

**SIMULADOR DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.
MÓDULO: CANTIDAD Y CALIDAD DE LUZ EN INTERIORES.**



**Manual para el Diseño y Simulación
de Sistemas de iluminación**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
Requerimientos del Sistema.....	1
DISEÑO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	2
1. Datos de cuarto.....	3
2. Datos de las luminarias.....	5
3. Definir características.....	9
4. Calcular Componentes.....	15
5. Mostrar Resultados.....	16
PROCESOS INTEGRALES	
Abrir y Guardar.....	20
Imprimir.....	20

INTRODUCCIÓN

Simulador de Sistemas de Iluminación. Módulo: Cantidad y Calidad de Luz en Interiores (*SIMCLI. Iluminación Interior*) es un software desarrollado en el Laboratorio de Iluminación del Instituto Tecnológico de Puebla con la finalidad de diseñar y simular sistemas básicos de iluminación en interiores basados en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-025-STPS-1999 “Condiciones de Iluminación en Centros de Trabajo” y NOM-007-ENER-1995 “Eficiencia Energética en Edificios no Residenciales”.

SIMCLI. Iluminación Interior, permite diseñar sistemas de iluminación usando el Método de Cavidades Zonales de la IESNA y las Normas Oficiales Mexicanas NOM-025-STPS-1999 y NOM-007-ENER-1995; y el desarrollo de simulaciones del comportamiento del sistema de iluminación al plano de trabajo usando la Ley Coseno de la Inversa Cuadrada de la IESNA, para fuentes luminosas puntuales, superficiales y lineales, así como métodos para luminarias difusas, en base al factor de configuración y el factor de forma (IESNA).

Requerimientos del sistema

Para la instalación de *SIMCLI. Iluminación Interior* se requiere Windows 98 SE, ME o XP. Procesador de 800 MHz o superior. Memoria RAM de al menos 64 MB y espacio en Disco duro de 50 MB.

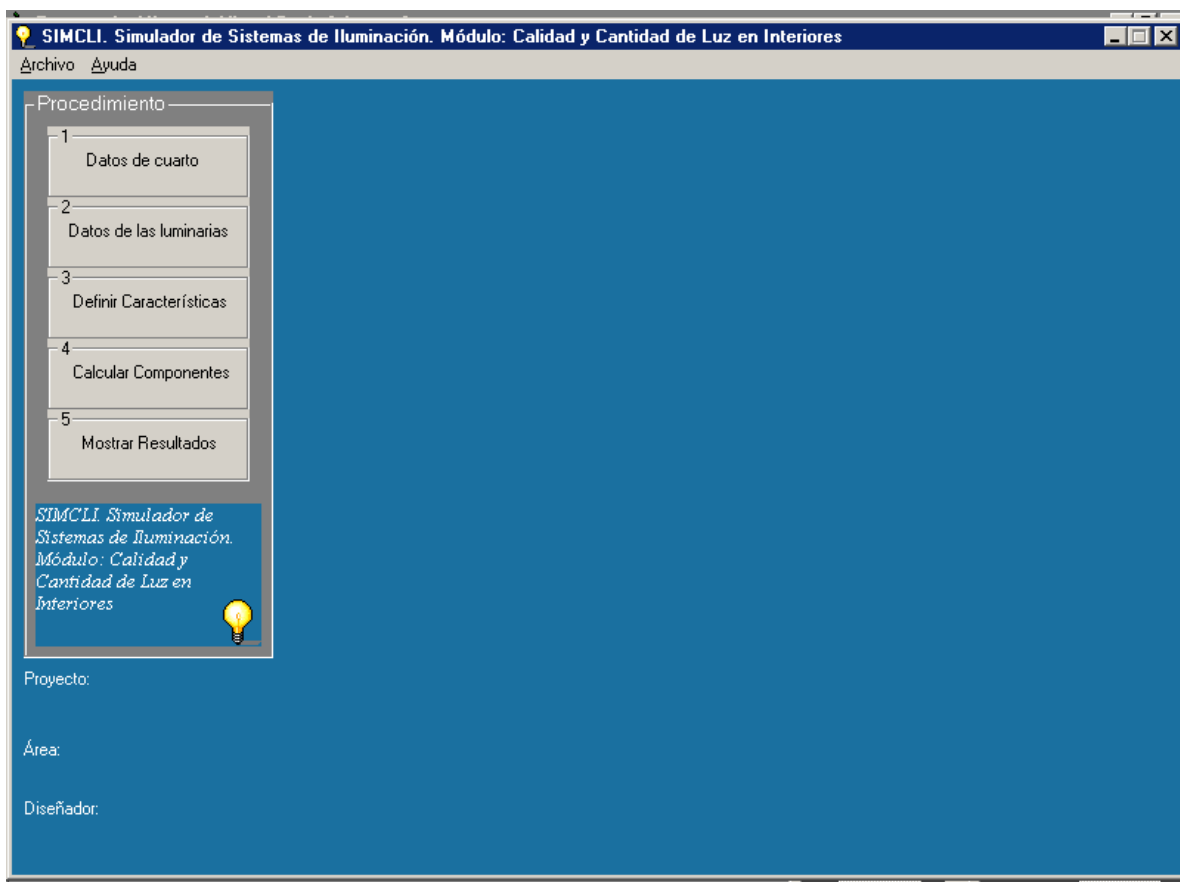
Durante el proceso de instalación no se debe cambiar la carpeta de destino “c:\Archivos de program\SIMCLI”, con la finalidad de evitar conflictos durante la ejecución del programa.

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

SIMCLI. Iluminación Interior, consta de cinco pasos para el diseño y simulación de sistemas interiores de iluminación:

1. Datos de cuarto.
2. Datos de las luminarias.
3. Definir Características.
4. Calcular Componentes.
5. Mostrar Resultados.

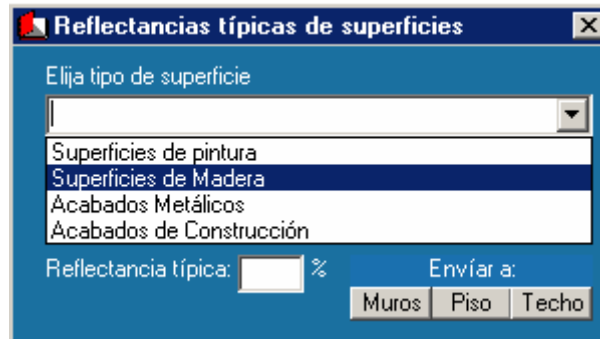
Además de procesos integrales de Archivo y Ayuda. Así lo muestra la figura siguiente.



