

# ANEXOS

## **Anexo 1 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo**

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo<sup>19</sup>.

### Niveles de iluminación

Los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la tabla siguiente.

**Tabla A. 1.** Niveles de iluminación recomendados por la NOM-025-STPS-2008

<b>TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>ÁREA DE TRABAJO</b>	<b>Niveles mínimos de iluminación (LUX)</b>
<b>En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.</b>	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
<b>En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.</b>	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, iluminación de emergencia.	50
<b>En interiores</b>	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera, de descanso; cuartos de almacén.	100
<b>Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.</b>	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia.	200
<b>Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.</b>	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
<b>Distinción clara de detalles: maquinado y acabados</b>	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo,	500

<sup>19</sup> Norma oficial mexicana de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social referente a condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

<b>delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.</b>	laboratorios.	
<b>Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.</b>	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
<b>Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.</b>	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1000
<b>Alto grado de especialización en la distinción de detalles.</b>	Áreas de proceso de gran exactitud.	2000

(Fuente: Norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008)

## ***Anexo 2 Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales***

NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales<sup>20</sup>.

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, no deben exceder los valores indicados en la tabla siguiente.

<sup>20</sup> Norma Oficial Mexicana de la Secretaría de Energía referente a eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

**Tabla A. 2.** Densidades de potencia eléctrica para alumbrado de acuerdo a la NOM-007-ENER-2004

Tipo de edificio	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
Oficinas	14
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	20
Hospitales, sanatorios y clínicas	17
Hoteles	18
Moteles	22
Bares	16
Cafeterías y venta de comida rápida	19
Restaurantes	20
Bodegas o áreas de almacenamiento	13
Salas de cine	17
Teatro	16
Centros de convenciones	15
Gimnasios y deportivos	16
Museos	17
Templos	24
Talleres de servicios para automóviles	16
Talleres	27
Centrales y terminales de transporte de carga	13
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres	16

(Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004)

La DPEA para las áreas exteriores restantes, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de la presente Norma no debe ser mayor de 1,8 W/m<sup>2</sup>.

---

---

### **Anexo 3 Acuerdos**

*Acuerdos publicados en la gaceta oficial mexicana detallando ajustes a los cobros de energía eléctrica en las tarifas 2 y 3.*

Acuerdo publicado el 07 de enero de 2008<sup>21</sup>

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO

ACUERDO que autoriza el ajuste y modificación a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica.

(...)

ARTICULO PRIMERO.- Se autoriza a los organismos descentralizados Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro, a quienes en lo sucesivo se les denominará “el suministrador”, el ajuste y modificación a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica, conforme a lo dispuesto en el presente Acuerdo.

ARTICULO SEGUNDO.- El suministrador aplicará un factor de ajuste multiplicativo de 0.95 (cero punto nueve cinco) a todos los cargos de la tarifa para servicio general hasta 25 kW de demanda (tarifa 2), de la tarifa para servicio general para más de 25 kW de demanda (tarifa 3), de la tarifa para servicio temporal (tarifa 7) y de la tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW (tarifa O-M).

(...)

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y será aplicable a la facturación de energía eléctrica a partir del mes de su entrada en vigor.

---

<sup>21</sup> CFE, *Acuerdos que autorizan o modifican tarifas.*

---

---

SEGUNDO.- El presente Acuerdo deberá publicarse en dos periódicos de circulación nacional.

TERCERO.- Se derogan las disposiciones administrativas en materia tarifaria que se opongan a lo establecido en este Acuerdo.

CUARTO.- A los cargos que resulten de lo dispuesto en los Artículos Segundo, Tercero y Cuarto del presente Acuerdo, se les aplicarán los ajustes correspondientes del 1 de enero de 2008 conforme a la disposición complementaria a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica número 7 "Cláusula de los ajustes por las variaciones de los precios de los combustibles y la inflación nacional" vigente.

México, D.F., a 20 de diciembre de 2007.- El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Agustín Guillermo Carstens Carstens.- Rúbrica.

Acuerdo publicado el 31 de marzo de 2008<sup>22</sup>

#### SECRETARIA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO

ACUERDO que autoriza el ajuste a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica.

(...)

