC	88
19. ANALISIS GRAFICO	94
20. ANALISIS ESTADISTICO	95
20.1 ILUMINACIÓN EFICIENTE	96
20.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES PARA TUBOS T5	98
20.3 LÁMPARAS FLUORESCENTES T5 HO (ALTA SALIDA)	98
20.3.1 Características técnicas lámparas T5 Ho	98
20.3.2 Lámparas Fluorescentes T5 HE (Alta eficiencia)	99
20.3.3 T8 Lámparas Fluorescentes Estándar 26mm.	100
20.3.4 T8 Lámparas Fluorescentes Trifósforo Luxline Plus 26mm	100
20.3.5 T8 Lámparas Fluorescentes 26mm	101
20.3.6 T12 Lámparas Fluorescentes estándar 38mm.	102
20.3.7 T12 Lámparas Fluorescentes de alta luminosidad (HO).	102
21. NUEVAS TECNOLOGIAS	104

21.1	MÁS INTENSIDAD Y COLORES	104
21.2	LOS AHORROS MEDIOAMBIENTALES	104
21.3	ANÁLISIS CAMBIO DE TECNOLOGIA A SISTEMA ELECTRONICO	106
	RECOMENDACIONES	108
	CONCLUSIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA	111
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Niveles de iluminancia aceptados para áreas y actividades	26
TABLA 2. Distribución de la energía emitida en la radiación de distintas fuentes luminosas	39
TABLA 3. Vida nominal y depreciación luminosa para distintos tipos de lámparas	39
TABLA 4. Características fotométricas, colorimétricas y de duración para las lámparas más representativas de cada tipo	41
TABLA 5. Caracterización bloque 1	87
TABLA 6. Censo de carga bloque 1	89
TABLA 7. Caracterización energética	96

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
GRAFICA 1 Diagrama de Pareto	84
GRAFICA 2 Cantidad de lámparas Vs Potencia por piso	90
GRAFICA 3 Número de lamp x piso Vs Consumo x piso, Bloque # 1	91
GRAFICA 4 Diagrama de Pareto	92
GRAFICA 5 Gráfico de control de iluminación (consumo en KW Vs Tiempo)	93

RESUMEN

La corporación Universitaria de la costa, CUC, no es ajena a la importancia que representa hoy en día el uso racional y eficiente de la energía y la reducción de emisión de gases Co2 al medio ambiente en nuestro entorno.

En su afán de aportar un grano de arena la institución por medio un grupo de investigación realizo una caracterización energética en iluminación que le permite ser más eficiente en el uso racional con la energía eléctrica y de esta manera obtener beneficios tales como el ahorro de energía, dinero y cuidado del medio ambiente.

Esta investigación se realizo en los años 2008, 2009 y 2010, ya que para realizar la caracterización energética es necesario conocer los datos de consumo, facturación de cada año.

Los datos obtenidos por la caracterización realizada nos permiten concluir que la CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC no está siendo eficiente y por lo tanto se realizan conclusiones y recomendaciones para llegar a la siguiente etapa la cual sería el sistema de gestión a implementar.

ABSTRACT

The corporation Coast University, CUC, is no stranger to the importance that today represents the rational and efficient use of energy and reduce Co2 gas emissions to the environment in our environment.

In its effort to provide a grain of sand the institution through a research group conducted a characterization lighting energy allowing it to be more efficient in the rational use with electrical power and thus get benefits such as saving energy, money and protecting the environment.

This research was conducted in the years 2008, 2009 and 2010 as for the characterization is necessary to know energy consumption data, billing each year.

The data obtained by the characterization made us to conclude that the CORPORATION UNIVERSITY OF COSTA CUC is not being efficient and therefore conclusions and recommendations are made to reach the next stage which would be the management system to implement.

INTRODUCCION

El uso eficiente de la energía permite reducir el impacto ambiental asociado a la producción y consumo de energía, además de reducir los gastos de los usuarios y las inversiones para incrementar la oferta de la energía. Cuando se trata de fuentes energéticas no renovables, la eficiencia energética permite postergar el agotamiento de las mismas, facilitando así una transición hacia tecnologías de las energías renovables para satisfacer nuestras necesidades.

La posibilidad de reducir el requerimiento de inversiones es particularmente relevante para el Sector eléctrico Colombiano en el actual contexto económico y social. En el caso particular de la iluminación, existen muchas oportunidades, de aplicación inmediata para el uso eficiente de la energía eléctrica.

Los beneficios ambientales del uso eficiente de la energía eléctrica son tanto locales como globales. En tanto este permite reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, resultando ser una medida para la mitigación del cambio climático.

Nuestro proyecto de investigación consiste en la buscar alternativas que permitan el uso racional y eficiente en los sistemas de iluminación en la CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC, con base en el cumplimiento de la normatividad vigente.

1. PLANTEAMIENTO DEL PLOBLEMA

A través de los tiempos el hombre se ha valido de múltiples servicios que le han proporcionado confort a su subsistencia, tal es el caso de la energía eléctrica que ha tenido un papel preponderante en el desarrollo de la sociedad porque permite el avance de la tecnología en la vida moderna, y a su vez ésta ofrece equipos cada vez más sofisticados que brindan recreación, entretenimiento y comodidades, demandando mayor cantidad de energía, como lo son los electrodomésticos, los aires acondicionados y sistemas de iluminación, que en cada uno de los sectores productivos de nuestra sociedad representan un papel primordial, ya que cada día son más necesarios para facilitar las labores en cada uno de ellos.

Cabe destacar que la electricidad debe ser generada, transportada, distribuida, medida y facturada, pero todo este proceso requiere de un sistema eléctrico que debe mantenerse al día, donde se incluye personal especializado y alta tecnología en materiales y equipos, que son de suma importancia para disponer de un sistema de distribución de energía eléctrica que brinde cierta confiabilidad, continuidad y seguridad.

En los últimos años el consumo de energía eléctrica en las grandes ciudades ha tenido un aumento paulatino, caracterizándose principalmente en que la sociedad moderna es creciente y altamente tecnificada y continúa en la búsqueda de la comodidad, el desarrollo y el crecimiento en todos los aspectos: La ciencia, las guerras, la medicina, el trabajo, el hogar, etc. Esto se constituye en un factor preocupante hoy en día, ya que es vital para la sociedad moderna, porque la energía eléctrica representa la sangre que hace mover los brazos de la tecnología y el desarrollo del mundo. Y es donde se debe poner de manifiesto la necesidad de reflexionar y pensar en darle el uso adecuado a la energía eléctrica.

Una de las principales preocupaciones de nuestra sociedad moderna es acerca del uso final que se le está dando a la energía eléctrica en cada uno de los diversos campos que conforman el sector productivo colombiano, puesto que de esta forma se determina que tan eficientes somos en el consumo de la misma; ya que de ello depende que tanto las centrales de generación deben generar para suplir las necesidades del sector y mantener el sistema en equilibrio, es importante saber que el uso final de la energía variara de acuerdo al campo en que nos situemos; ubicándonos dentro del sector educativo en donde la Corporación Universitaria de la Costa CUC juega un papel fundamental en la formación de los nuevos líderes de nuestro país y teniendo en cuenta que el uso final de la energía está en función del sector eléctrico en que nos encontremos y de las características del producto, en donde un adecuado sistema de iluminación es necesario para obtener su producto final surge la siguiente pregunta y sub preguntas.

¿Posee la Corporación Universitaria De La Costa CUC un adecuado sistema de iluminación que contribuya con el uso racional y eficiente de la energía?

¿Qué tan eficientes son los equipos utilizados en el sistema de iluminación de la Corporación Universitaria De La Costa?

¿Cuál es la capacidad instalada en iluminación que posee la Corporación Universitaria De La Costa CUC actualmente?

¿Cuál es el consumo en iluminación que posee la Corporación Universitaria De La Costa CUC actualmente?

¿Cumple la Corporación Universitaria De La Costa CUC con los niveles mínimos requeridos en iluminación establecidos por la norma?

2. JUSTIFICACIÓN

Existen diversas actividades dentro del campo productivo en las cuales es fundamental el uso de la energía eléctrica, ya que de ello depende su productividad; cada sector utiliza a su conveniencia la energía eléctrica dependiendo de las características y necesidades del producto final deseado, las cuales varían dependiendo del sector en que nos enfoquemos y de los requerimientos de los mismo; en algunos casos el uso final de la energía está destinado al movimiento de maquinas rotativas, en industrias en donde el producto resultante depende de un procesamiento riguroso con este tipo de maquinas que pueden en un momento estar moviendo un molino , una banda transportadora etc.; en otras la utilización de la energía está principalmente enfocada en sistemas de refrigeración, sistema de control, sistemas de comunicación etc., pero sin importar su aplicabilidad en los diferentes sectores productivos es de vital importancia que estos diferentes usos estén acompañados de un sistema de iluminación adecuado con el cual puedan realizar las actividades necesarias que les permitan obtener el producto final deseado.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el sistema de iluminación de la Corporación Universitaria De La Costa CUC para que contribuya con el uso racional y eficiente de energía.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar cuál es la capacidad instalada en iluminación de la Corporación Universitaria De La Costa CUC.
- Conocer el consumo asociado de la capacidad instalada existente en el sistema de iluminación de la Corporación Universitaria De La Costa CUC.
- Analizar bajo parámetros de eficiencia energética y uso racional el sistema de iluminación de la Corporación Universitaria De La Costa CUC.
- Identificar si la Corporación Universitaria De La Costa CUC cumple con los niveles mínimos por áreas requeridos por las normas vigentes.

4. DELIMITACION DEL TEMA

4.1 DELIMITACION TEORICA

El grupo investigador enmarca este proyecto en los conceptos básicos estipulados en los artículos de la normatividad vigente tales como la ley 142 y 143 de 1994, la ley 697 de 2001, el Reglamento tecnico de Instalaciones electricas y alumbrado publico RETILAP y el Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas RETIE, entre otros, ademas tenemos conceptos claves descritos en las Manuales de Alumbrado Publico Interior y Exterior de Edificaciones expedidos por la Unidad de Planeacion Energetica UPME.

4.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

La investigación será realizada en la Corporación Universitaria de la Costa CUC, cuya ubicación es en la ciudad de Barranquilla. El tema objeto de estudio es el uso racional y eficiencia energética en los sistemas de iluminación en el bloque 2 de la Corporación Universitaria de la Costa CUC.

4.3 DELIMITACION TEMPORAL

La investigación tiene una duración de 4 meses los cuales se emplearán de la siguiente forma: 2 meses para la realización y entrega del anteproyecto y 2 meses para la recaudación de información, tabulación e informe de la misma para completar el proyecto.

5. MARCO TEORICO

Con el propósito de enmarcar ésta investigación dentro del acervo teórico existente, se ha hecho una revisión de la literatura relacionada como se describe a continuación.

5.1 USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA

En la mayoría de los países desarrollados la eficiencia energética ocupa un lugar importante en la agenda política. La importancia de la política de uso eficiente de la energía como objetivo político, se origina en su vinculación con la competitividad industrial y comercial, el costo de vida de la población, los beneficios derivados de la seguridad de abastecimiento energético y crecientemente con el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En efecto, utilizar los recursos energéticos de forma más eficiente significa un menor costo de la energía como factor productivo, y en consecuencia una mejora de competitividad de las empresas. Asimismo, un uso eficiente de la energía por parte de los hogares implica la reducción del gasto energético en el presupuesto familiar, favoreciendo a los hogares más pobres, donde el peso de la energía en el gasto familiar es mayor.

Por otra parte, la eficiencia energética reduce las necesidades de inversión en infraestructura energética y el gasto de divisas vinculado a la importación de energéticos, lo que implica una mayor seguridad del abastecimiento energético ante el aumento de la demanda y frente a shocks en los precios internacionales de los combustibles y de la energía eléctrica.

Finalmente, desde el punto de vista ambiental, el ahorro y el mejor uso de la energía implican una disminución del impacto sobre el ambiente local y global y una menor presión sobre los recursos energéticos no renovables.

El concepto de uso eficiente de la energía ha evolucionado a lo largo de los años. En la década del 70, primaba una visión tecnológica, de acuerdo a la cual el uso eficiente de la energía consiste en obtener el mismo servicio o producto (confort, cocción, transporte, etc.) con un menor uso del insumo energético.

Alternativamente podría tratarse de obtener más producto con la misma cantidad de energía. Esta visión se asocia con el término de **“Uso Racional de la Energía”** (URE). El URE consiste en utilizar tecnologías y/o prácticas más eficientes en el uso de la energía que se traduzcan en un menor consumo energético. La visión tecnológica se puede complejizar incorporando otras dimensiones del problema. La sustitución entre fuentes energéticas puede implicar un uso eficiente de la energía cuando se sustituye por fuentes de mayor rendimiento.

5.2 ILUMINACIÓN

La iluminación de espacios tiene alta relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación se basan en las propiedades de incandescencia y la luminiscencia de materiales sometidos al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación, los cuales se presentan a continuación.

Está comprobado que el color del medio ambiente produce en el observador reacciones psíquicas o emocionales. No se pueden observar reglas fijas para la elección del color apropiado con el fin de conseguir un efecto determinado, pues cada caso requiere ser tratado de una forma particular. Por tanto, un buen diseño luminotécnico es fundamental para cumplir con los factores deseados en la iluminación de cada área.

5.3 INSTALACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION.

Los sistemas de iluminación deben cumplir los siguientes requisitos:

Debe existir suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación de la edificación.

No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.

Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.

Los residuos de las lámparas deben ser manipulados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.

En lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para controlar los riesgos asociados al efecto estroboscópico.

Se deben atender las recomendaciones de mantenimiento y sustitución oportuna de las fuentes lumínicas cuando sus niveles de iluminación no garanticen los mínimos niveles requeridos.

Para efectos del presente Reglamento, en lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los siguientes niveles de iluminancia, adoptados de la norma ISO 8995. El valor medio de iluminancia, relacionado en la Tabla 26 “Niveles de iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades”, debe considerarse como el objetivo de diseño, pero el requisito exigible es que el valor medido a la

altura del sitio de trabajo se encuentre entre el rango del valor mínimo y el valor máximo.

	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
	Min.	Medio	Máx.
Áreas generales en las edificaciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños.	100	150	200
Almacenes, bodegas.	100	150	200
Talleres de ensamble			
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automotores	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1000	1500	2000
Procesos químicos			
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
Fábricas de confecciones			
Costura	500	750	1000
Inspección	750	1000	1500
Prensado	300	500	750
Industria eléctrica			
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
Industria alimenticia			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Decoración manual, inspección	300	500	750
Fundición			
Pozos de fundición	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basta de machos	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	300	500	750
Trabajo en vidrio y cerámica			
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
Trabajo en hierro y acero			
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

Industria del cuero			
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
Taller de mecánica y de ajuste			
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 finas, inspección y ensayos	500	750	1000
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	1000	1500	2000
Talleres de pintura y cassetas de rociado			
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
Fábricas de papel			
Elaboración de papel y cartón	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Inspección y clasificación	300	500	750
Trabajos de impresión y encuadernación de libros			
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
Grabado con acero y cobre	1500	2000	3000
Encuadernación	300	500	750
Decoración y estampado	500	750	1000
Industria textil			
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	200	300	500
Giro, embobinado, enrollamiento peinado, tintura	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	500	750	1000
Costura, desmote o inspección	750	1000	1500
Talleres de madera y fábricas de muebles			
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
Oficinas			
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
Centros de atención médica			
<i>Salas</i>			
Iluminación general	50	100	150
Examen	200	300	500
Lectura	150	200	300
Circulación nocturna	3	5	10
<i>Salas de examen</i>			
Iluminación general	300	500	750
Inspección local	750	1000	1500
<i>Terapia intensiva</i>			
Cabecera de la cama	30	50	100
Observación	200	300	500
Estación de enfermería	200	300	500
<i>Salas de operación</i>			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	10000	30000	100000
<i>Salas de autopsia</i>			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	5000	10000	15000
<i>Consultorios</i>			
Iluminación general	300	500	750
Iluminación local	500	750	1000
<i>Farmacia y laboratorios</i>			
Iluminación general	300	400	750
Iluminación local	500	750	1000

Almacenes			
<i>Iluminación general:</i>			
En grandes centros comerciales	500	750	
Ubicados en cualquier parte	300	500	
Supermercados	500	750	
Colegios			
<i>Salones de clase</i>			
Iluminación general	300	500	750
Tableros para emplear con tizas	300	500	750
Elaboración de planos	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>			
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Bancos de demostración	500	750	1000
<i>Laboratorios</i>	300	500	750
<i>Salas de arte</i>	300	500	750
<i>Talleres</i>	300	500	750
<i>Salas de asamblea</i>	150	200	300

TABLA 1. NIVELES DE ILUMINANCIA ACEPTADOS PARA AREAS Y ACTIVIDADES
FUENTE: <http://www.portalelectricos.com/retie/cap2art16.php>

6. REQUISITOS GENERALES PARA UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

6.1 RECONOCIMIENTO DEL SITIO Y OBJETOS A ILUMINAR:

Antes de proceder con un proyecto de iluminación se deben conocer las condiciones físicas y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, sus condiciones ambientales y su entorno, dependiendo de tales condiciones se deben tomar decisiones que conduzcan a tener resultados acordes con los requerimientos del presente reglamento. Son determinantes en una buena iluminación conocer aspectos como el color de los objetos a iluminar, el contraste con el fondo cercano y circundante y el entorno, el tamaño y brillo del objeto.

6.2 REQUERIMIENTOS DE ILUMINACIÓN:

requerimientos de luz para los usos que se pretendan, para lo cual se debe tener en cuenta los niveles óptimos de iluminación requeridos en la tarea a desarrollar, las condiciones visuales de quien las desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretendan con la iluminación. Igualmente, el proyecto debe considerar los aportes de luz de otras fuentes distintas a las que se pretenden instalar y el menor uso de energía sin deteriorar los requerimientos de iluminación, Otros aspectos a tener en cuenta para satisfacer los requerimientos de iluminación están relacionados con el tipo de luz.

En todo proyecto de iluminación o alumbrado público se debe estructurar un plan de mantenimiento del sistema que garantice atender los requerimientos de iluminación durante la vida útil del proyecto, garantizando los flujos luminosos dentro de los niveles permitidos (flujo luminoso mantenido).

6.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FUENTES LUMINOSAS Y LUMINARIAS.

En todos los proyectos de iluminación, se deben elegir las fuentes luminosas teniendo en cuenta, la eficacia lumínica, flujo luminoso, características

fotométricas, reproducción cromática, temperatura del color, duración y vida útil de la fuente, en función de las actividades y objetivos de uso de los espacios a iluminar; así como de consideraciones arquitectónicas y económicas.

Para cumplir estos criterios los fabricantes y/o comercializadores de fuentes luminosas, luminarias y en general los productos usados en iluminación deben suministrar la información exigida en los requisitos de productos de la sección 300, tal información debe ser utilizada por los diseñadores y referenciada en las memorias de cálculo.

6.4 DOCUMENTOS FOTOMÉTRICOS:

Para identificar, clasificar y seleccionar las fuentes y luminarias es necesario conocer sus parámetros mediante los documentos fotométricos que deben suministrar los fabricantes y distribuidores.

6.5 MATRIZ DE INTENSIDADES

Es el principal documento fotométrico de cualquier fuente de luz o de cualquier luminaria y muestra la información de distribución de la intensidad lumínica de la fuente.

7. DIAGRAMA ISOLUX

Es una representación a escala de los niveles lumínicos que se alcanzarían sobre algún plano horizontal de trabajo en relación con la altura de montaje. Permite realizar cálculos gráficos manuales bastante precisos punto a punto en instalaciones de alumbrado público, instalaciones industriales o en canchas deportivas.

El diagrama Isolux debe cubrir un área comprendida sobre el plano de trabajo horizontal normal de la luminaria en sentido transversal entre $-2,5$ y $+5,0$ veces la altura de montaje. En el sentido longitudinal cubre desde $0,0$ hasta $+7,0$ veces la altura de montaje. Lo anterior, asumiendo que la luminaria se encuentra en el punto $(0, 0)$.

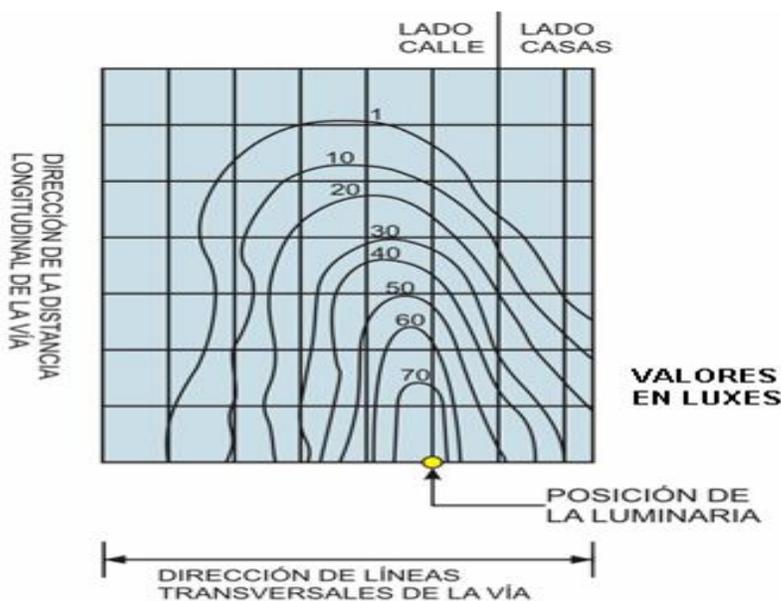


FIGURA 1: DIAGRAMA ISOLUX
FUENTE: ALCALDIA DE BOGOTÁ, MANUAL UNICO DE ALUMBRADO PUBLICO

El diagrama Isolux debe expresar con claridad dos referentes, con el fin de establecer los respectivos factores de corrección:

La altura de montaje a la que está referido, (permite establecer la escala) y el flujo luminoso de la fuente de luz con la que se realizó.

Para facilitar el cálculo de estos factores de conversión, se debe presentar el diagrama Isolux como si la luminaria estuviera a una altura de montaje de 1,0 m y tuviera una bombilla de 1.000 lúmenes.

Las diferentes curvas del diagrama se deben expresar en luxes. La curva de mínimo valor Isolux en el diagrama, debe permitir el cálculo de niveles de iluminancia hasta de 1 lux, cuando la luminaria esté ubicada en la altura de montaje recomendada por el fabricante y tenga la bombilla igualmente recomendada para su uso.

El factor de corrección por la altura de montaje se establece en términos de $(h_0/h_m)^2$ donde h_m corresponde a la altura de montaje del proyecto en tanto que h_0 corresponde a la altura a la cual se obtuvo la curva Isolux presente.

El factor de corrección por los lúmenes de la bombilla, es directamente proporcional y se expresa como (ϕ_1/ϕ_0) , donde ϕ_1 son los lúmenes del proyecto actual y ϕ_0 los lúmenes con los cuales se representa la curva Isolux.

7.1 DIAGRAMA POLAR DE INTENSIDAD LUMINOSA:

Corresponde a uno o varios planos C específicos en un diagrama isocandela. En el modelo CIE, los planos utilizados para conformar diagramas polares son:

El que queda justo al frente y atrás de la luminaria (planos C=90o y 270o respectivamente) y el que contiene el valor de la máxima intensidad.

Su principal utilización debe ser para establecer la clasificación de las luminarias con relación al control que tengan sobre las componentes de la luminaria que contribuyen a efectos deslumbrantes sobre los usuarios.

7.2 PLANOS Y ÁNGULOS DE MEDICIÓN FOTOMÉTRICA Y SISTEMA DE COORDENADAS.

Como en los sistemas de iluminación se usan varios sistemas de coordenadas, se debe tener precisión con cuál de ellos se trabaja. Considerando que los más aplicados son los adoptados por la **COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE -CIE-** y por la **ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA – IESNA-**, se hacen algunas precisiones sobre estos dos sistemas de coordenadas, en especial sus posiciones de referencia.

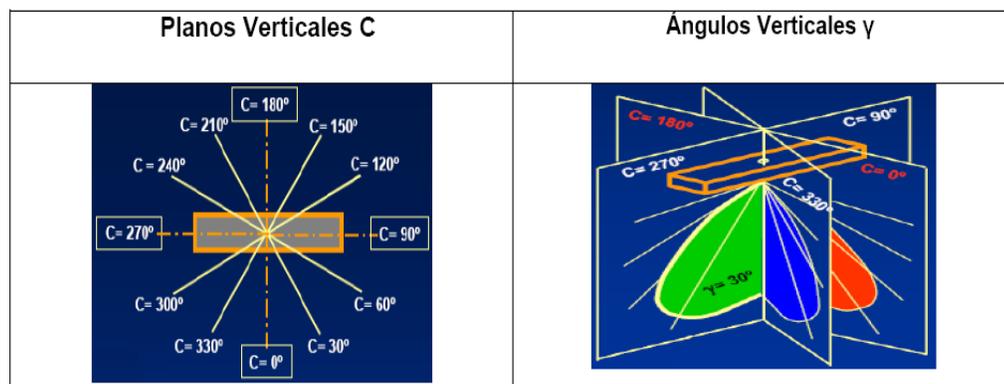


FIGURA 2: PLANO Y ANGULO DE COORDENADAS
FUENTE:

En la versión CIE, denominadas coordenadas esféricas del tipo (C - γ CIE), el ángulo C inicia en el sentido longitudinal de la vía (ángulo C=0°), desde la derecha (visto en planta y desde arriba) y avanza en sentido contrario al uso horario. Así, la porción simétrica de una luminaria para alumbrado público cubre los ángulos desde C= -90° hasta C= +90°. Cada uno de estos ángulos distingue un PLANO. Así que en adelante, no se hará referencia al ángulo C sino al Plano C. En cada plano C se pueden distinguir los ángulos verticales denominados γ (Gamma). La denominación de estos ángulos comienzan en 0° el cual se halla ubicado en la vertical en dirección hacia abajo ($\gamma=0^\circ$ ó Nadir) y avanzan en forma ascendente hasta la horizontal ($\gamma =90^\circ$). En algunas ocasiones puede incluir ángulos verticales hasta 180° (en dirección vertical hacia arriba ó Cenit), para algunas luminarias decorativas.

En el modelo de coordenadas definido por la IESNA, el ángulo horizontal del diagrama isocandela inicia justo al frente de la luminaria (ángulo C=0o) y avanza en sentido al uso horario, visto en planta, desde arriba. Igual que en el modelo anterior, cada ángulo C define un PLANO. Así que en adelante, no se hará referencia al ángulo C sino al Plano C.

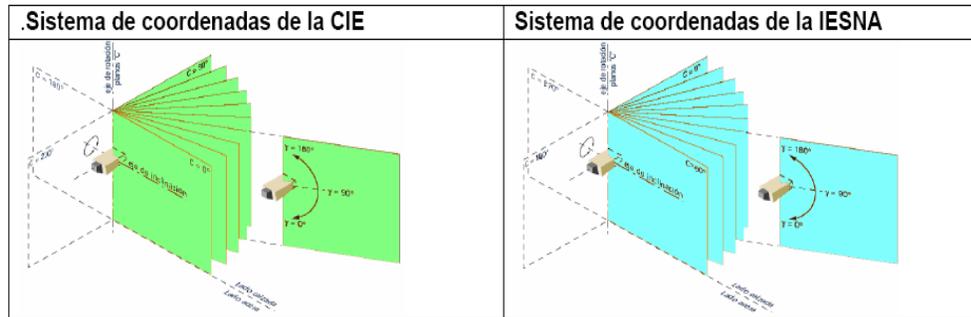


FIGURA 3: SISTEMA DE COORDENADAS
FUENTE:

Con respecto al ángulo vertical, denominado γ (Gamma), avanza desde la vertical en dirección hacia abajo ($\gamma = 0^\circ$ ó Nadir) hasta la horizontal ($\gamma = 90^\circ$), aunque en algunas ocasiones puede incluir ángulos verticales hasta 180° , es decir en dirección vertical hacia arriba (ó Cenit), para algunas luminarias decorativas. El ángulo γ (Gamma) se comporta de manera similar en ambos sistemas de coordenadas.

Este tipo de coordenadas esféricas se denomina Coordenadas (C - γ IESNA), y es el sistema de coordenadas que se utiliza generalmente para definir la fotometría las luminarias de alumbrado público. Para hacer una transformación de coordenadas entre sistemas, se utiliza una fórmula que da la relación entre planos CCIE y planos CIES.

Esta fórmula es: $C_{CIE} = 90^\circ - C_{IES}$

Para los documentos relacionados con proyectores, se debe utilizar el sistema de coordenadas rectangulares, provenientes del sistema internacional de medidas y patrones.

8. DURACIÓN O VIDA ÚTIL DE LA FUENTE LUMÍNICA

Uno de los factores a tener en cuenta en todo proyecto de iluminación es la vida útil de la fuente, por lo que el fabricante debe suministrar la información sobre el particular.

8.1 CURVAS DE DEPRECIACIÓN LUMINOSA DE LAS FUENTES

El flujo luminoso de las fuentes luminosas decrece en función del tiempo de operación por desgaste de sus componentes. La curva característica de depreciación bajo condiciones de operación nominales varía dependiendo de la sensibilidad de la misma al número de ciclos de encendido y apagado.

La depreciación de las fuentes luminosas también se ve afectada por las variaciones en los parámetros de alimentación de la red y/o de las características de los equipos auxiliares tales como arrancadores y balastos.

Los fabricantes y/o comercializadores de fuentes luminosas deberán disponer en catálogo o en otro medio de fácil acceso y consulta la información correspondiente a las curvas de depreciación de las fuentes y la norma técnica aplicada para su ensayo.

En el mismo sentido deben informarse las condiciones de alimentación y encendido para la operación normal de la bombilla, tales como el rango de tensión de operación nominal de la bombilla.

Para bombillas de sodio de alta presión los fabricantes y/o comercializadores deben informar la característica de tiempo de encendido por arranque y el rango de tensión para operación nominal de la bombilla, factores que son determinantes en su vida útil.

Para bombillas de halogenuros metálicos, los fabricantes y/o comercializadores deben definir e informar la posición óptima de operación, en razón a que para tal posición se tiene mayor mantenimiento luminoso durante toda la vida.

La certificación de la bombilla debe hacerse con el procedimiento de una Norma Internacional tal como la IEC 60662 “High – pressure sodium vapour lamps” para sodio de alta presión, IEC 60081 “Double - capped fluorescent lamps – Performance specifications” en bombillas fluorescentes de doble casquillo, o una norma de reconocimiento internacional o NTC equivalente.

Cuando el valor de la vida útil de las bombillas, suministrada en los catálogos, empaques o disponible en la WEB, no esté certificada por un organismo de certificación o laboratorio independiente, debidamente acreditado o reconocido, el fabricante podrá declarar la vida útil, siempre que cumpla los requisitos de la norma ISO IEC 17050 para declaración del proveedor y disponga de la información soporte de las pruebas o ensayos realizados.

8.2 CURVA DE MORTALIDAD Ó DE VIDA PROMEDIO DE LAS FUENTES LUMINOSAS

El fabricante deberá informar sobre la duración de cada tipo de fuente luminosa, publicando la curva de mortalidad correspondiente, o indicando el índice de bombillas sobrevivientes.

En este tipo de curva debe determinarse el porcentaje de fuentes que siguen en operación después de un periodo o número de horas de servicio. Con base en esta curva se puede calcular la probabilidad de falla en cada uno de los periodos (años, meses) de funcionamiento de una instalación de alumbrado y hacer los estimativos de reposición de bombillas por mantenimiento.

Las bombillas incandescentes se consideran con vida hasta cuando éstas dejan de encender.

En el caso de las bombillas de descarga en gas, la vida útil de la bombilla se considera hasta cuando su flujo luminoso llega al 70% del flujo inicial.

El flujo inicial es el flujo medido en la bombilla a las 100 horas de encendida, operando con un balasto de referencia.

8.3 FLUJO LUMINOSO PARA DISEÑO

Para el diseño de iluminación y alumbrado público los cálculos no se deben hacer tomando el valor de flujo luminoso inicial de las fuentes, el valor que se debe usar es el resultante del análisis de la curva de depreciación lumínica y de la curva de vida útil o de mortalidad. Tal análisis también será la base para que en el diseño del esquema de mantenimiento de la instalación se determinen los periodos de reposición de las bombillas.

8.4 VIDA ECONÓMICA DE LAS FUENTES Y ANÁLISIS ECONÓMICO DE LUMINARIAS.

La vida económica de una fuente luminosa, es el período expresado en horas después del cual la relación entre el costo de reposición y el costo de los lúmenes-hora que sigue produciendo, no es económicamente favorable. La vida económica depende por consiguiente de la curva característica de depreciación, del costo de las bombillas de reemplazo, del costo de la mano de obra para el cambio y del costo de la energía consumida.

Los análisis económicos con fines comparativos o de evaluación deberán tener como referencia los niveles de iluminación mantenidos durante el periodo de análisis, debiendo ser tales niveles iguales o superiores a los valores mínimos establecidos en el presente reglamento.

Cada instalación en particular tendrá una vida económica, dependiendo de los resultados de las variables incluidas en el análisis económico.

9. GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN.

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas.

El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlos, pero fundamentalmente demanda, competencia, creatividad e intuición para utilizarlos.

El diseño de iluminación debe definirse como la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la relación visual entre el usuario y su medio ambiente. Esto implica tener en cuenta diversas disciplinas y áreas del conocimiento.

La solución a una demanda específica de iluminación debe ser resuelta en un marco interdisciplinario, atendiendo los diversos aspectos interrelacionados y la integración de enfoques, metodologías, técnicas y resultados. La iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural, luz artificial, en lo posible se debe buscar una combinación de ellas que conlleven al uso racional y eficiente de la energía.

10. EVOLUCIÓN Y EFICIENCIA DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS EN ILUMINACIÓN EXISTENTES

Las primeras fuentes luminosas empleadas por el hombre estuvieron basadas en alguna forma de combustión. Las lámparas más antiguas que se tienen noticias aparecieron en el antiguo Egipto y consistían en piedras ahuecadas rellenas de aceite, con fibras vegetales como mechas. Las velas modernas pueden considerarse la primera etapa de la evolución de la iluminación.

La primera lámpara eléctrica fue la lámpara de arco de carbón, presentada en 1801, aunque la luz eléctrica solo se impondría a partir del desarrollo de la lámpara incandescente por Joseph Swan y Tomas A. Edison trabajando independientemente. Edison patentó su invención en 1879, transformándola posteriormente en el éxito comercial que aún perdura.