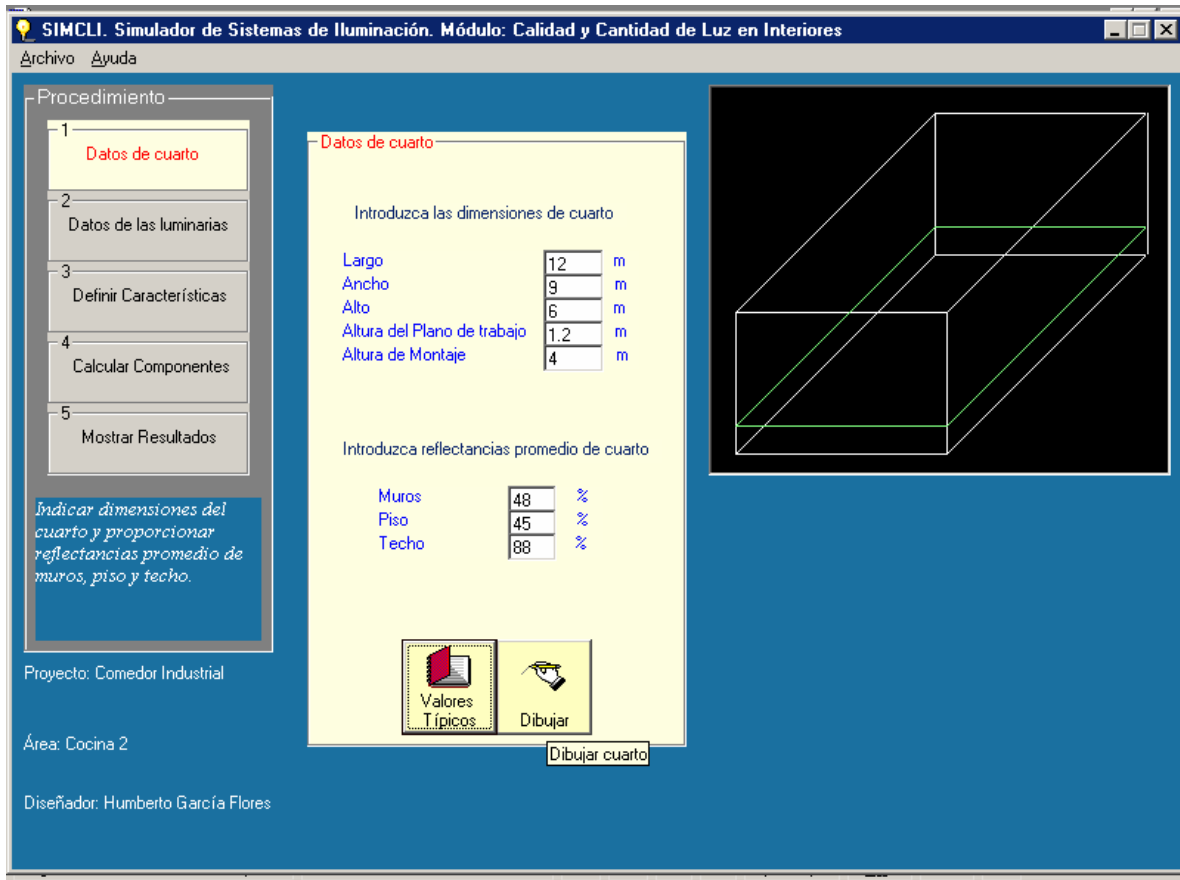
1. Datos de cuarto.

Se requieren las dimensiones de cuarto: largo, ancho, alto, altura de plano de trabajo y altura de montaje. Así como las reflectancias en techo, en muros y en piso.

El botón “Valores Típicos” muestra en pantalla el formulario de reflectancias típicas, divididas en cuatro conjuntos: Superficies de pintura, Superficies de Madera, Acabados Metálicos y Acabados de Construcción, el valor de reflectancia típica puede ser enviado a muros, piso o techo. Esta opción resulta útil cuando el diseñador no conoce la reflectancia del espacio interior para el cual simula el sistema de iluminación.



El botón “Dibujar” muestra el dibujo, en forma isométrica, de las dimensiones y aspecto del cuarto que se simula.

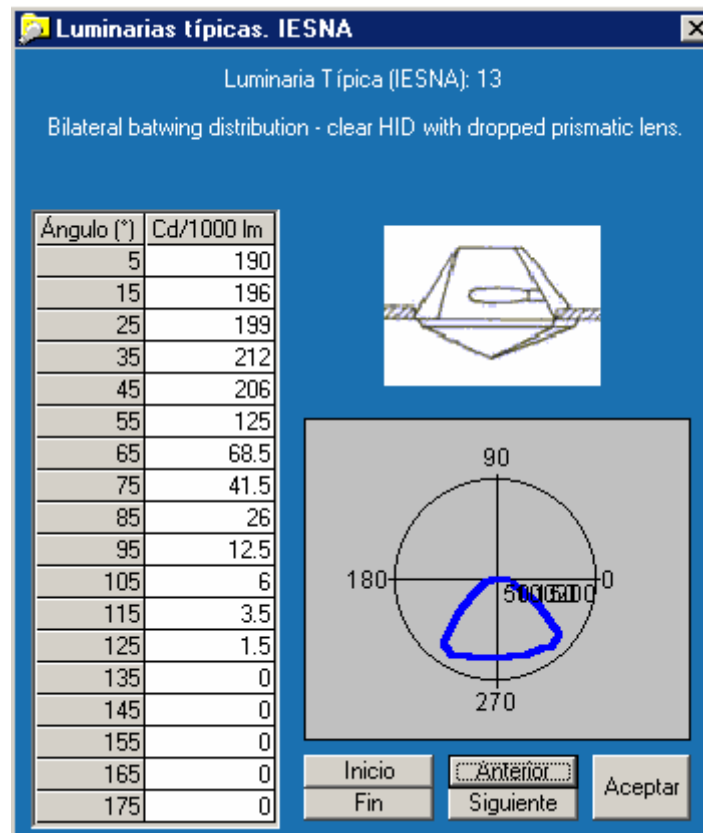


2. Datos de las luminarias.

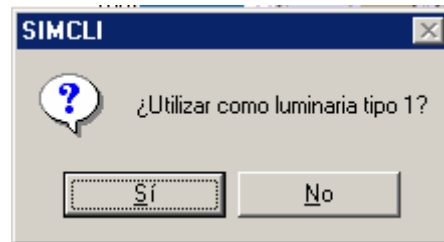
Una vez introducidos todos los datos de cuarto se puede hacer clic en el paso 2 para introducir los datos de las luminarias que se desean utilizar. *SIMCLI. Iluminación Interior* permite el uso de hasta tres luminarias diferentes en tipo y hasta 200 unidades en total.

De la lista superior central con etiqueta: “Tipos de luminarias a utilizar” se deben elegir el número de tipos distintos de luminarias a utilizar (hasta tres).

El botón Típicas muestra los datos de las 49 luminarias típicas publicadas en la 8ª Edición del “Lighting HandBook” de la IESNA. La figura siguiente muestra el formulario “Luminarias típicas. IESNA” donde se presentan cada una de dichas 49 luminarias.