ARTICULO TERCERO.- El suministrador aplicará un factor de ajuste multiplicativo de 0.90 (cero punto nueve cero) a todos los cargos de la tarifa para servicio general hasta 25 kW de demanda (tarifa 2), de la tarifa para servicio general para más de 25 kW de demanda (tarifa 3) y de la tarifa para servicio temporal (tarifa 7).

#### TRANSITORIOS

---

<sup>22</sup> Ídem.

PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y será aplicable a la facturación de energía eléctrica consumida a partir del 1 de marzo de 2008.

SEGUNDO.- El presente Acuerdo deberá publicarse en dos periódicos de circulación nacional.

TERCERO.- Se derogan las disposiciones administrativas en materia tarifaria que se opongan a lo establecido en este Acuerdo.

CUARTO.- A los cargos que resulten de lo dispuesto en los artículos segundo y tercero del presente Acuerdo, se les aplicarán los ajustes correspondientes desde el 1 de marzo de 2008 conforme a la disposición complementaria a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica número 7 "Cláusula de los ajustes por las variaciones de los precios de los combustibles y la inflación nacional" vigente.

México, D.F., a 26 de marzo de 2008.- El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Agustín Guillermo Carstens Carstens.- Rúbrica.

---

---

### ***Anexo 4 Contaminación ambiental***

Cada kWh que se genera en una planta eléctrica en nuestro país, de acuerdo a datos proporcionados por CFE, ocasiona lo siguiente:

- En una termoeléctrica de petrolíferos:

0.68 – 0.80 kg de CO<sub>2</sub>

0.0017 – 0.0025 kg de NO<sub>x</sub>

0.0058 – 0.011 kg de SO<sub>2</sub>

- En el sistema nacional:

0.4585760 kg de CO<sub>2</sub>

0.00093 kg de NO<sub>x</sub>

0.00834 kg de SO<sub>2</sub>

2.35836 l de agua evaporada

### Anexo 5 Formatos

Formatos para el censo de cargas y alumbrado.

CENSO DE CARGAS ELECTRICAS			
Edificio:		fecha:	
nivel:			
Zona:			
Descripción:		potencia	tiempo de operación
Descripción del equipo:		datos de placa	d/semana h/d

**Figura A. 1.** Formato de censo de cargas

<b>Datos generales</b>	
Fecha:	
Edificio:	Nivel:
Zona:	
Descripción: Programa de energía	
Descripción del área de trabajo	
<b>Iluminación</b>	
Número de luminarias:	
Número de lámparas por luminaria:	
Descripción:	
Altura:	
Lámparas	
Tipo: 2x75W T12	
Balastros	
Tipo:	
Tiempo de operación:	

**Figura A. 2.** Formato censo alumbrado



**Anexo 6 Hoja de cálculo para el método de lumen**

**HOJA DE CALCULO PARA EL METODO DE LUMEN**

PROYECTO	APROBO
CALCULO	FECHA

PROYECTO	AREA
----------	------

ILUMINANCIA MANTENIDA (PROM)  
LUX  
FOOTCANDLES

INFORMACION DE LA LAMPARA  
TIPO Y COLOR  
NUMERO POR LUMINARIO  
LUMENES TOTAL POR LUMINARIO

INFORMACION DE EL LUMINARIO  
FABRICANTE  
NUMERO DE CATALOGO

RELACION DE CAVIDAD DE CUARTO = .....

RELACION DE CAVIDAD DE TECHO = .....

RELACION DE CAVIDAD DE PISO = .....

$\rho = \dots\%$   
 $\rho = \dots\%$   
 $\rho = \dots\%$

H CC = .....

L = .....

H RC = .....

A = .....

H FC = .....