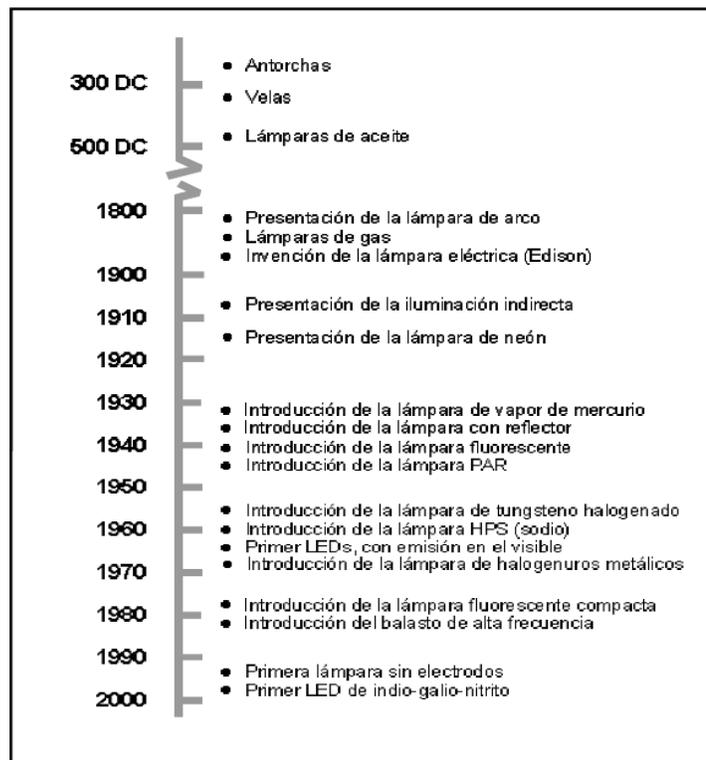


FIGURA 4: EVOLUCION DE LAS FUENTES LUMINOSAS DESDE SU APARICION HASTA LA ACTUALIDAD
FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

La cantidad de fuentes luminosas de diversos tipos se ha visto enormemente incrementada durante el siglo XX, considerando las mejoras introducidas a la lámpara Edison, hasta el surgimiento de las lámparas sin electrodos en 1990. Dado al alto grado de dinamismo de esta industria, es de esperar que la evolución de las fuentes luminosas continúe al mismo ritmo del presente siglo.

10.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de las fuentes luminosas artificiales, de acuerdo a los fenómenos involucrados en generación de luz.

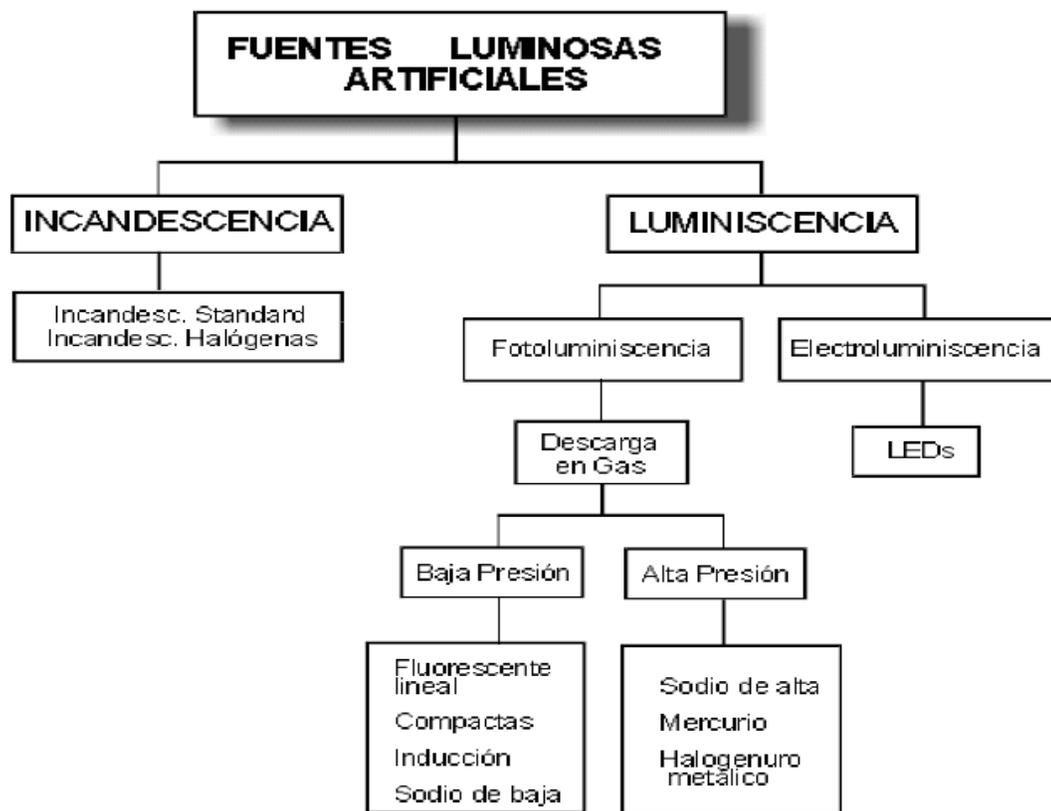


FIGURA 5: Clasificación de fuentes luminosas más importantes
FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

10.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FUENTES LUMINOSAS

De acuerdo a la curva de sensibilidad espectral de color, luz y visión, surge 1 watt de potencia radiante de 555 nm equivale a 683 lm/W, valor que correspondería a la máxima eficacia luminosa posible. Sin embargo, las fuentes luminosas no tienen valores tan altos de eficacia luminosa, ya que van desde 10 a 20 lm/W para una lámpara incandescente a 200 lm/W para algunas lámparas de sodio de baja presión. Esto se debe a que la energía entregada a una fuente no solo se transforma en energía del visible sino también en energía ultravioleta (UV), infrarroja (IR) y pérdidas de calor por convección y conducción.

La siguiente tabla muestra el balance energético para las fuentes luminosas más comunes.

Distribución de la energía emitida en la radiación de distintas fuentes luminosas. (Fuente: CEI, 1996)				
Tipo de fuente	% de radiación visible	% de radiación UV	% de radiación IR	Conducción y convección
Incandescente	5,75	0,25	75	19
Fluorescente	28	0,5		71,5
Mercurio halogenado	24	1,5	24,5	50
Mercurio de alta presión	16,5	4	15	64,5
Sodio de baja presión	31		25	44
Sodio de alta presión	40,5		3,5	56

TABLA 2: Distribución de la energía emitida en la radiación de distintas fuentes luminosas
FUENTE: CEI, 1996

Ahora se observa la vida nominal de las diferentes fuentes y el porcentaje de depreciación luminosa en lm al 50% y 100% de su vida nominal.

Vida nominal y depreciación luminosa para distintos tipos de lámparas. (Fuente: Narendran et al., 2000)			
Fuente de luz	Vida nominal	% depreciación luminosa al 50% de la vida nominal	% depreciación luminosa al 100% de la vida nominal
Incandescente	1.000	88	83
Incandescente halogenada	2.000	98	97
Fluorescente T8	20.000	85	75
Mercurio	24.000	75	65
Mercurio halogenado	15.000	74	68
Sodio de alta presión	24.000	90	72

TABLA 3. Vida Nominal y depreciación luminosa para distintos tipos de lámparas
FUENTE: Narendran et al, 2000

Según esta tabla una lámpara de mercurio de alta presión tiene un 65% de su intensidad luminosa inicial al final de su vida nominal, en cambio en las lámparas incandescentes la variación en la depresión luminosa es menor.

En la siguiente tabla se muestra las características fotométricas, colorimétricas y de duración de las lámparas más representativas de cada tipo.

Características fotométricas, colorimétricas y de duración para las lámparas más representativas de cada tipo. (Fuente: IES, 2000)						
<i>Lámpara</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Temperatura de color (K)</i>	<i>Eficacia (lm/W)</i>	<i>Índice de rendimiento de color</i>	<i>Vida útil (h)</i>	<i>Tiempo de encendido (min)</i>
Incandescente convencional	100	2700	15	100	1000	0
Inc. halógena lineal	300	2950	18	100	2000	0
Inc. halógena reflectora	100	2850	15	100	2500	0
Inc. halógena de baja tensión	50	3000 - 3200	18	100	3000	0
Fluorescente lineal T5 alta frecuencia	28	3000 - 4100	104	85	12000	0
Fluorescente lineal T8 alta frecuencia	32	3000 - 4100	75	85	12000	0
Fluorescente compacta	36	2700 -4000	80	85	12000	0 -1
Fluorescente compacta doble	26	2700 -4100	70	85	12000	0 -1
Vapor de mercurio	125	6500	50	45	16000	< 10
Mercurio halogenado (baja potencia)	100	3200	80	75	12000	< 5
Mercurio halogenado(alta potencia)	400	4000	85	85	16000	< 10
Sodio de alta presión (baja potencia)	70	2100	90	21	16000	< 5
Sodio de alta presión (alta potencia)	250	2100	104	21	16000	< 5

TABLA 4. Características fotométricas, colorimétricas y de duración para las lámparas más representativas de cada tipo
FUENTE: IES. 2000

Otras características que influyen sobre el funcionamiento son, la temperatura ambiente, desviación de la tensión nominal de red, número de encendidos y la posición de funcionamiento.

10.3 ILUMINACIÓN FLUORESCENTE

Muchas veces nos encontramos con el requerimiento “necesito un equipo de 2x40w o 2x20w con balasto magnético y electrónico”. ¿Sabe ese cliente lo que está comprando? ¿Sabe que adquiere tecnologías de hace más de medio siglo atrás? ¿Sabe que uno de los componentes de los tubos que está comprando es el Mercurio, material altamente contaminante del medioambiente y dañino para la salud? ¿Qué hacemos con el manejo de estos tubos al final de su vida útil? ¿Dónde los desechamos? ¿Sabe que en EEUU o en Europa es impensable realizar un proyecto de Iluminación que considere tecnologías T5, T8 o T12?

La mayor parte de la luz artificial hoy en día se produce con lámparas fluorescentes, sus ventajosas características tales como la gran variedad de formas y tamaños disponibles, la flexibilidad de sus propiedades de reproducción de colores, el buen desempeño en términos de conversión de potencia eléctrica en luz, la emisión de luz difusa y la comparativamente baja luminancia que tienen, hacen de esta lámpara una fuente de luz adecuada para numerosas aplicaciones.

10.4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Lámparas de descarga de mercurio a baja presión en las cuales, a través de la descarga, se emite una radiación UV invisible que se convierte en luz gracias al polvo fluorescente. (Principio de las lámparas fluorescentes). Están constituida básicamente por un bulbo o tubo de descarga con vapor de mercurio y recubierto de polvo fluorescente (denominado fósforos) en la pared interior del tubo para la conversión de radiación UV en visible, un par de electrodos sellados

herméticamente en los extremos del tubo y los casquillos que proporcionan la adecuada conexión eléctrica a la fuente de suministro de energía.

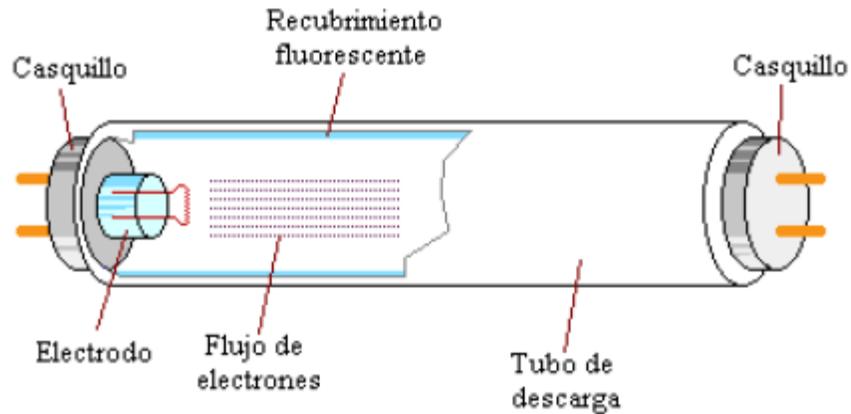


FIGURA 6: ESQUEMA DE UN LAMPARA FLUORESCENTE
FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

La descarga eléctrica en una atmosfera de mercurio a baja presión es convertida principalmente en radiación UV. Típicamente alrededor del 63% es convertida en radiación UV-C en longitudes de onda de 185.0 nm y en 253.7 nm.

La emisión ultravioleta tiene la capacidad de estimular los polvos fluorescentes que recubren el interior del tubo en el que se produce la descarga, y que convierten la radiación UV en luz visible, como se ilustra a continuación.

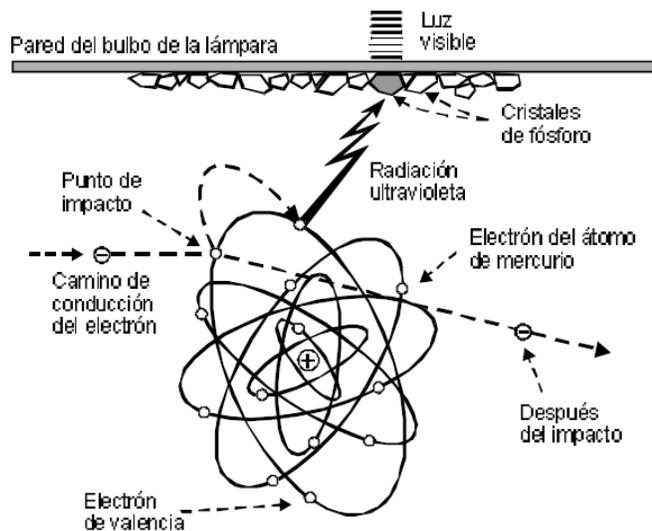


FIGURA 7: CONVERSIÓN DE RADIACION EN LA CAPA FLUORESCENTE
FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

10.5 COMPONENTES DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE

10.5.1 Bulbo. Las lámparas fluorescentes se construyen con bulbos tubulares rectos cuyo diámetro varia aproximadamente entre 12 mm (0.5 pulgadas), designados T4 (porque su diámetro equivale a 4/8 de pulgada) y 54 mm (2,125") designados T17.

La letra de la designación indica la forma del bulbo, en este caso T por Tubular, también puede ser C por Circular o U indicando que el bulbo ha sido doblado en sí mismo. También existen lámparas de menor diámetro. En los catálogos de lámparas los diámetros se indican en milímetros (p.ej. 16 mm para una lámpara T5). La mayoría de las lámparas están estandarizadas en el ámbito internacional.



FIGURA 8: Lámparas fluorescentes lineales, circulares y compactas de diferente potencia
 FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

10.5.2 Electrodo. Estos se diseñan bien sea para operar en frío o en caliente. Las lámparas que emplean cátodo frío operan por lo general con una corriente del orden de unos pocos cientos de mA, con un alto valor de caída de tensión catódica, algo superior a los 50 V.

Los electrodos de cátodo caliente se construyen generalmente con un único alambre de tungsteno o con un alambre de tungsteno con otro enrollado a su alrededor, produciendo así dobles o triples arrollamientos. Durante la operación el electrodo alcanza una temperatura de alrededor de los 1100°C, en este punto se emite grandes cantidades de electrones para una caída de tensión catódica relativamente baja, entre 10 y 12 v.

10.5.3 Balasto. Como todas las lámparas de descarga, las lámparas fluorescentes no pueden conectarse directamente a la red. El correspondiente balasto situado entre la corriente de alimentación y la lámpara limita y controla la corriente de la lámpara y asegura así un funcionamiento fiable bajo condiciones específicas. Las lámparas fluorescentes tienen diferentes modos de funcionamiento que dependen de la forma en la cual electrodos son calentados hasta llegar a su temperatura de funcionamiento:

- Pre caldeo a través del equipo balasto / cebador, preferido en países con alta corriente de alimentación (200V ó más). Cada vez más se utiliza pre caldeo en los equipos de conexión electrónicos (ECE).
- Pre caldeo controlado por un transformador adicional en el equipo de "encendido rápido"
- Sin pre caldeo (encendido en frío, se utiliza p.ej. En lámparas con poco diámetro). Este tipo de encendido reduce la vida de la lámpara más que ningún otro y no se recomienda en instalaciones con muchos encendidos y apagados.
- Equipos de conexión electrónicos (ECE) convierten la tensión en una oscilación de alta frecuencia entre los 35 hasta 50khz. Como resultado, el parpadeo de 100Hz que da lugar al efecto estroboscópico en maquinarias en movimiento no es apreciable.

Otras ventajas del funcionamiento con ECE es el ahorro de energía que se consigue adicionalmente y que ronda los 25% con similar flujo luminoso como consecuencia de:

- 10% mayor eficacia luminosa de lámparas fluorescentes gracias al funcionamiento a alta frecuencia.

- Menor pérdida de potencia en los ECE (factor 2 o más) en comparación con los equipos de conexión convencionales.

10.5.4 Gas de Relleno. La operación de las lámparas fluorescentes depende de la producción de una descarga entre los dos electrodos sellados en los extremos del bulbo. La presión del mercurio se mantiene aproximadamente a 1.07 Pa, valor que corresponde a la presión del vapor de mercurio a 40°C. Además del mercurio, el bulbo contiene un gas o una mezcla de gases inertes a baja presión entre (100 y 400 Pa) para facilitar el encendido de la descarga.

10.5.5 Fósforos. Los fósforos usados en las lámparas son compuestos inorgánicos de alta pureza con partículas de tamaño mediano del orden de los 10 μm . son generalmente óxidos o compuestos oxi-haluros, tales como fosfatos, aluminatos, boratos y silicatos.

11. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

11.1 EFICACIA LUMINOSA

La eficacia de una lámpara fluorescente depende de un gran número de factores: potencia, dimensiones, construcción del electrodo, tipo y presión del gas, propiedades de la capa de fosforo, tensión de suministro y temperatura ambiente. Por ejemplo, a medida que se incrementa el diámetro del tubo de descarga crece la eficacia de la lámpara hasta alcanzar un máximo, mas allá del cual comienza a decrecer. La longitud del tubo también influye sobre la eficacia, de modo que cuanto mayor es la longitud más alta es la eficacia.

Es claro que la capa fluorescente es el factor que más contribuye a la eficacia de la lámpara, es así que si la lámpara no tuviera recubrimiento de fosforo, su eficacia sería 5 lm/W. Los fósforos actuales permiten elevar este valor a 100 lm/W.

La eficacia luminosa está influenciada por la distribución espectral de la luz, cuanto más elevada es la producción de radiación en aquellas bandas de energía en las que el sistema visual humano es más sensible mejor será su eficacia.

11.2 CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS

El color de la lámpara fluorescente está determinado por el fosforo usado. Como la curva de sensibilidad del sistema visual humano indica que su máxima sensibilidad se encuentra en 555 nm, una mayor eficiencia se lograría si los fósforos convierten la radiación UV este rango. Sin embargo esta luz sería de un color verde e inaceptable para iluminación. La presencia de tres colores primarios (rojo, verde, azul) en proporciones correctas es esencial para alcanzar una luz blanca con buenas propiedades de reproducción de color por lo que existe un compromiso entre esta y la eficacia luminosa. En la figura se muestran espectros de emisión de lámparas fluorescente con diferentes índices de reproducción de color.

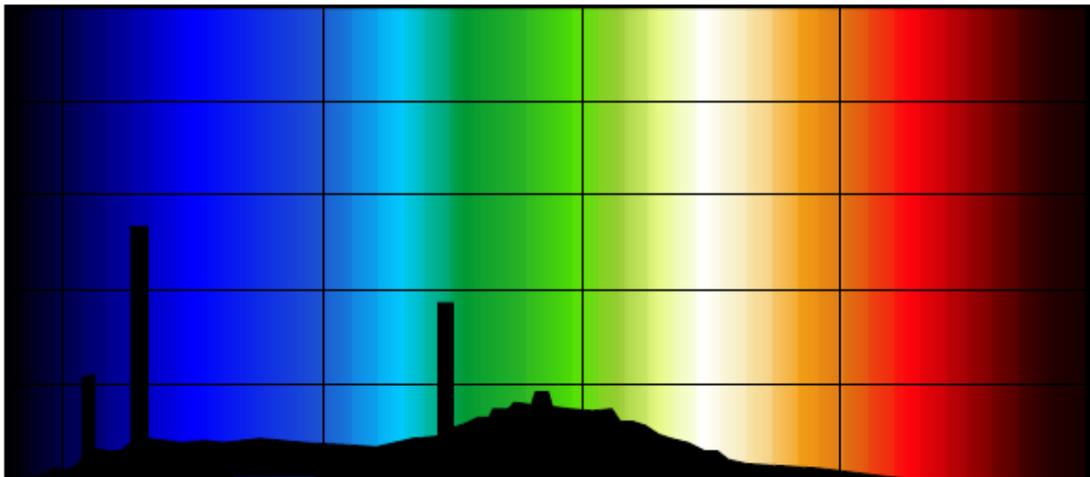
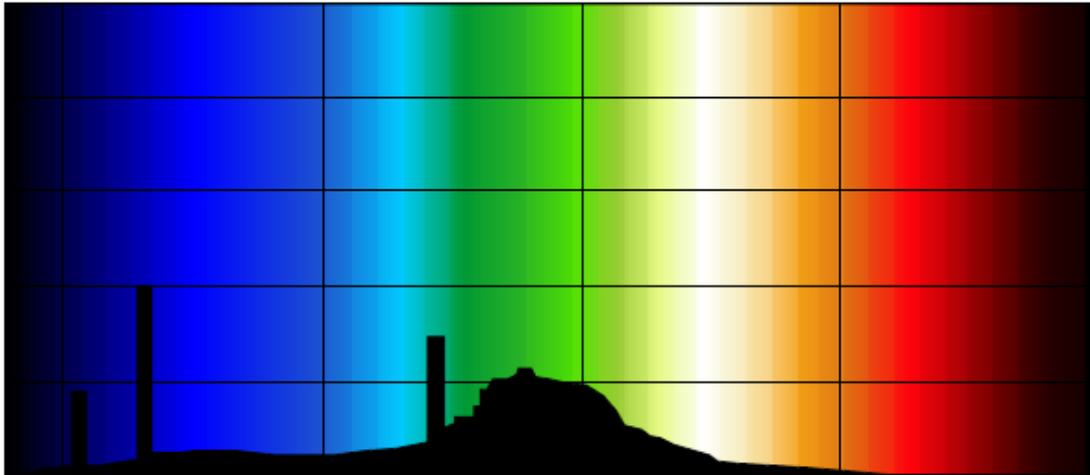


FIGURA 9: Espectro de emisión de lámparas fluorescentes de diferentes índices de rendimiento de color: 55 (arriba) y 72 (abajo).

FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

11.3 COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Las características físicas de las lámparas fluorescentes dependen de su temperatura de ambiente. Esta está condicionada por las características de la temperatura y de la presión del vapor de mercurio en la lámpara. A bajas temperaturas la presión es muy baja, por ello existen menos átomos, que puedan ser excitados. A altas temperaturas la elevada presión del vapor provoca un auto absorción de la radiación UV producida. A una temperatura de la pared de la ampolla de aprox. 40°C, la lámpara obtiene su máxima tensión de funcionamiento y con ello su mayor eficacia luminosa. En las lámparas T5 con un diámetro de 16mm (FH, FQ) el flujo luminoso nominal, como en las lámparas fluorescentes convencionales, se fija en 25°C y el flujo luminoso máximo se consigue con temperaturas de 33 a 37°C. En otras palabras, una de las ventajas de las lámparas T5 es la mayor eficacia luminosa.

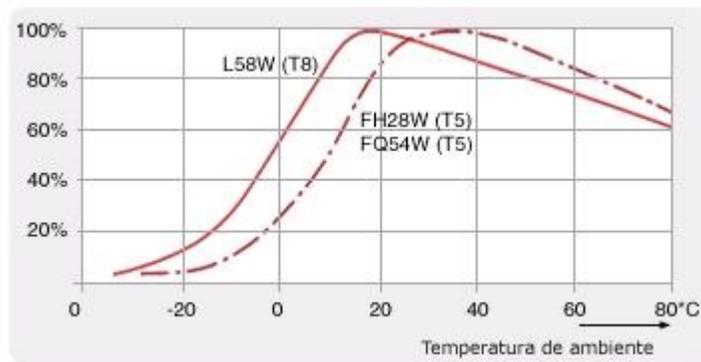


FIGURA 10: Flujo luminoso de las lámparas fluorescentes en función de la temperatura. Comparación entre una lámpara T8 y T5
FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

11.4 VIDA ÚTIL

La vida de las lámparas fluorescentes de cátodo caliente está determinada por la velocidad de pérdida del recubrimiento emisor de electrodos. Cada vez que la lámpara se enciende, algo de este recubrimiento se pierde. Adicionalmente, este

recubrimiento también sufre una cierta evaporación, por ello, los electrodos deben diseñarse para minimizar ambos efectos.

El fin de vida de la lámpara se alcanza cuando uno o ambos electrodos han perdido por completo su recubrimiento.

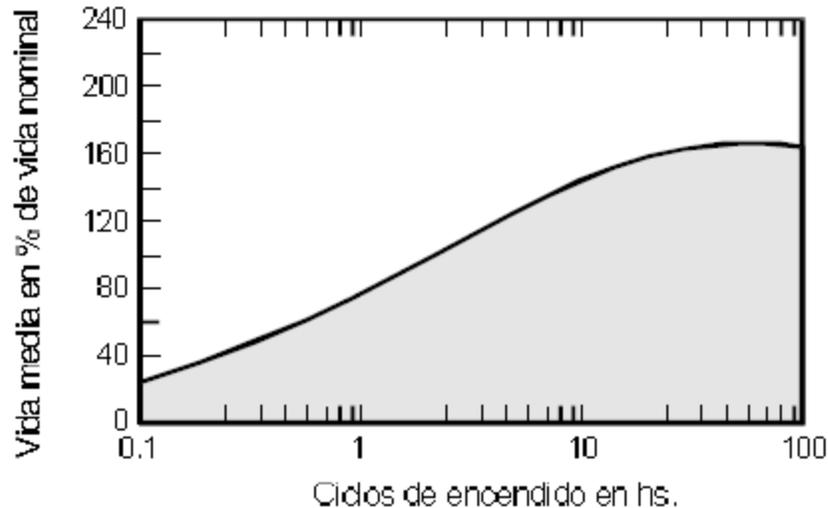


FIGURA 11: Efecto del ciclo de encendido medido en horas sobre la vida media para las lámparas fluorescentes más conocidas del tipo encendido rápido.

FUENTE: O'DONELL Beatriz, Manual de Iluminación Eficiente

Un factor especialmente importante para la vida de la lámpara fluorescente es la tensión de línea, de modo que si esta es muy elevada, puede ocasionar encendido instantáneo de las lámparas de encendido rápido y precaldeados. Si la tensión de línea es baja, se produce un encendido muy lento de las lámparas de encendido rápido o de encendido instantáneo. Todas las condiciones afectan directamente la vida útil de la lámpara.

11.5 DEPRECIACIÓN LUMINOSA

El flujo luminoso de la lámpara fluorescente decrece con el tiempo acumulado de operación, debido a la degradación fotoquímica, tanto de los fósforos de

recubrimiento interno como el vidrio que forma el bulbo, y a la creciente deposición de elementos absorbentes de luz sobre el cuerpo de la lámpara.

11.6 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

La temperatura constituye un factor crucial, ya que determina la presión del mercurio contenido en el tubo de descarga.

Los efectos de la temperatura sobre la presión de vapor del mercurio se manifiestan como variaciones en el flujo luminoso y las características cromáticas de la lámpara. Las lámparas que emplean amalgamas de mercurio en lugar de mercurio líquido permiten ampliar el rango útil de temperatura ambiente en que puede operar, ya que las amalgamas actúan como estabilizadores de la presión de vapor.

A medida que la temperatura de operación se incrementa, aumentan tanto el flujo luminoso de la lámpara como el de su consumo de potencia.

11.7 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Las lámparas fluorescentes compactas han surgido como consecuencia del uso de fósforos activados con tierras raras y con la contribución de la electrónica.

Estas lámparas fueron originalmente diseñadas para ser intercambiadas con las lámparas incandescentes de 25 a 100 W, pero ya hoy en día existen lámparas compactas de diferentes potencias, color, tamaños y formas similares a las incandescentes, incluso hasta contienen reflectores incorporados que pueden reemplazar a las fluorescentes lineales en luminarias pequeñas. En ellas se usan los tubos T4 y T5 de forma curvada, o bien dos o más tubos paralelos de pequeño diámetro, interconectados entre sí y con un solo casquillo. Estos han tenido en los últimos años gran auge y se les conoce como lámparas de bajo consumo.

12 . PROCESO DE DISEÑO DE ILUMINACIÓN

El procedimiento que debe seguirse en un diseño de iluminación es el siguiente:

12.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO.

El diseño de un proyecto de iluminación debe partir de un análisis donde se recopile la información que permita determinar las demandas visuales en función de los alcances y limitaciones del trabajo o tareas a realizar, las demandas emocionales y estéticas en función de la sensación de bienestar y contribución a la productividad (confort visual), las demandas de seguridad y las condiciones del espacio. La identificación clara y precisa de estas variables es fundamental para el éxito de cualquier proyecto.

Las demandas visuales son una consecuencia de la realización de actividades y para determinarlas se debe evaluar la dificultad de las tareas en función de sus características y condiciones de realización incluso en condiciones difíciles y tiempos prolongados.

Las demandas emocionales, surgen por la influencia que la luz ejerce sobre el estado de ánimo, motivación, sensación de bienestar y seguridad de las personas.

Las demandas estéticas por su parte, se refieren a la posibilidad de crear ambientación visual, destacar la arquitectura, ornamentación, obras de arte, etc. Para esto hay que considerar las características físicas y arquitectónicas del ambiente así como del mobiliario y del entorno, la importancia y significado del espacio, etc.

Las demandas de seguridad se determinaran por una parte, en función de los dispositivos de iluminación para circulación de las personas en condiciones normales y de emergencia; y por otra como las características de las fuentes luminosas.

Las condiciones del espacio, están relacionadas con las características físicas tanto de las áreas a iluminar como su entorno.

Restricciones a tener en cuenta, en el diseño se deben tener en cuenta las restricciones normativas o reglamentarias, por razones de seguridad, disposición de la infraestructura y ocupación del espacio, aspectos tales como la existencia de elementos estructurales, arquitectónicos, mobiliario, canalizaciones o equipos de otros servicios son restricciones que se deben tener en cuenta en el sistema de iluminación. Igualmente, se deben considerar variables económicas y energéticas, el análisis debe, no solo tener en cuenta los costos de instalación inicial sino también los de funcionamiento durante la vida útil del proyecto.

La mayoría de los datos necesarios para el análisis del proyecto se obtiene de la documentación técnica pero, en proyectos que lo ameriten se debe realizar un levantamiento visual y eventualmente fotométrico, eléctrico y fotográfico en la obra, para verificar y completar datos técnicos e identificar detalles difíciles de especificar en planos.

Por último, conocer los intereses de los posibles usuarios y diseñadores de interiores o mobiliario brindará la oportunidad de conocer e integrar sus opiniones, necesidades y preferencias respecto de las condiciones de iluminación.¹

¹ REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO E INTERIOR (RETILAP). Bogotá, 2009.

13.MARCO LEGAL

En Colombia el ministerio de minas y energía En ejercicio de sus facultades legales, en especial las que le confiere el Decreto 3683 de 2003 y la Ley 697 de 2001 y que el Artículo 66 de la Ley 143 de 1994, establece que el ahorro de la energía, así como su conservación y uso eficiente, es uno de los objetivos prioritarios en el desarrollo de las actividades del sector eléctrico.

Por la cual se especifican los requisitos técnicos que deben tener las fuentes lumínicas de alta eficacia usadas en sedes de entidades públicas.

Artículo 1º. Objeto y Campo de Aplicación. Esta resolución tiene por objeto determinar las especificaciones técnicas mínimas aceptadas en la sustitución y uso de fuentes lumínicas en los edificios que sean sede de entidades públicas de cualquier orden, independientemente de quien ostente la propiedad del inmueble.

Artículo 2º Especificaciones técnicas: Las fuentes lumínicas usadas en las edificaciones que sean sede de entidades públicas de cualquier orden.

LEY 697 de 2001

Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.

Artículo 1º. Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (**URE**) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

Artículo 2º. El Estado debe establecer las normas e infraestructura necesarias para el cabal cumplimiento de la presente ley, creando la estructura legal, técnica,

económica y financiera necesaria para lograr el desarrollo de proyectos concretos, **URE**, a corto, mediano y largo plazo, económica y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sostenible, al tiempo que generen la conciencia **URE** y el conocimiento y utilización de formas alternativas de energía.

Artículo 3°. *Definiciones.* Para efectos de interpretar y aplicar la presente ley se entiende por:

Artículo 4°. *Entidad responsable.* El Ministerio de Minas y Energía, será la entidad responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía de acuerdo a lo dispuesto en la presente ley, y cuyo objetivo es:

1. Promover y asesorar los proyectos **URE**, presentados por personas naturales o jurídicas de derecho público o privado, de acuerdo con los lineamientos del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales (**PROURE**), estudiando la viabilidad económica, financiera, tecnológica y ambiental.
2. Promover el uso de energías no convencionales dentro del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales (**PROURE**), estudiando la viabilidad tecnológica, ambiental y económica.

Artículo 5°. *Creación de **PROURE**.* Créase el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales "**PROURE**", que diseñará el Ministerio de Minas y Energía, cuyo objeto es aplicar gradualmente programas para que toda la cadena energética, esté cumpliendo permanentemente con los niveles mínimos de eficiencia energética y sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Artículo 6°. *Obligaciones especiales de las empresas de servicios públicos.*

Además de las obligaciones que se desprendan de programas particulares que se diseñen, las Empresas de Servicios Públicos que generen, suministren y comercialicen energía eléctrica y gas y realicen programas **URE**, tendrán la obligación especial dentro del contexto de esta ley, de realizar programas **URE** para los usuarios considerando el aspecto técnico y financiero del mismo y asesorar a sus usuarios para la implementación de los programas **URE** que deban realizar en cumplimiento de la presente ley.

Artículo 7°. *Estímulos y sanciones.*

1. **Para la investigación:** El Gobierno Nacional propenderá por la creación de programas de investigación en el Uso Racional y Eficiente de la Energía a través de Colciencias, según lo establecido en la Ley 29 de 1990 y el Decreto 393 de 1991.

2. **Para la educación:** El Icetex beneficiará con el otorgamiento de préstamos a los estudiantes que quieran estudiar carreras o especializaciones orientadas en forma específica a aplicación en el campo **URE**.

3. **Reconocimiento Público:** El Gobierno Nacional creará distinciones para personas naturales o jurídicas, que se destaquen en el ámbito nacional en aplicación del **URE**; las cuales se otorgarán anualmente. El Ministerio de Minas y Energía dará amplio despliegue a los galardonados en los medios de comunicación más importantes del país.

4. **Generales:** El Gobierno Nacional establecerá los incentivos e impondrá las sanciones, de acuerdo con el programa de uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales, de acuerdo a las normas legales vigentes.

Artículo 8°. *Divulgación.* El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con las entidades públicas y privadas pertinentes diseñara estrategias para la educación y fomento del Uso Racional y Eficiente de la Energía dentro de la ciudadanía, con

base en campañas de información utilizando medios masivos de comunicación y otros canales idóneos. Las empresas de servicios públicos que presten servicios de Energía eléctrica y gas deberán imprimir en la carátula de recibo de factura o cobro, mensajes motivando, el Uso racional y Eficiente de la Energía y sus beneficios con la preservación del medio ambiente.