Si se hace clic en el botón “Aceptar” del formulario “Luminarias típicas. IESNA” los datos de la luminaria típica actual se envían al formulario “Fotometrías proporcionadas por el usuario”, donde se deben anexar las dimensiones de luminaria, el número de lámparas por luminaria y, el flujo inicial y potencia de cada lámpara. Cabe señalar que el sistema pregunta al usuario si desea utilizar la luminaria actual como un tipo de luminaria para la simulación, tal como lo muestra la figura siguiente:



Por su parte, el botón “Usuario” del paso 2 de la ventana principal llama al formulario “Fotometrías proporcionadas por el usuario” (comentado anteriormente) que se muestra en la siguiente figura:

Fotometrías proporcionadas por el usuario

Luminaria 1 Luminaria 2 Luminaria 3 Aceptar Cancelar

Luminaria 1

Datos de la luminaria
 Marca: Típica IESNA
 Modelo:
 Largo: 0.60 m
 Ancho: 0.60 m
 Alto: 0.45 m
 # de Lámparas: 1

Datos de la lámpara
 Marca:
 Tipo:
 Modelo:
 Potencia: 50 watts
 Flujo inicial: 2500 lúmenes
 Voltaje: 127 volts
 Balastro: Si

Intensidad luminosa (Candelas/1000 lm)

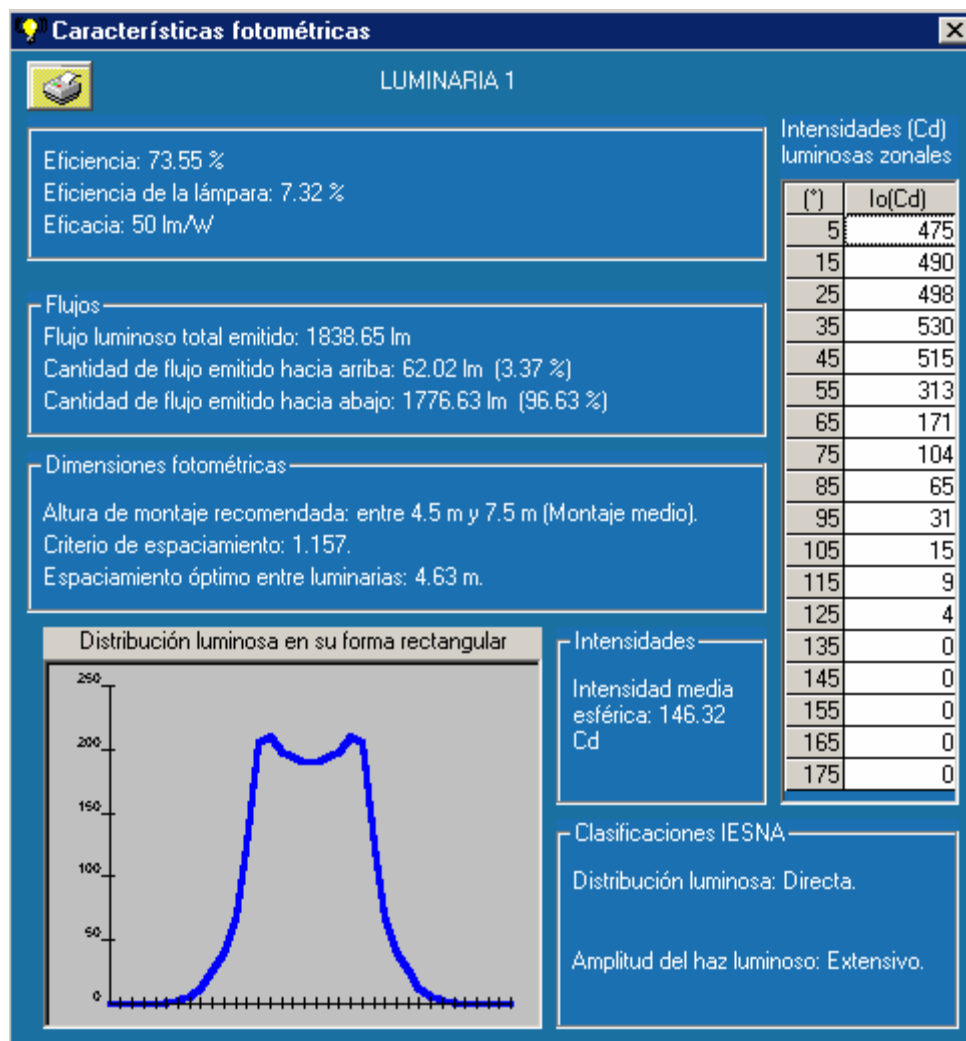
V/H	0°	45°	90°
5°	190	190	190
15°	196	196	196
25°	199	199	199
35°	212	212	212
45°	206	206	206
55°	125	125	125
65°	68.5	68.5	68.5
75°	41.5	41.5	41.5
85°	26	26	26
95°	12.5	12.5	12.5
105°	6	6	6
115°	3.5	3.5	3.5
125°	1.5	1.5	1.5
135°	0	0	0
145°	0	0	0
155°	0	0	0
165°	0	0	0
175°	0	0	0

Nueva Graficar Fotometría

Curva media de distribución luminosa

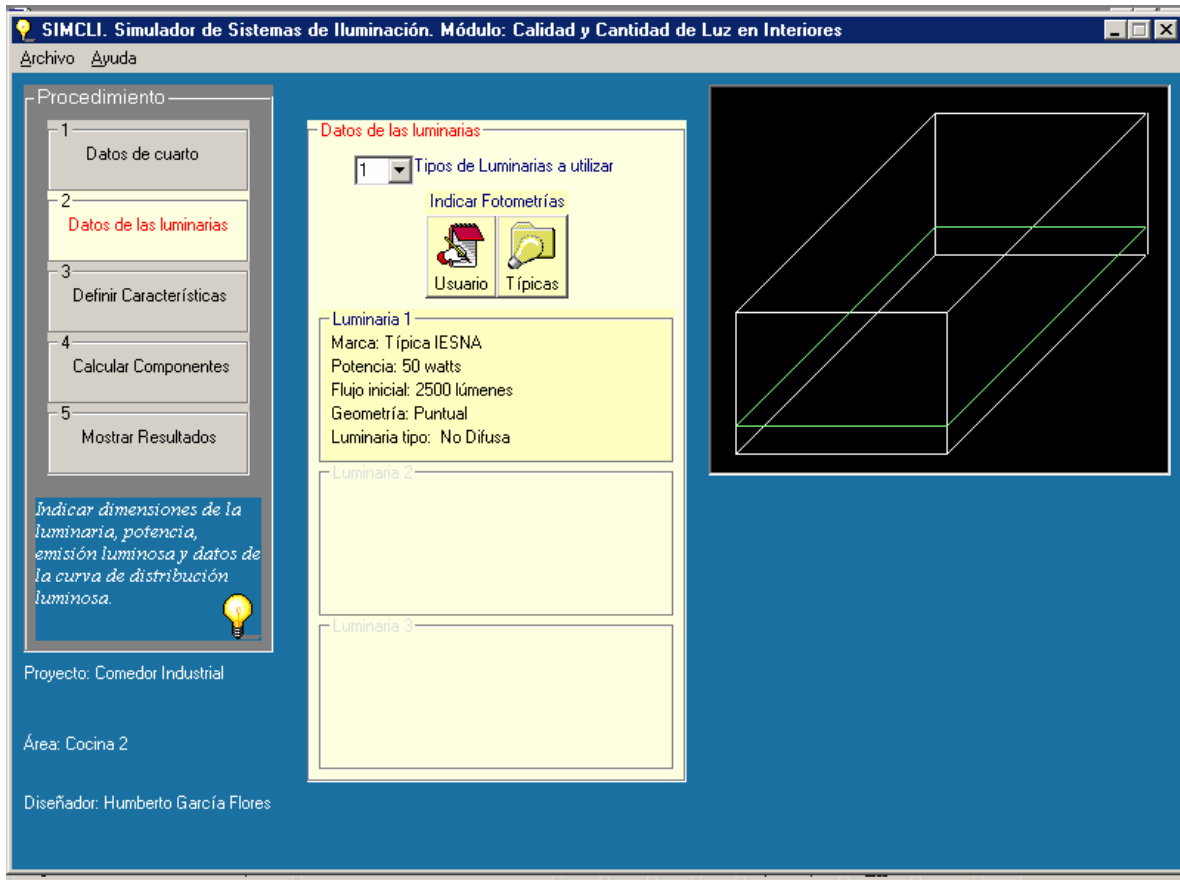
El sistema requiere que el diseñador proporcione los datos de la curva de distribución luminosa en formato estandarizado en Candelas por cada 1000 lúmenes para 18 ángulos del plano vertical y para tres ángulos del plano horizontal; el número de lámparas por luminaria, el flujo inicial y potencia de cada lámpara incluyendo el balastro.