**FACTORES DE PERDIDA DE LUZ**

REFLECTANCIA EFECTIVA DE TECHO $\rho_{CC}$ REFLECTANCIA EFECTIVA DE PISO $\rho_{FC}$ REFLECTANCIA EFECTIVA DE PARED $\rho_W$	NO RECOBRABLES TEMP. AMBIENTAL DEL LUMINARIO VOLTAJE AL LUMINARIO FACTOR DEL BALASTRO DEPRECIACION DE LAS SUPERFICIES DEL LUMINARIO
COEFICIENTE DE UTILIZACION:	RECOBRABLES DEPRECIACION DE SUCIEDAD DEL CUARTO (RSDD) DEPRECIACION DE LUMENES DE LA LAMPARA (LLD) FACTOR DE LAMPARAS FUERA DE OPERACION (LBO) DEPRECIACION DE SUCIEDAD DEL LUMINARIO (LDD)
	<b>FACTOR TOTAL DE PERDIDAS DE LUZ (LLF)</b>

**CALCULOS**  
**PROMEDIO DE ILUMINANCIA MANTENIDA**  
 NUMERO DE LUMINARIOS =  $ILUMINANCIA * AREA / LUMENES POR LUMINARIO * CU * LLF$   
 ILUMINANCIA =  $NUMERO DE LUMINARIOS * LUMENES POR LUMINARIO * CU * LLF / AREA$

**Figura A. 3.** Hoja de cálculo para el método de lumen

### Anexo 7 Tarifas eléctricas

La facturación de la energía eléctrica queda encuadrada dentro de una amplia legislación, la cual se va actualizando en función de los incrementos de los costos de los recursos energéticos.

Las tarifas eléctricas son disposiciones específicas que contienen las cuotas y condiciones que rigen para los suministros de energía. Se identifican oficialmente por su número y/o letra(s), según su aplicación<sup>23</sup>.

**Tabla A. 3.** Tarifas eléctricas

Tarifa	Descripción
1	Servicio doméstico: 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, DAC
2 (CF)	Servicio general hasta 25 kW de demanda
3 (D)	Servicio general para más de 25 kW de demanda
5, 5-A	Servicio para alumbrado público
6	Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público
7	Servicio temporal
9	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión
AE	Acuícola
O-M	Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW
H-M	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más
H-MC	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o mas, para corta utilización (Baja California)
H-S, H-T, H-SL, H-L	Tarifas horarias para servicio general alta tensión
HM-R, HM- RF, HM-RM, HS-R, HS- RF, HS-RM, HT-R, HT-RF, HT-RM	Tarifas horarias para servicio de respaldo
I15, I30	Tarifa de uso general para servicio interrumpible

(Fuente: CFE, FIDE)

<sup>23</sup> CFE, FIDE, *Tarifas eléctricas*.

# APÉNDICES

## *Apéndice A Glosario de términos*

**Balastro:** Es un dispositivo electromagnético, electrónico o híbrido que, por medio de inductancias, capacitancias, resistencias, y/o elementos electrónicos (transistores, tiristores, etc.), solos o en combinación, limitan la corriente de lámpara y, cuando es necesario, la tensión y corriente de encendido. Los balastos electromagnéticos e híbridos tienen una frecuencia de salida de 60 Hz. Los balastos electrónicos son aquellos que internamente tienen al menos un convertidor de frecuencia.

**Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado:** Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en watts por metro cuadrado ( $W/m^2$ ).

**Eficacia:** Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt ( $lm/W$ ).

**Eficiencia:** Es la relación en porcentaje entre la capacidad de flujo luminoso total que es capaz de emitir una luminaria en lúmenes y los lúmenes que ésta aporta.

**Factor de balastro:** Porcentaje de producción de lúmenes nominal de la lámpara que se puede esperar cuando se opera en un balastro específico comercialmente disponible. Por ejemplo, un balastro que tenga un factor de balastro de 0.9 dará como resultado una emisión de la lámpara del 90% de su producción de lúmenes nominal.

**Lámpara fluorescente:** Es una lámpara de descarga eléctrica en vapor de mercurio a baja presión, en la cual la emisión principal de la luz proviene de una o más capas de material fluorescente, el cual es excitado por la radiación ultravioleta de la descarga. El bulbo puede ser de forma tubular recta o curvada, lo cual viene dado por una letra y un número. La letra indica la forma y el número indica el diámetro del bulbo en octavos de pulgada.

**Luminaria:** Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

**Lumen (lm):** Unidad derivada del Sistema Internacional para flujo luminoso.

**Lux (lx):** Unidad derivada del Sistema Internacional para iluminancia o nivel de iluminación, equivalente a un lumen sobre metro cuadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ )

**Luxómetro:** Instrumento diseñado y utilizado para medir niveles de iluminación.

**Nivel de iluminación:** Cantidad de flujo luminoso por unidad de área medido en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en luxes.