Artículo 9°. *Promoción del uso de fuentes no convencionales de energía.* El Ministerio de Minas y Energía formulará los lineamientos de las políticas, estrategias e instrumentos para el fomento y la promoción de las fuentes no convencionales de energía, con prelación en las zonas no interconectadas.

Artículo 10. El Gobierno Nacional a través de los programas que se diseñen, incentivará y promoverá a las empresas que importen o produzcan piezas, calentadores, paneles solares, generadores de biogás, motores eólicos, y/o cualquier otra tecnología o producto que use como fuente total o parcial las energías no convencionales, ya sea con destino a la venta directa al público o a la producción de otros implementos, orientados en forma específica a proyectos en el campo **URE**, de acuerdo a las normas legales vigentes.

Artículo 11. *Vigencia.* La presente ley rige a partir de la fecha de su promulgación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.²

² www.upme.gov.co

14.MARCO HISTORICO

Con el propósito de contribuir al desarrollo educativo regional a nivel superior, se creó el 16 de Noviembre de 1970, la CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA –CUC-, entidad sin ánimo de lucro, dedicada a la formación de profesionales en el área de la ciencia, la tecnología, las humanidades, el arte y la filosofía.

El 3 de enero de 1971, el nuevo centro inició labores en la carrera 42F No. 75B-169 de esta ciudad, ofreciendo los programas de Arquitectura, Administración, Derecho e Ingeniería Civil, con una matrícula de 154 estudiantes. El traslado a su sede actual, Calle 58 No. 55-66, se verificó en enero de 1974. Su personería jurídica fue otorgada el 23 de abril de 1971, mediante la Resolución No. 352 de la Gobernación del Atlántico.

Posteriormente, se iniciaron estudios en la Facultad de Ciencias de la Educación, en las especialidades de Psicopedagogía, Matemáticas, Lenguas Modernas y Educación Física, así como en Economía en Comercio Internacional.

En 1975 se crea el Departamento de Investigaciones Socioeconómicas (DIS) adscrito a la facultad de Economía, hecho que marcó el inicio del proceso investigativo en la CUC.

En la Década de los 90´ el ICFES autoriza el funcionamiento de los programas de INGENIERIA ELECTRICA, INGENIERIA ELECTRONICA, INDUSTRIAL, SANITARIA Y AMBIENTAL, ANÁLISIS Y PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES, TECNOLOGÍA EN INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES, luego el programa de PSICOLOGÍA.

A mediados de 1994 se realizó un diagnostico con el fin de determinar la eficacia y la eficiencia que tenia la gestión investigativa en la institución, a raíz de las

inquietudes generadas por la aprobación de la Ley 30/92. El Consejo Directivo determina la implementación y puesta en marcha del Centro de Investigaciones y Desarrollo -CID- que se pone en marcha en 1996, ente interdisciplinario, al cual se adscriben los investigadores pertenecientes a los anteriores centros de las facultades.

Los programas de Postgrado se les dan inicio el 16 de marzo de 1987 con la Especialización en Finanzas y Sistemas, autorizado mediante el Acuerdo 203 del 30 de octubre de 1986, emanado de la Junta Directiva del ICFES.

En la actualidad contamos con postgrados a nivel de especialización en:

- Estudios Pedagógicos.
- Derecho Procesal Civil.
- Derecho Comercial.
- Auditoria de Sistemas de Información.
- Finanzas y Sistemas.
- Interventoría de Proyectos de Obras Civiles.
- Gerencia para la micro, pequeña y mediana empresa.
- Dirección en Negocios Internacionales.
- Rehabilitación Integral de los Trastornos Sensoriales y del Desarrollo.

Luego, se decide a mediados del año 2000 crear la División de Consultoría y de prestación de servicios adscrito al -CID-, teniendo en cuenta su entorno y las fortalezas que la institución posee o genere durante los próximos años, con el

propósito de que la institución mantenga su función de cambio social, económico y ambiental de la Región Caribe.³

³ www.cuc.edu.co

15.MARCO CONCEPTUAL

Absorción: Término general para referirse al proceso mediante el cual un flujo incidente se convierte en otra forma de energía, general y fundamentalmente en calor.

Acomodación: Proceso mediante el cual el ojo cambia su distancia focal al mirar objetos colocados a diferentes distancias.

Adaptación: Proceso mediante el cual el sistema visual se adapta a mayor o menor cantidad de luz o a la luz de un color, diferente al que estaba expuesto durante el periodo inmediatamente anterior.

La adaptación resulta en un cambio en la sensibilidad del ojo a la luz.

Alcance: Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino. Las luminarias se clasifican en: de alcance corto, medio o largo.

Altura de montaje: Distancia vertical entre la superficie de la vía por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.

Balasto: Unidad insertada en la red y una o más bombillas de descarga, la cual, por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de inductancias y capacitancias, sirve para limitar la corriente de la(s) bombilla(s) hasta el valor requerido. El balasto puede constar de uno o más componentes.

Puede incluir, también medios para transformar la tensión de alimentación y arreglos que ayuden a proveer la tensión de arranque, prevenir el arranque en frío, reducir el efecto estroboscópico, corregir el factor de potencia y/o suprimir la radiointerferencia.

Bombilla o lámpara: Término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre. Por extensión, el término también es usado para denotar

fuentes que emiten radiación en regiones del espectro adyacentes a la zona visible. Puede asimilarse a la definición de lámpara.

Campo visual: Lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos. El campo puede ser monocular o binocular.

Candela (cd): Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lúmen por estereorradián. Una candela se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de una frecuencia de 540×10^{12} Hz y en la cual la intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ W por estereorradián.

Candela por metro cuadrado (cd/m²): Unidad de luminancia.

Capacidad Visual: Es la propiedad fisiológica del ojo humano para enfocar a los objetos a diferentes distancias, variando el espesor y por tanto la longitud focal del cristalino, por medio del músculo ciliar.

Centro óptico de la bombilla: Centro de una pequeña esfera que podría contener completamente el elemento emisor de la bombilla.

Coefficiente de transmisión luminosa (T): Porcentaje de luz natural en su espectro visible que deja pasar una superficie traslúcida o transparente. Se expresa en %

Coefficiente de Utilización (CU ó K): Relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria. Usualmente, se aplica este término cuando se refiere a luminarias de alumbrado público. También se conoce como factor de utilización de la luminaria.

Conjunto eléctrico para una bombilla de descarga: Todos los componentes necesarios para el funcionamiento adecuado de una bombilla de descarga

(balasto, condensador y/o arrancador, portabombilla, borneras de conexión, cables, fusible y portafusibles).

Conjunto óptico: Elementos necesarios para controlar y dirigir la luz producida por una o varias bombillas (refractor y/o reflector).

Contaminación lumínica se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno.

Contraste de luminancia: Relación entre la luminancia de un objeto y su fondo inmediato, igual a $(L_o - L_f)/L_f$, ó $\Delta L/L_f$, donde L_f y L_o son las luminancias del fondo y el objeto, respectivamente. Se debe especificar la forma de la ecuación. La relación $\Delta L/L_f$ se conoce como la fracción de Weber.

Cromaticidad de un color: Longitud de onda dominante o complementaria y de los aspectos de pureza de un color tomados como un conjunto.

Cuerpo negro: Radiador de temperatura uniforme, cuya exitancia radiante en todas las partes del espectro es el máximo obtenible de cualquier radiador a la misma temperatura. A este radiador se le llama cuerpo negro por que absorberá toda la energía radiante que caiga sobre él.

Curva Isolux: Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 m o 10 m y un flujo luminoso de 1.000 lm.

Densidad de flujo luminoso: Cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

Densidad de flujo radiante en una superficie: Relación entre el flujo radiante de un elemento de superficie y el área del elemento (W/m^2).

Depreciación lumínica: Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa.

Deslumbramiento: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo.

Nota. La magnitud de la sensación del deslumbramiento depende de factores como el tamaño, la posición y la luminancia de la fuente, el número de fuentes y la luminancia a la que los ojos están adaptados.

Diagrama polar: Gráfica que representa en coordenadas polares la distribución de las intensidades luminosas en planos definidos. Generalmente se representan los planos $C = 0^\circ - 180^\circ$, $C = 90^\circ - 270^\circ$ y plano de intensidad máxima.

Difusor: Elemento que sirve para dirigir o esparcir la luz de una fuente, principalmente por el proceso de transmisión difusa.

Dispersión: Separación ordenada de la luz incidente en su espectro de las longitudes de onda que la componen, cuando pasa a través de un medio.

Efecto estroboscópico: Ilusión óptica que ocasiona que un objeto iluminado por una bombilla de descarga sea visible a intervalos, dando la impresión de aparente inmovilidad. Este efecto ocurre cuando la velocidad a la que se mueve el objeto es múltiplo de los destellos periódicos de las bombillas.

Eficacia luminosa de una fuente: Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes/vatio (lm/W).

Nota. El término eficiencia luminosa se usó ampliamente en el pasado para denominar este concepto.

Eficiencia de una luminaria: Relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

Energía radiante (Q): Energía que se propaga en forma de ondas electromagnéticas. Se mide en unidades de energía tales como joules, ergios o Kw-h.

Factor de absorción: Relación entre el flujo luminoso absorbido por un medio y el flujo incidente.

Factor de Balasto: balasto se define como la relación entre el flujo luminoso de la bombilla funcionando con el balasto de producción y el flujo luminoso de la misma bombilla funcionando con el balasto de referencia.

Factor de mantenimiento (FM): Factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un período dado y en circunstancias establecidas. Tiene en cuenta la hermeticidad de la luminaria, la depreciación del flujo luminoso de la bombilla, la clasificación de los niveles de contaminación del sitio y el período de operación (limpieza) de la luminaria.

Factor de uniformidad de iluminancia: Medida de la variación de la iluminancia sobre un plano dado, expresada mediante alguno de los siguientes valores

a) Relación entre la iluminancia mínima y la máxima.

b) Relación entre la iluminancia mínima y la promedio

Factor de uniformidad general de la luminancia (Uo): Relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio sobre la superficie de una calzada.

Uo=Lmin/Lpro en [%]. Es una medida del comportamiento visual que no puede ser inferior a 40% para **L** comprendido entre el rango de 1 cd/m² a 3 cd/m², con el

fin de que un objeto sea perceptible el 75% de los casos en un tiempo no mayor a 0,1 s.

Factor de uniformidad longitudinal de luminancia (UL): La menor medida de la relación $L_{mín}/L_{máx}$ sobre un eje longitudinal paralelo al eje de la vía que pasa por la posición del observador y situado en el centro de cada uno de los carriles de circulación.

Factor de utilización de la luminaria (k): Relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria. Usualmente se aplica este término cuando se refiere a luminarias de alumbrado público. También se conoce como Coeficiente de Utilización (CU).

Fotocontrol: Dispositivo utilizado, normalmente, para conectar y desconectar en forma automática luminarias de alumbrado público en función de la variación del nivel luminoso. Los fotocontroles usados comúnmente son del tipo electromagnético y/o electrónico.

Fusible: Dispositivo utilizado para la protección de conductores y componentes de redes contra sobrecorrientes producidas tanto por sobrecarga como por cortocircuito.

Flujo Hemisférico Superior (FHS) se define como el flujo luminoso emitido por el equipo de iluminación (luminaria y bombilla) por encima del plano horizontal. Dicho plano corresponde al ángulo $\gamma = 90^\circ$ en el sistema de representación (C, γ). El flujo hemisférico se expresa como un porcentaje del flujo total emitido por la luminaria.

Flujo luminoso (Φ): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm).

Flujo luminoso nominal: Flujo luminoso medido a las 100 h de funcionamiento de la bombilla, en condiciones de utilización normales. Se aplica solo a bombillas de alta intensidad de descarga.

Flujo útil: Flujo luminoso recibido sobre la superficie bajo consideración.

Fotómetro: Instrumento para medir las cantidades fotométricas: tales como luminancia, intensidad luminosa, flujo luminoso e iluminancia.

Fotometría: Medición de cantidades asociadas con la luz.

Nota: La fotometría puede ser visual cuando se usa el ojo para hacer una comparación, o física, cuando las mediciones se hacen mediante receptores físicos.

Fuente luminosa: Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

Iluminancia inicial (E inicial): Iluminancia promedio cuando la instalación es nueva.

Iluminancia promedio horizontal mantenida (E prom): Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada. Es la iluminancia promedio en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento. También se le conoce como Iluminancia media mantenida

Iluminación: Acción o efecto de iluminar. Nota: Este término no debe ser utilizado para referirse a la densidad de flujo luminoso en una superficie.

Índice de deslumbramiento unificado (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

Índice de reproducción cromática (IRC): Las propiedades de una fuente de luz, a los efectos de la reproducción de los colores, se valorizan mediante el “Índice de

Reproducción Cromática” (IRC) ó CRI (“Color Rendering Index”). Este factor se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una fuente dada con el que presentan iluminados por una “luz de referencia”. Los espectros de las bombillas incandescentes ó de la luz del día contienen todas las radiaciones del espectro visible y se los considera óptimos en cuanto a la reproducción cromática; se dice que tienen un IRC= 100.

Índice de rendimiento de color (Ra): Efecto de una fuente de luz sobre el aspecto cromático de los objetos que ilumina por comparación con su aspecto bajo una fuente de luz de referencia. La forma en que la luz de una bombilla reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color (Ra). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas selectivas de dicho objeto.

Intensidad luminosa de una fuente puntal de luz en una dirección dada (I): Cantidad de flujo luminoso en cada unidad de ángulo sólido en la dirección en cuestión. Por lo tanto, es el flujo luminoso sobre una pequeña superficie centrada y normal en esa dirección, dividido por el ángulo sólido (en estereorradianes) el cual es subtendido por la superficie en la fuente I. La intensidad luminosa puede ser expresada en candelas (cd) o en lúmenes por estereorradián (lm/sr).

Longitud de onda (λ): Distancia entre dos puntos sucesivos de una onda periódica en la dirección de propagación, en la cual la oscilación tiene la misma fase. La unidad usada comúnmente es el nanómetro (nm) ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$).

Lúmen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI).

Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntal que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminancia (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m²). Bajo el concepto de intensidad luminosa, la luminancia puede expresarse como:

$$L = (dI / dA) * (1 / \cos\Phi)$$

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Lux (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado (1 lx = 1 lm/m²)

Mantenimiento: <Del flujo luminoso> Efecto de mantener o mantenerse, cuidar su permanencia. <Correctivo, preventivo> Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones puedan seguir funcionando adecuadamente.

Matriz de Intensidades: Tabla que, en función de los ángulos C y el ángulo γ , define los valores de intensidad luminosa que suministra la luminaria en cualquier punto a su alrededor. Los datos de intensidad luminosa se pueden dar en candelas por 1.000 lm.

Nadir: Punto de la esfera celeste diametralmente opuesto a la intersección de la vertical de un lugar con la esfera celeste, por encima de la cabeza del observador. Es el punto exactamente opuesto al cenit.

Niveles Mínimos de iluminación mantenidos: Son los niveles de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en un local o en una vía. Los ciclos de

mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener los valores de iluminación mantenidos y tendrán que sustituirse las bombillas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo se asegura que la tarea se pueda desarrollar según las necesidades visuales. No son niveles de diseño, cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establecen niveles de iluminación superiores, según los ciclos de mantenimiento del local o de la vía, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelo.

Plano de trabajo: Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

Potencia nominal de una fuente luminosa: Potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se expresa en vatios (W)

Protector: Parte traslúcida de una luminaria cerrada, destinada a proteger las bombillas y los reflectores de los agentes externos. Los protectores pueden ser a su vez, difusores o refractores.

Proyector: Aparato de iluminación que concentra la luz en un ángulo sólido limitado, con el fin de obtener un valor de intensidad luminosa elevado.

Radiación: Emisión o transferencia de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas

Radiación electromagnética: Radiación de energía asociada a un campo eléctrico y a un campo magnético variables periódicamente y que se desplazan a la velocidad de la luz.

Radiación monocromática: Radiación caracterizada por una sola frecuencia o longitud de onda.

Radiación visible: Cualquier radiación electromagnética de longitud de onda adecuada capaz de causar sensaciones visuales

Rendimiento visual: Es el término usado para describir la velocidad con la que funciona el ojo, así como la precisión con la cual se puede llevar a cabo una tarea visual. El valor del rendimiento visual para la percepción de un objeto se incrementa hasta cierto nivel al incrementar la iluminancia o la luminancia del local. Otros factores que influyen sobre el rendimiento visual son el tamaño de la tarea visual y su distancia al observador, así como los contrastes de color y luminancia.

Reflectancia de una superficie: Relación entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente sobre una superficie. Se expresa en %. $\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi_i}$

Reflector: Dispositivo usado para redirigir el flujo luminoso de una fuente mediante el proceso de reflexión.

Reflexión: Término general para el proceso mediante el cual el flujo incidente deja una superficie o medio desde el lado incidente sin cambios en la frecuencia.

Reflexión difusa: Proceso por el cual el flujo incidente es redirigido sobre un rango de ángulos.

Reflexión especular (regular): Proceso mediante el cual el rayo incidente es redirigido con el ángulo especular. El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal están en el mismo plano. Nota: El ángulo especular es el ángulo entre la perpendicular a la superficie y el rayo reflejado. Es numéricamente igual al ángulo de incidencia que se localiza en el mismo plano del rayo incidente y de la perpendicular, pero que se ubica en el lado opuesto de la perpendicular a la superficie.

Refracción: Proceso mediante el cual la dirección de un rayo de luz cambia conforme pasa oblicuamente de un medio a otro en el que su velocidad es diferente.

Refractor: Dispositivo utilizado para redirigir el flujo luminoso de una fuente, primordialmente por el proceso de refracción.

Sensibilidad al contraste: La más pequeña diferencia de luminancia que se puede percibir. También llamado umbral diferencial de luminancia.

Tarea visual: Actividad que debe desarrollarse con determinado nivel de iluminación

Tensión nominal: Valor de la tensión de alimentación especificado por el fabricante y según el cual se determinan las condiciones de aislamiento y de funcionamiento de un equipo. Se expresa en voltios (V).

Transmisión (de la luz): Término genérico usado para referirse al proceso mediante el cual el flujo incidente abandona una superficie o un medio por un lado diferente al del lado incidente, sin experimentar cambio de frecuencia.

Transmisión regular: Proceso por el cual el flujo incidente pasa a través de una superficie o medio, sin dispersarse

Transmisión difusa: Proceso por el cual el flujo incidente que pasa a través de una superficie o medio se dispersa.

Temperatura de color (de una fuente luminosa): Temperatura absoluta de un cuerpo negro radiador que tiene una cromaticidad igual a la de la fuente de luz. Se mide en Kelvin (**K**).

Umbral de contraste: Mínimo contraste perceptible para un estado dado de adaptación del ojo. También se define como el contraste de luminancia detectable, durante alguna fracción específica de tiempo, que se presenta a un observador.

Valor de eficiencia energética de la instalación VEII. Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m²) por cada 100 luxes.

Vida promedio (de un lote de fuentes luminosas): Promedio de tiempo transcurrido, expresado en horas, de funcionamiento de un lote de fuentes luminosas, antes de que haya dejado de funcionar la mitad de dicho lote.

Vida física (de una fuente luminosa): Promedio de tiempo transcurrido, expresado en horas, antes de que la fuente luminosa deje de funcionar completa y definitivamente, por haberse dañado cualquiera de sus componentes, sin que hayan interferido influencias externas.

Vida económica (de una fuente luminosa): Período de tiempo transcurrido, expresado en horas, hasta cuando la relación entre el costo de reposición de la fuente luminosa y el costo de los lúmen – hora que sigue produciendo ya no es económicamente favorable- La vida económica depende, por consiguiente, del costo de las fuentes luminosas de reemplazo, del costo de su instalación en el portabombilla (mano de obra) y del costo de la energía eléctrica.

Vida útil (de una fuente luminosa): Período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70 % del flujo luminoso total.

Vida normal (de una bombilla de descarga): Periodo de funcionamiento a tensión nominal, expresado en horas, en ciclos de diez horas, en la posición recomendada por el fabricante.

Visibilidad: Cualidad o estado de ser perceptible por el ojo. En muchas aplicaciones en exteriores, la visibilidad se define en términos de distancia a la cual un objeto puede ser percibido escasamente por el ojo. En aplicaciones en interiores, usualmente se define en términos de contraste o del tamaño de un

objeto estándar de prueba, observado en condiciones normalizadas de visión, con el mismo umbral que el objeto dado.⁴

⁴ REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO E INTERIOR (RETILAP). Bogotá, 2009.

16.CARACTERIZACION ENERGETICA

La caracterización energética es un de análisis cualitativo y cuantitativo que permite evaluar la eficiencia con que las entidades administran y usan la energía requerida en su proceso productivo. También es el paso previo para implementar un sistema de gestión o administración de la energía.

16.1 NECESIDADES PARA REALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Es posible que los directivos de una empresa preocupados desde hace mucho tiempo por sus costos energéticos y conocedores a cabalidad de sus procesos productivos, consideren que la caracterización energética de su empresa no les aporta nada nuevo y útil. Para conocer esto es bueno tratarnos de realizar las siguientes preguntas, cuyas respuestas son imprescindibles para comenzar a planear y hacer un sistema efectivo de reducción de costos energéticos.

- ¿Conoce la empresa que significa técnicamente "tener bajo control" sus consumos energéticos?
- ¿Cuenta la empresa con un método para saber si sus consumos energéticos están bajo control?
- ¿Conoce la empresa que significa "energía consumida no asociada a la producción ¿realizada"?
- ¿Conoce la empresa cuanto puede reducir el consumo de energía no asociada a su producción, sin realizar inversiones en tecnologías eficientes?
- ¿Conoce la empresa donde se consume la mayor cantidad de energía no asociada a su proceso productivo?
- ¿Conoce la empresa cómo varía su índice de consumo con la cantidad de producción realizada?

- ¿Conoce la empresa cuál es el nivel de producción a partir de la cual su índice de consumo es mínimo?
- ¿Conoce la empresa cual es el 20% de las áreas y equipos donde pierde el 80% de la energía no asociada a la producción?
- ¿Tiene identificado la empresa el personal involucrado a la operación y el mantenimiento de las áreas y equipos de mayor ineficiencia energética?

Puede su empresa saber cuánto debe consumir en energía para realizar un nivel de producción dado y así conocer si el consumo real fue superior o inferior al esperado.

16.2 OBJETIVOS DE LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Los procedimientos de análisis cualitativo sirven para conocer las debilidades del sistema de administración energética que posee la empresa, entendiéndose por sistema de administración energética los procedimientos y procesos relacionados con la planificación, compra, almacenamiento, transformación, distribución, control y uso final de la energía. Los procedimientos cuantitativos se utilizan para conocer los niveles de eficiencia, de pérdidas, los lugares donde se producen estas últimas y los potenciales de su reducción sin implementar nuevas tecnologías. También permiten identificar y establecer los índices de eficiencia, las metas de reducción de pérdidas y los gráficos de control diario y mensual, como herramientas de la gerencia para evaluar la gestión administrativa en los cambios de hábitos del uso final.

16.3 REQUERIMIENTOS PARA REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Una de las mayores ventajas de los procedimientos establecidos en la caracterización energética es que a partir de muy poca información se obtienen conclusiones justificadas técnicamente muy importantes y hasta ese momento

desconocidas para los directivos. Para una caracterización energética típica apenas se requiere la siguiente información disponible en cualquier empresa:

- Consumos energéticos mensuales por factura de los últimos dos años.
- Producción mensual realizada en igual período de tiempo.
- Flujograma general del proceso productivo de la empresa.
- Último censo de carga eléctrica y térmica de los equipos que posee la empresa.

El último de los cuatro aspectos enumerados es el único que puede requerir ayuda externa en la empresa, sin embargo, en caso extremo, su omisión puede ser suplantada por métodos complementarios de análisis.

16.4 CENSO DE CARGA

Este paso es necesario para poder determinar el 20% de los equipos y áreas que consumen aproximadamente el 80% de los distintos tipos de energía utilizadas en los procesos productivos y para realizar el diagrama energético productivo de la empresa.

En la toma de datos de los diferentes equipos y máquinas se debe proceder con las medidas mínimas de seguridad consistentes en:

1. Vestimenta: guantes de cuero, botas dieléctricas, protectores auditivos y casco.
2. Conocimiento del nivel de tensión: solicitar al jefe de mantenimiento una explicación de los diferentes niveles de tensión instalados en la planta.
3. Buscar la tabla de normatividad de colores para tuberías y alambrado de la planta, para identificar cuales tuberías revisten mayor peligro en cuanto a temperatura y presión.
4. Si es necesario trabajar en la subestación se debe estar pendientes que aquí siempre hay presentes altos voltajes (del orden de los 13200 Voltios) y que la

precaución más efectiva en estas instalaciones es guardar la distancia a los diferentes puntos sometidos altos voltajes.

5. Es muy importante estar atentos y tener cuidado a cualquier acción que se realice sobre los tableros de control ya que puede haber interruptores, Breakers, contactores, etc., flojos y que cualquier movimiento brusco sobre estos puede causar traumatismos o accidentes en los procesos que dependen de ellos.
6. Se debe medir la energía consumida por cada equipo que participa en los diferentes procesos al igual que calcular su respectiva capacidad de producción.
 - La forma más precisa de medir la potencia eléctrica es mediante un Kilowathorímetro.
 - Si no es posible utilizar un Kilowathorímetro la medida de la potencia eléctrica se hace un muestreo los datos de voltaje y corriente y factor de potencia de la placa del equipo o sino el valor de defecto de las tablas.
 - Como último recurso se procederá a colocar el valor de placa de la potencia del equipo.

16.5 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN

Es un gráfico que muestra la relación entre 2 tipos de datos. Su objetivo es mostrar la correlación, positiva o negativa existente entre 2 variables en un gráfico (X, Y).

- Muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y, por tanto, si el indicador es válido o no.
- Permite establecer nuevos indicadores de control de consumos o costos energéticos.

- Permite determinar la influencia de factores cuantitativos productivos de la empresa sobre los consumos energéticos y establecer variables de control.

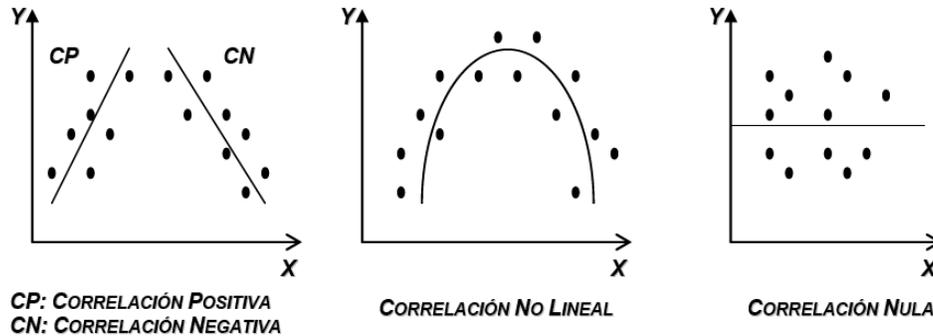


FIGURA 12: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN
 FUENTE: HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA,
 UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO, GRUPO DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA, KAI

16.6 GRÁFICOS DE CONTROL

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio \bar{x} del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar (3σ) del valor medio. Este comportamiento (que debe probarse en caso que no exista seguridad que ocurra) permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado.

El gráfico consta de la línea central y las líneas límites de control.

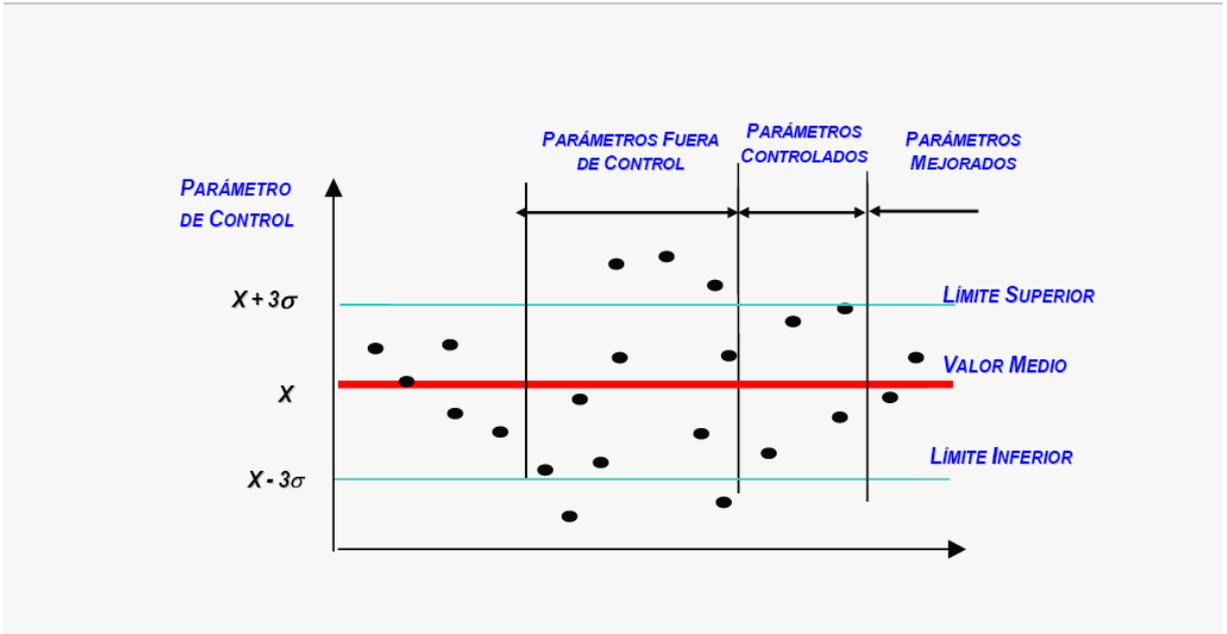


FIGURA 13: **GRAFICO DE CONTROL**
FUENTE: HERRAMIENTAS PARA EL ANALISIS DE CARACTERIZACION DE LA EFICIENCIA ENERGETICA, **UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO**, GRUPO DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA, KAI.

El objetivo del uso de este gráfico es determinar si los consumos y costos energéticos tienen un comportamiento estable o un comportamiento anómalo.

16.7 GRÁFICO DE TENDENCIA O DE SUMAS ACUMULATIVAS (CUSUM)

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base dado.

A partir de él también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha sobreconsumido hasta el momento de su actualización.

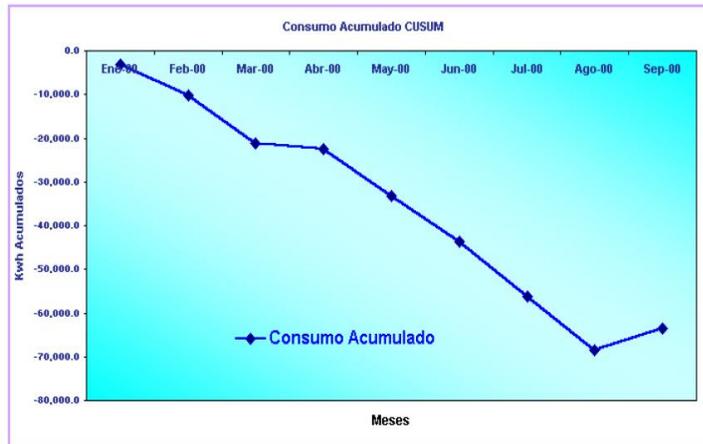


FIGURA 14: **CONSUMO ACUMULADO**
 FUENTE: HERRAMIENTAS PARA EL ANALISIS DE CARACTERIZACION DE LA EFICIENCIA ENERGETICA, **UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO**, GRUPO DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA, KAI

- Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.
- Comparar períodos de diferentes niveles de producción y de eficiencia energética.
- Determinar la magnitud del ahorro o de las pérdidas producidas en un período actual respecto a un período base.
- Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

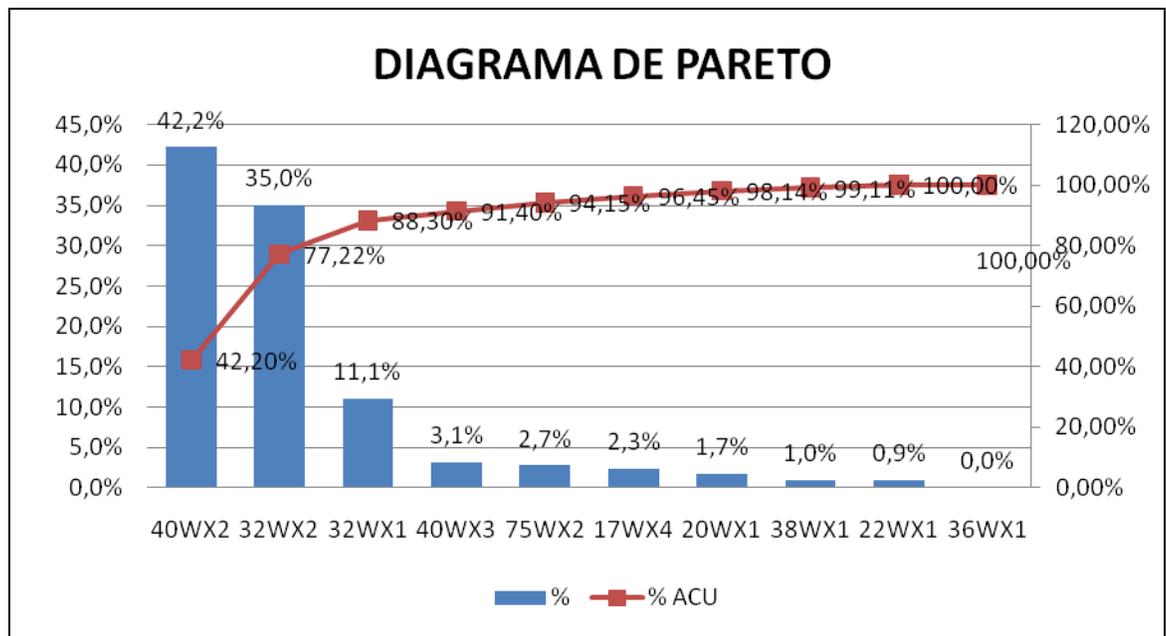
16.8 DIAGRAMA DE PARETO

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los por cientos agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la adición incremental de cada categoría respecto al total.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la ley de Pareto o ley 80 – 20 que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

16.9 USO DEL DIAGRAMA DE PARETO PARA IDENTIFICAR PUNTOS CLAVES DE CONTROL DE LOS CONSUMOS Y COSTOS ENERGÉTICOS

- Identificar el 20% de los portadores energéticos de las fábricas que producen el 80% del consumo total equivalente, realizando un Pareto de los consumos equivalentes de energía (tep) por portador energético.
- Identificar el 20% de las áreas de la empresa que producen el 80% del consumo energético de un portador energético específico, realizando un Pareto de los consumos energéticos de ese portador para las diferentes áreas que lo utilizan en la fábrica.
- Identificar el 20% de los equipos que producen el 80% del consumo energético de un portador específico, realizando un Pareto de los consumos de ese portador para todos los equipos que lo utilizan.
- Realizar de igual forma que lo explicado en los 3 puntos anteriores, Paretos para los costos energéticos.
- Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la empresa, realizando un diagrama de Pareto de las pérdidas energéticas equivalentes para todos los equipos donde estas son significativas.