El botón “Fotometría”, llama al formulario “Características fotométricas” que indica la fotometría de la luminaria o lámpara actual, tal como lo muestra la siguiente figura:



El uso de esta herramienta permite al diseñador tomar en cuenta las recomendaciones fotométricas para la altura de montaje y espacio óptimo entre cada luminaria del tipo actual, para su correcta distribución en el espacio simulado (paso 3). Esta ventana debe cerrarse después de ser utilizada. El botón de la parte superior izquierda permite imprimir la fotometría de la luminaria actual, incluyendo gráficas polar y rectangular siempre y cuando la primera haya sido dibujada con el botón “Graficar”.

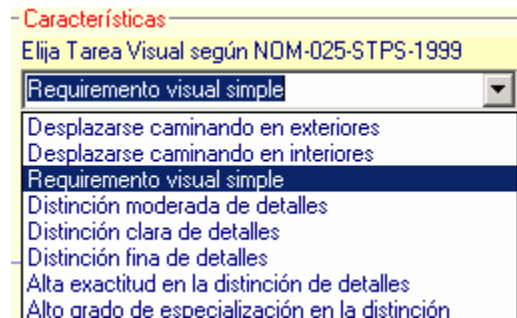
Una vez ingresados los datos se hace clic en el botón “Aceptar” del formulario “Fotometrías proporcionadas por el usuario”, si los datos están completos se muestra la ventana principal con el resumen de características de la(s) luminaria(s) a utilizar.



3. Definir Características.

Una vez que los datos del paso 2 están completos el usuario puede hacer clic en la etiqueta del paso 3 para definir las características de diseño de la simulación.

De la lista superior central se debe elegir la tarea visual de diseño según la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999 referente a Condiciones de iluminación en Centros de Trabajo.



Después de elegir de la lista la tarea visual, en la parte inmediata inferior se mostrará en etiqueta roja el nivel de iluminación (en lux) correspondiente a la misma, además de una primera recomendación de número de luminarias mínimas requeridas para el nivel de iluminación seleccionado con margen de error de 50%. De la misma manera, el botón inferior derecho "Coeficiente de Utilización", se habilitará:



Si se hace clic en él, se abre la ventana "Coeficiente de Utilización. Método de Cavidades Zonales":

Coeficiente de utilización. Método de cavidades zonales

Cavidades y sus magnitudes

Reflectancias características

pc = 0.88

pcc = 0.752

pw = 0.48

pr = 0.584

pf = 0.45

pfc = 0.372

Cavidad de techo hcc = 0.8 m.

hrc = 4 m.

Cavidad de piso hfc = 1.2 m.

CCR = .78 RCR = 3.89 FCR = 1.17

Coeficiente de utilización

1

C.U. Luminarias

F = .4979
C1 = .7965
C2 = .2697
C3 = .7944
C0 = 1.8606
DG = .4989

C.U. = .541

Número de luminarias

Iluminancia NOM-025: 200 lux

No. luminarias = 16 piezas

No. luminarias propuestas: 8

Nivel de iluminación: 100.09 lux

Esta herramienta permite al diseñador obtener el coeficiente de utilización de cualquiera de los tres tipos de luminarias cargadas inicialmente, además de mostrarle el número de luminarias mínimas requeridas para el nivel de iluminación seleccionado, esto, mediante el Método de Cavidades Zonales de la IESNA.

Una vez que se abre la ventana, la figura superior muestra las dimensiones del cuarto simulado, las reflectancias de las cavidades y muros así como las relaciones de cavidad de cuarto, piso y techo, datos necesarios para la determinación del coeficiente de utilización.

Del cuadro inferior izquierdo, el usuario debe elegir de la lista el tipo de luminaria (1, 2 ó 3) de la cual desea calcular su coeficiente de utilización; posteriormente debe hacer clic en el botón “C.U. Luminarias” para calcular los parámetros básicos que lo determinan y obtener el número de luminarias necesarias para el nivel de iluminación NOM-025 de diseño. En el cuadro inferior derecho el diseñador puede hacer clic en la etiqueta blanca “No. luminarias propuestas:” y contestar al cuadro de diálogo un número diferente de luminarias y obtener el nivel de iluminación para tal caso.

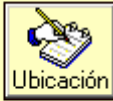
El botón superior izquierdo le permite imprimir un reporte con los datos elegidos por el diseñador.

Una vez utilizada esta ventana tiene la posibilidad de cerrarla sin que afecte el proceso de simulación.

En la parte central de cuadro del Paso 3 se debe indicar el número de luminarias a utilizar para cada tipo de luminaria indicado con anterioridad (Paso 2), la suma de todas las luminarias no puede ser mayor a 200.

Indique cantidad de luminarias y ubicación en cuarto

Luminarias	Cantidad
Luminaria 1	8



Ubicación

El botón “Ubicación” llama a la ventana “Ubicación de luminarias en el espacio”:

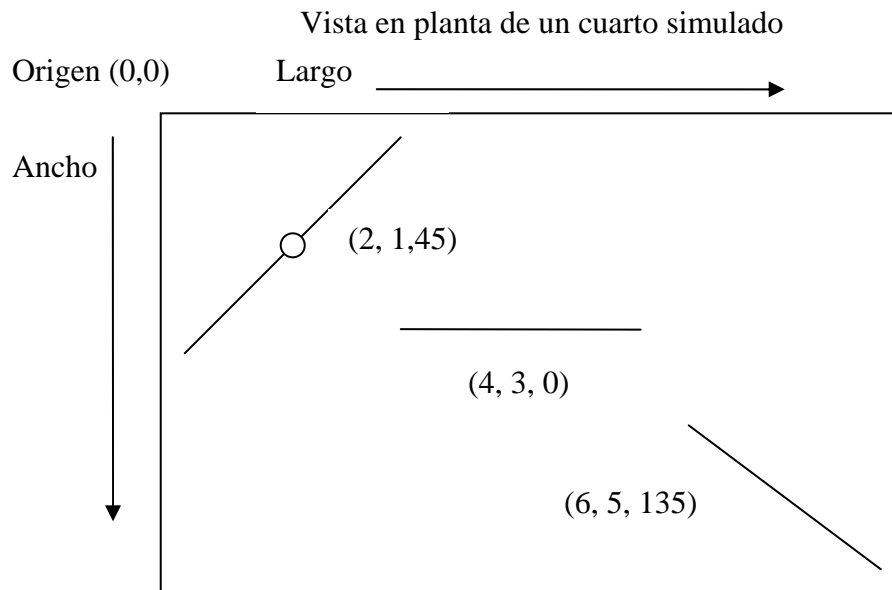
Ubicación de luminarias en el espacio

Recuerde que las dimensiones de su espacio simulado son: a lo largo 12 m y a lo ancho 9 m.