**Temperatura de color:** Es la apariencia general del color de la luz generada por una fuente luminosa y es medida en Kelvin (K).

## Apéndice B Resultados luminotécnicos

Resultados luminotécnicos usando DIALux 4.7

### Planos de iluminación con el programa DIALux

DIALux, es el programa del Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (Deutsches Institut für angewandte Lichttechnik) DIAL y es Osram la empresa que más impulso le está dando. El software DIALux permite el análisis cuantitativo rápido y sin problemas de un proyecto, y cuenta con una funcionalidad sencilla de renderización (proceso de generar una imagen desde un modelo) 3D. Un ejemplo de esto se muestra en las figuras A.4 y A.5.

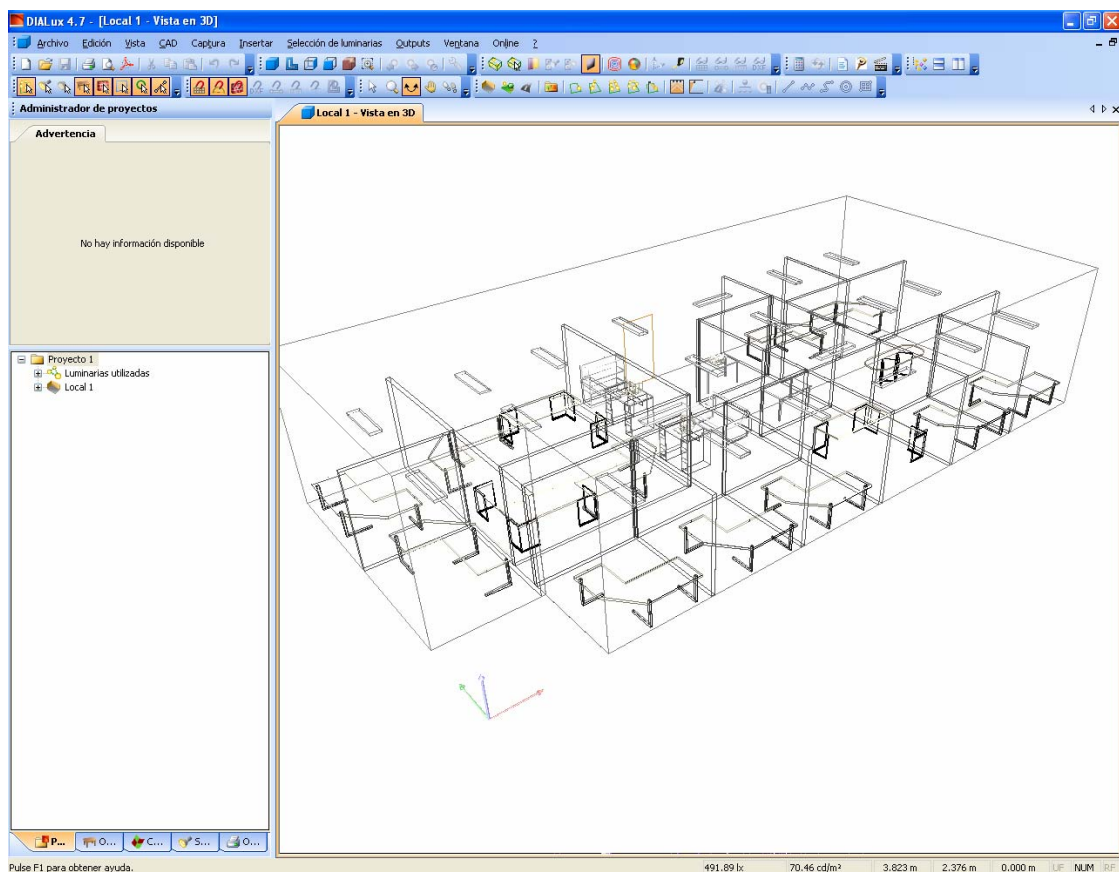
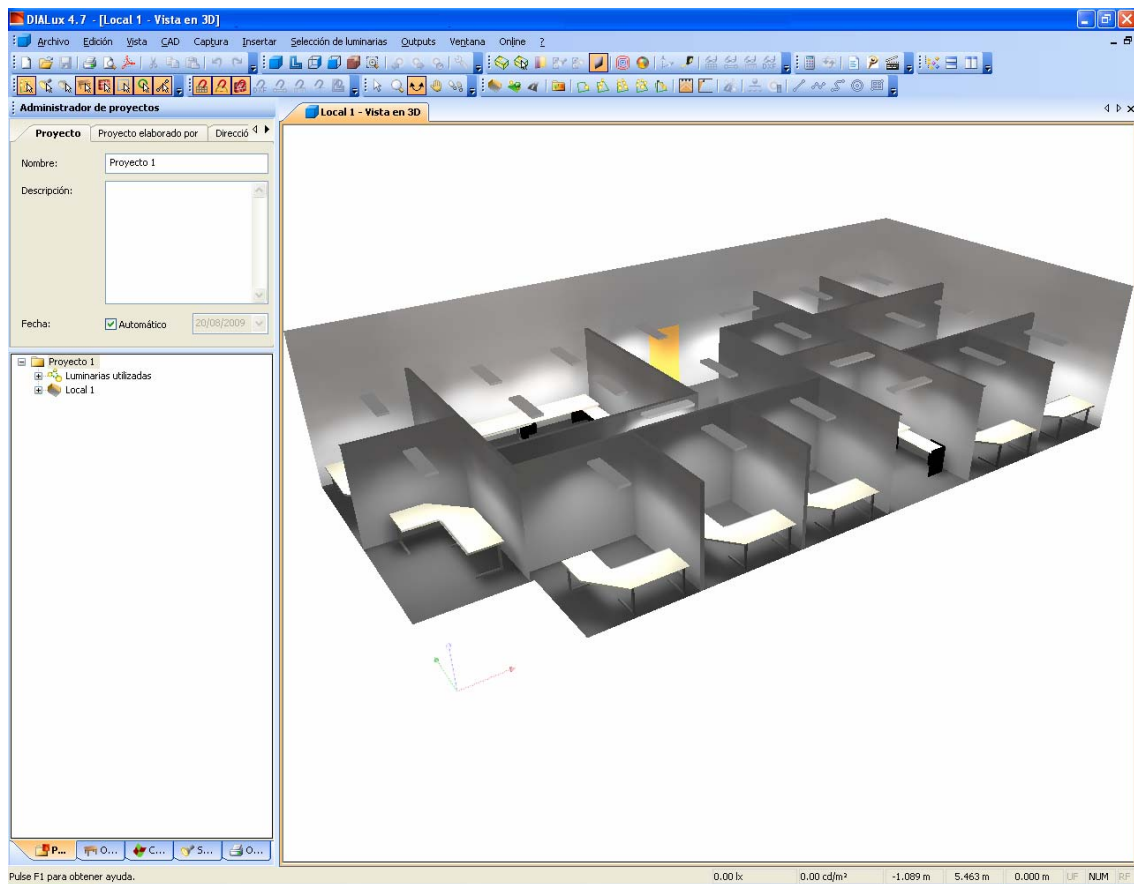
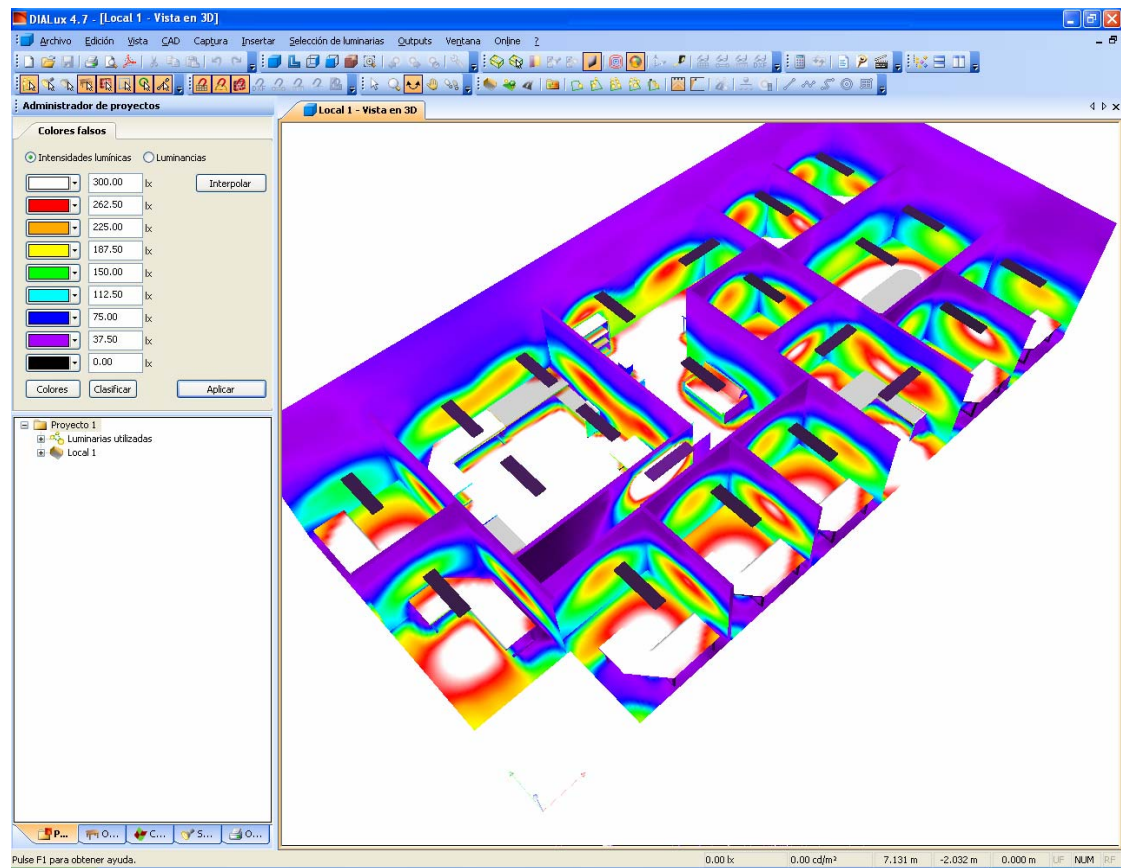