GRAFICA 1 : DIAGRAMA DE PARETO

16.10 TIPO DE RESULTADOS QUE SE OBTIENEN CON LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA.

La experiencia en la aplicación de los procedimientos que conforman la caracterización a una gran variedad y cantidad de empresas han permitido establecer, de los muchos aspectos que se concluyen, cuáles han sido más impactantes para los directivos. Entre estos hemos observado los siguientes:

- No se conoce ni controla la cantidad de energía improductiva o no asociada a la producción de la empresa y su magnitud, en ocasiones, puede resultar alarmante.
- Los indicadores con que la gerencia evalúa el desempeño por la reducción de costos energéticos generalmente están errados.
- No se conoce la meta alcanzable técnicamente de reducción de los consumos energéticos de un año productivo a otro. Las metas son impuestas por

apreciación sin justificación técnica y la mayor parte de las veces no se cumplen o se cumplen con gran facilidad.

- No se manejan ni controlan los pocos vitales que definen el consumo adicional de energía. Generalmente el foco de atención esta sobre los mayores consumidores pero no sobre los mayores perdedores de energía.
- Los planes y actividades de mantenimiento y operación obedecen solo a criterios de seguridad y disponibilidad y no contemplan criterios de eficiencia y optimización energética y productiva.
- El método utilizado para evaluar la prefactibilidad técnico-económica y para medir el efecto de las inversiones dirigidas a reducir los costos energéticos es erróneo.

17. CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION EN LA CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC

Los datos presentados en la siguiente tabla (1), fueron calculados con base a modelos matematicos que relacionan consumo total de luminarias por piso en los bloques de la CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC, por unidad de tiempo:

$$EC = (CL) \times (HTD)$$

DONDE:

EC= ENERGIA CONSUMIDA

CL= CONSUMO DE LUMINARIAS POR PISO (KW)

HTD= HORAS DE TRABAJO POR DIA-

EJEMPLO:

PRIMER PISO BLOQUE No. 2

TOTAL KW X PISO= 5568

HTD= 9

EC= (5.568 KW) X (9 HORAS)

EC= 50.112 KW / H dia

La energia consumida en un dia puede tomarse tambien para una semana, mes o año.

BLOQUE # 1 CARACTERIZACION								
SALONES	CAPACIDAD INSTALADA			VALORES ESTIMADOS				
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
Porteria	0,17	6,00	12,00	2,09	72,00	12,53	288,00	69.120,00
Entrada piso 1	0,06	1,00	12,00	0,77	72,00	4,61	288,00	69.120,00
Departamento de Personal	0,20	2,00	9,00	1,80	54,00	10,80	216,00	51.840,00
Pasillo	0,30	2,00	9,00	2,70	54,00	16,20	216,00	51.840,00
Tesoreria	0,61	5,00	9,00	5,49	54,00	32,94	216,00	51.840,00
Nomina y Presupuesto	0,31	3,00	9,00	2,79	54,00	16,74	216,00	51.840,00
Pasillo Tesoreria	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
CONTABILIDAD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Contabilidad	0,46	4,00	9,00	4,14	54,00	24,84	216,00	23.846,40
Contador	0,31	3,00	9,00	2,79	54,00	16,74	216,00	16.070,40
Vicerrectoria Administrativa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
O. Vicerrector	0,24	2,00	9,00	2,16	54,00	12,96	216,00	12.441,60
Archivo	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Vicerrectoria Academica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resepcion	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Despacho Vicerrectoria	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	8.294,40
Admisiones y Registro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Carnetizacion	0,15	1,00	9,00	1,35	54,00	8,10	216,00	7.776,00
Credito	0,15	1,00	9,00	1,35	54,00	8,10	216,00	7.776,00
Atencion	0,60	4,00	9,00	5,40	54,00	32,40	216,00	31.104,00
Oficina director	0,15	1,00	9,00	1,35	54,00	8,10	216,00	7.776,00
Pasillo Atencion	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Baño	0,08	1,00	1,00	0,08	6,00	0,48	24,00	460,80
Registro y Control de Nota	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	8.294,40
Archivo	0,69	6,00	9,00	6,21	54,00	37,26	216,00	35.769,60
Escaleras	0,11	2,00	9,00	1,01	54,00	6,05	216,00	5.806,08
Baño mujeres	0,03	1,00	1,00	0,03	6,00	0,19	24,00	184,32
Baño Hombres	0,03	1,00	1,00	0,03	6,00	0,19	24,00	184,32
TOTAL PISO 1	5,46	56,00	216,00	48,74	1.296,00	292,43	5.184,00	536.267,52
PISO 2								
Facul De Ingenieria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Loby	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Secre Academica 1	0,15	1,00	9,00	1,35	54,00	8,10	216,00	7.776,00
Secre Academica 2	0,15	1,00	9,00	1,35	54,00	8,10	216,00	7.776,00
D. Ing de Sistemas	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
D. Ing Electronica	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
D. Ing Industrial	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
D. Ing indrial Penagos	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
D. Ing Civil	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
D. Ing Ambiental	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	8.294,40
Sala De Profesores	0,24	3,00	9,00	2,16	54,00	12,96	216,00	12.441,60
Decano Ingenieria	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	8.294,40
Piso 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Loby	0,06	2,00	9,00	0,58	54,00	3,46	216,00	3.317,76
Restoria General	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion ojo w de lamp	0,14	2,00	9,00	1,22	54,00	7,34	216,00	7.050,24
Secretaria General	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	8.294,40
Oficina Fundadores	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	8.294,40
Rector General	0,12	6,00	9,00	1,08	54,00	6,48	216,00	6.220,80
Baño	0,03	1,00	1,00	0,03	6,00	0,19	24,00	184,32
Aire	0,08	1,00	2,00	0,16	12,00	0,96	48,00	921,60
Escalera	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Cocina	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Restoria Ejecutiva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	8.294,40
Oficina	0,24	3,00	9,00	2,16	54,00	12,96	216,00	12.441,60
Acesor financiero	0,19	3,00	9,00	1,73	54,00	10,37	216,00	9.953,28
TOTAL PISO 2	2,84	41,00	192,00	24,78	1.152,00	148,68	4.608,00	142.732,80
PISO 3								
Escalera	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Baño Hombre	0,00	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00	24,00	0,00
Baño Mujeres	0,00	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00	24,00	0,00
Dpto Pedago y Humani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Loby	0,32	4,00	9,00	2,88	54,00	17,28	216,00	16.588,80
Ofc. pedagogia	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	4.147,20
Ofc. Humanidades	0,00	0,00	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00
Lab. Topografia	0,00	0,00	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00
Lab. Comunicaciones	0,48	6,00	9,00	4,32	54,00	25,92	216,00	24.888,20
CETAE	0,40	5,00	9,00	3,60	54,00	21,60	216,00	20.736,00
Lab. Robotica y Auto	0,32	4,00	9,00	2,88	54,00	17,28	216,00	16.588,80
Lab. Igiene y Salud O	0,00	0,00	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00
Sala de Profesores	1,08	10,00	9,00	9,72	54,00	58,32	216,00	55.987,20
Pacillo	0,32	4,00	9,00	2,88	54,00	17,28	216,00	16.588,80
TOTAL PISO 3	3,08	35,00	101,00	27,72	606,00	166,32	2.424,00	159.667,20
PISO 4								
Planeacion	0,64	10,00	9,00	5,76	54,00	34,56	216,00	33.177,60
Pacillo	0,19	3,00	9,00	1,73	54,00	10,37	216,00	9.953,28
Salon Oasis	0,00	0,00	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00
C. Investigacion	0,38	6,00	9,00	3,46	54,00	20,74	216,00	19.906,56
Dpto C Basicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S. Profesores 1	0,45	7,00	9,00	4,03	54,00	24,19	216,00	23.224,32
S. Profesores 2	0,38	6,00	9,00	3,46	54,00	20,74	216,00	19.906,56
Recepcion	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Di. Ciencias Basicas	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Cuarto de Aires	0,06	1,00	1,00	0,06	6,00	0,38	24,00	368,64
V. Restoria Investiga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Direccion	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Coordinadora 1	0,06	1,00	9,00	0,58	54,00	3,46	216,00	3.317,76
Coordinadora 2	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Coordinadora 3	0,06	1,00	9,00	0,58	54,00	3,46	216,00	3.317,76
Coordinadora 4	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Coordinadora 5	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Coordinadora 6	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
Loby	0,13	2,00	9,00	1,15	54,00	6,91	216,00	6.635,52
TOTAL PISO 4	3,39	53,00	154,00	30,02	924,00	180,10	3.696,00	172.892,16
TOTALES								
TOTALES	14,78	185,00	663,00	131,25	3.978,00	787,52	15.912,00	1.011.559,68

TABLA 5. Caracterizacion bloque 1

18.CENSO DE CARGA CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC

Los datos presentados en la siguiente tabla (1), fueron calculados con base a modelos matematicos que relacionan consumo total de luminarias por piso en los bloques de la CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC, por unidad de tiempo:

$$EC= (CL)x(HTD)$$

DONDE:

EC= ENERGIA CONSUMIDA

CL= CONSUMO DE LUMINARIAS POR PISO (KW)

HTD= HORAS DE TRABAJO POR DIA-

EJEMPLO:

PRIMER PISO BLOQUE No. 2

TOTAL KW X PISO= 5568
HTD= 9

$$EC= (5.568 \text{ KW}) \times (9 \text{ HORAS})$$

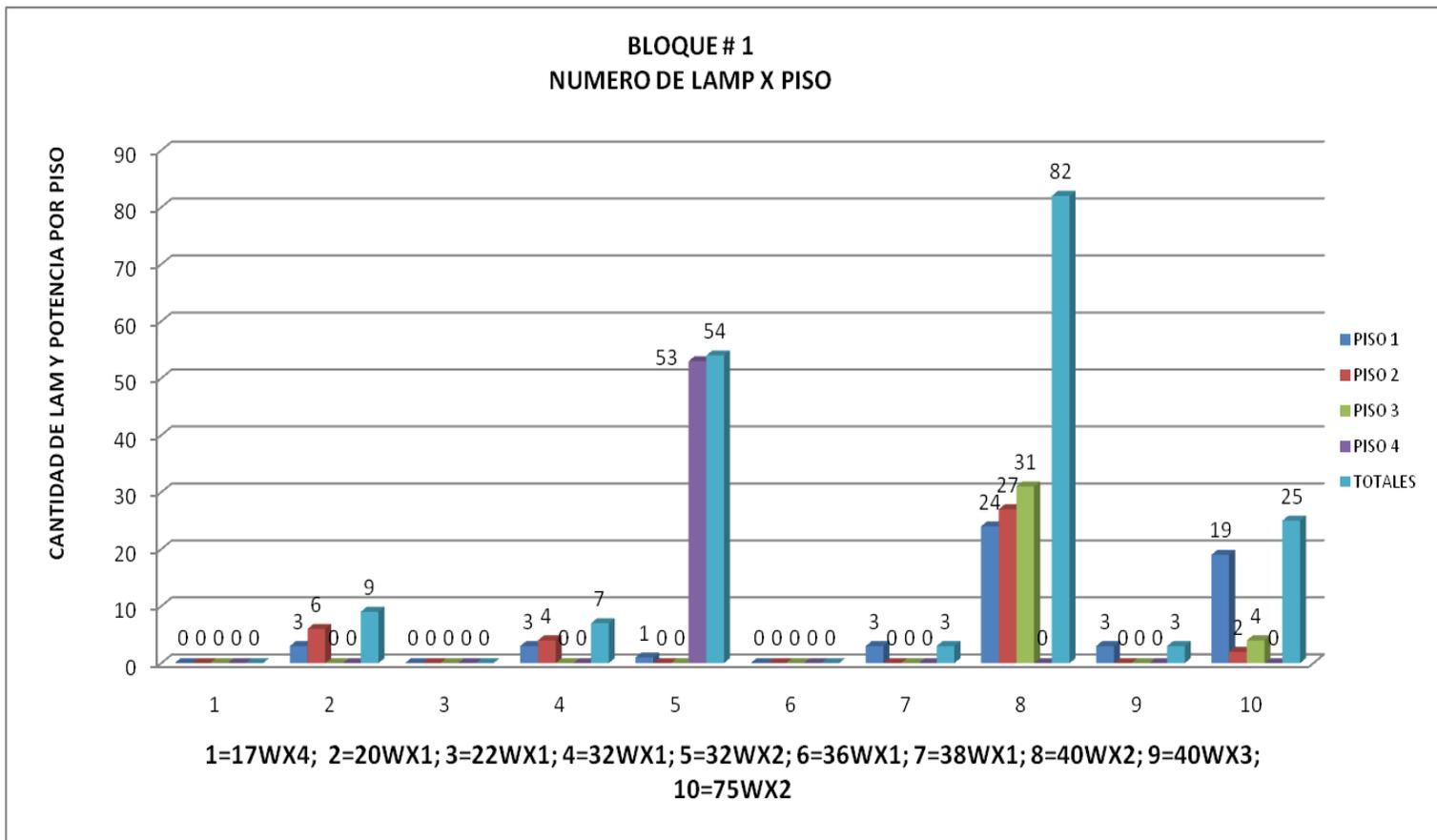
$$EC= 50.112 \text{ KW} / \text{H dia}$$

La energia consumida en un dia puede tomarse tambien para una semana, mes o año.

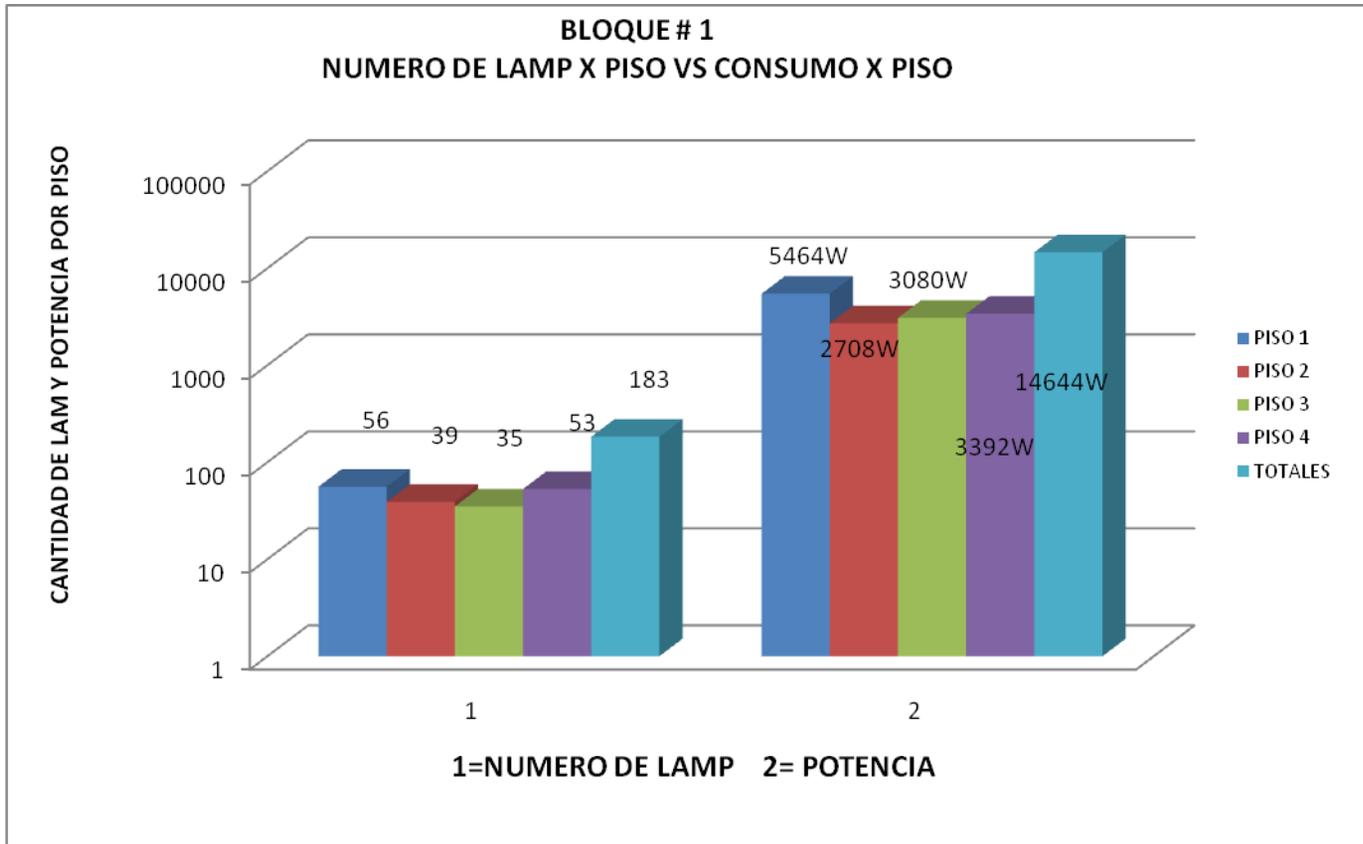
En esta tabla también se presentan datos de los diferentes tipos de luminarias en la CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA, como lo son:

- Luminaria de 32 W x 2
- Luminaria de 40 W x 2

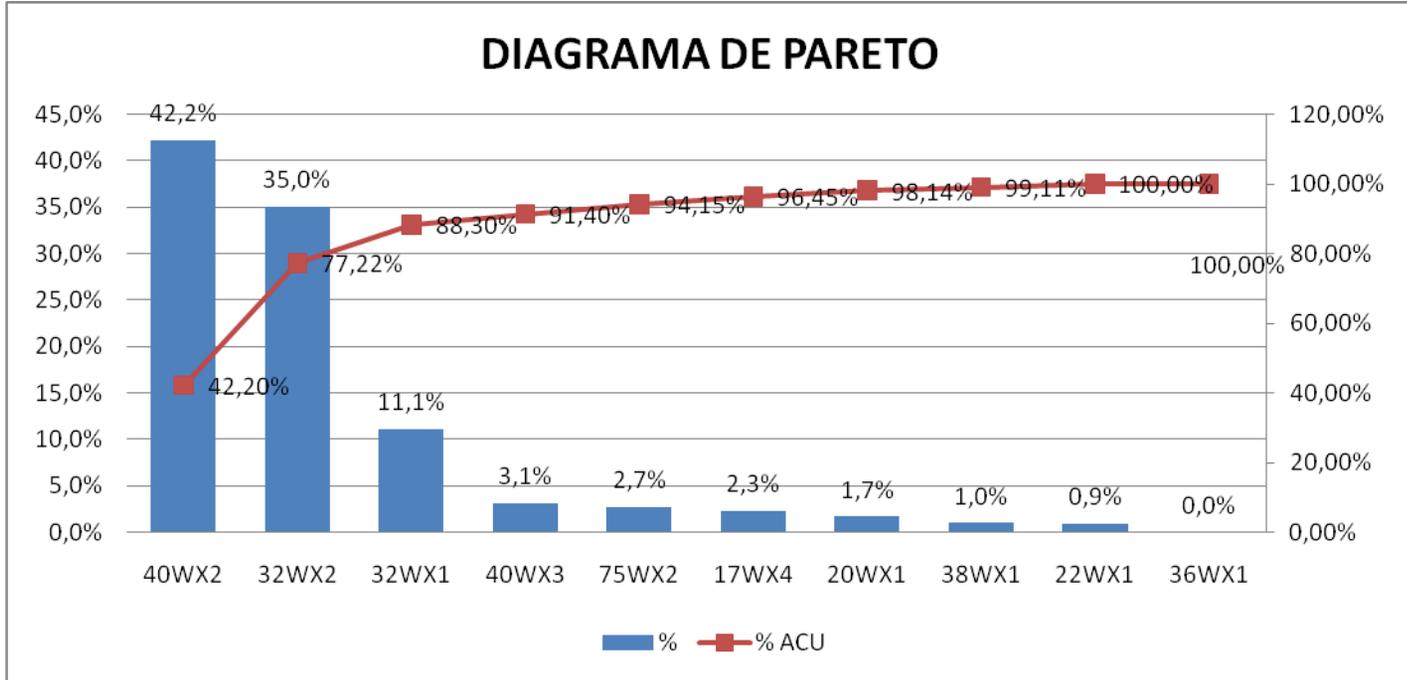
SALONES	TIPOS DE LAMPARAS EXISTENTES																				CENSO DE CARGA BLOQUE 1								
	17 WX1		20 WX1		22 WX1		32 WX1		32 WX2		36 WX1		38 WX1		40 WX2		40 WX3		75 WX2		TOTAL	TOTAL	HORAS DE	ENERGIA	HORAS DE	ENERGIA	HORAS DE	ENERGIA	
	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	WATTIOS POR PISO	LAMP POR PISO	TRABAJO X 1 DIA	CONSUMIDA X DIA	TRABAJO X 1 SEMANA	CONSUMIDA X SEMANA	TRABAJO X 1 MES	CONSUMIDA X MES	
PISO # 1																													
Portaria	0	3	60	0	0	0	0	0	0	0	3	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	6.00	12.00	2.09	72.00	12.53	288.00	69.120.00	
Entrada piso 1	0	0	0	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	1.00	12.00	0.77	72.00	4.61	288.00	69.120.00	
Departamento de Personal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	1	100	0	0	0	0	0.20	2.00	9.00	1.80	54.00	10.80	216.00	51.840.00	
Pasillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	300	0.30	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	54.00	16.20	216.00	51.840.00		
Tesoreria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	3	450	0.61	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.49	54.00	32.94	216.00	51.840.00		
Nomina y Presupuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	1	150	0.31	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79	54.00	16.74	216.00	51.840.00		
Pasillo Tesoreria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
CONTABILIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	300	0.46	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.14	54.00	24.94	216.00	23.846.40		
Contador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	1	150	0.31	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79	54.00	16.74	216.00	16.070.40		
Administrativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Recepcion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20	
O. Vicerrector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	240	0.24	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	54.00	12.96	216.00	12.441.60		
Archivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
Administrativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Recepcion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20	
Despacho Vicerrectoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	0	0	0	0.16	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	54.00	8.64	216.00	8.294.40		
Admisiones y Registro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Recepcion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
Comunicacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	150	0.15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	54.00	8.10	216.00	7.776.00		
Credito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	150	0.15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	54.00	8.10	216.00	7.776.00		
Atencion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	600	0.60	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	54.00	32.40	216.00	31.194.00		
Oficina director	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	150	0.15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	54.00	8.10	216.00	7.776.00		
Pasillo Atencion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
Baño	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	6.00	0.48	24.00	460.80		
Registro y Control de Nota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	0	0	0	0.16	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	54.00	8.64	216.00	8.294.40		
Archivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	450	0.69	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.21	54.00	33.26	216.00	35.766.60		
Escaleras	0	0	0	0	1	32	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.11	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	54.00	6.05	216.00	5.806.08		
Baño mujeres	0	0	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	6.00	0.19	24.00	184.32		
Baño hombres	0	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	6.00	0.19	24.00	184.32		
TOTAL PISO 1	0	0	3	60	0	0	1	64	0	0	3	114	24	150	3	380	19	2650	546	56.00	236.00	48.74	1.266.00	292.43	5.794.00	536.267.92	0	0	0
PISO # 2																													
Facil De Ingenieria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Lobby	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
Secre Academica 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	150	0.15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	54.00	8.10	216.00	7.776.00		
Secre Academica 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	150	0.15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	54.00	8.10	216.00	7.776.00		
O. Ing de Sistemas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
D. Ing Electronica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
D. Ing Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
D. Ing Industrial Penagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
D. Ing Civil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
D. Ing Ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	0	0	0	0.16	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	54.00	8.64	216.00	8.294.40		
Sala de Profesores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	240	0	0	0	0	0.24	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	54.00	12.96	216.00	12.441.60		
Decana Ingenieria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	0	0	0	0.16	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	54.00	8.64	216.00	8.294.40		
Piso 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Lobby	0	0	0	2	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	54.00	3.46	216.00	3.317.76		
Recepcion General	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Recepcion oje w de lamp	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	54.00	7.34	216.00	17.059.24		
Secretaria General	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	0	0	0	0.16	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	54.00	8.64	216.00	8.294.40		
Oficina Fundadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	160	0	0	0	0	0.16	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	54.00	8.64	216.00	8.294.40		
Oficina General	0	5	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	54.00	6.48	216.00	6.220.80		
Baño	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	54.00	1.19	24.00	184.32		
Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
Escalera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	0	0	0	0	0.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	54.00	4.32	216.00	4.147.20		
Cocina	0	0	0	0	0	0</																							



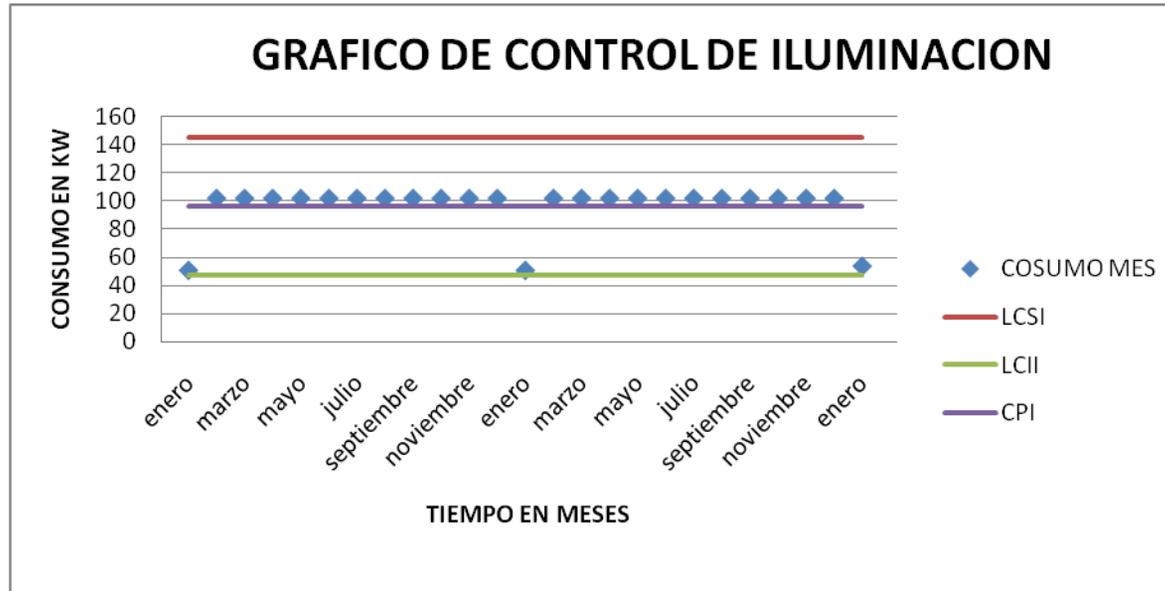
GRAFICA 2. CANTIDAD DE LAMPARAS Vs POTENCIA POR PISO



GRAFICA 3. NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO, BLOQUE # 1



GRAFICA 4. DIAGRAMA DE PARETO



GRAFICA 5. GRAFICO DE CONTROL DE ILUMINACION (CONSUMO EN KW Vs TIEMPO)

19. ANALISIS GRAFICO

En las graficas se observa que los bloques de mayor capacidad instalada son los bloques 2 y 3, con 22.6 kw y 21.5 kw y una cantidad de lámparas de 267 y 299 respectivamente, cuya diferencia en la capacidad instalada corresponde a las diferentes potencias de las mismas, así como de la cantidad instalada por piso en cada bloque.

de igual forma se observo que el bloque de menor consumo es el 7, puesto que tiene una potencia instalada de 6kw que corresponden a 149 lámparas y una ubicación de 6 por salón, mayor al número ubicadas por salón en los demás bloques, cuya diferencia radica en el consumo de potencia de las mismas el cual es de 36 w , mientras que en los demás casos varia, ya sea de 2x40w, 2x32, 3x40, 2x75w, siendo este bloque el de mejor distribución de potencia debido a que la capacidad instalada es aproximadamente igual en cada piso, lo que contribuye de manera positiva en el uso racional de energía ya que muchas pérdidas están asociadas a los desbalances en las cargas de los sistemas de potencia. Presentándose esta misma situación en el bloque 9

Cabe resaltar que para el resto de las graficas en algunos casos encontramos mayor cantidad de lámparas por bloque, con una capacidad instalada asociada baja o alta, lo cual depende de la potencia de estas instaladas por bloque.

Se observo que la mayor cantidad de lámparas instaladas es de 2x40w (540 lámparas) ubicadas en mayor cantidad en el bloque 5(128 lámparas) seguidas de las de 2x32w (527 lámparas) donde la mayor cantidad instaladas se encuentra en el bloque 3 (173 lámparas).

20. ANALISIS ESTADISTICO

De los gráficos anteriores podemos observar que la variable consumo se encuentra dentro de los límites de control.

No existen comportamientos de esta variable que indiquen que esta variable está fuera de control. Si alguno de los puntos estuviera fuera de los límites de control, deberá analizarse para ese mes en particular lo que pudo haber ocurrido para que esta variable se saliera de control. Descubrir el motivo que ocasionó esta anomalía nos da luces sobre medidas que deben tenerse en cuenta siempre para evitar futuras anomalías y salidas de control de nuestras variables.

- **$CP = \Sigma(n)/n$**

CP= consumo promedio

N= numero de datos.

- **$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$**

σ = desviacion estandar

σ^2 = variansa

- **$LCS = CP + 3*DS$**

LCS =Límite de Control Superior

CP= Consumo promedio

DS= Desviacion estandar

3= Constante

- **$LCI = CP - 3*DS$**

LCI =Límite de Control Inferior

CP= Consumo promedio

DS= Desviacion estandar

3= Constante

DATOS				
Consumo Promedio, CP		96		
Desviación estándar, DS		16		
LCS (Límite de Control Superior) = CP + 3*DS		144		
LCI (Límite de Control Inferior) = CP - 3*DS		48		
MES	CONSUMO DE ENERGIA (KW)	CONSUMO PROMEDIO (KW)/ HORAS MESES	LIMITE DE CONSUMO SUPERIOR	LIMITE DE CONSUMO INFERIOR
ene-08	99.447,00	54	144	48
feb-08	149.162,00	102	144	48
mar-08	139.947,00	102	144	48
abr-08	189.401,00	102	144	48
may-08	182.829,00	102	144	48
jun-08	152.401,00	102	144	48
jul-08	163.233,00	102	144	48
ago-08	177.210,00	102	144	48
sep-08	195.538,00	102	144	48
oct-08	198.248,00	102	144	48
nov-08	165.634,00	102	144	48
dic-08	103.512,00	102	144	48
ene-09	97.048,00	54	144	48
feb-09	138.832,00	102	144	48
mar-09	176.976,00	102	144	48
abr-09	163.134,00	102	144	48
may-09	189.837,00	102	144	48
jun-09	153.470,00	102	144	48
jul-09	151.633,00	102	144	48
ago-09	187.984,00	102	144	48
sep-09	229.467,00	102	144	48
oct-09	214.332,00	102	144	48
nov-09	193.169,00	102	144	48
dic-09	112.212,00	102	144	48
ene-10	103.686,00	54	144	48

TABLA 7. CARACTERIZACION ENERGETICA

20.1 ILUMINACIÓN EFICIENTE.

En los proyectos de iluminación se deben aprovechar los desarrollos tecnológicos de las fuentes luminosas, las luminarias, los dispositivos ópticos y los sistemas de control, de tal forma que se tenga el mejor resultado lumínico con los menores requerimientos de energía posibles.

Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de atmósferas agradables, empleando apropiadamente los recursos tecnológicos y evaluando todos los costos razonables que se incurren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación.

En todo diseño se deben buscar obtener las mejores condiciones de iluminación usando fuentes luminosas de la mayor eficacia disponible, conjuntos eléctricos de alta eficiencia y luminarias con la fotometría más favorable en términos de factor de utilización.

En los proyectos nuevos o remodelaciones de sistemas de iluminación de avenidas, grandes áreas o parques deportivos, donde se tienen altos consumos de energía, se debe considerar la posibilidad de reducir los consumos en las horas de baja circulación de personas o vehículos, mediante la instalación de tecnologías o prácticas apropiadas de control.

En zonas donde se instale alumbrado con bombillas que no permitan cambios de tensión como método de reducción de potencia, tales como las de halogenuros metálicos, se deben prever los circuitos eléctricos necesarios o los fotocontroles temporizados, para controlar el encendido de las bombillas.

20.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES PARA TUBOS T5.

Actualmente en el mercado colombiano tenemos la presencia en aplicaciones de iluminación de los tubos fluorescentes T5 (diámetro de 5/8”), los cuales los podemos encontrar en dos versiones HO (Alta salida) y HE (Alta eficiencia), la idea con este documento es que miremos las características y aplicaciones de cada uno de estos.

20.3 LÁMPARAS FLUORESCENTES T5 HO (ALTA SALIDA):

- Tienen un diámetro de 16 mm.
- Son indicadas para instalaciones que necesitan alto flujo luminoso de las luminarias.
- El flujo luminoso máximo es alcanzado a 35°C en posición de funcionamiento universal.
- Son diseñadas para trabajar con balasto electrónico.
- Debido a su diámetro reducido permite el diseño de luminarias más compactas y eficientes.
- En su aplicación se debe tener la precaución de evitar brillo de las lámparas hacia los puestos de trabajo.
- Las referencias más comunes en el mercado Colombiano son de 24W y 54W.

20.3.1 Características técnicas lámparas T5 Ho

Potencia (w)	Longitud (")	Lúmenes	Eficacia (Lm/w)
24	21.6	2000	83
54	45.2	5000	92

FUENTE: <http://www.electrocontrol.com.co/nota%20tubos.html>

20.3.2 Lámparas Fluorescentes T5 HE (Alta eficiencia):

- Tienen un diámetro de 16 mm.
- Tienen una alta eficiencia es decir, realizan un mejor aprovechamiento de la potencia absorbida.
- Sufren poca depreciación del flujo luminoso
- El flujo luminoso máximo es alcanzado a 35°C en posición de funcionamiento universal.
- Debido a su diámetro reducido permite el diseño de luminarias más compactas y eficientes.
- Son diseñadas para trabajar con balasto electrónico, que sumado a la alta eficiencia de la lámpara, permite sistemas con economía de energía.
- Aunque el brillo que generan no es tan alto como las lámparas HO, si es recomendable tener precauciones en su uso, para evitar problemas de deslumbramiento en los puestos de trabajo.
- Las referencias más comunes en el mercado Colombiano son de 21W y 28W.