Luminaria	#Luminaria. L1	Largo (m)	Ancho (m)
Luminaria 1	Lum ó Lám 1	3	2
Luminaria 2	Lum ó Lám 2	6	2
Luminaria 3	Lum ó Lám 3	9	2
	Lum ó Lám 4	3	8
	Lum ó Lám 5	6	8
	Lum ó Lám 6	9	8
	Lum ó Lám 7	4	5
	Lum ó Lám 8	8	5

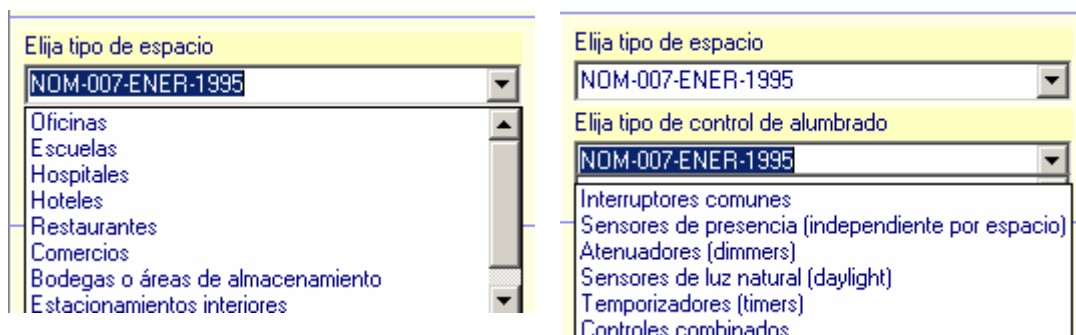
Aceptar Cancelar

Para cada tipo de luminaria deben de escribirse las coordenadas (largo, ancho, giro) de ubicación en el cuarto o espacio interior simulado. El par ordenado (largo, ancho) tiene su origen en la esquina superior izquierda del cuarto visto en planta. La tercera coordenada: “giro”, se usa solo cuando *SIMCLI. Iluminación Interior* determina que una o más de los tres tipos de luminarias utilizadas se comportan como una línea o una superficie y no como un punto en función de las dimensiones del cuarto simulado y de la Regla de las Cinco Veces de la IESNA. La coordenada “giro” indica el ángulo de inclinación o de giro en grados de la luminaria sobre su eje central en el sentido positivo (contrario a las manecillas del reloj) y en vista en planta del cuarto simulado.



SIMCLI. Iluminación Interior no permite el uso de coordenadas repetidas ni de coordenadas en blanco. Una vez colocadas todas las coordenadas se debe hacer clic en el botón “Aceptar”.

En la parte centro – baja del cuadro del Paso 3 se deben elegir las características de diseño en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-1995 referente a Eficiencia Energética en Edificios no residenciales, que incluye la elección de tipo de espacio simulado y la elección de los dispositivos usados para el control de alumbrado.



Una vez completados los pasos antes descritos, el diseñador puede acceder al Paso 4.

Los botones “Categoría Iluminación” y “IESNA SMII”, proporcionan al diseñador herramientas para elegir adecuadamente el nivel de iluminación si no esta seguro de la tarea visual indicada en la NOM-025. El primer botón llama a la ventana “Método de Categoría de Iluminación (IESNA)”, que considera variable como reflectancia de cuarto, edad de los ocupantes e importancia de la rapidez y precisión en el desarrollo de la tarea visual para elegir el nivel de iluminación adecuado.

Método de categoría de Iluminación (IESNA)

Seleccione Referencia (Plano-Trabajo):
Iluminación sobre Plano de Trabajo

Seleccione Tipo de Actividad:
Tareas de alto contraste y objetos grandes

Seleccione Edad promedio de los ocupantes:
Menos de 40 años

Seleccione Demanda de rapidez y precisión:
No Importante

Seleccione Reflectancia de local (%):
Entre 30% y 70%

Calcular

Categoría de Iluminación: D

Recomendación: 200 lx

Aceptar

El segundo botón presenta la ventana “Niveles de Iluminación recomendados por IESNA/SMII”, que se refiere a una base de datos de niveles de iluminación recomendados por la IESNA y la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (SMII) para 105 espacios interiores generales y sus apartados.

Niveles de Iluminación recomendados por IESNA/SMII

Hoteles, Restaurantes, Tiendas y Residencias

Restaurantes y cafeterías

Cocina:

Otras áreas

Iluminación recomendada por I.E.S.N.A. 300 lx

Iluminación recomendada por S.M.I.I. 200 lx

Aceptar

SIMCLI. Simulador de Sistemas de Iluminación. Módulo: Calidad y Cantidad de Luz en Interiores

Archivo Ayuda

Procedimiento

- Datos de cuarto
- Datos de las luminarias
- Definir Características**
- Calcular Componentes
- Mostrar Resultados

Proporcionar número de luminarias, ubicación en el espacio, nivel de iluminación, tipo de lugar y tipo de control de alumbrado.

Proyecto: Comedor Industrial

Área: Cocina 2

Diseñador: Humberto García Flores

Características

Elija T area Visual según NOM-025-STPS-1999
 Requerimiento visual simple

Iluminación recomendada: 200 lx

Si solo usa la Luminaria 1, se recomienda el uso de al menos 17 luminarias para obtener el nivel de iluminación elegido.