Figura A. 4. Modelo durante del proceso renderización 3D



**Figura A. 5.** Modelo renderizado en 3D

El formato de datos ULD para luminarias comprende la geometría 3D de la luminaria, la distribución de intensidad luminosa y la descripción del artículo. Los paquetes PlugIn de los fabricantes de luminarias comprenden datos de planificación adicionales, como el factor de mantenimiento o los valores UGR (Índice de deslumbramiento unificado). Es útil para cálculos de iluminación interior, exterior y vial, trabaja con catálogos reales de fábricas europeas. Además permite hacer render raytrace y calcula todas las variables lumínicas y es capaz de mostrar la distribución del nivel de iluminación mediante un código de colores, como se observa en la figura A.6.



**Figura A. 6.** Distribución de la iluminación

En esta sección se realizaron las simulaciones con dicho programa, para dar una idea de la distribución resultante con las luminarias con lámparas T5 a utilizar, con sus respectivos niveles de iluminación. Cabe mencionar que se utilizaron lámparas genéricas para las simulaciones, cuya descripción aparece en cada figura con su respectivo resumen, ya que para el uso de este programa sólo importa la intensidad lumínica y la potencia de las lámparas para el cálculo de la iluminación.

A continuación se muestra un ejemplo de la hoja resumen obtenida con DIALux:

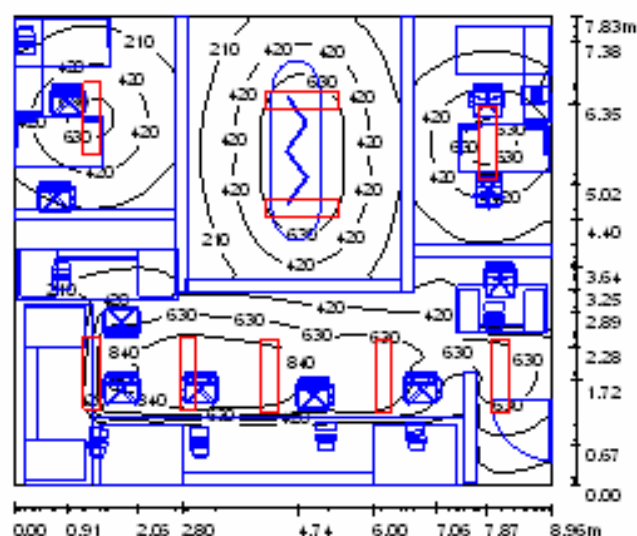
## Programa de Energía

DIALux

03.09.2009

Proyecto elaborado por: UACM Programa de energía  
 Teléfono:  
 Fax:  
 e-Mail:

## Programa de Energía / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 3.950 m, Altura de montaje: 2.550 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:101

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	393	11	1040	0.027
Suelo	30	204	5.19	683	0.025
Techo	70	70	51	91	0.719
Paredes (4)	76	75	11	504	/

## Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ [mm]	P [W]
1	9	OSRAM GmbH APOLLON®T5 DPS 2FH28 (1.000)	5800	61.0
			Total:	549.0

Valor de eficiencia energética:  $7.83 \text{ Wlm}^2 = 1.99 \text{ Wlm}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.11 \text{ m}^2$ )



### **Apéndice C Ejemplo de cálculo**

Ejemplo de cálculo para un salón de clases utilizando el método de los lúmenes, para mejorar los niveles de iluminación.

#### **Datos de partida**

1. Definición de las características del local.

Dimensiones: largo: 6.69 m; ancho 4.53 m; altura: 3.95 m.

Colores: paredes blancas; techo blanco; piso claro.

Factor de mantenimiento: medio.

Sistema de iluminación: directo, mediante luminarias suspendidas del techo, provistas con difusor de acrílico, dispuestas en hileras, previstas para lámparas fluorescentes de 28 W, luz blanca neutra.

#### **Datos a determinar o calcular**

2. Nivel de iluminación requerida: 300 lux

3. Superficie de local:

$$S = a \cdot b = 4.53 \times 6.69 = 202.75 \text{ m}^2$$

4. Índice del local: se considera una  $h = 2.65 \text{ m}$  para la altura de las lámparas sobre el plano de trabajo, teniendo en cuenta que están suspendidas a 0.50 m y que el plano de trabajo esta a 0.80 m del nivel del suelo:

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} = \frac{4.53 \times 6.69}{2.65(4.53 + 6.69)} = 1.02$$

5. Coeficientes de reflexión: techo 75%, paredes 50%

6. Tipo de lámpara: fluorescente, potencia 28 W, luz blanca neutra.

7. Tipo de luminaria preestablecido: colgante, con reflector de acrílico.

8. Factor de utilización: 0.42, obtenido a partir de tablas con relación al tipo de luminaria preestablecido, al índice de local y al coeficiente de reflexión del techo y de las paredes.

9. Tipo de mantenimiento previsto: medio ( $m = 0.70$ ).

10. Flujo total:

$$\phi = \frac{E \cdot s}{u \cdot m} = \frac{300 \times 202.75}{0.37 \times 0.70} = 234845.56 \text{ lúmenes}$$

11. Número de lámparas (n): flujo emitido por cada lámpara ( $\phi_L = 2750 \text{ lm}$ )

$$n = \frac{\phi}{\phi_L} = \frac{234845.56}{2750} = 85.4, \text{ redondeado a 86 lámparas}$$

Si se adopta una luminaria para alojar dos lámparas, el número de luminarias será:

$$\frac{86}{2} = 43, \text{ redondeado a 44, por simetría.}$$

Es preciso, sin embargo, verificar la posibilidad de montar dichas luminarias. En efecto, admitiendo que la longitud de cada una sea 1.30, y queriendo disponerlas en tres hileras, paralelas a lo largo del salón, serian 15 luminarias por hilera, dando  $15 \times 1.30 = 19.5 \text{ m}$ , en tanto que el largo del local es 6.69 m, teniendo así que reducir el número de luminarias, adaptando así a lo largo cinco luminarias por hilera. Así, cada hilera tendrá una longitud de 6.5 m y se podrá instalar en el local.

12. Potencia absorbida por la instalación:

$$P = n \cdot P_n = 30 \times 63 = 1890 \text{ [W]}$$

Siendo  $P_n$  la potencia absorbida por cada lámpara (incluido el balastro).