Potencia (w)	Longitud (")	Lúmenes	Eficacia (Lm/w)
21	33.4	2100	100
28	45.2	2900	103

FUENTE: <http://www.electrocontrol.com.co/nota%20tubos.html>



FIGURA 15: LAMPARAS FLUORESCENTES
FUENTE: <http://www.electrocontrol.com.co/nota%20tubos.html>

20.3.3 T8 Lámparas Fluorescentes Estándar 26mm.

Lámparas fluorescentes, estándar que pueden sustituir a los tubos T12 de 38mm de diámetro, ofreciendo el mismo rendimiento fotométrico con un 10% de ahorro de energía.

Características

- Sustituyen a las lámparas T12 convencionales obteniendo además:
- Menor costo de funcionamiento, consumen 10% menos.
- Reducción del volumen de almacenamiento (40%) reducción del costo de transporte pesan un 25% menos.

Aplicaciones

- Para sustitución de la iluminación industrial o comercial en supermercados oficinas almacenes.
- En nuevas instalaciones utilizar Luxline Plus.

20.3.4 T8 Lámparas Fluorescentes Trifósforo Luxline Plus 26mm.

Nueva generación de lámparas fluorescentes que ofrecen rendimiento fotométrico y de color superior al de la anterior generación.

Características

- Alta emisión luminosa, mantenimiento luminoso casi constante durante la toda vida de la lámpara.
- Menor costo de funcionamiento, consumen 10% menos que los T12.
- Alto índice de reproducción cromático (Ra 85) añade brillo y resalta colores.
- Excelente rendimiento (lm/w), incrementan el rendimiento de la luminaria entre 5 y 10%.
- Funciona con reactancias convencionales o electrónicas.
Ideal para las nuevas instalaciones.

Aplicaciones

- Iluminación comercial, e industrial de almacenes, oficinas, supermercados, etc.
- Establecimientos de ropa, cortinas, alfombras, cuadros, etc.
- En cualquier aplicación que exija una excelente fidelidad cromática y elevado rendimiento.

20.3.5 T8 Lámparas Fluorescentes 26mm

Longitudes especiales. Amplia gama de lámparas fluorescentes estándar de 26mm de diámetro y distintas longitudes para aplicaciones no estándar.

Características

- Lámparas fluorescentes de alta calidad.
- Selección de colores para distintas aplicaciones.

Aplicaciones

- En luminarias de dimensiones no estándar.
- Escaparates, iluminación de muebles, carteles luminosos, surtidores.

20.3.6 T12 Lámparas Fluorescentes estándar 38mm.

Amplia gama de fluorescentes estándar de 38mm de diámetro en diferentes longitudes y colores.

Características

- Lámparas fluorescentes estándar de alta calidad para instalaciones existentes.
- Selección de colores para las distintas aplicaciones.

Aplicaciones

- Para iluminación urbana, en luminarias abiertas y especialmente dónde la temperatura ambiente es baja.
- Para luminarias dónde las lámparas T8 de ahorro de energía no resultan adecuadas.
- Encendido Rapidstart.

20.3.7 T12 Lámparas Fluorescentes de alta luminosidad (HO).

Gama de lámparas de alta potencia, y por lo tanto, mayor emisión luminosa que las lámparas estándar similares.

Características

- Alta emisión luminosa.
- No requiere estárter, encendido sin parpadeo.
- Centros especiales de control de presión que mantienen las deficientes condiciones de funcionamiento.
- Alcanzan su máxima emisión luminosa en temperaturas ambiente más bajas que las lámparas estándar.

Aplicaciones

- Industrias, oficinas, hospitales, supermercados, bibliotecas, comercios etc.
- Extremadamente eficaces en ambientes de baja temperatura media.
- Locales con alturas superiores a 3m.

21. NUEVAS TECNOLOGIAS

En un planeta preocupado por la contaminación y el consumo energético, los leds se han convertido en una alternativa ecológica ya que estos consumen cinco veces menos y el ahorro energético puede ser de hasta un 60% inferior y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) más bajas y dura diez veces más (entre 50.000 y 100.000 horas de vida, frente a las mil horas de una bombilla normal y las 7.500 horas de los tubos fluorescentes). Además, su coste de mantenimiento es bajo e incorporan un componente electrónico que los hace más eficientes. Hace diez años, su flujo lumínico era sólo de diez lúmenes por un VAT; hoy se ha conseguido alcanzar los 70 lúmenes.

21.1 MÁS INTENSIDAD Y COLORES

Su chip electrónico permite variar la intensidad de la luz y una combinación de colores casi infinita, que abarca toda la gama, y cambia en función de las necesidades. Por ejemplo, la nueva fachada de Banco Sabadell en Barcelona modifica su color según la temporada.

Con los Leds se está produciendo la misma revolución que cuando se pasó de la luz incandescente al fluorescente, es el mismo trasvase hacia una tecnología más eficiente, ahorradora y agradable para el medio ambiente.

21.2 LOS AHORROS MEDIOAMBIENTALES

El ahorro energético y la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera se han convertido en preocupaciones prioritarias de administraciones y fabricantes. El 80% del consumo de iluminación procede del sector público, la industria y el comercio. Según cálculos de Philips, el cambio en Europa a sistemas de iluminación más eficientes supondría un ahorro de costes de 4.300 millones de euros, equivalente a cincuenta

millones de barriles de petróleo anuales o mil millones de árboles, evitando la emisión de 28 millones de toneladas de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Sólo en los 25 países de la UE, existen 35 millones de lámparas de vapor de mercurio (material altamente contaminante), instaladas en calles y autopistas. El grupo holandés ha puesto en marcha una campaña, que pretende concienciar de la necesidad de mejorar la eficiencia de los sistemas de alumbrado y su sustitución por equipos más ecológicos.

Philips también ha desarrollado otras tecnologías ecológicas, como la lámpara fluorescente compacta -con un bajo componente de mercurio- y Cosmópolis, una fuente de luz con balastro electrónico para aplicación pública que ahorra el 40% del consumo. Esta última se ha instalado, por ejemplo, en la urbanización de Somosaguas, en Pozuelo (Madrid), municipio donde el gasto energético y las emisiones de CO₂ se han reducido en un 47%.⁵

⁵ www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/

21.3 ANALISIS CAMBIO DE TECNOLOGIA A SISTEMA ELECTRONICO

ANALISIS AHORRO DE ENERGIA POR CAMBIO A SISTEMA ELECTRONICO				
Julio 2 de 2010				
Corporación Universitaria de la Costa <i>Aulas tipo Bloque 3 Piso 2</i>	S I S T E M A S			
DATOS DE LUMINARIAS	EXISTENTE		PROPUESTO	
Referencia	2X48"	2X96"	2X32W	2X2X32W
Número de luminarias	1258	0	1258	0
Nivel de iluminación promedio	EXISTENTE		INCREMENTO EN UN 23%	
Tipo de difusor	Ninguno		Ninguno	
Tipo de bombillas	T12 -39W /LD	T12 -96"/LD	T8 -32W SP65	T8 -32W SP65
Tubos por luminaria	2	0	2	0
DATOS DE LA BOMBILLA				
Referencia de la bombilla	F48T12/LD	F96T12/LD	F32T8/SP65	F32T8/SP65
Vida útil de la bombilla (horas)	6.000	9.000	20.000	
Wattios por tubo (nominal)	39	75	32	64
Lúmenes iniciales	2650	5335	2850	5700
Lúmenes promedio	2400	4910	2700	5400
Factor de depreciación	0,9	0,9	0,95	0,95
Eficiencia (Lumen/Vatio)	67,95	71,13	89,06	89,06
DATOS DEL BALASTO				
Balastos por luminaria	1	0	1	0
Tipo de balasto	MAGNÉTICO		ELECTRONICO	
Vida útil del balasto	5		20	
Potencia útil (w attios)	80,00	130,00	54,68	109,37
Pérdidas del balasto	24,20	39,32	3,32	4,63
Factor de balasto	0,9	0,9	0,88	0,88
Lúmenes efectivos	4.770	9.603	5.016	10.032
Factor de eficiencia (BEF)	0,86	0,53	1,52	0,77
EVALUACIÓN DE CONSUMOS				
Número de luminarias	1258	0	1258	0
Consumo en KW por luminaria	0,10420	0,16932	0,05800	0,11400
Consumo en KW total luminarias	131,08360		72,96400	
Valor KW-Hr (consumo) ESTIMADO	230		230	
Consumo anual (6h x312 días)	245.388,50		136.588,61	
Costo anual de la energía ILUMINACION	56.439.354,82		31.415.379,84	
TON. DE AIRE ACONDICIONADO				
Calor generado luminarias (BTU)	447.388,33		249.026,13	
Toneladas de aire acond. necesarias	37,2824		20,7522	
Costo por ton. equipo de aire acond.	1.200.000		1.200.000	
Consumo en KW equipo A.Acondic.	37,28		20,75	
Costo energía aire acondicionado	16.052.293,17		8.935.057,62	
MANTENIMIENTO TUBOS				
Número total de tubos instalados	2516	0	2516	0
Estimativo tubos de reposición anual	31,20%		9,36%	
Valor unitario de reposición	3.800	5.100	4.300	4.300
Valor total de reposición anual	2.982.970		1.012.640	
MANTENIMIENTO BALASTOS				
Número total de balastos instalados	1258	0	1258	0
Estimativo balastos reposición anual	1,71%		0,32%	
Valor unitario de reposición	21.900	25.330	29.000	36.000
Valor total de reposición anual	470.995		117.749	
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN				
Costo anual de energía	56.439.354,82		31.415.379,84	
Costo energía aire acondicionado	16.052.293,17		8.935.057,62	
Costo de mantenimiento	3.453.965		1.130.388	
COSTO ANUAL CONSOLIDADO				
Costo relativo total	\$75.945.612,78		\$41.480.825,94	

NOTAS:

1. LOS CONSUMOS ANUALES ESTÁN CONSIDERADOS PARA 6 HORAS/DÍA - 312 DÍAS/AÑO
ESTOS VALORES ESTÁN CONSIDERADOS TANTO PARA CARGA DE ILUMINACIÓN, COMO DE AIRE ACONDICIONADO.
2. LOS PARÁMETROS Y CONSTANTES PARA LOS CÁLCULOS FUERON TOMADOS DE LA IES Y SON COMO SIGUEN :
 - * 3.413 MBtu POR CADA KW DE ILUMINACIÓN
 - * UNA TONELADA DE A.A. POR CADA 3.516 KW DE ILUMINACIÓN O POR CADA 12000 Btu
3. EL VALOR DEL KW DE DEMANDA MÁXIMA NO SE TIENE EN CUENTA PARA EL PRESENTE ANÁLISIS PUESTO QUE SE SUPONE QUE LA CARGA INSTALADA, PARA ILUMINACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO, SERÁ PUESTA EN MARCHA SECUENCIALMENTE DE MODO QUE NO PRESENTE PICOS DE VALOR SIGNIFICATIVO.

RESUMEN RETORNO DEL CAPITAL DE INVERSION

	<u>VR. ANUAL</u>	<u>CONSUMO KW</u>	<u>AHORRO KW</u>
SISTEMA ACTUAL	\$75.945.612,78	131,08360	
SISTEMA PROPUESTO	\$41.480.825,94	72,96400	56%
AHORRO (A)	\$34.464.786,85 45,38%		
INVERSION (I)	\$99.382.000,00	En Kits de Recambio con Aleta Especular en sistema T8.	
	P=I/A	2,88	AÑOS

RECOMENDACIONES

Cambiar la tecnología actual de T12 a T8 lo cual aumentaría la calidad de iluminación en cada una de las áreas existentes.

Independizar los sistemas de iluminación en los tableros de control existentes para poder llevar un control acertado de los consumos y eficiencia de los mismos.

Realizar un estudio mas completo de diagnostico de la calidad de la energía eléctrica de todas las instalaciones de la CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC, como el ejecutado en el edificio del bloque No. 2
ANEXO B

Rediseño de los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las tecnologías actuales existentes, eficiencia y diferentes posiciones de las fuentes ya que de esto depende una adecuada distribución y por lo tanto una mayor uniformidad.

CONCLUSIONES

El estudio realizado por el grupo investigador arrojó como conclusiones las siguientes:

La capacidad instalada en iluminación de la Corporación Universitaria de la Costa CUC es de 101,84KW.

Existen actualmente 1391 lámparas instaladas en la Corporación Universitaria de la Costa CUC discriminadas de la siguiente forma de 17WX4 26, de 20WX1 19 de 22WX1 10 de 32WX1 126 de 32WX2 514 de 38WX1 11 de 40WX2 505 de 40WX3 62 y de 75WX2 70.

El consumo asociado a esa capacidad instalada es de 319.977 kw mes.

Teniendo en cuentas las características de los sistemas de iluminación basados en parámetros de eficiencia y tecnologías actuales se encontró que la Corporación Universitaria de la Costa CUC no cumple con los requerimientos mínimos permisibles.

Los niveles mínimos encontrados de luxes en las diferentes áreas fueron inferior a los establecidos por la norma.

La ubicación en algunos casos de las luminarias no permite una distribución adecuada y uniforme del local salón o área a iluminar.

Desde el punto de vista tecnológico existen tecnologías más eficientes con un flujo luminoso mayor a la de la luminaria instalada y de una menor potencia en la Corporación Universitaria de la Costa CUC.

No existe un sistema de control automático que desconecte en un momento dado lámparas que por los niveles de iluminación presente no requieren estar encendidas siendo el caso de algunos pasillos.

No existe un sistema automático que desconecte en el instante en que no haya alguien en las áreas o salones las luminarias.

Realizar un estudio mas completo de calidad de energía eléctrica en todas las instalaciones de la Corporación universitaria CUC, como el realizado en el edificio del bloque 2.

BIBLIOGRAFIA

ACLE TOMASINI, Alfredo. Planeación estratégica y control total de la calidad. Editorial Grijalbo S.A. México D.F. 1989.

CAMPOS AVELLA, Juan Carlos. Manual de procedimientos para la caracterización y diagnóstico energético- ambiental. Grupo kai. Universidad del Atlántico Marzo de 2004

TAKAHASKI, Ryoki. Programa efectivo de conservación de la energía. Proyecto OIT- 1984/85.

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) 2007, Guía Didáctica para el Desarrollo de Auditorías Energéticas, primera edición Marzo de 2007.

Diario Oficial 44573, Ley 697 de 2001 de octubre de 2003

Ministerio de Minas y Energía, Decreto Número 2331 de Junio de 2007

Norma de Servicios Públicos Domiciliarios, Santa Fé de Bogotá 1997 Tercera Edición

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2001/ley_0697_2001.html

<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/URE/Informe%20lineamientos%20PROURE%202009.pdf>

<http://www.slideshare.net/pachoingeniero/uso-racional-de-la-energia>

<http://www.electrocontrol.com.co/nota%20tubos.html>

<http://www.portalelectricos.com/retie/cap2art16.php>

Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética, universidad del atlántico, grupo de gestión eficiente de energía, kai

<http://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2006/02/22/14146>

http://www.nuevacaracterizacionenergeticaelprimerpasohaciaelusoracionaldelaenergia-ilustrado_com3.htm

<http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/energia.html>

<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/3676.pdf>

<http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/eli.html#libro>

<http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap01.pdf>

<http://materias.fi.uba.ar/7407/Acondicionamiento%20termico.pdf>

Anexos

ANEXO A

BLOQUE # 2 CARACTERIZACION								
SALONES	CAPACIDAD INSTALADA			VALORES ESTIMADOS				
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
Primer Piso	5,568	87	9	50,112	54	300,672	216	1202,688
P Audiovisuales	0,064	1	9	0,576	54	3,456	216	13,824
O Fundadores	0,364	3	9	3,276	54	19,656	216	78,624
Jefatura Lbratorio	0,128	2	9	1,152	54	6,912	216	27,648
TOTAL PISO 1	6,12	93,00	36,00	55,12	216,00	330,70	864,00	1.322,78
PISO 2								
Sala Lectura 2	1,152	18	9	10,368	54	62,208	216	248,832
Casillero	0,256	4	9	2,304	54	13,824	216	55,296
Sala Lectura 3	1,088	17	9	9,792	54	58,752	216	235,008
Pasillo	0,24	3	12	2,88	72	17,28	288	69,12
Biblioteca Piso 2	2,432	21	12	29,184	72	175,104	288	700,416
Escalera	0,12	1	12	1,44	72	8,64	288	34,56
TOTAL PISO 2	5,288	64	63	55,968	378	335,808	1512	1343,232
PISO 3								
Pasillo	0,75	5	12	9	72	54	288	216
Escalera	0,12	1	12	1,44	72	8,64	288	34,56
Sala 3	0,6	4	9	5,4	54	32,4	216	129,6
Sala 2	0,6	4	9	5,4	54	32,4	216	129,6
Sala 5	0,72	5	9	6,48	54	38,88	216	155,52
Sala 6	0,6	4	9	5,4	54	32,4	216	129,6
Sala 8	0,68	5	9	6,12	54	36,72	216	146,88
Sala 7	0,6	4	9	5,4	54	32,4	216	129,6
Sala 9	0,6	4	9	5,4	54	32,4	216	129,6
Sala 10	0,6	4	9	5,4	54	32,4	216	129,6
Soporte Tecnico	0,32	4	9	2,88	54	17,28	216	69,12
TOTAL PISO 3	6,19	44	105	58,32	630	349,92	2520	1399,68
PISO 4								
Pasillo	0,56	7	12	6,72	72	40,32	288	161,28
Boston Room	0	0	6	0	36	0	144	0
410	0,32	4	6,5	2,08	39	12,48	156	49,92
411	0,32	4	5,6	1,792	33,6	10,752	134,4	43,008
412	0,28	3	5,3	1,484	31,8	8,904	127,2	35,616
Baño damas	0,064	1	1	0,064	6	0,384	24	1,536
Baño Hombres	0,064	1	1	0,064	6	0,384	24	1,536
402	0,24	3	7	1,68	42	10,08	168	40,32
403	0,48	6	7	3,36	42	20,16	168	80,64
Centro Informatica	1,32	15	9	11,88	54	71,28	216	285,12
S. Eventos Audio 1	0,384	6	4	1,536	24	9,216	96	36,864
S. Eventos Audio 2	0,384	6	4	1,536	24	9,216	96	36,864
S. Eventos Audio 3	0,384	6	4	1,536	24	9,216	96	36,864
TOTAL PISO 4	4,8	62	72,4	33,732	434,4	202,392	1737,6	809,568
TOTALES								
TOTALES	22,40	263,00	276,40	203,14	1.658,40	1.218,82	6.633,60	4.875,26

Caracterización bloque 2

BLOQUE # 3 CARACTERIZACION								
SALONES	CAPACIDAD INSTALADA			VALORES ESTIMADOS				
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
Lab. Ingenieria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion	0,20	5,00	9,00	1,80	54,00	10,80	216,00	43,20
Lab. Comunicaciones	0,38	6,00	4,00	1,54	24,00	9,22	96,00	36,86
Lab. Fisica Calor H	0,51	8,00	4,00	2,05	24,00	12,29	96,00	49,15
Lab. Fisica Mecanica	0,51	8,00	4,00	2,05	24,00	12,29	96,00	49,15
Lab. Automatismo	0,64	10,00	4,00	2,56	24,00	15,36	96,00	61,44
Laboratorio	0,77	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lab. Resistencia d M	0,00	0,00	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00
Recepcion	0,16	4,00	4,00	0,64	24,00	3,84	96,00	15,36
L. Resistencia de M	0,51	8,00	4,00	2,05	24,00	12,29	96,00	49,15
Tecnologia de Concretos	0,51	8,00	4,00	2,05	24,00	12,29	96,00	49,15
BLOQUE A DE LA CIAC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lab. Hidraulica	0,36	3,00	4,00	1,44	24,00	8,64	96,00	34,56
Lab. De Suelos	0,36	3,00	4,00	1,44	24,00	8,64	96,00	34,56
Lab. De Asfalto	0,36	3,00	4,00	1,44	24,00	8,64	96,00	34,56
Lab. De Fisica Campo	0,72	6,00	4,00	2,88	24,00	17,28	96,00	69,12
Relaciones Internacionales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion	0,13	2,00	8,00	1,02	48,00	6,14	192,00	24,58
Movilidad Academica	0,06	1,00	8,00	0,51	48,00	3,07	192,00	12,29
Comunicaciones	0,13	2,00	8,00	1,02	48,00	6,14	192,00	24,58
Vicerrectoria Bienestar Univer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Recepcion	0,24	2,00	8,00	1,92	48,00	11,52	192,00	46,08
Vicerrectoria	0,24	2,00	8,00	1,92	48,00	11,52	192,00	46,08
Bano	0,04	1,00	1,00	0,04	6,00	0,24	24,00	0,96
Fotocopia	0,24	3,00	10,00	2,40	60,00	14,40	240,00	57,60
TOTAL PISO 1	7,08	97,00	113,00	30,77	678,00	184,61	2.712,00	738,43
PISO 2								
201	0,24	3,00	8,50	2,04	51,00	12,24	204,00	48,96
202	0,24	3,00	8,50	2,04	51,00	12,24	204,00	48,96
203	0,32	4,00	8,50	2,72	51,00	16,32	204,00	65,28
L . CIRCUITO	0,48	6,00	5,60	2,69	33,60	16,13	134,40	64,51
L.ELECTRONICA	0,48	6,00	4,60	2,21	27,60	13,25	110,40	52,99
206	0,32	4,00	7,50	2,40	45,00	14,40	180,00	57,60
F. DERECHO	1,66	26,00	9,00	14,98	54,00	89,86	216,00	359,42
207	0,32	4,00	8,50	2,72	51,00	16,32	204,00	65,28
PASILLO	0,76	9,00	12,00	9,12	72,00	54,72	288,00	218,88
ESCALERA	0,08	1,00	12,00	0,96	72,00	5,76	288,00	23,04
TOTAL PISO 2	4,90	66,00	84,70	41,87	508,20	251,23	2.032,80	1.004,93
PISO 3								
301	0,16	2,00	6,20	0,99	37,20	5,95	148,80	23,81
302	0,16	2,00	7,50	1,20	45,00	7,20	180,00	28,80
303	0,16	2,00	8,10	1,30	48,60	7,78	194,40	31,10
CALIF ROOM	0,32	4,00	10,00	3,20	60,00	19,20	240,00	76,80
305	0,32	4,00	9,50	3,04	57,00	18,24	228,00	72,96
306	0,32	4,00	10,00	3,20	60,00	19,20	240,00	76,80
C. DE IDIOMAS	0,53	7,00	9,00	4,75	54,00	28,51	216,00	114,05
F C. ECONOMICAS	2,69	42,00	9,00	24,19	54,00	145,15	216,00	580,61
PASILLO	0,53	7,00	12,00	6,34	72,00	38,02	288,00	152,06
ESCALERAS	0,08	1,00	12,00	0,96	72,00	5,76	288,00	23,04
TOTAL PISO 3	5,26	75,00	93,30	49,17	559,80	295,01	2.239,20	1.180,03
PISO 4								
405	0,16	2,00	7,50	1,20	45,00	7,20	180,00	28,80
406	0,16	2,00	7,00	1,12	42,00	6,72	168,00	26,88
407	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	34,56
408	0,16	2,00	8,00	1,28	48,00	7,68	192,00	30,72
409	0,16	2,00	9,50	1,52	57,00	9,12	228,00	36,48
410	0,32	4,00	9,50	3,04	57,00	18,24	228,00	72,96
411	0,32	4,00	8,00	2,56	48,00	15,36	192,00	61,44
L. PSICOLOGIA	0,51	8,00	3,60	1,84	21,60	11,06	86,40	44,24
F. PSICOLOGIA	1,41	22,00	9,00	12,67	54,00	76,03	216,00	304,13
C. DE GESSELL	0,38	6,00	4,00	1,54	24,00	9,22	96,00	36,86
PASILLO	0,48	6,00	12,00	5,76	72,00	34,56	288,00	138,24
ESCALERA	0,08	1,00	12,00	0,96	72,00	5,76	288,00	23,04
TOTAL PISO 4	4,30	61,00	99,10	34,93	594,60	209,59	2.378,40	838,35
TOTALES								
TOTALES	21,55	299,00	390,10	156,74	2.340,60	940,44	9.362,40	3.761,74

Caracterización bloque 3

BLOQUE # 5 CARACTERIZACION								
SALONES	CAPACIDAD INSTALADA			VALORES ESTIMADOS				
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
101	0,24	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
102	0,24	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
103	0,24	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
104	0,24	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
105	0,24	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
106	0,16	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Psillos 1	0,48	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL PISO 1	1,84	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PISO 2								
201	0,32	4	6	1,92	36	11,52	144	46,08
202	0,32	4	5,5	1,76	33	10,56	132	42,24
203	0,48	4	6	2,88	36	17,28	144	69,12
204	0,96	8	5,5	5,28	33	31,68	132	126,72
205	0,32	4	8,5	2,72	51	16,32	204	65,28
206	0,32	4	9,5	3,04	57	18,24	228	72,96
207	0,32	4	7,5	2,4	45	14,4	180	57,6
208	0,32	4	8	2,56	48	15,36	192	61,44
PASILLO	0,23	5	12	2,76	72	16,56	288	66,24
ESCALERA	0,128	2	12	1,536	72	9,216	288	36,864
OFICINA	0	0	0	0	0	0	0	0
RECEPCION	0,15	1	9	1,35	54	8,1	216	32,4
VICE ACADE	0,15	1	9	1,35	54	8,1	216	32,4
SALA DE J	0,15	1	9	1,35	54	8,1	216	32,4
DEMÁS L	0,512	8	9	4,608	54	27,648	216	110,592
TOTAL PISO 2	4,68	54,00	116,50	35,51	699,00	213,08	2.796,00	852,34
PISO 3								
301	0,32	4	3	0,96	18	5,76	72	23,04
302	0,32	4	3,5	1,12	21	6,72	84	26,88
303	0,32	4	7	2,24	42	13,44	168	53,76
304	0,32	4	3,5	1,12	21	6,72	84	26,88
305	0,32	4	6	1,92	36	11,52	144	46,08
306	0,32	4	7	2,24	42	13,44	168	53,76
307	0,32	4	11	3,52	66	21,12	264	84,48
308	0,32	4	7,5	2,4	45	14,4	180	57,6
PASILLO	0,23	5	12	2,76	72	16,56	288	66,24
ESCALERA	0,128	2	12	1,536	72	9,216	288	36,864
TOTAL PISO 3	2,92	39,00	72,50	19,82	435,00	118,90	1.740,00	475,58
PISO 4								
401	0,32	4	0	0	0	0	0	0
402	0,32	4	0	0	0	0	0	0
403	0,32	4	0	0	0	0	0	0
404	0,32	4	0	0	0	0	0	0
405	0,32	4	0	0	0	0	0	0
406	0,32	4	0	0	0	0	0	0
407	0,32	4	0	0	0	0	0	0
408	0,32	4	0	0	0	0	0	0
409	0,32	4	0	0	0	0	0	0
410	0,32	4	0	0	0	0	0	0
411	0,32	4	0	0	0	0	0	0
PASILLO	0,4	5	0	0	0	0	0	0
ESCALERA	0,128	2	0	0	0	0	0	0
TOTAL PISO 4	4,05	51,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALES								
TOTALES	13,49	167,00	189,00	55,33	1.134,00	331,98	4.536,00	1.327,92

Caracterización bloque 5

BLOQUE # 6 CARACTERIZACION

SALONES	CAPACIDAD INSTALADA		VALORES ESTIMADOS					
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
lab. Redes	0,70	11,00	6,50	4,58	39,00	27,46	156,00	109,82
pasillo	0,38	6,00	12,00	4,61	72,00	27,65	288,00	110,59
TOTAL PISO 1	1,09	17,00	18,50	9,18	111,00	55,10	444,00	220,42
PISO 2								
lab. De m electronico.	0,00	0,00	4,00	0,00	24,00	0,00	96,00	0,00
lab. Redes	0,00	0,00	4,00	0,00	24,00	0,00	96,00	0,00
simpro	0,48	6,00	9,00	4,32	54,00	25,92	216,00	103,68
pasillo	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
TOTAL PISO 2	0,67	9,00	29,00	6,62	174,00	39,74	696,00	158,98
PISO 3								
301	0,48	6,00	9,00	4,32	54,00	25,92	216,00	103,68
302	0,00	0,00	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00
303	0,00	0,00	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00
pasillo	0,26	4,00	12,00	3,07	72,00	18,43	288,00	73,73
TOTAL PISO 3	0,74	10,00	39,00	7,39	234,00	44,35	936,00	177,41
PISO 4								
401	0,32	4,00	9,00	2,88	54,00	17,28	216,00	69,12
archivo muerto	0,00	0,00	12,00	0,00	72,00	0,00	288,00	0,00
baño damas	0,00	0,00	1,00	0,00	6,00	0,00	24,00	0,00
baño hombres	0,21	3,00	1,00	0,21	6,00	1,25	24,00	4,99
pasillo	0,32	5,00	12,00	3,84	72,00	23,04	288,00	92,16
TOTAL PISO 4	0,85	12,00	35,00	6,93	210,00	41,57	840,00	166,27
TOTALES								
TOTALES	3,34	48,00	121,50	30,13	729,00	180,77	2.916,00	723,07

Caracterización bloque 6

BLOQUE # 7 CARACTERIZACION

SALONES	CAPACIDAD INSTALADA		VALORES ESTIMADOS					
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
lab CITA	1,52	19,00	8,00	12,16	48,00	72,96	192,00	291,84
lab concreto4	0,24	3,00	8,00	1,92	48,00	11,52	192,00	46,08
pasillo	0,24	3,00	12,00	2,88	72,00	17,28	288,00	69,12
ESCALERAS	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89
TOTAL PISO 1	2,08	27,00	40,00	17,87	240,00	107,23	960,00	428,93
PISO 2								
7201	0,19	6,00	11,60	2,23	69,60	13,36	278,40	53,45
7202	0,19	6,00	10,60	2,04	63,60	12,21	254,40	48,84
7203	0,19	6,00	10,00	1,92	60,00	11,52	240,00	46,08
7204	0,19	6,00	9,50	1,82	57,00	10,94	228,00	43,78
pasillo	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08
ESCALERAS	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89
TOTAL PISO 2	1,00	31,00	65,70	10,84	394,20	65,03	1.576,80	260,12
PISO 3								
7301	0,19	6,00	8,50	1,63	51,00	9,79	204,00	39,17
7302	0,19	6,00	10,00	1,92	60,00	11,52	240,00	46,08
7303	0,19	6,00	8,00	1,54	48,00	9,22	192,00	36,86
7304	0,19	6,00	10,00	1,92	60,00	11,52	240,00	46,08
pasillo	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08
ESCALERAS	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89
TOTAL PISO 3	1,00	31,00	60,50	9,84	363,00	59,04	1.452,00	236,16
PISO 4								
7401	0,19	6,00	8,50	1,63	51,00	9,79	204,00	39,17
7402	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43
7403	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43
7404	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43
pasillo	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08
ESCALERAS	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89
TOTAL PISO 4	1,00	31,00	44,50	6,77	267,00	40,61	1.068,00	162,43
PISO 5								
7501	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43
7502	0,19	6,00	3,00	0,58	18,00	3,46	72,00	13,82
7503	0,19	6,00	3,00	0,58	18,00	3,46	72,00	13,82
7504	0,19	6,00	3,00	0,58	18,00	3,46	72,00	13,82
pasillo	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08
TOTAL PISO 5	0,93	29,00	12,00	4,42	150,00	26,50	600,00	105,98
TOTALES								
TOTALES	6,02	149,00	222,70	49,73	1.414,20	298,41	5.656,80	1.193,63

Caracterización bloque 7

BLOQUE # 8 CARACTERIZACION								
SALONES	CAPACIDAD INSTALADA			VALORES ESTIMADOS				
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
GIMNASIO	0,90	14,00	8,00	7,17	48,00	43,01	192,00	172,03
ESCALERA	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
BANO HOMBRES	0,03	1,00	1,00	0,03	6,00	0,19	24,00	0,77
BANO DAMAS	0,03	1,00	1,00	0,03	6,00	0,19	24,00	0,77
TOTAL PISO 1	1,15	19,00	22,00	9,54	132,00	57,22	528,00	228,86
PISO 2								
PASILLO	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
FACUL ARQUITECTURA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOBY	0,07	1,00	9,00	0,61	54,00	3,67	216,00	14,69
RECEPCION	0,20	3,00	9,00	1,84	54,00	11,02	216,00	44,06
O. FUNDADORES	0,14	2,00	9,00	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38
SECRETARIO ACADEMICO	0,07	1,00	9,00	0,61	54,00	3,67	216,00	14,69
CAFETERIA	0,07	1,00	9,00	0,61	54,00	3,67	216,00	14,69
BANO	0,06	1,00	1,00	0,06	6,00	0,38	24,00	1,54
DECANO	0,14	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SALA DE PROFESORES	0,14	2,00	9,00	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38
POSGRADOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RECEPCION	0,14	2,00	9,00	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38
COORDINACION	0,14	2,00	9,00	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38
DIRECCION POSGRADOS	0,14	2,00	9,00	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38
SALON 201	0,41	6,00	5,30	2,16	31,80	12,97	127,20	51,90
BODEGA	0,06	1,00	9,00	0,58	54,00	3,46	216,00	13,82
TOTAL PISO 2	1,95	29,00	108,30	14,90	649,80	89,39	2.599,20	357,56
PISO 3								
301	0,38	6,00	4,50	1,73	27,00	10,37	108,00	41,47
302	0,38	6,00	7,50	2,88	45,00	17,28	180,00	69,12
303	0,38	6,00	4,00	1,54	24,00	9,22	96,00	36,86
304	0,38	6,00	6,50	2,50	39,00	14,98	156,00	59,90
PASILLO	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
ESCALERA	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
TOTAL PISO 3	1,92	30,00	46,50	13,25	279,00	79,49	1.116,00	317,95
PISO 4								
401	0,38	6,00	5,50	2,11	33,00	12,67	132,00	50,69
402	0,38	6,00	6,00	2,30	36,00	13,82	144,00	55,30
403	0,38	6,00	4,30	1,65	25,80	9,91	103,20	39,63
404	0,38	6,00	4,30	1,65	25,80	9,91	103,20	39,63
PASILLO	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
ESCALERA	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
TOTAL PISO 4	1,92	30,00	44,10	12,33	264,60	73,96	1.058,40	295,83
PISO 5								
501	0,38	6,00	4,60	1,77	27,60	10,60	110,40	42,39
502	0,38	6,00	4,00	1,54	24,00	9,22	96,00	36,86
503	0,38	6,00	3,50	1,34	21,00	8,06	84,00	32,26
504	0,38	6,00	6,10	2,34	36,60	14,05	146,40	56,22
PASILLO	0,19	3,00	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30
ESCALERA	0,00	0,00	12,00	0,00	72,00	0,00	288,00	0,00
TOTAL PISO 5	1,73	27,00	42,20	9,29	253,20	55,76	1.012,80	223,03
TOTALES								
TOTALES	8,67	135,00	263,10	59,30	1.578,60	355,81	6.314,40	1.423,24