Indique cantidad de luminarias y ubicación en cuarto

Luminarias	Cantidad
Luminaria 1	8

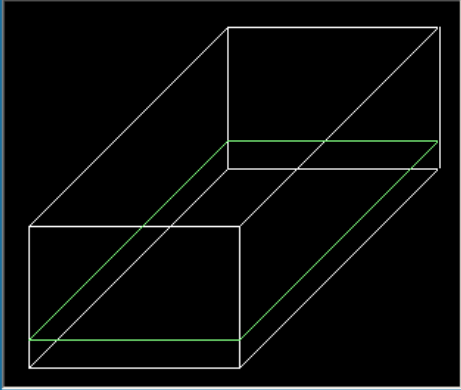
Ubicación

Elija tipo de espacio
 Restaurantes

Elija tipo de control de alumbrado
 Interruptores comunes

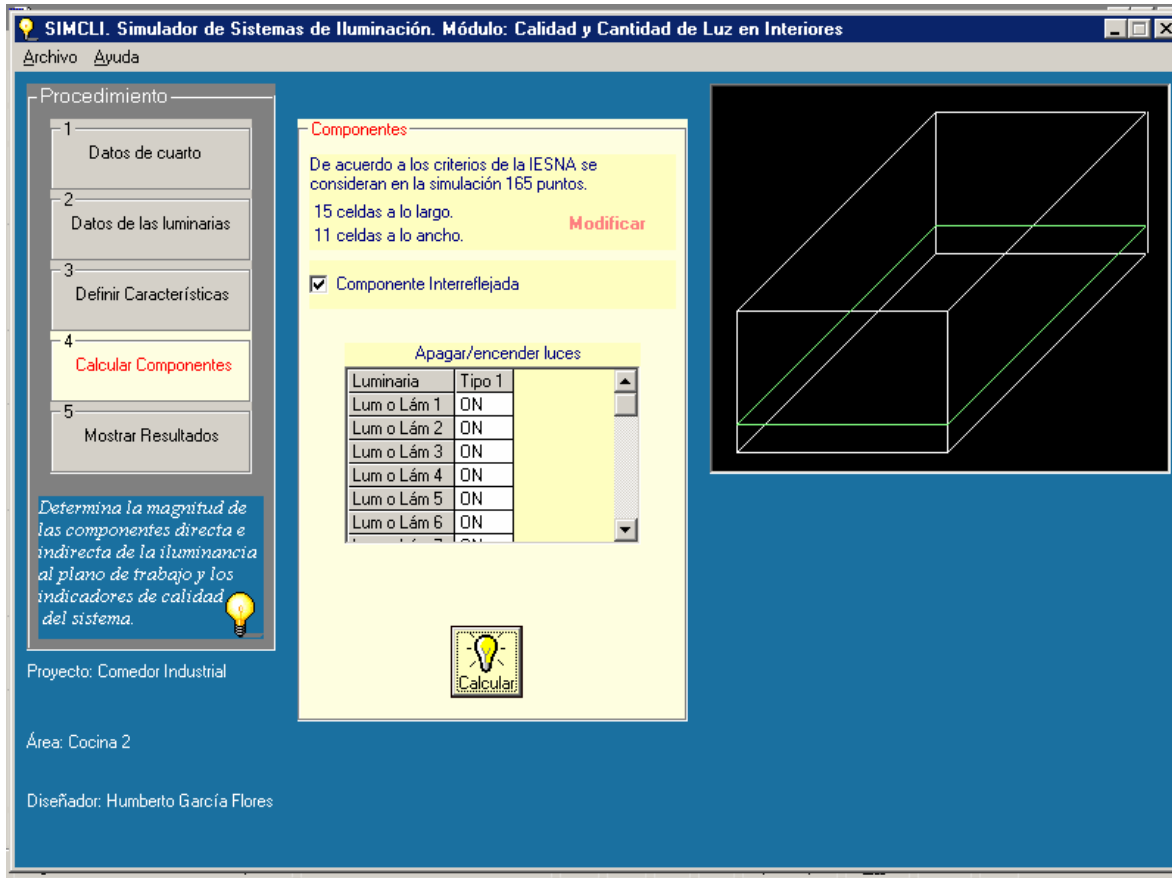
Iluminación recomendada por la IESNA: 300 lx
 Iluminación recomendada por la SMII: 200 lx
 Iluminación por Categoría de Iluminación: 200 lx

Categoría Iluminación IESNA SMII Coeficiente Utilización



4. Calcular Componentes

El cuarto paso de simulación de sistemas de iluminación interiores permite al usuario calcular entre 10 y 32500 puntos de iluminancia al plano de trabajo. *SIMCLI. Iluminación Interior* calcula en base a la Regla de las Cinco Veces de la IESNA un número de puntos iniciales a calcular, que pueden ser modificados por el usuario haciendo clic en la etiqueta roja “Modificar” y respondiendo al cuadro de diálogo con el número de puntos que se desean calcular.



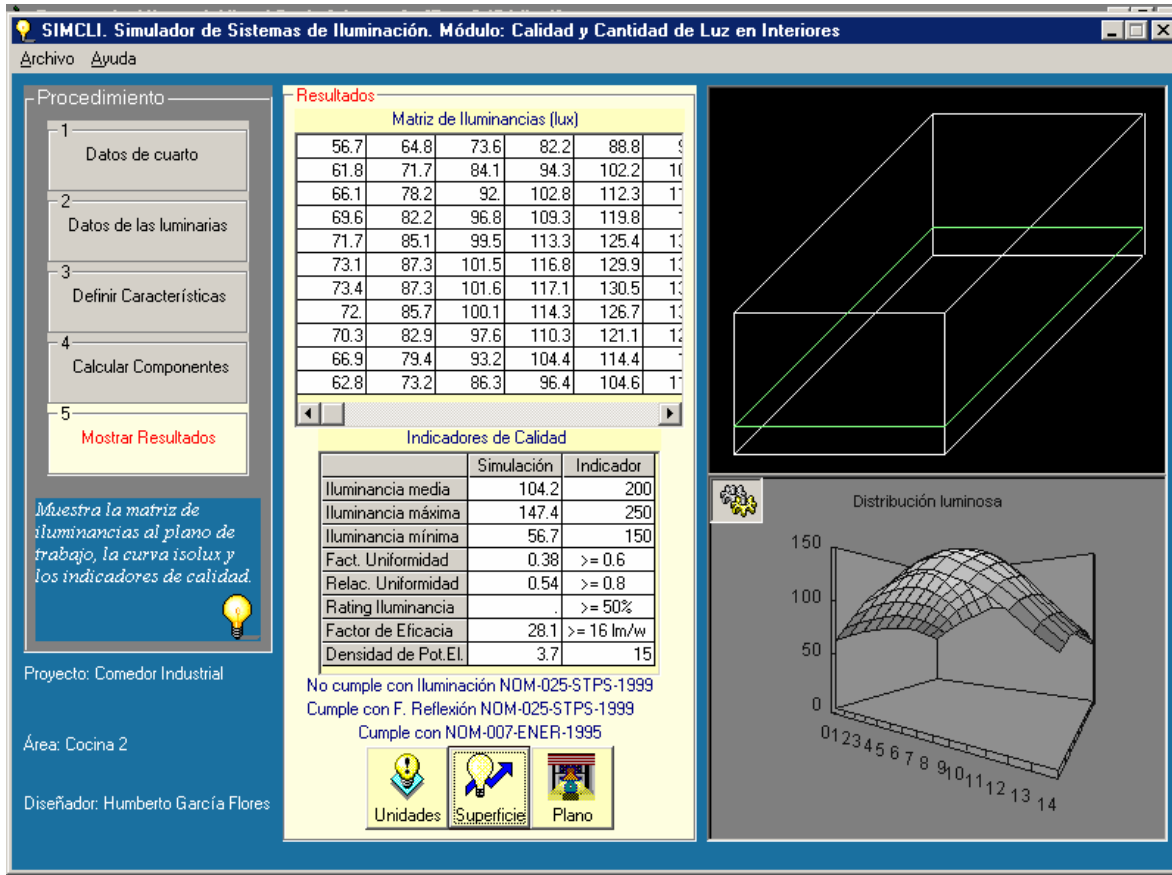
Por defecto *SIMCLI. Iluminación Interior* activa la casilla de verificación de “Componente Interreflejada”, si el usuario desea calcular solo la contribución de las luminarias al plano de trabajo debe desactivar dicha casilla, de lo contrario, calculara también la contribución debida a la reflexión de las paredes, techo y piso.