Caracterización bloque 8

BLOQUE # 9 CARACTERIZACION								
SALONES	CAPACIDAD INSTALADA			VALORES ESTIMADOS				
	TOTAL KW POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA EN KW	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONS X SEMANA EN	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONS X 1 MES EN KW
PISO 1								
COCINA	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	17,28
BODEGA A	0,45	3,00	9,00	4,05	54,00	24,30	216,00	97,20
BAÑO DAMAS A	0,16	2,00	1,00	0,16	6,00	0,96	24,00	3,84
BAÑO CABALLEROS A	0,16	2,00	1,00	0,16	6,00	0,96	24,00	3,84
VESTIER CABALLEROS	0,08	1,00	4,00	0,32	24,00	1,92	96,00	7,68
CARPINTERIA	0,32	4,00	9,00	2,88	54,00	17,28	216,00	69,12
VESTIER DAMAS	0,08	1,00	9,00	0,72	54,00	4,32	216,00	17,28
BAÑO CABALLEROS B	0,08	1,00	1,00	0,08	6,00	0,48	24,00	1,92
BAÑO DAMAS B	0,08	1,00	1,00	0,08	6,00	0,48	24,00	1,92
PACILLO	0,88	11,00	12,00	10,56	72,00	63,36	288,00	253,44
BODEGA B	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	34,56
TOTAL PISO 1	2,53	29,00	65,00	21,17	390,00	127,02	1.560,00	508,08
PISO 2								
201	0,32	4,00	1,80	0,58	10,80	3,46	43,20	13,82
202	0,32	4,00	1,50	0,48	9,00	2,88	36,00	11,52
203	0,48	6,00	8,10	3,89	48,60	23,33	194,40	93,31
204	0,32	4,00	7,50	2,40	45,00	14,40	180,00	57,60
depar de compras y servicios	0,19	3,00	9,00	1,73	54,00	10,37	216,00	41,47
pasillo	0,64	8,00	12,00	7,68	72,00	46,08	288,00	184,32
TOTAL PISO 2	2,27	29,00	39,90	16,75	239,40	100,51	957,60	402,05
PISO 3								
301	0,32	4,00	3,50	1,12	21,00	6,72	84,00	26,88
302	0,32	4,00	3,00	0,96	18,00	5,76	72,00	23,04
303	0,48	6,00	7,10	3,41	42,60	20,45	170,40	81,79
304	0,32	4,00	9,10	2,91	54,60	17,47	218,40	69,89
calidad y desarrollo	0,16	2,00	9,00	1,44	54,00	8,64	216,00	34,56
pasillo	0,64	8,00	12,00	7,68	72,00	46,08	288,00	184,32
TOTAL PISO 3	2,24	28,00	43,70	17,52	262,20	105,12	1.048,80	420,48
PISO 4								
401	0,32	4,00	3,50	1,12	21,00	6,72	84,00	26,88
402	0,32	4,00	3,30	1,06	19,80	6,34	79,20	25,34
403	0,48	6,00	6,80	3,26	40,80	19,58	163,20	78,34
404	0,32	4,00	6,10	1,95	36,60	11,71	146,40	46,85
OPCION ATLANTICO	0,19	3,00	9,00	1,73	54,00	10,37	216,00	41,47
pasillo	0,64	8,00	12,00	7,68	72,00	46,08	288,00	184,32
TOTAL PISO 4	2,27	29,00	40,70	16,80	244,20	100,80	976,80	403,20
PISO 5								
501	0,32	4,00	3,50	1,12	21,00	6,72	84,00	26,88
502	0,32	4,00	3,50	1,12	21,00	6,72	84,00	26,88
503	0,48	6,00	3,00	1,44	18,00	8,64	72,00	34,56
BIENESTAR UNIVERSITARIO	0,51	8,00	9,00	4,61	54,00	27,65	216,00	110,59
PASILLO	0,64	8,00	12,00	7,68	72,00	46,08	288,00	184,32
TOTAL PISO 5	2,27	30,00	31,00	15,97	186,00	95,81	744,00	383,23
TOTALES								
TOTALES	11,59	145,00	220,30	88,21	1.321,80	529,26	5.287,20	2.117,04

Caracterización bloque 9

CENSO DE CARGA BLOQUE 3																															
SALONES	TIPOS DE LAMPARAS EXISTENTES															TOTAL WATTIOS POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONSUMIDA X 1 SEMANA	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONSUMIDA X 1 MES								
	17 WX4		20 WX1		22 WX2		32 WX2		36 WX1		38 WX1		40 WX2		40 WX3											75 WX2					
	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad	Wittos	Ciudad											Wittos	Ciudad	Wittos			
PISO # 1																															
Lab. Ingeniería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	2	54	11	216	43			
Recepcion	0	5	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	4	2	24	9	96	37			
Lab. Comunicaciones	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,512	8	4	2	24	12	96	49			
Lab. Fisica Calor H	0	0	0	0	0	8	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,512	8	4	2	24	12	96	49			
Lab. Fisica Mecanica	0	0	0	0	0	8	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,64	10	4	3	24	15	96	61			
Lab. Automotismo	0	0	0	0	0	10	640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,768	12		0	0	0	0	0			
Laboratorio	0	0	0	0	0	12	768	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	54	0	216	0			
Lab. Resistencia d M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	4	4	1	24	4	96	15			
Recepcion	0	4	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,512	8	4	2	24	12	96	49			
L. Resistencia de M	0	0	0	0	0	8	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,512	8	4	2	24	12	96	49			
Tecnología de Concretos	0	0	0	0	0	8	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	24	12	96	49			
BLOQUE A DE LA CIAC																															
Lab. Hidraulica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36	3	4	1	24	9	96	35			
Lab. De Suelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36	3	4	1	24	9	96	35			
Lab. De Asfalto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36	3	4	1	24	9	96	35			
Lab. De Fisica Campo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	6	4	3	24	17	96	69			
Relaciones Internacionales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0			
Recepcion	0	0	0	0	0	2	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,128	2	8	1	48	6	192	25			
Movilidad Academica	0	0	0	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,064	1	8	1	48	3	192	12			
Comunicaciones	0	0	0	0	0	2	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,128	2	8	1	48	6	192	25			
Vicerrectoria Bienestar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0			
Recepcion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	2	8	2	48	12	192	46			
Vicerrectoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	2	8	2	48	12	192	46			
Bano	0	1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	1	1	0	6	0	24	1			
Fotocopia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	3	10	2	60	14	240	58			
TOTAL PISO 1	0	0	10	400	0	0	0	65	4160	0	0	0	0	3	240	19	2280	0	0	0	0	7,08	97	113	31	678	186	2.712	728	0	
PISO # 2																															
201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	3	8,5	2	51	12	204	49			
202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	3	8,5	2	51	12	204	49			
203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	8,5	3	51	16	204	65			
L. CIRCUITO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	6	5,6	3	33,6	16	134	65			
ELECTRONICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	6	4,6	2	27,6	13	110	53			
206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	7,5	2	45	14	180	58			
F. DERECHO	0	0	0	0	0	26	1664	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,664	26	9	15	54	90	216	359			
207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	8,5	3	51	16	204	65			
PASILLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,76	9	12	9	72	55	288	219			
ESCALERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	1	12	1	72	6	288	23			
TOTAL PISO 2	0	0	0	0	0	0	0	26	1664	0	0	0	0	38	3120	1	120	0	0	0	0	4,904	66	84,7	42	508,2	251	2.033	1.005	0	
PISO # 3																															
301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	6,2	1	37,2	6	149	24			
302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	7,5	1	45	7	180	29			
303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	8,1	1	48,6	8	194	31			
CALIF ROOM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	10	3	60	19	240	77			
305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	9,5	3	57	18	228	73			
306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	10	3	60	19	240	77			
C. DE IDIOMAS	0	0	0	0	0	2	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,528	7	9	5	54	29	216	114			
F. C. ECONOMICAS	0	0	0	0	0	42	2688	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,688	42	9	24	54	145	216	581			
PASILLO	0	0	0	0	0	2	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,528	7	12	6	72	38	288	152			
ESCALERAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	1	12	1	72	6	288	23			
TOTAL PISO 3	0	0	0	0	0	0	0	46	2944	0	0	0	0	29	2320	0	0	0	0	0	0	5,264	75	93,3	49	659,8	295	2.229	1.180	0	0
PISO # 4																															
405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	7,5	1	45	7	180	29			
406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	7	1	42	7	168	27			
407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	9	1	54	9	216	35			
408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	8	1	48	8	192	31			
409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	2	9,5	2	57	9	228	36			
410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	9,5	3	57	18	228	73			
411	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	4	8	3	48	15	192	61			
L.																															

CENSO DE CARGA BLOQUE 6																										
SALONES	TIPOS DE LAMPARAS EXISTENTES															TOTAL WATTIOS POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONSUMIDA X 1 SEMANA	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONSUMIDA X 1 MES			
	17 WX4		20 WX1		22 WX1		32 WX2		36 WX1		38 WX1		40 WX2		40 WX3									75 WX2		
	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad									Wtios	Ciudad	Wtios
PISO # 1																										
lab. Redes	0	0	0	0	0	11	704	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,704	11	6,50	4,58	39,00	27,46	156,00	109,82		
pasillo	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	12,00	4,61	72,00	27,65	288,00	110,59		
TOTAL PISO 1	0	0	0	0	0	17	1088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,088	17	18,50	9,18	111,00	55,10	444,00	220,42		
PISO # 2																										
lab. De m electronico.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00	0,00	24,00	0,00	96,00	0,00		
lab. Redes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00	0,00	24,00	0,00	96,00	0,00		
simpro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	480	0	0	0	0	0	0,48	6	9,00	4,32	54,00	25,92	216,00	103,68		
pasillo	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12,00	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30		
TOTAL PISO 2	0	0	0	0	0	3	192	0	0	6	480	0	0	0	0	0	0,672	9	29,00	6,62	174,00	39,74	686,00	158,98		
PISO # 3																										
301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	480	0	0	0	0	0	0,48	6	9,00	4,32	54,00	25,92	216,00	103,68		
302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00		
303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,00	0,00	54,00	0,00	216,00	0,00		
pasillo	0	0	0	0	0	4	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,256	4	12,00	3,07	72,00	18,43	288,00	73,73		
TOTAL PISO 3	0	0	0	0	0	4	256	0	0	6	480	0	0	0	0	0	0,736	10	30,00	7,39	234,00	44,35	936,00	177,41		
PISO # 4																										
401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	320	0	0	0	0	0	0,32	4	9,00	2,88	54,00	17,28	216,00	69,12		
archivo muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,00	0,00	72,00	0,00	288,00	0,00		
baño damas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	0,00	6,00	0,00	24,00	0,00		
baño hombres	0	0	0	0	0	2	128	0	0	1	80	0	0	0	0	0	0,208	3	1,00	0,21	6,00	1,25	24,00	4,99		
pasillo	0	0	0	0	0	5	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	5	12,00	3,84	72,00	23,04	288,00	92,16		
TOTAL PISO 4	0	0	0	0	0	7	448	0	0	5	400	0	0	0	0	0	0,848	12	35,00	6,93	210,00	41,57	840,00	166,27		
PISO # 5																										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
TOTAL PISO 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
TOTALES																										
TOTALES	0	0	0	0	0	31	1984	0	0	17	1360	0	0	0	0	0	3,344	48	121,50	30,13	728,00	180,77	2.916,00	723,07		

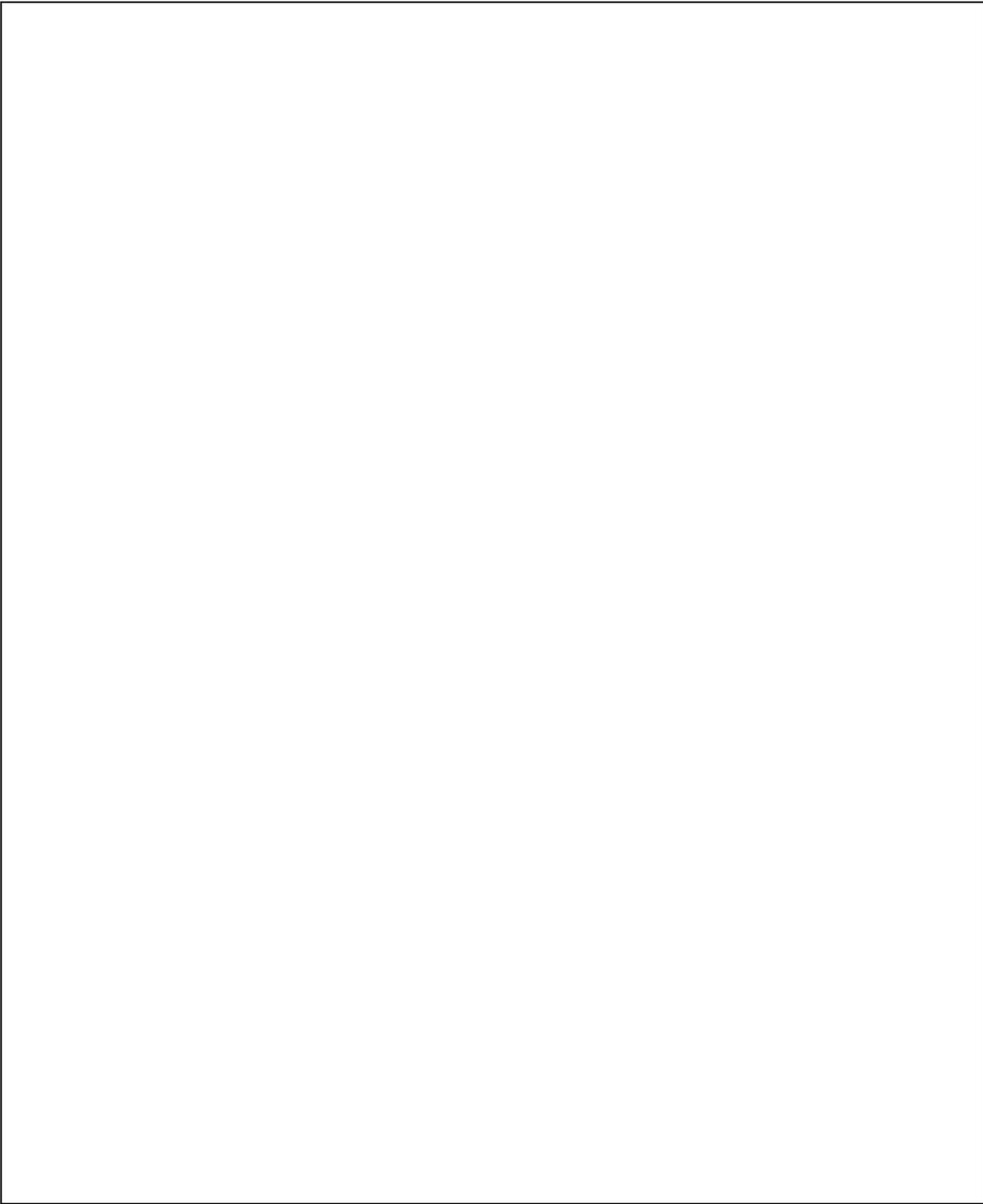
Censo de carga bloque 6

CENSO DE CARGA BLOQUE 7																														
SALONES	TIPOS DE LAMPARAS EXISTENTES															TOTAL WATTIOS POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONSUMIDA X 1 SEMANA	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONSUMIDA X 1 MES							
	17 WX4		20 WX1		22 WX1		32 WX1		32 WX2		36 WX1		38 WX1		40 WX2											40 WX3		75 WX2		
	Ciudad	Wittios	Ciudad	Wittios	Ciudad	Wittios	Ciudad	Wittios	Ciudad	Wittios	Ciudad	Wittios	Ciudad	Wittios	Ciudad											Wittios	Ciudad	Wittios	Ciudad	Wittios
PISO #1																														
lab CITA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1520	0	0	0	0	0	0	0	0	1,52	19,00	8,00	12,16	48,00	72,96	192,00	291,84		
lab concreto4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	240	0	0	0	0	0	0	0	0,24	3,00	8,00	1,92	48,00	11,52	192,00	46,08		
pasillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	240	0	0	0	0	0	0	0	0,24	3,00	12,00	2,88	72,00	17,28	288,00	69,12		
ESCALERAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89		
TOTAL PISO 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	76	25	2000	0	0	0	0	0	0	2,08	27,00	40,00	17,87	240,00	107,29	980,00	428,99	0	0
PISO #2																														
7201	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	11,60	2,23	69,60	13,36	278,40	53,45		
7202	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	10,60	2,04	63,60	12,21	254,40	48,84		
7203	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	10,00	1,92	60,00	11,52	240,00	46,08		
7204	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	9,50	1,82	57,00	10,94	228,00	43,78		
pasillo	0	0	0	0	5	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08		
ESCALERAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89		
TOTAL PISO 2	0	0	0	0	0	29	928	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	0	0	0	1,00	31,00	65,70	10,84	384,20	66,03	1.576,80	280,12	0	0
PISO #3																														
7301	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	8,50	1,63	51,00	9,79	204,00	39,17		
7302	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	10,00	1,92	60,00	11,52	240,00	46,08		
7303	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	8,00	1,54	48,00	9,22	192,00	36,66		
7304	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	10,00	1,92	60,00	11,52	240,00	46,08		
pasillo	0	0	0	0	5	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08		
ESCALERAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89		
TOTAL PISO 3	0	0	0	0	0	29	928	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	0	0	0	1,00	31,00	60,50	9,84	363,00	59,04	1.462,00	236,16	0	0
PISO #4																														
7401	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	8,50	1,63	51,00	9,79	204,00	39,17		
7402	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43		
7403	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43		
7404	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43		
pasillo	0	0	0	0	5	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08		
ESCALERAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	2,00	12,00	0,91	72,00	5,47	288,00	21,89		
TOTAL PISO 4	0	0	0	0	0	29	928	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	0	0	0	1,00	31,00	44,50	6,77	267,00	40,61	1.068,00	162,43	0	0
PISO #5																														
7501	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	4,00	0,77	24,00	4,61	96,00	18,43		
7502	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	3,00	0,58	18,00	3,46	72,00	13,82		
7503	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	3,00	0,58	18,00	3,46	72,00	13,82		
7504	0	0	0	0	6	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	6,00	3,00	0,58	18,00	3,46	72,00	13,82		
pasillo	0	0	0	0	5	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	5,00	12,00	1,92	72,00	11,52	288,00	46,08		
TOTAL PISO 5	0	0	0	0	0	29	928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,93	29,00	12,00	4,42	150,00	26,50	600,00	106,98	0	0
TOTALES																														
TOTALES	0	0	0	0	0	116	3712	0	0	0	0	8	304	25	2000	0	0	0	0	0	6,02	140,00	222,70	48,73	1.414,20	238,41	5.656,80	1.193,63	0	0

Censo de carga bloque 7

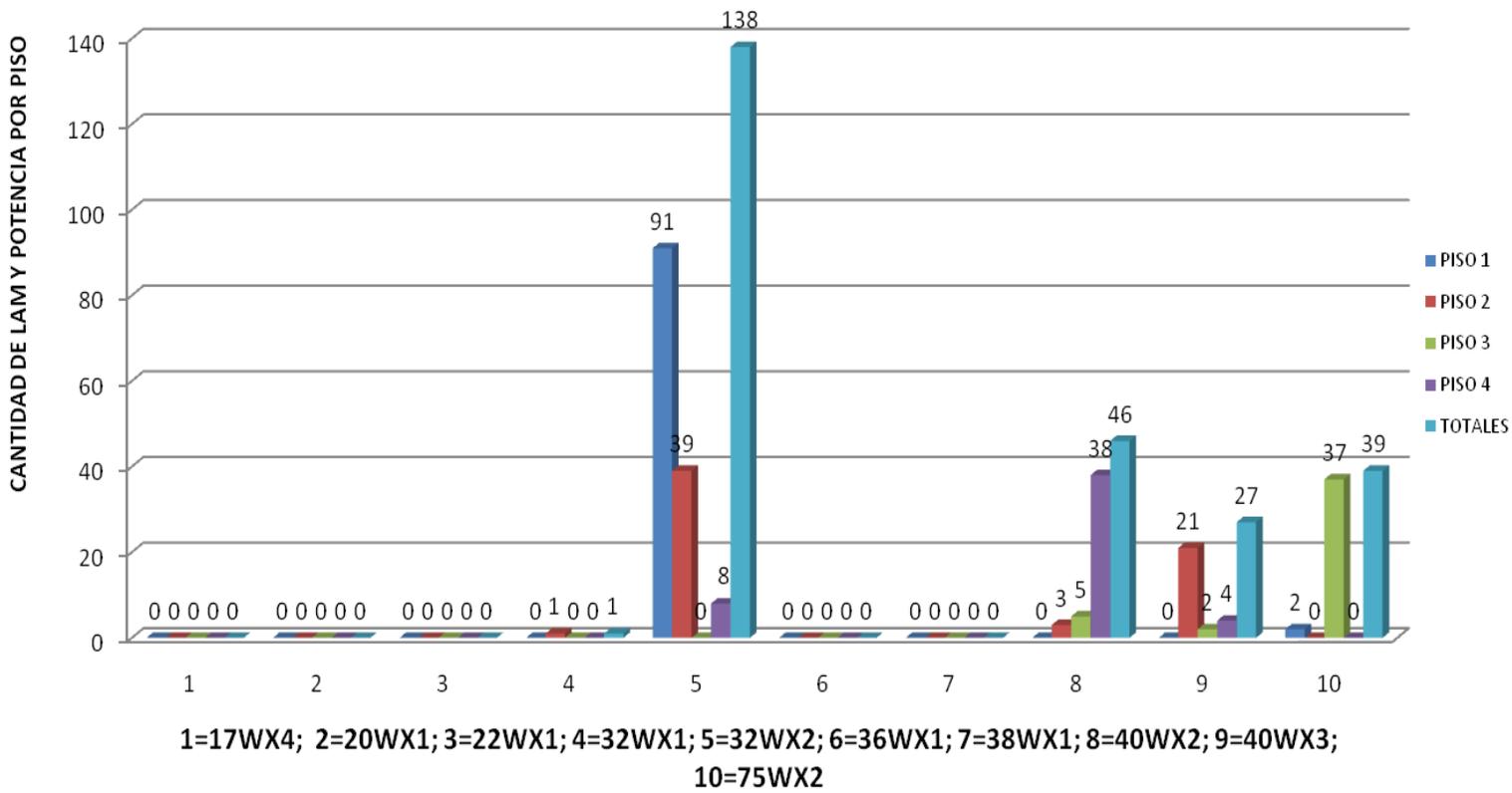
CENSO DE CARGA BLOQUE 8																												
SALONES	TIPOS DE LAMPARAS EXISTENTES															TOTAL WATTIOS POR PISO	TOTAL LAMP POR PISO	HORAS DE TRABAJO X DIA	ENERGIA CONSUMIDA X DIA	HORAS DE TRABAJO X 1 SEMANA	ENERGIA CONSUMIDA X 1 SEMANA	HORAS DE TRABAJO X 1 MES	ENERGIA CONSUMIDA X 1 MES					
	17 WX4		20 WX1		22 WX1		32 WX1		32 WX2		36 WX1		38 WX1		40 WX2									40 WX3		75 WX2		
	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad									Wtios	Ciudad	Wtios	Ciudad	Wtios
PISO #1																												
GINNASIO	0	0	0	0	0	14	896	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,896	14	8	7,17	48,00	43,01	192,00	172,03	
ESCALERA	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30	
BANO HOMBRES	0	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,032	1	1	0,03	6,00	0,19	24,00	0,77	
BANO DAMAS	0	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,032	1	1	0,03	6,00	0,19	24,00	0,77	
TOTAL PISO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	64,00	17,00	1.088,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	19,00	22,00	9,54	132,00	57,22	538,00	228,86	
PISO #2																												
PASILLO	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30	
FACUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
LOBY	1	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,068	1	9	0,61	54,00	3,67	216,00	14,69	
RECEPCION	3	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,204	3	9	1,84	54,00	11,02	216,00	44,06	
O. FUNDADORES	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,136	2	9	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38	
SECRETARIO	1	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,068	1	9	0,61	54,00	3,67	216,00	14,69	
CAFETERIA	1	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,068	1	9	0,61	54,00	3,67	216,00	14,69	
BANO	0	0	0	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,064	1	1	0,06	6,00	0,38	24,00	1,54	
DECANO	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,136	2	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SALA DE	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,136	2	9	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38	
POSGRADOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
RECEPCION	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,136	2	9	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38	
COORDINACION	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,136	2	9	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38	
DIRECCION	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,136	2	9	1,22	54,00	7,34	216,00	29,38	
SALON 201	6	408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,408	6	5,3	2,16	31,80	12,97	127,20	51,90	
BODEGA	0	0	0	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,064	1	9	0,58	54,00	3,46	216,00	13,82	
TOTAL PISO 2	24,00	1.632,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	320,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95	29,00	108,30	14,90	648,00	88,38	2.589,20	357,56	
PISO #3																												
301	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	4,5	1,73	27,00	10,37	108,00	41,47	
302	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	7,5	2,88	45,00	17,28	180,00	69,12	
303	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	4	1,54	24,00	9,22	96,00	36,86	
304	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	6,5	2,50	39,00	14,98	156,00	59,90	
PASILLO	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30	
ESCALERA	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30	
TOTAL PISO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	1.920,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	30,00	46,50	13,25	279,00	79,49	1.116,00	317,95	
PISO #4																												
401	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	5,5	2,11	33,00	12,67	132,00	50,69	
402	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	6	2,30	36,00	13,82	144,00	55,30	
403	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	4,3	1,65	25,80	9,91	103,20	39,63	
404	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	4,3	1,65	25,80	9,91	103,20	39,63	
PASILLO	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30	
ESCALERA	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30	
TOTAL PISO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	1.920,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	30,00	44,10	12,33	284,60	79,98	1.098,40	295,83	
PISO #5																												
501	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	4,6	1,77	27,60	10,60	110,40	42,39	
502	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	4	1,54	24,00	9,22	96,00	36,86	
503	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	3,5	1,34	21,00	8,06	84,00	32,26	
504	0	0	0	0	0	6	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,384	6	6,1	2,34	36,60	14,05	146,40	56,22	
PASILLO	0	0	0	0	0	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,192	3	12	2,30	72,00	13,82	288,00	55,30	
ESCALERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	72,00	0,00	288,00	0,00	
TOTAL PISO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00	1.728,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	27,00	42,20	9,29	253,20	55,76	1.012,80	223,03	
TOTALES																												
TOTALES	24,00	1.632,00	0,00	0,00	0,00	2,00	64,00	109,00	6.976,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,67	135,00	263,10	59,30	1.578,60	355,81	6.314,40	1.423,24	

Censo de carga bloque 8

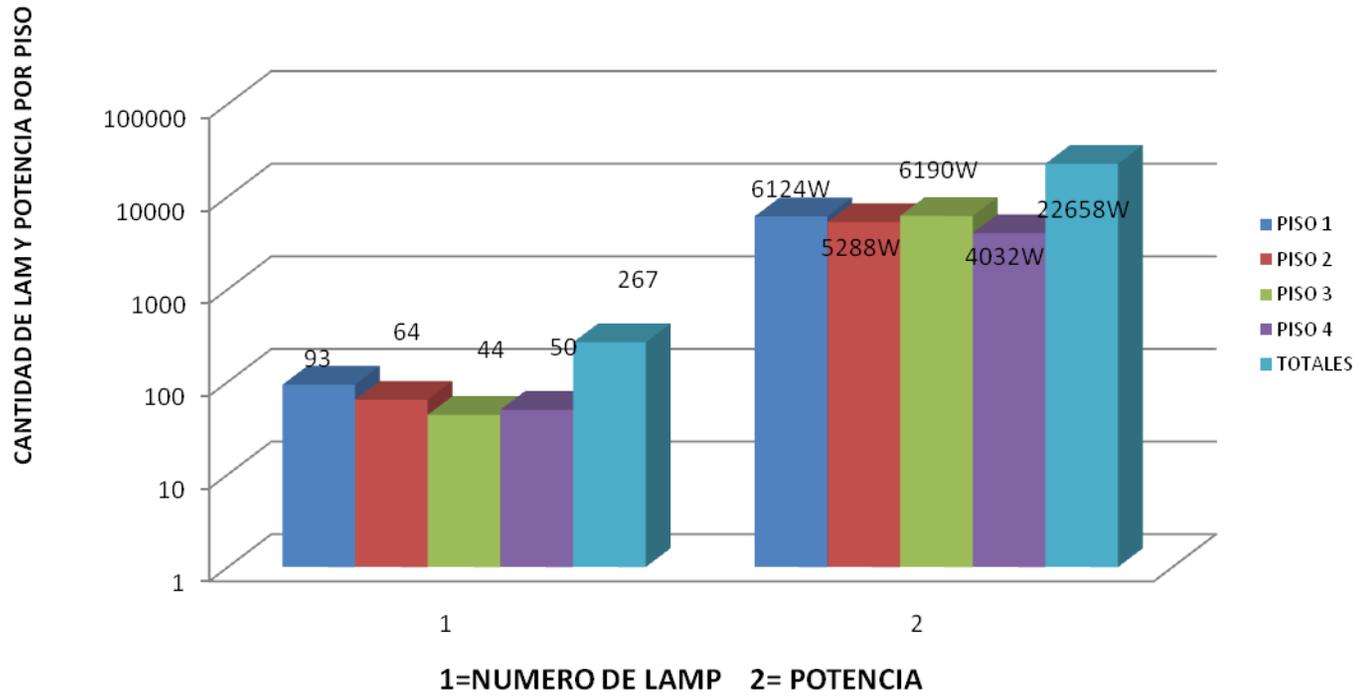


Censo de carga bloque 9

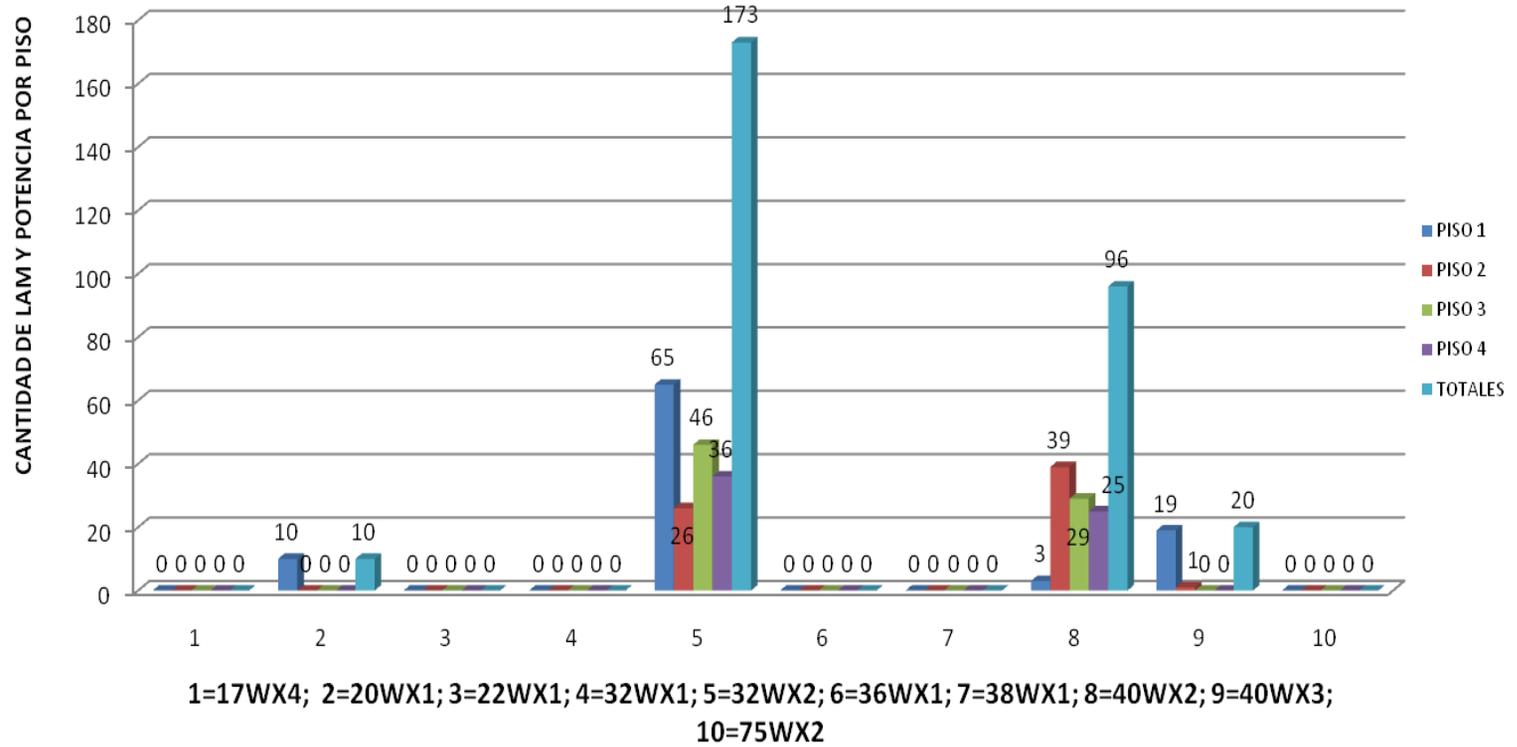
BLOQUE # 2
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO

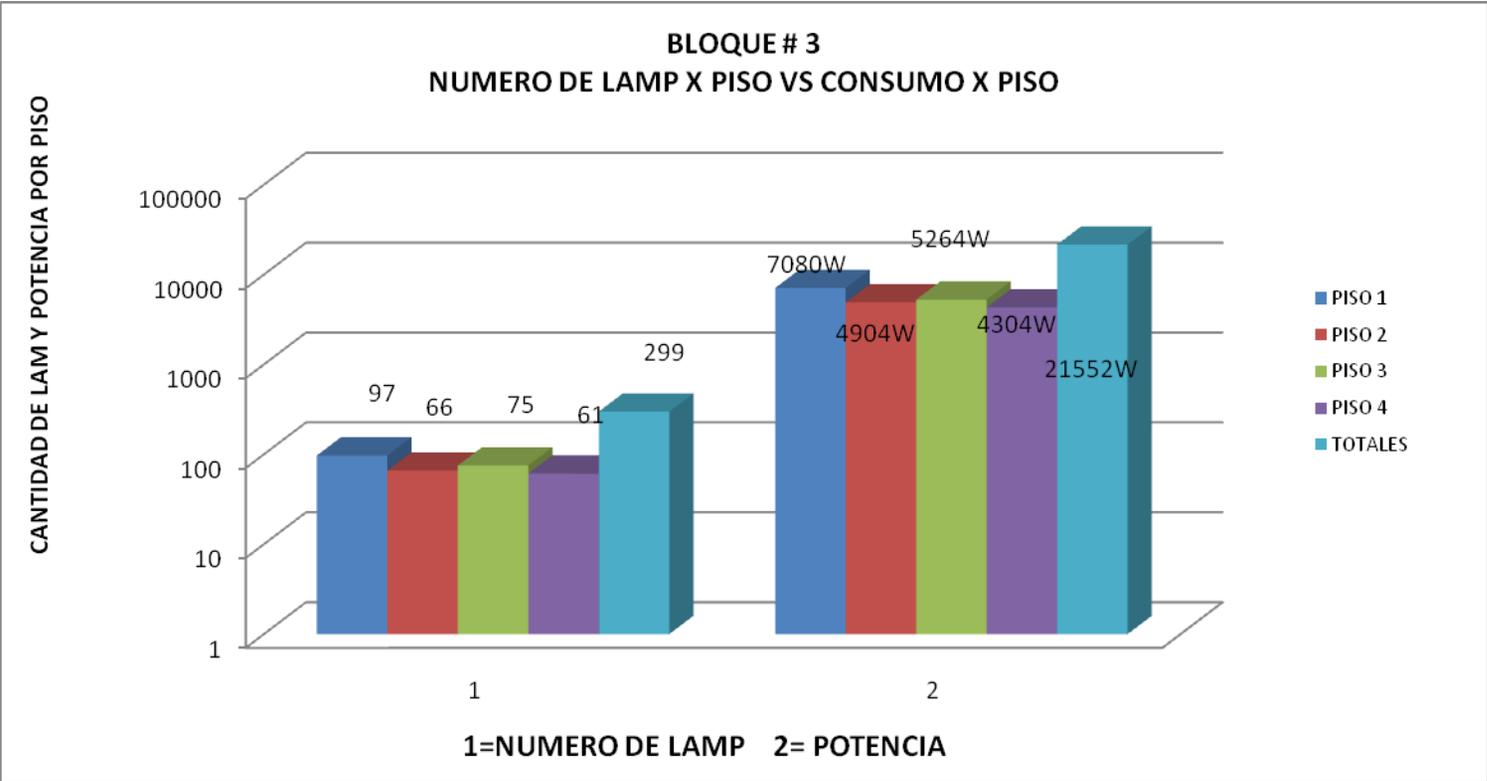


BLOQUE # 2
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO

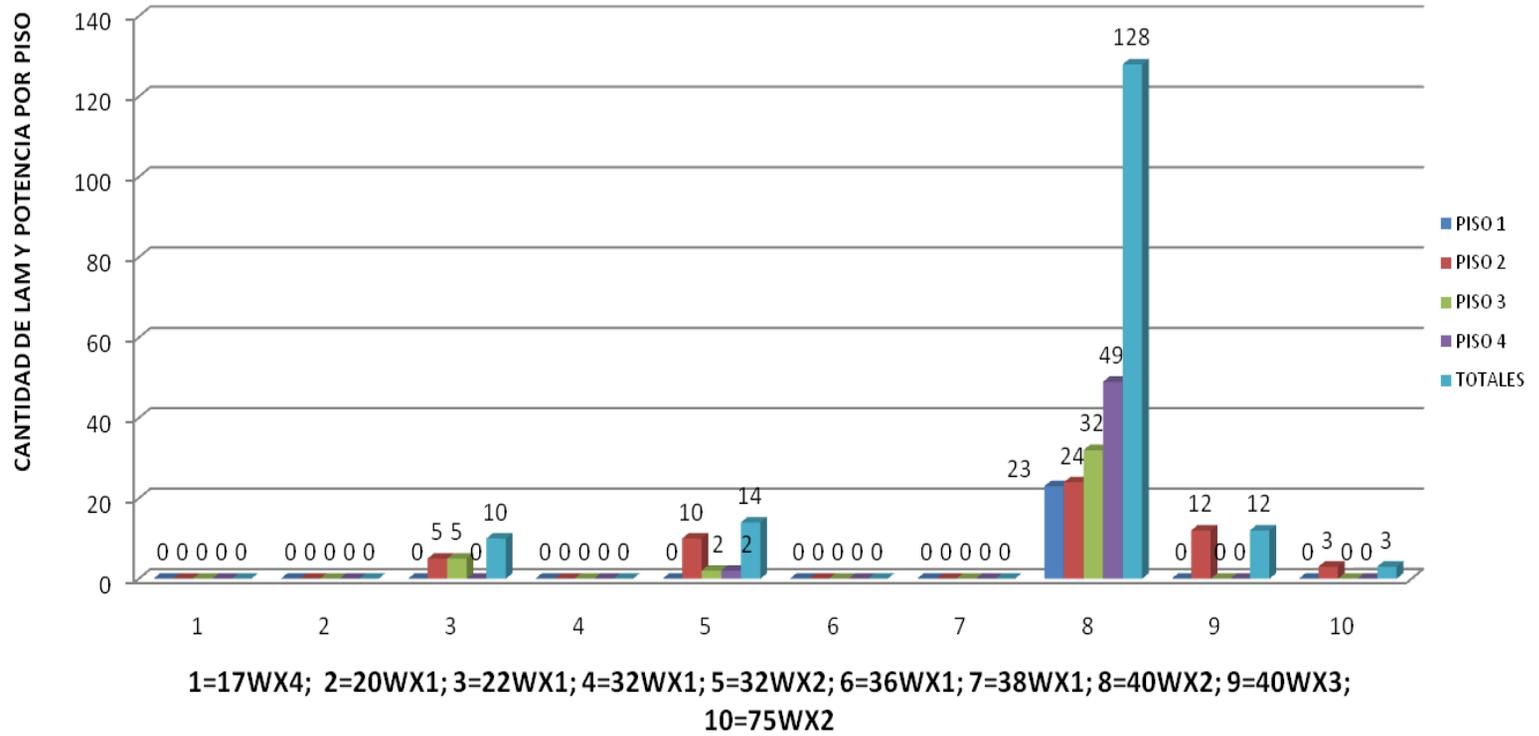


BLOQUE # 3
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO

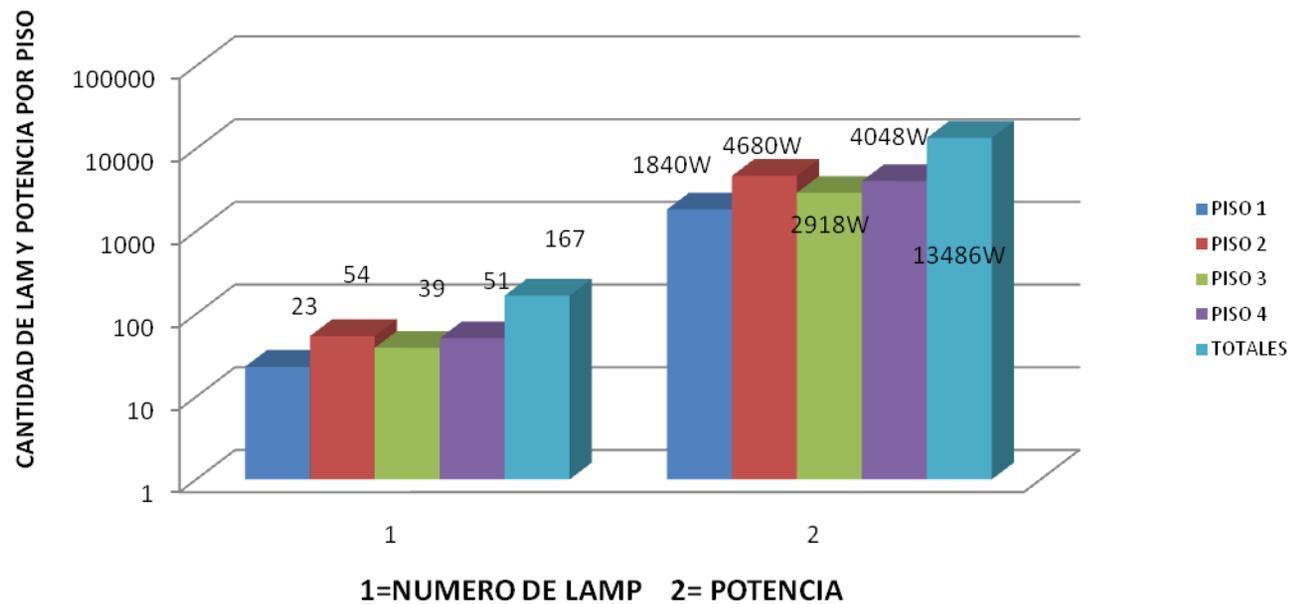




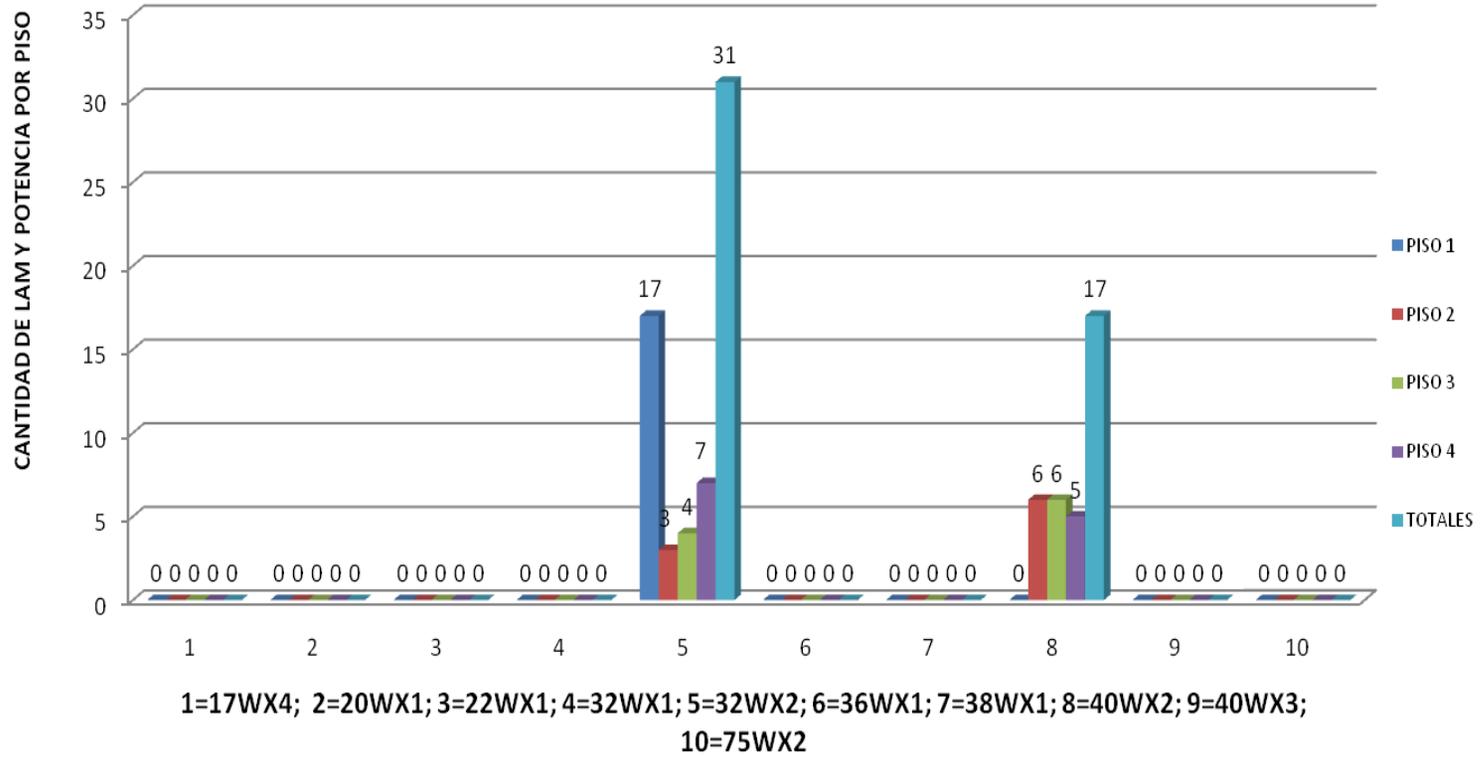
BLOQUE # 5
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO



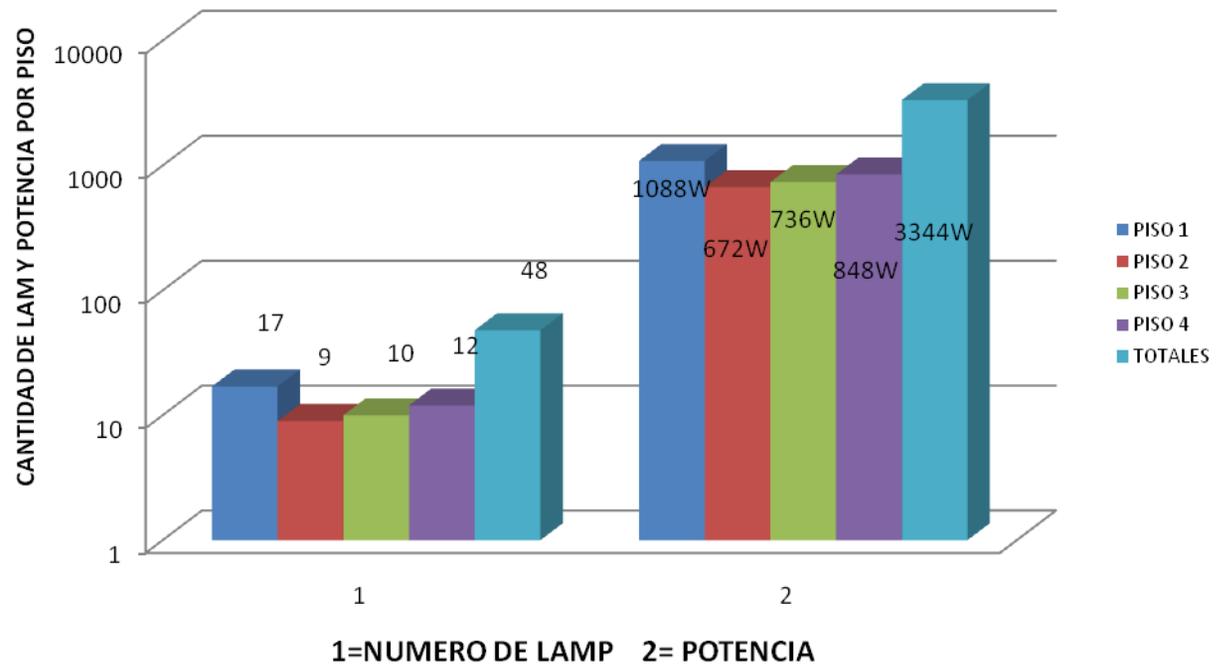
BLOQUE # 5
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO



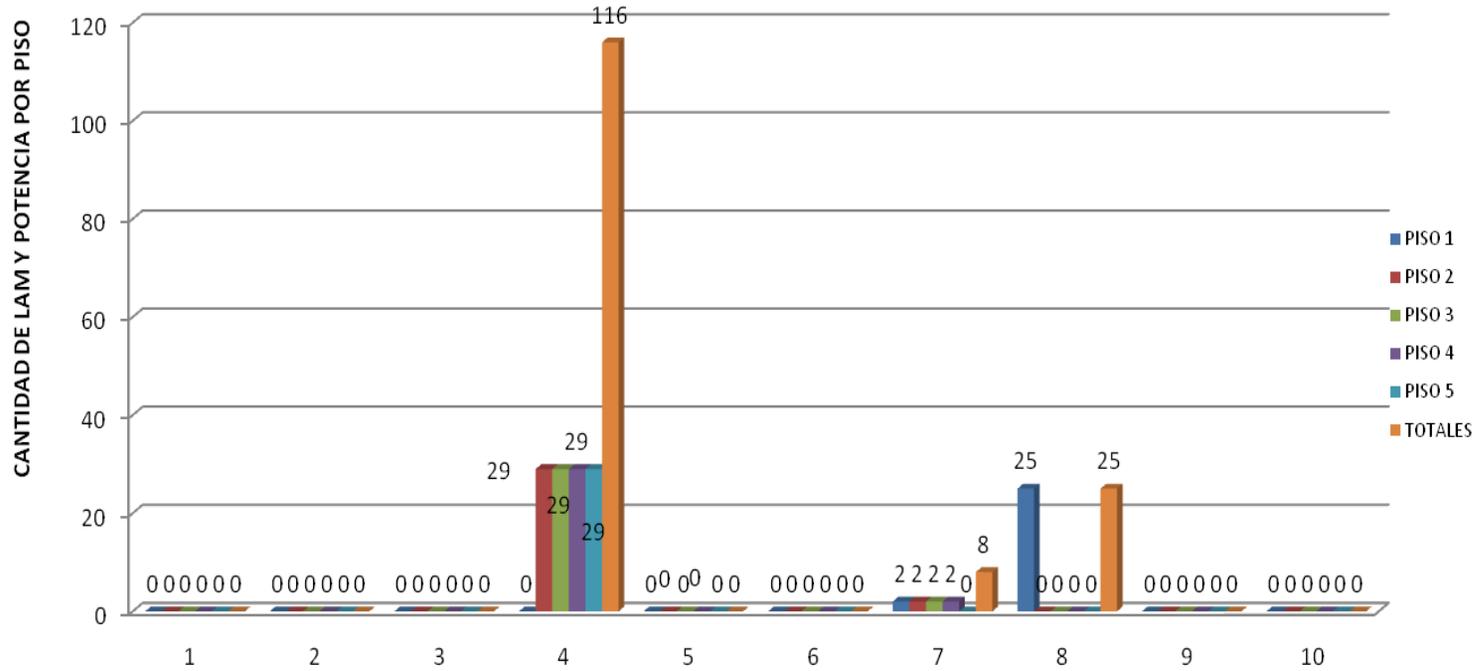
BLOQUE # 6
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO



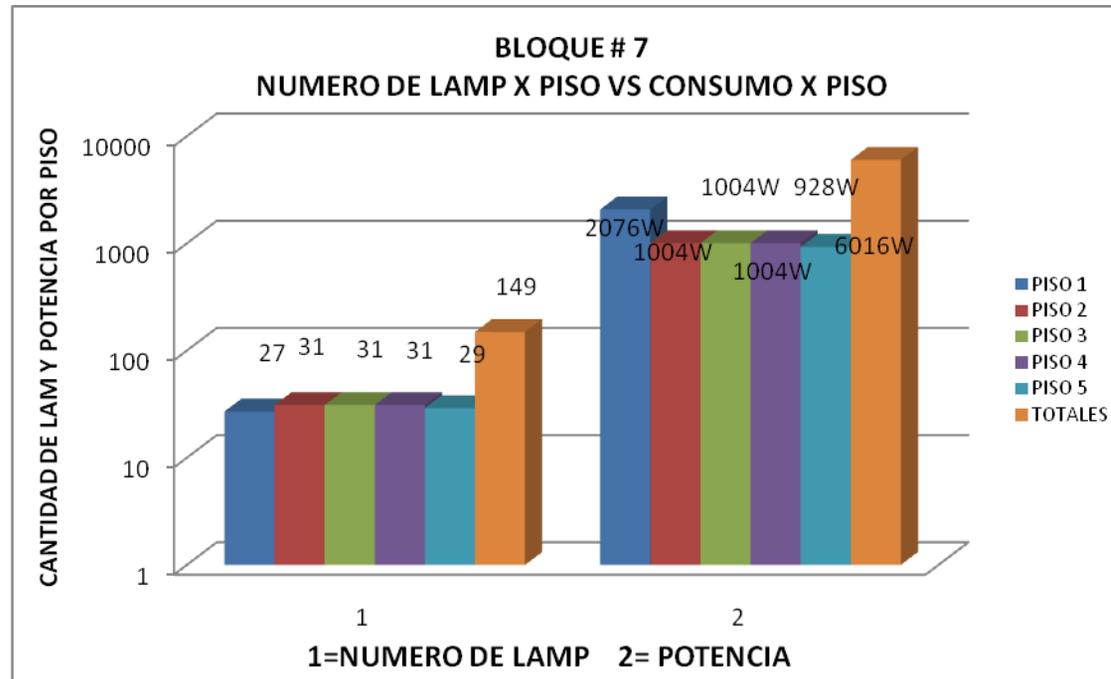
BLOQUE # 6
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO



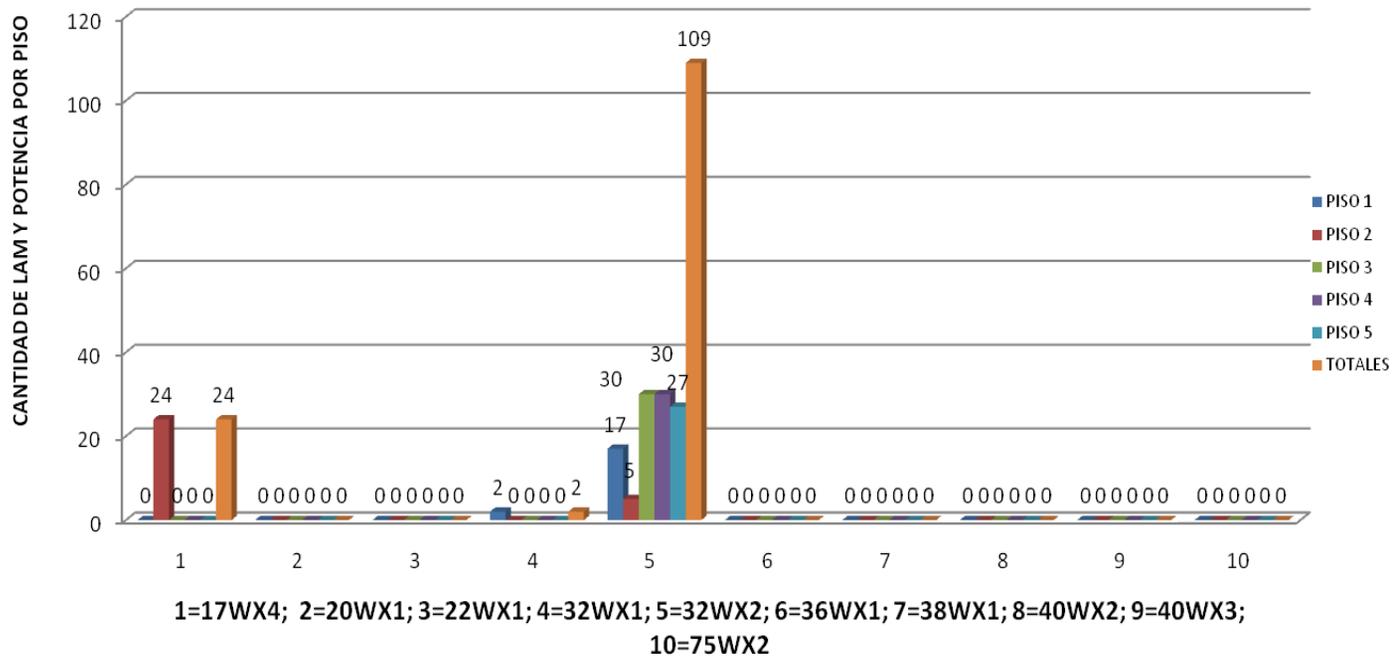
BLOQUE # 7
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO

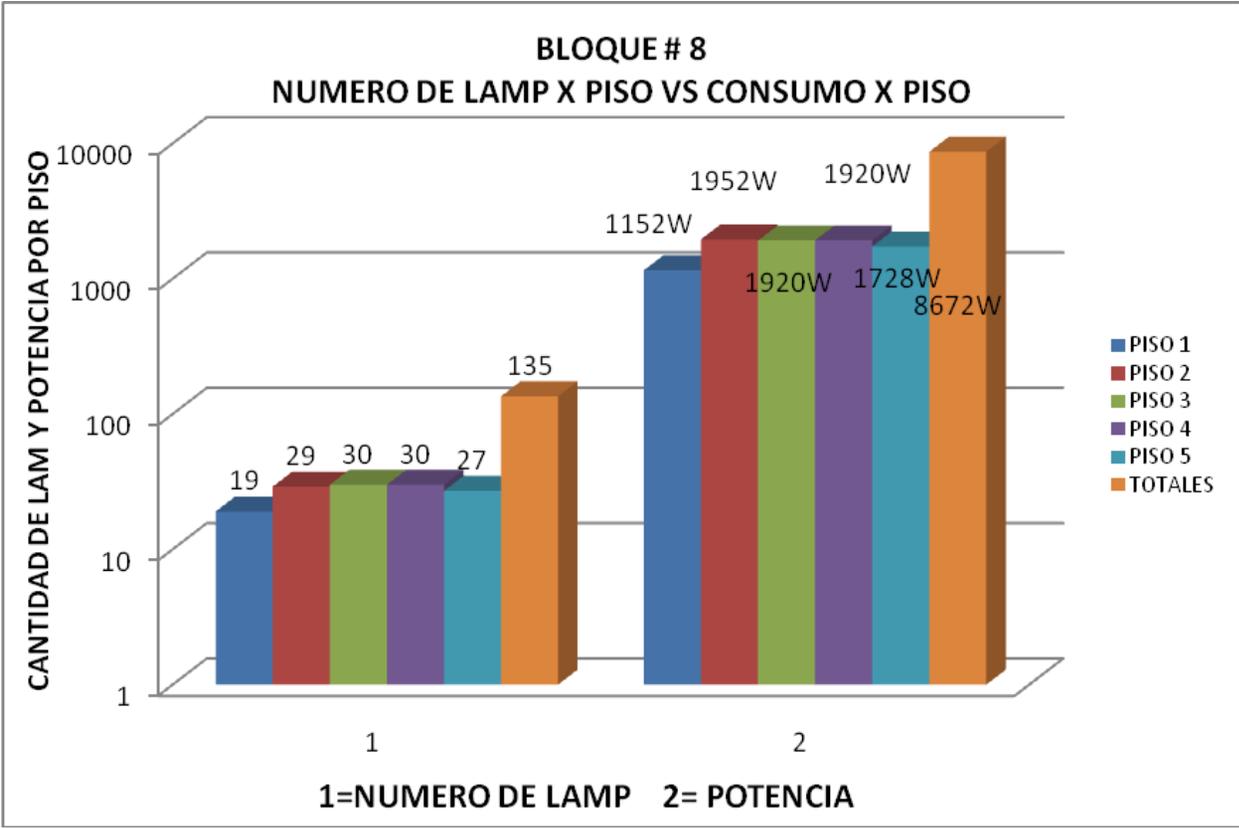


1=17WX4; 2=20WX1; 3=22WX1; 4=32WX1; 5=32WX2; 6=36WX1; 7=38WX1; 8=40WX2; 9=40WX3;
 10=75WX2

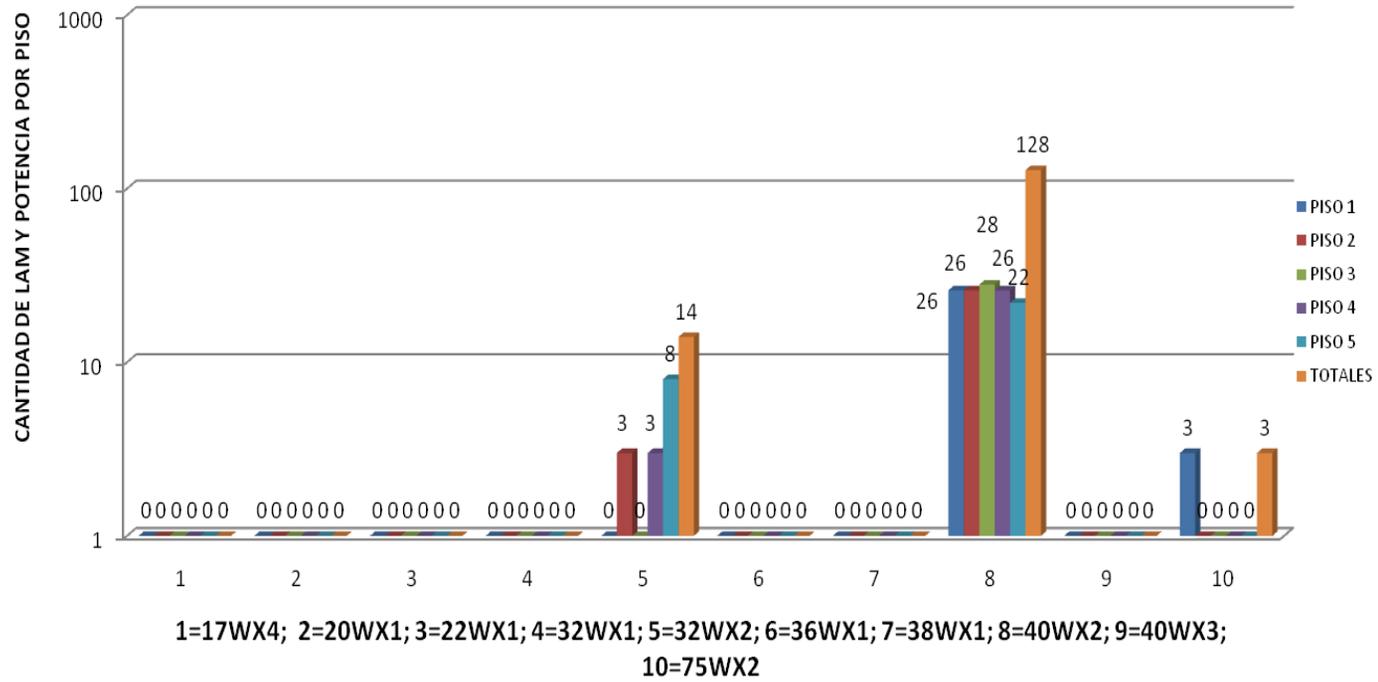


BLOQUE # 8
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO

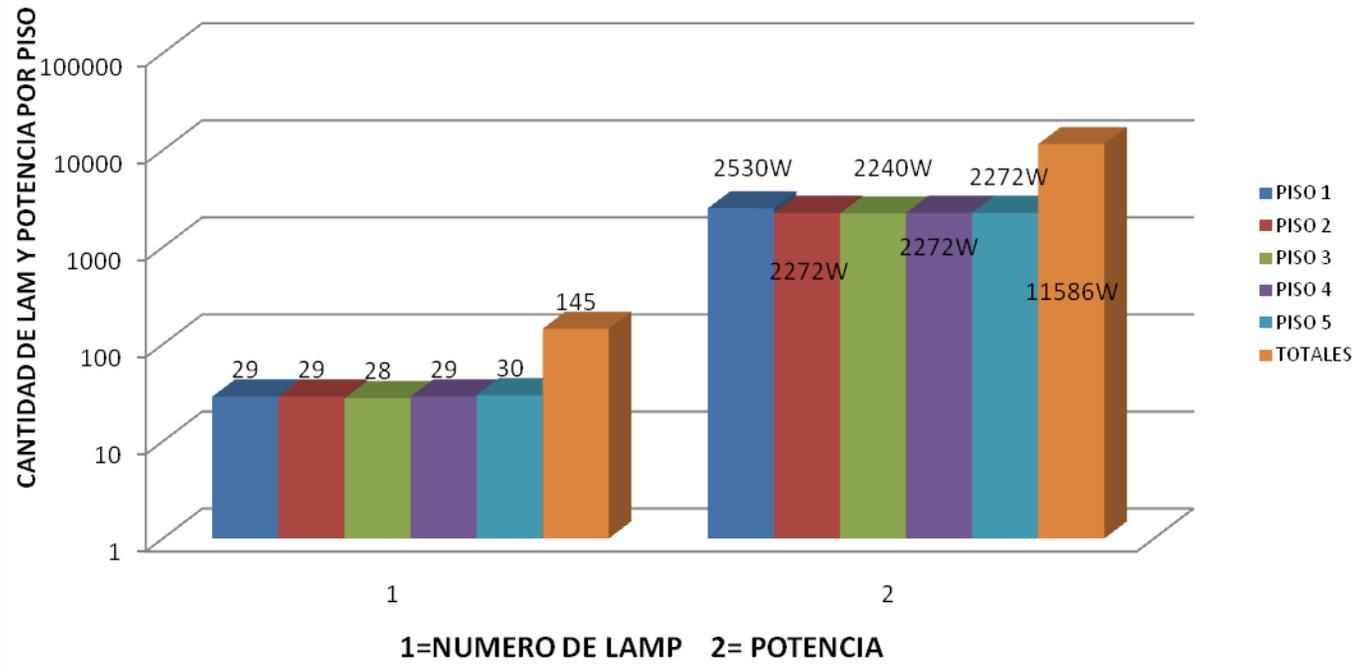




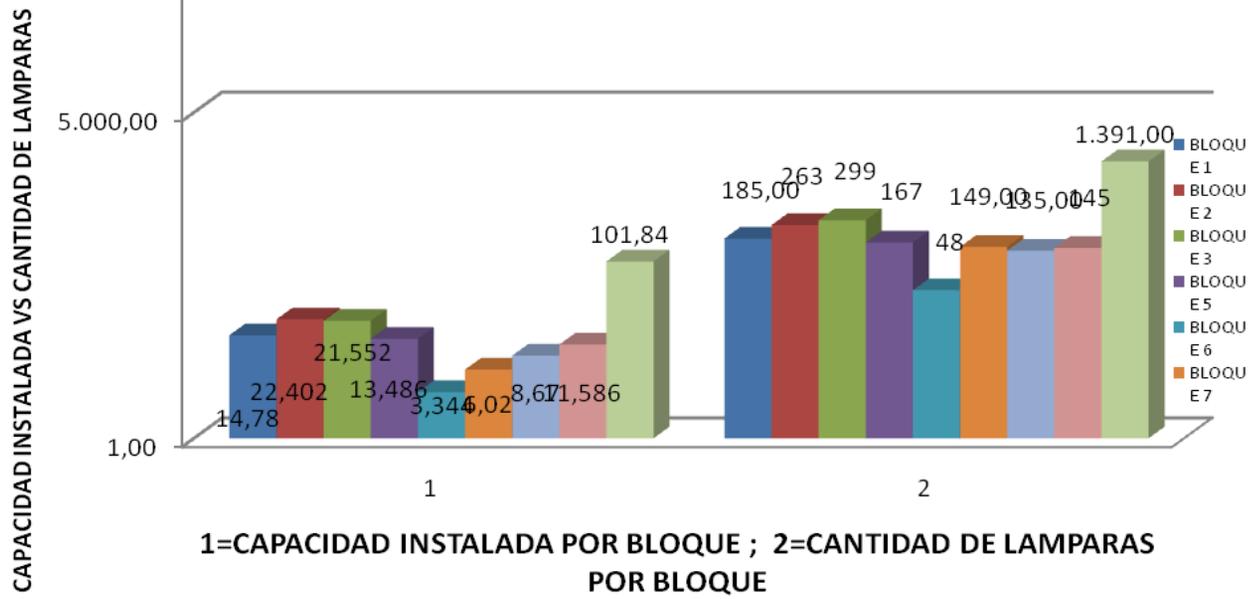
BLOQUE # 9
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO

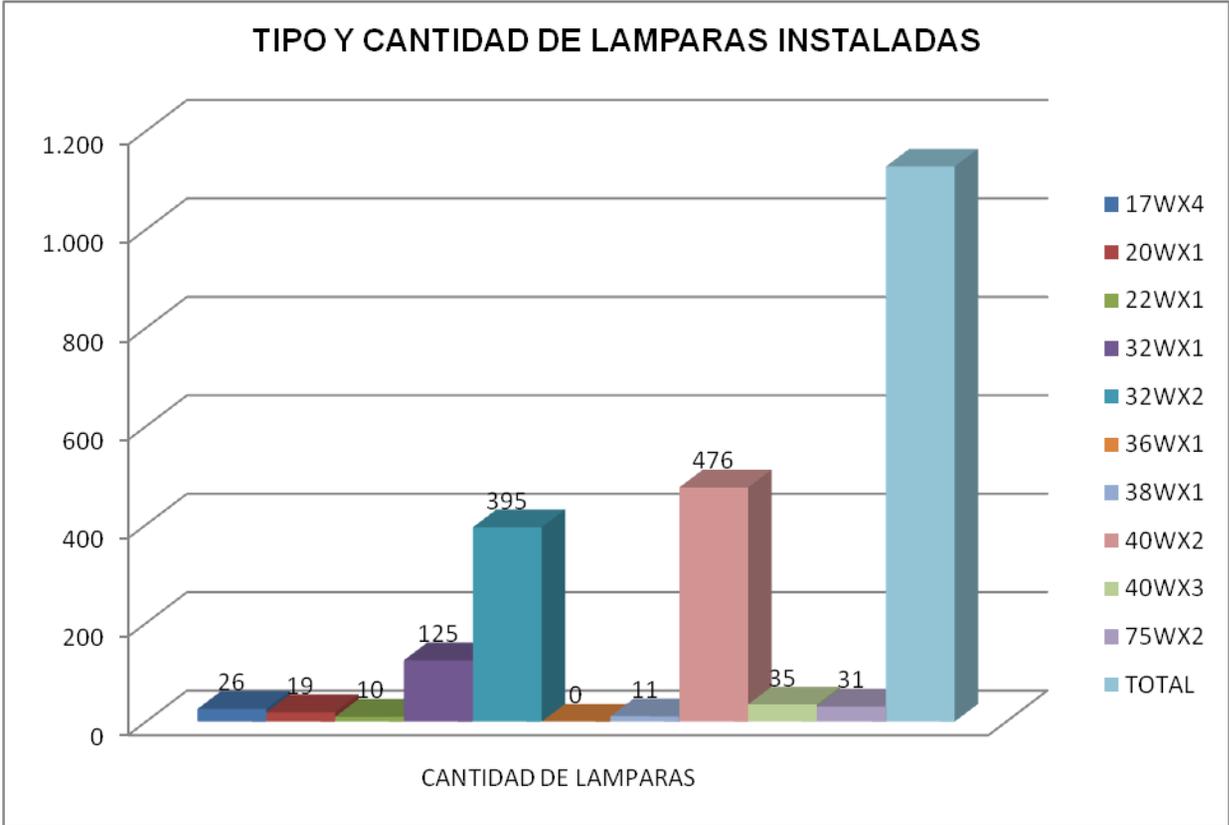


BLOQUE # 9
NUMERO DE LAMP X PISO VS CONSUMO X PISO



CAPACIDAD INSTALADA POR BLOQUE VS CANTIDAD DE LAMPARAS





ANEXO B
DIAGNOSTICO DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC
EDIFICIO DEL BLOQUE 2

BARRANQUILLA, COLOMBIA
MAYO DE 2010

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO.
2. ALCANCE DEL DIAGNÓSTICO.
3. MARCO NORMATIVO APLICABLE.
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
5. DIAGNÓSTICOS DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

1. OBJETIVO DEL DIAGNÓSTICO

Desarrollar un diagnóstico de Calidad de la Energía enfocado a la identificación de soluciones tecnológicas que minimicen del impacto de los transitorios, variaciones de tensión y efecto de armónicos en la operación de las cargas eléctricas del edificio del bloque 2 de la Corporación Universitaria De La Costa CUC, que están conectadas directamente al sistema de potencia.

2. ALCANCE DEL DIAGNÓSTICO

El alcance del proyecto es el siguiente:

2.1. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Monitoreo de:

- ❖ Evolución temporal de las Tensiones de fase y de línea RMS.
- ❖ Evolución temporal del desequilibrio de Tensiones de línea y de fase
- ❖ Tendencia temporal de distorsión armónica de voltaje y corriente.
- ❖ Tendencia del factor de potencia.

Registro de:

- ❖ Transitorios de tensión por descargas atmosféricas o por eventos de maniobras en circuitos eléctricos de distribución.
- ❖ Posibles oscilaciones de Tensión por problemas en el sistema de puesta a tierra o malas conexiones en el conductor neutro de la instalación.

Comparación de:

- ❖ Variaciones de las tensiones, máximas y mínimas con respecto a las recomendaciones de la Norma Técnica Colombiana 1340 y la norma europea EN 50160 aplicada en Colombia.
- ❖ Los valores máximos instantáneos de los armónicos individuales en Tensión y corriente y del Factor Total de Distorsión Armónica para Tensiones y corrientes (THD i y THD v) con respecto a la norma EN 50160 y el estándar IEEE 519 de 1992 aplicable como recomendación práctica en Colombia. Evaluación a nivel interno de la instalación.
- ❖ Evaluación de los desequilibrios de Tensión y corriente, sus causas y posibles soluciones.

Soluciones enfocadas a:

- ❖ Minimización del impacto de los transitorios de Tensión en la confiabilidad de la operación de las cargas conectadas directamente al sistema de potencia (Estabilidad de la tensión en bornes de las cargas eléctricas sensibles del edificio).
- ❖ Prácticas de balanceo óptimo de las cargas eléctricas del edificio.
- ❖ Determinar la cargabilidad óptima del transformador principal, plantas y conductores eléctricos, en función de su capacidad nominal.
- ❖ Estabilidad de las tensiones de suministro mediante sólida puesta a tierra del neutro.

2.2. Descripción de los trabajos.

La calidad de la energía eléctrica, se define como la continuidad y confiabilidad de la tensión suministrada a un cliente en particular por el operador de red o su sistema de generación en sitio, así como la calidad de la corriente de carga que el cliente demanda de este. Para evaluar de forma correcta la calidad de la energía desde el punto de vista de un sistema de generación es suficiente con muestrear 7 días continuos la tensión de alimentación del tablero principal y de los tableros críticos que se ven afectados por problemas de calidad de suministro de energía eléctrica.

La evaluación de indicadores de calidad de la energía, permite conocer que tan inmune es una instalación a fenómenos perturbadores de una óptima calidad de la energía, fenómenos en estado estable como armónicos de tensión y corriente, variaciones de tensión de corta y larga duración según IEEE 1159 - 1995 o en estado transitorio como variaciones rápidas de tensión, transitorios de alto contenido energético, etc. Mediante esta evaluación de indicadores, se logran estructurar las mejores soluciones técnicas que evitaren que la instalación eléctrica se vea afectada por estos fenómenos, garantizando así la continuidad y confiabilidad de la operación de todos los equipos eléctricos de la instalación.

2.3. Tecnologías de diagnóstico de calidad de la energía eléctrica y esquemas de conexión.

Para la realización del diagnóstico de calidad de la energía en el breaker principal de la del bloque 2 se utilizó un analizador de redes eléctricas Dranetz BMI Power Visa, con capacidad de detectar y registrar por 7 días continuos segundo a segundo y a 256 muestras por ciclo, todas las perturbaciones que pueden afectar la operación confiable de las instalaciones eléctricas (Ver Figura 13).



Figura 13. Analizador de redes Dranetz BMI 440 utilizado en el diagnóstico.
FUENTE:

Debido a que la edificación se alimenta de un transformador trifásico de 800 kVA (132,0,220 kV) el analizador de redes se conecto para medir y capturar eventos de calidad de la energía en este esquema.(Ver Figura 14).

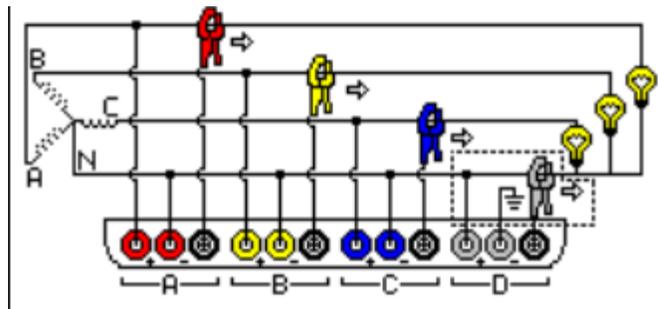


Figura 14. Esquema de conexión del analizador de redes en cada uno de los tableros del edificio administrativo de ARGOS del proyecto Columbus.
FUENTE:

3. MARCO NORMATIVO APLICABLE

Para el desarrollo del proyecto se tomaran como base los siguientes documentos normativos:

- ❖ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución N. 18 0398 de Abril 7 de 2004, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Bogotá: Ministerio de minas y energía. 2004. 89p
- ❖ ICONTEC. Norma NTC 2050. Código Eléctrico Nacional. Bogotá: ICONTEC.
- ❖ NEC 2008 (NATIONAL ELECTRICAL CODE)

- ❖ Resolución 024 del 95 “Por la cual se modifican las normas de calidad de la potencia eléctrica aplicables a los servicios de Distribución de Energía Eléctrica.

- ❖ Estándar Americano IEEE 519 de 1992 “Recomendaciones prácticas para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia” adoptado en Colombia.

- ❖ Norma Europea EN 50160 “Características del Tensión de suministro en redes generales de distribución”

- ❖ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de Colombia – RETIE 2008

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones Calidad de Energía Eléctrica

Breaker principal del bloque 2

- En el Breaker totalizador correspondiente al edificio del bloque 2 de la CUC, se programó el analizador de redes marca DRANETZ BMI 440 por un periodo de tiempo de 24 horas registrando parámetros eléctricos cada un minuto con una precisión clase A según la norma NTC 5000 y tomando muestras de estos parámetros con una frecuencia de 256 valores por segundo siendo el valor por minuto mostrado un promedio de esta muestras.
- En el período de medición no se detectaron picos de tensión considerables en esta parte de la instalación (Véase figura 1), sin embargo se nota la ausencia de supresores de picos en la subestación para una protección óptima contra este tipo de eventos transitorios que pueden afectar gravemente los equipos electrónicos como PC's los cuales son de gran notoriedad en este piso, mas aun cuando en la institución existe un banco de condensadores que al enfrentarse aun pico de tensión proveniente de la red pude aumentarlo aun mas y causar daños ala instalación sobrepasando los limites sugeridos para este tipo de cargas en la curva ITIC la cual esta adjunta en el anexo II.
- No se detecto ninguna interrupción de del suministro de energía eléctrica temporal o instantánea, que según la NTC 5000 para ser

considerado interrupción, la tensión presente en la red debe ser menor o igual al 10% de la tensión declarada de alimentación.

- No se detecto ningún hueco de tensión (Sag) durante el periodo de medición que según la IEEE 519 debe ser por un valor inferior al 90% y mayor al 10% de la tensión declarada con una duración no mayor a un minuto y superior a un ciclo. (Véase anexo I- figura 1).
- En promedio el máximo THD-V medido es del 2,26 %, valor por debajo del 5% recomendado para un nivel de tensión de 220 V L-L. (Véase anexo I - Grafica N° 8).
- En corriente se observa un THD-I de elevado valor, mayor al 10% recomendado, específicamente en las noches, esto debido a las bajas corriente de carga a estas horas. Sin embargo en promedio el THD en corriente es del 11,18% no es exagerado pero si está por encima del 10% recomendado para instalaciones en baja tensión. (Véase anexo I Grafica N° 10).
- En las 24 horas de medición se pudo constatar que en horas laborales el desequilibrio de tensiones no excede el permitido por la norma del 1%, localizándose en 0,7% aproximadamente, este desequilibrio de debe fundamentalmente a la operación de cargas monofásicas.(Véase Anexo 1 – Grafica N° 3).
- Así mismo en horas laborales el desequilibrio de corrientes aunque en algunos periodos de tiempo excede el límite permitido por la norma del 5%, pero en promedio el desequilibrio de corrientes es de 8,9% inferior

al límite normativo **según el National Electrical Code (NEC)**. (Véase Anexo I - Grafica N° 4).

- Durante el tiempo de medición cabe anotar que se detecto una sobretensión clasificada como sostenida, mayor a un minuto que de describe a continuación:

CRITERIOS	FASE	CATEGORÍA	DATOS	FECHA/HORA
La mayor magnitud	C	SOSTENIDO	132.0V, 103.467 Seg.	15/04/2010 19:47:13,74
La mayor duración	A	SOSTENIDO	132.0V, 103.467 Seg.	15/04/2010 19:47:13,74

- Se incumple el código de colores que de acuerdo a la tabla 13 Pág. 48 del RETIE deben ser los siguientes (columna en amarillo):

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES (Voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/440	480 /440	Mas de 1000 V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro trifásico	Negro Rojo/	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Gris	No aplica	No aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica

TABLA : CODIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES
FUENTE: RETIE

- Durante el tiempo de medición se detectaron dos sobretensiones que pueden afectar los equipos de oficina a continuación se referencian en la curva ITIC:

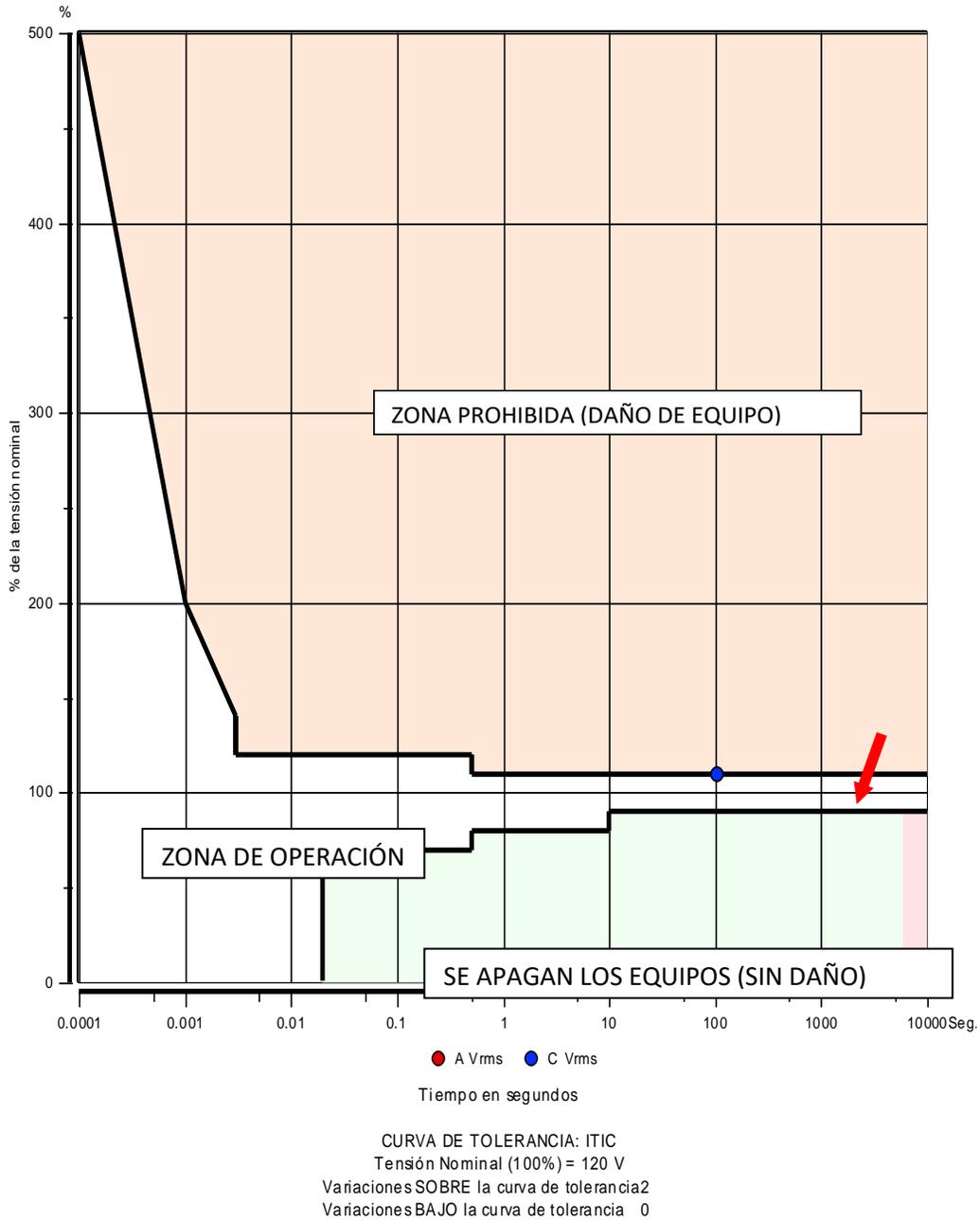
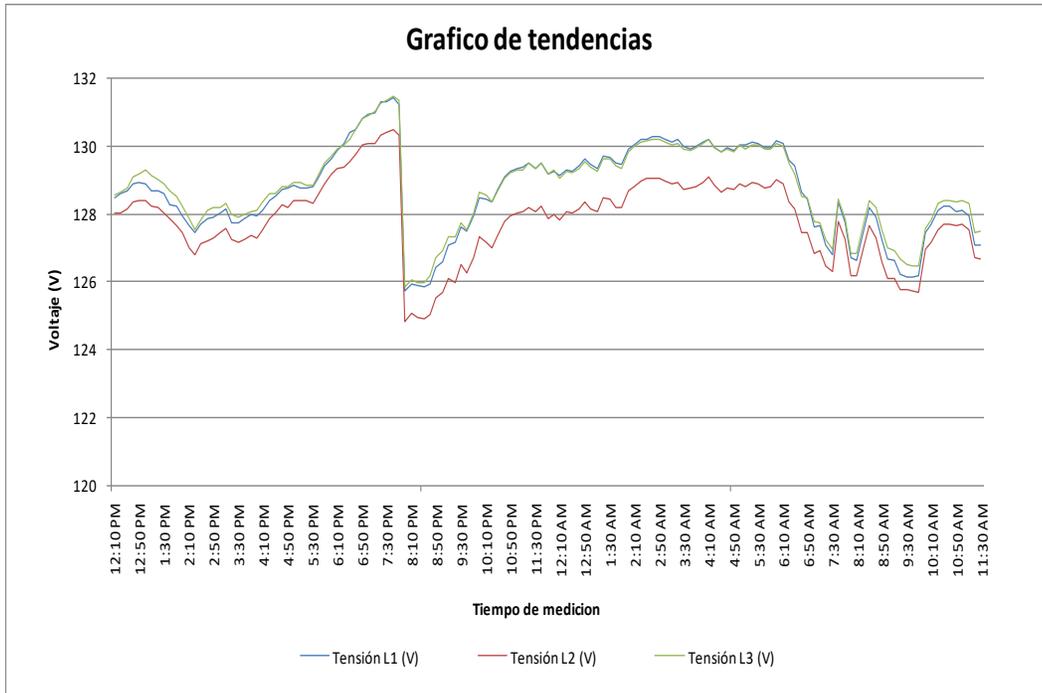


FIGURA 15: CURVA DE TOLERANCIA ITIC
FUENTE:

Recomendaciones.

- Se recomienda instalar supresores de picos (TVSS) en cascada clase C, B y A, tal como lo sugiere el estándar IEEE C57.64 – 1997 (TVSS DESIGN AND SELECTION) para suprimir eficientemente los picos de tensión tanto internos provenientes de la energización y desenergización de las cargas propias de la instalación, como externos provenientes por ejemplo de la entrada y salida de bancos de capacitores en las subestaciones del OR para la corrección del FP (Ver Anexo II).
- Monitorear 1 vez al año la calidad de la potencia y energía eléctrica de la edificación para encontrar soluciones en caso de anomalías que afecten la confiabilidad del sistema.
- Con el fin de tener una eficaz protección de la instalación y facilidad para ejecutar en un futuro análisis de calidad de potencia se recomienda instalar un totalizador principal para el transformador de 800 kVA

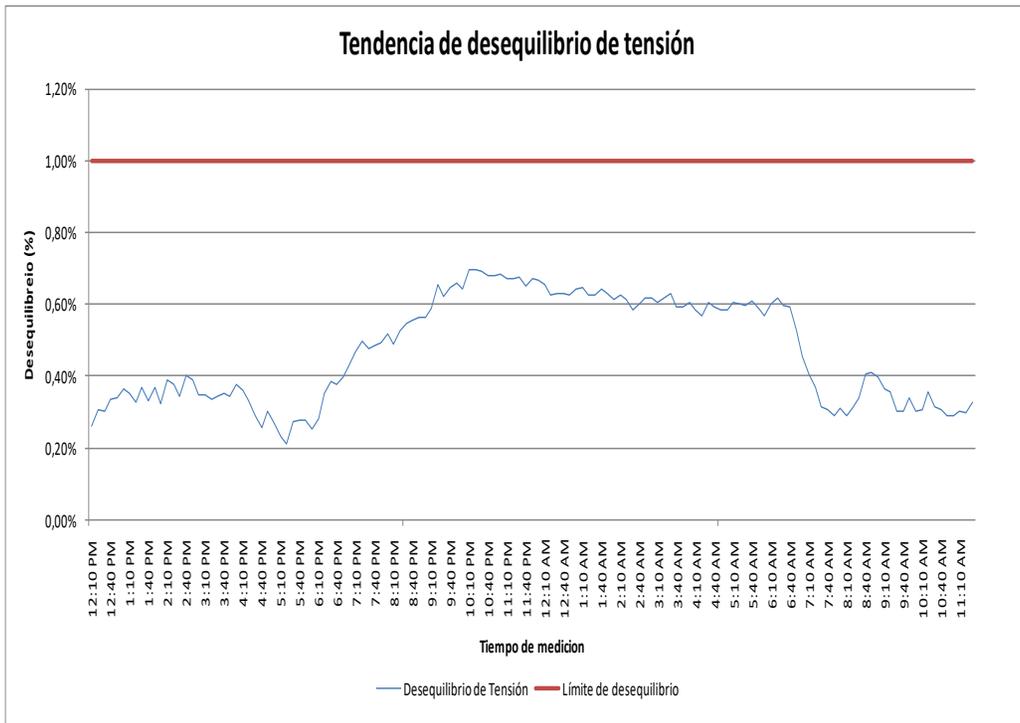
ANEXO I – GRAFICAS DE TENDENCIA



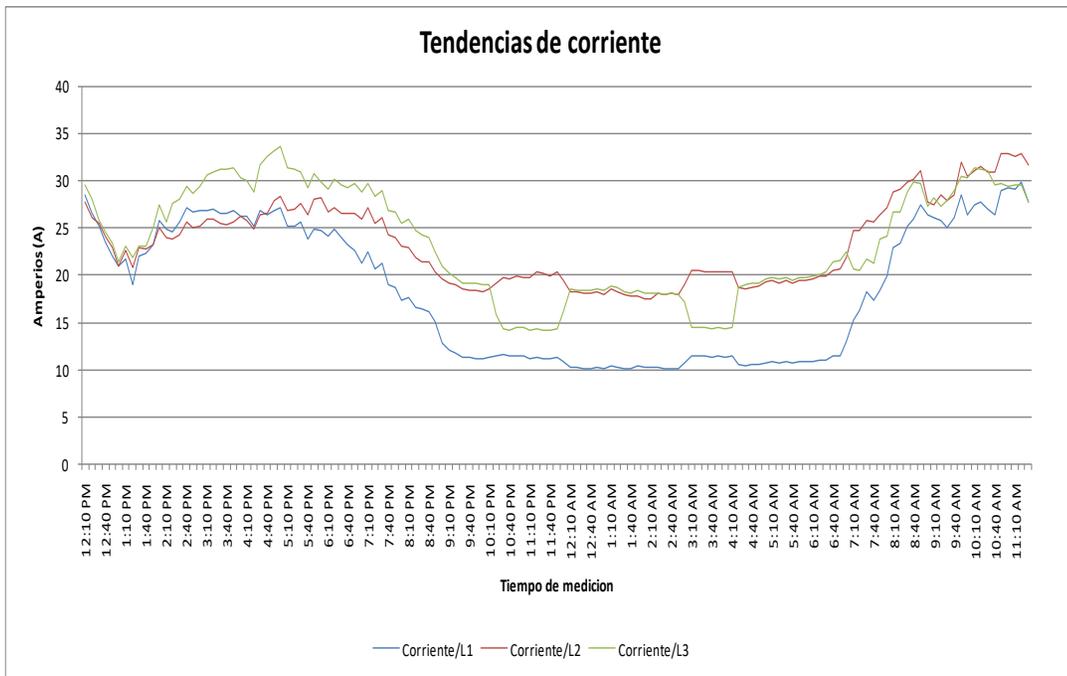
Gráfica 1-Gráfico de tendencias.



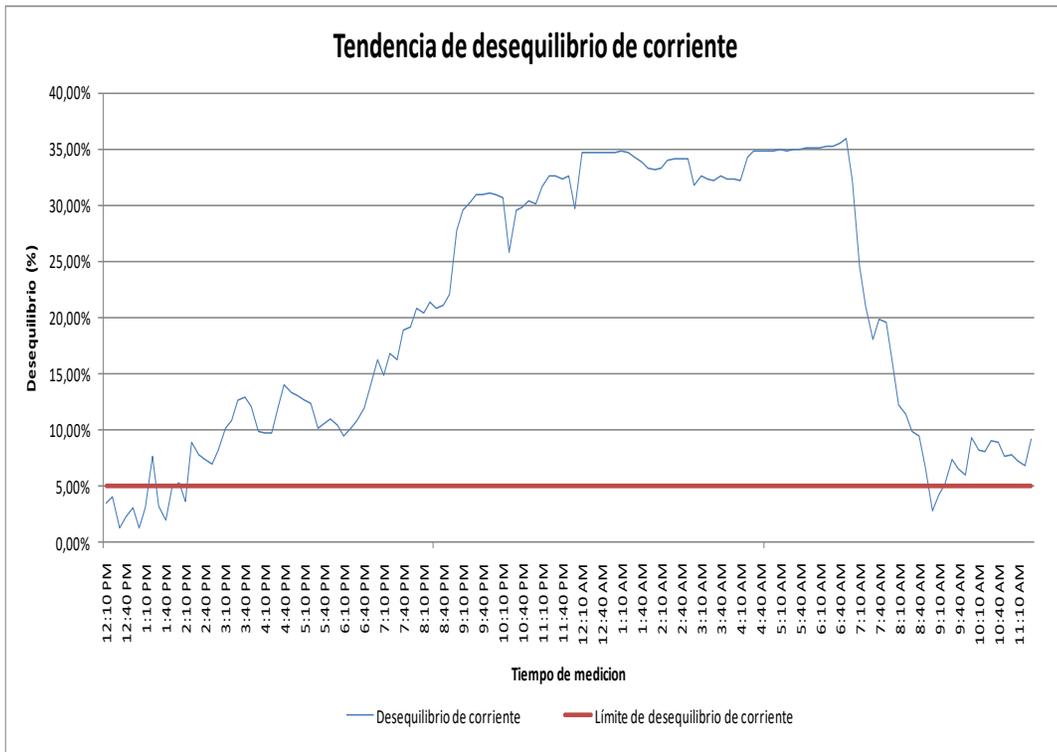
Gráfica 2-Tendencia de variación de voltaje.



Gráfica 3-Tendencia de desequilibrio de tensión.



Gráfica 4-tendencia de corrientes.



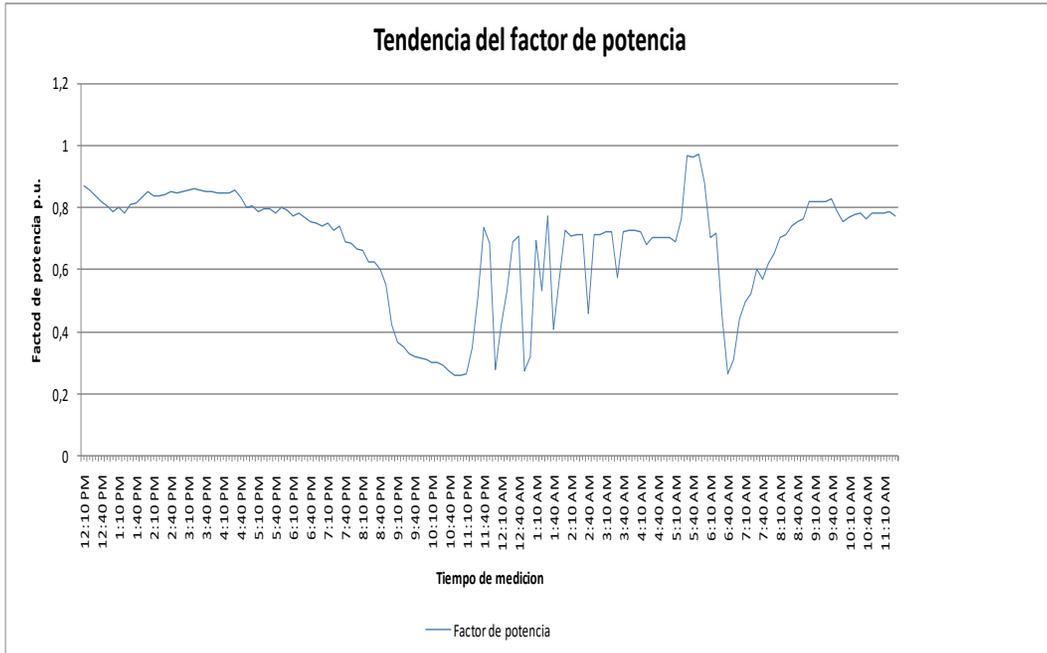
Grafica 5-Tendencia de de desequilibrio de corriente.



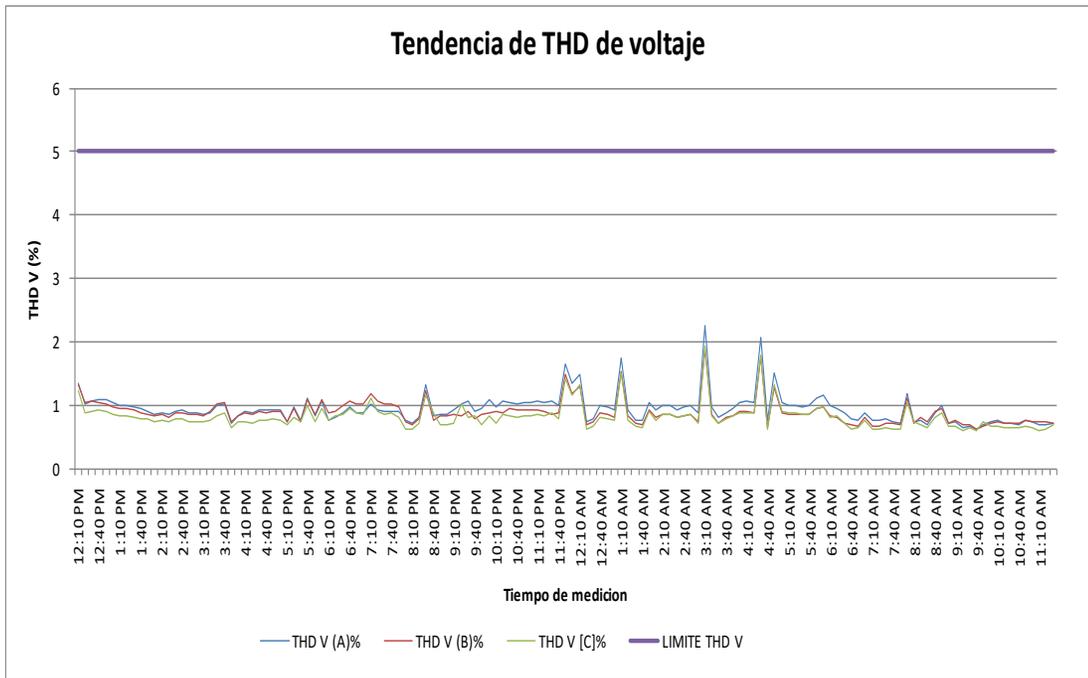
Grafica 6-Tendencia de potencia activa.



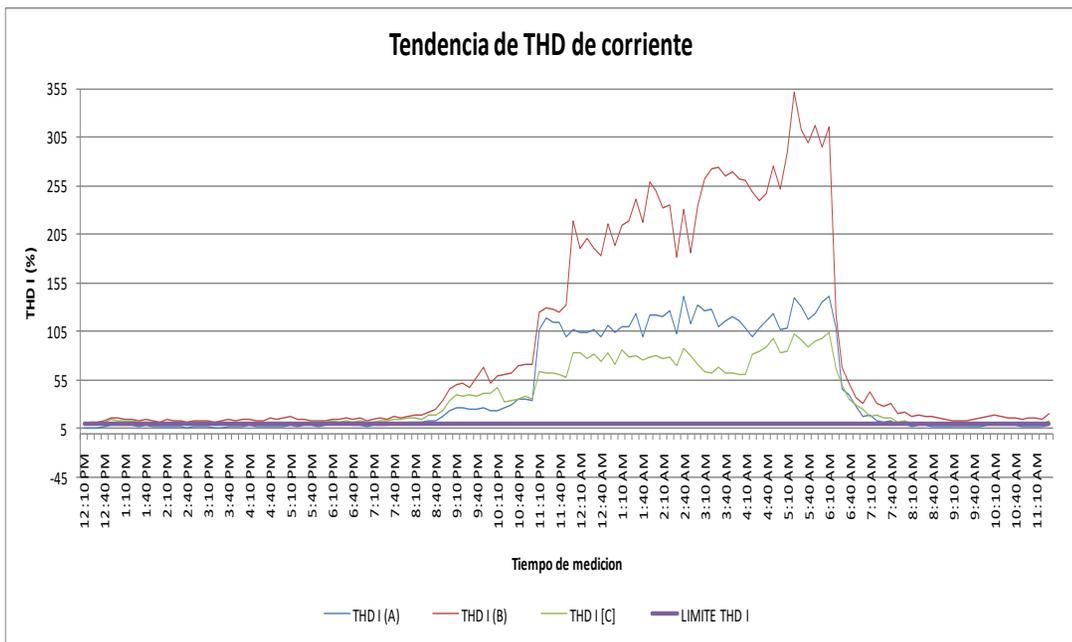
Gráfica 7-Tendencia de potencia reactiva.



Gráfica 8-Tendencia de factor de potencia.



Grafica 9-Tendencia de THD-V.



Grafica 10-Tendencia de THD-I.

ANEXO II – DISPOSICIÓN DE SUPRESORES DE TRANSITORIOS RECOMENDADA SEGÚN GUIA PRACTICA PARA PROTECCION DE EQUIPOS ELECTRONICOS CONTRA RAYOS – IEE Std. C62.64 – 1997 – TVSS.