La tabla “Apagar/encender luces” permite al diseñador observar el efecto de luminarias combinadas en apagado y encendido al plano de trabajo, para cambiar de estado de operación una luminaria solo se debe hacer clic sobre la celda correspondiente.

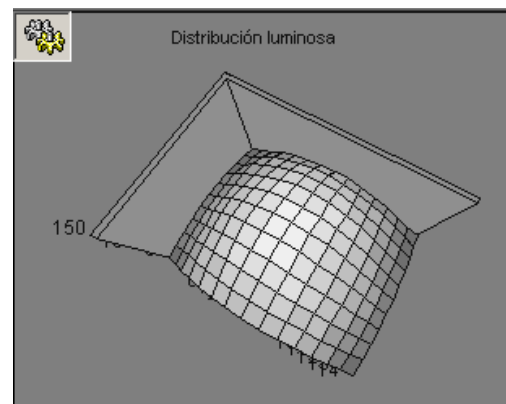
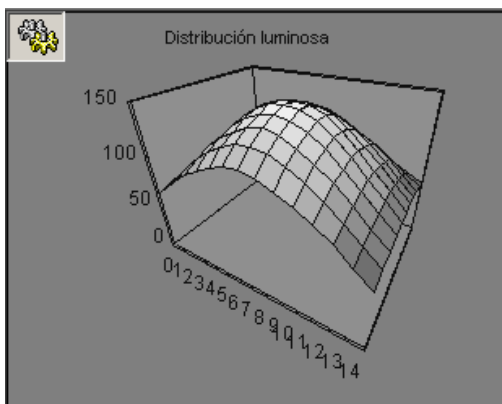
El botón “Calcular” devuelve como respuesta una etiqueta que indica “SIMULACIÓN REALIZADA”, después de calcular la matriz de iluminancias al plano de trabajo, los indicadores de calidad y la superficie de distribución luminosa.

5. Mostrar Resultados

Los resultados que ofrece *SIMCLI. Iluminación Interior* son: matriz de iluminancias al plano de trabajo, indicadores de calidad, superficie de distribución luminosa, dibujo del comportamiento del sistema de iluminación al plano de trabajo, cumplimiento de la NOM-025-STPS-1999 y NOM-007-ENER-1995.



Si se hace clic en el dibujo de la parte superior izquierda de la superficie de distribución luminosa (engranes) el gráfico varía su inclinación permitiendo al usuario ver en distintos puntos de vista dicha superficie.



SIMCLI. Simulador de Sistemas de Iluminación. Módulo: Calidad y Cantidad de Luz en Interiores

Archivo Ayuda

Procedimiento

- Datos de cuarto
- Datos de las luminarias
- Definir Características
- Calcular Componentes
- Mostrar Resultados

Muestra la matriz de iluminancias al plano de trabajo, la curva isolux y los indicadores de calidad.

Proyecto: Comedor Industrial

Área: Cocina 2

Diseñador: Humberto García Flores

Resultados

Matriz de Iluminancias (lux)

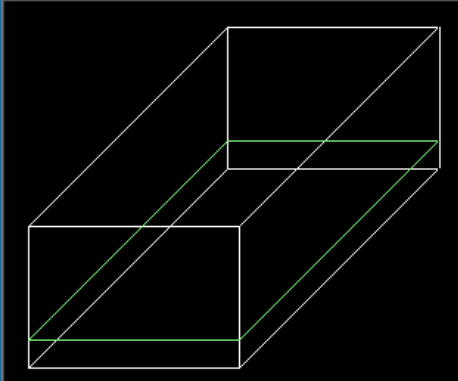
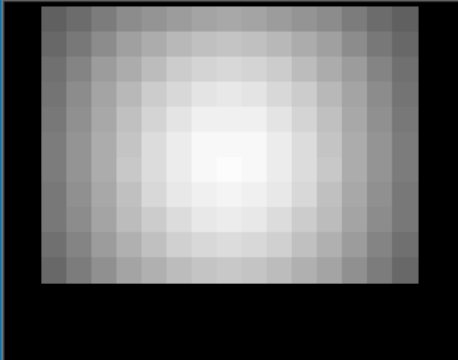
56.7	64.8	73.6	82.2	88.8	92.2
61.8	71.7	84.1	94.3	102.2	108.8
66.1	78.2	92	102.8	112.3	118.8
69.6	82.2	96.8	109.3	119.8	125.8
71.7	85.1	99.5	113.3	125.4	131.8
73.1	87.3	101.5	116.8	129.9	135.8
73.4	87.3	101.6	117.1	130.5	135.8
72	85.7	100.1	114.3	126.7	131.8
70.3	82.9	97.6	110.3	121.1	125.8
66.9	79.4	93.2	104.4	114.4	118.8
62.8	73.2	86.3	96.4	104.6	108.8

Indicadores de Calidad

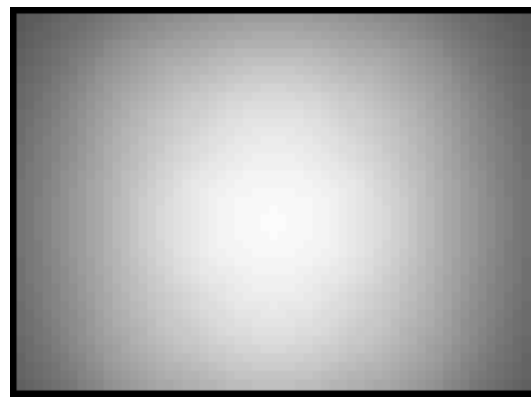
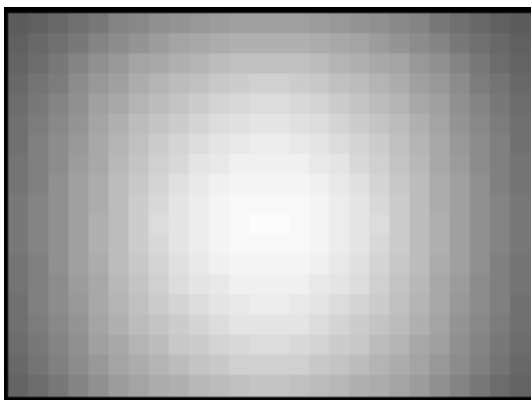
	Simulación	Indicador
Iluminancia media	104.2	200
Iluminancia máxima	147.4	250
Iluminancia mínima	56.7	150
Fact. Uniformidad	0.38	>= 0.6
Relac. Uniformidad	0.54	>= 0.8
Rating Iluminancia	.	>= 50%
Factor de Eficacia	28.1	>= 16 lm/w
Densidad de Pot.El.	3.7	15

No cumple con Iluminación NOM-025-STPS-1999
 Cumple con F. Reflexión NOM-025-STPS-1999
 Cumple con NOM-007-ENER-1995

Unidades Superficie Plano

El botón “Plano” muestra el dibujo del comportamiento de la luz al plano de trabajo, mientras más puntos sean evaluados mejor resulta el gráfico, en el dibujo anterior se simulan 165 puntos, en los dibujos posteriores se muestra el comportamiento del mismo plano simulando 500 y 2500 puntos respectivamente:



El botón “Unidades” permite el cambio de unidad de iluminación a su equivalente en el sistema inglés (10.76 lx = 1 foot-candle), o viceversa.

La matriz de iluminancias muestra el valor de iluminación del total de puntos simulados, es posible utilizar las barras de desplazamiento para abarcar todas las celdas. El usuario puede identificar la coordenada de cualquier punto simulado haciendo clic sobre la celda y leyendo el texto en amarillo.

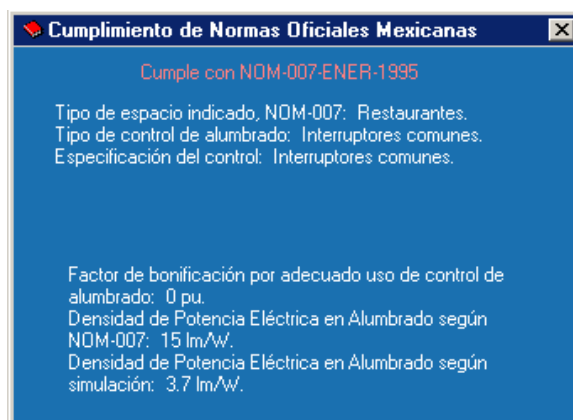
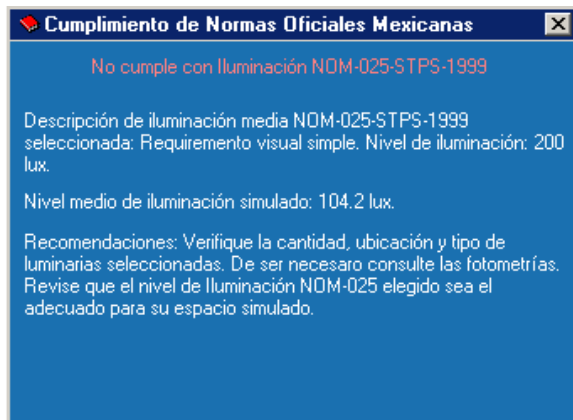
Matriz de Iluminancias (lux)					
145.5	145.8	145.9	145.8	145.5	
146.1	146.5	146.7	146.5	146.1	
146.8	147.1	147.4	147.1	146.8	
147.3	147.4	147.4	147.4	147.3	
147.2	147.4	147.4	147.4	147.2	
146.7	147	147.4	147	146.7	
146.	(Largo, Ancho) = (6., 5.128) m				146.
145.3	145.6	145.7	145.6	145.3	
144.5	144.7	144.8	144.7	144.5	
143.	143.3	143.4	143.3	143.	
141.8	142.	142.1	142.	141.8	

Si hace clic sobre el título “Matriz de Iluminancias (lux)” se muestra la ventana “Matriz de Iluminancias”

Matriz de Iluminancias															
Largo: 12 m.		Puntos simulados: 165.		Ajustar Filas				Ajustar Columnas							
Ancho: 9 m.		Puntos a lo largo: 15.		Reducir		Aumentar		Reducir		Aumentar					
Puntos a lo ancho: 11.															
metros	.4	1.2	2.	2.8	3.6	4.4	5.2	6.	6.8	7.6	8.4	9.2	10.	10.8	11.6
.41	56.7	64.8	73.6	82.2	88.8	93.5	97.6	98.6	97.6	93.5	88.8	82.2	73.6	64.8	56.7
1.23	61.8	71.7	84.1	94.3	102.2	107.9	113.6	115.	113.6	107.9	102.2	94.3	84.1	71.7	61.8
2.05	66.1	78.2	92.	102.8	112.3	119.8	126.2	127.8	126.2	119.8	112.3	102.8	92.	78.2	66.1
2.86	69.6	82.2	96.8	109.3	119.8	128.	134.9	136.9	134.9	128.	119.8	109.3	96.8	82.2	69.6
3.68	71.7	85.1	99.5	113.3	125.4	134.9	140.5	142.5	140.5	134.9	125.4	113.3	99.5	85.1	71.7
4.5	73.1	87.3	101.5	116.8	129.9	139.9	145.2	146.7	145.2	139.9	129.9	116.8	101.5	87.3	73.1
5.32	73.4	87.3	101.6	117.1	130.5	139.9	145.9	147.4	145.9	139.9	130.5	117.1	101.6	87.3	73.4
6.14	72.	85.7	100.1	114.3	126.7	136.4	141.8	143.6	141.8	136.4	126.7	114.3	100.1	85.7	72.
6.95	70.3	82.9	97.6	110.3	121.1	129.5	136.4	138.6	136.4	129.5	121.1	110.3	97.6	82.9	70.3
7.77	66.9	79.4	93.2	104.4	114.4	122.	128.6	130.	128.6	122.	114.4	104.4	93.2	79.4	66.9
8.59	62.8	73.2	86.3	96.4	104.6	110.7	116.6	118.5	116.6	110.7	104.6	96.4	86.3	73.2	62.8

Con fines de impresión de reporte de simulación el usuario debe ajustar la matriz al tamaño del cuadro, para ello se usan los botones “Aumentar” y “Reducir” o bien arrastrar el tamaño de celda de forma manual.

Por debajo del cuadro de “Indicadores de Calidad” se muestran tres etiquetas que indican el cumplimiento de la NOM-025-STPS-1999 y NOM-007-ENER-1995, si hace clic sobre ellas se muestra la ventana que hace referencia a las razones que dan origen a la afirmación de la frase.



PROCESOS INTEGRALES

Abrir y Guardar.

Desde el menú Archivo se tiene acceso a la Opción Abrir y Guardar. *SIMCLI. Iluminación Interior* permite guardar simulaciones desde el primer paso de diseño. La extensión electrónica para guardar y abrir documentos es (*.sim). El tamaño de las simulaciones al guardarse dependen del número de puntos simulados, por lo que debe considerarse que por cada punto simulado se requieren aproximadamente 1.4 kb de espacio en disco.

Imprimir

SIMCLI. Iluminación Interior permite la impresión, desde el Menú Archivo, de un reporte final de simulación; si el usuario requiere impresiones de fotometrías o número de luminarias necesarias deberá imprimirlas directamente en el botón correspondiente del Paso 2 y Paso 3, respectivamente.

Para la impresión del reporte final se requiere que el usuario haya realizado por completo la simulación. Se deberá configurar la matriz de iluminancias al tamaño del cuadro de la ventana “Matriz de iluminancias” del Paso 5; además se debe dibujar el gráfico de comportamiento de la luz al plano de trabajo, de no ser así, no aparecerá en el reporte. Para imprimir buenos resultados gráficos y configurar adecuadamente la matriz de iluminancias se recomienda “Calcular” dos veces (Paso 4) la simulación; la primera con no más de 200 puntos para configurar adecuadamente la matriz de iluminancias; la segunda, con los puntos que el diseñador considere pertinentes para mejorar los resultados gráficos.