

Diapositiva 1

UTN°
Módulo4-B
Peligro Ambiente Lumínico

Cátedra: HIGIENE, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Carrera: ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO



Esp. Ing. Jorge Norrito
Esp. Ing. Armando Furlani

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 1

Diapositiva 2

OBJETIVOS DE LA UNIDAD

- Formar observadores de fallo sobre condiciones ópticas en puestos de trabajo
- Promover el desarrollo del juicio crítico para la evaluación de situaciones que produzcan enfermedades profesionales a mediano o largo plazo por iluminación incorrecta
- Dar un cuadro de conocimientos básicos que permita tomar conciencia del grado de exposición
- Dar la comprensión al alumno sobre la importancia de sus conocimientos básicos y la forma de gestionarlos en favor de la calidad de los puestos de trabajo



CONTENIDO DE LA UNIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. GLOSARIO
3. MARCO TEÓRICO
4. MEDIDAS DE CONTROL
5. ANEXOS
6. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 2

Diapositiva 3

LUZ

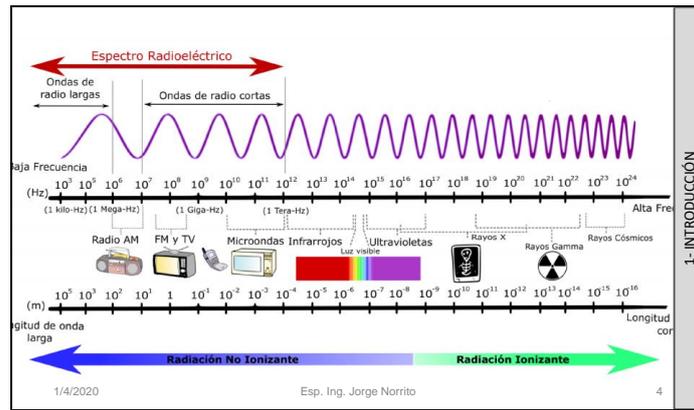
Definición:
Radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano.

1- INTRODUCCIÓN

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 3

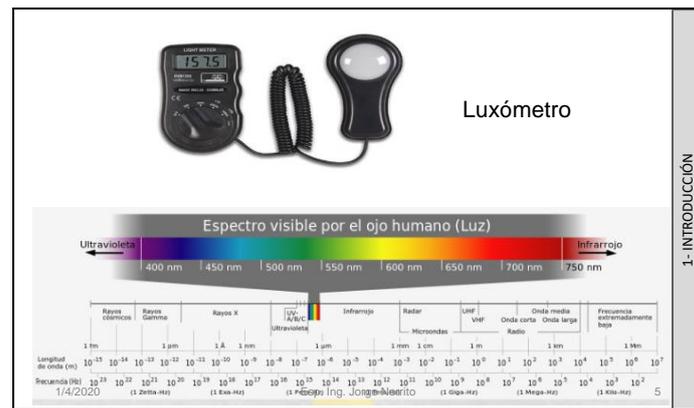
Una distribución inadecuada de la luz puede conducir a situaciones que provoquen dolores de cabeza, incomodidad visual, errores, fatiga visual, confusiones, accidentes y sobre todo pérdida de visión.

Diapositiva 4



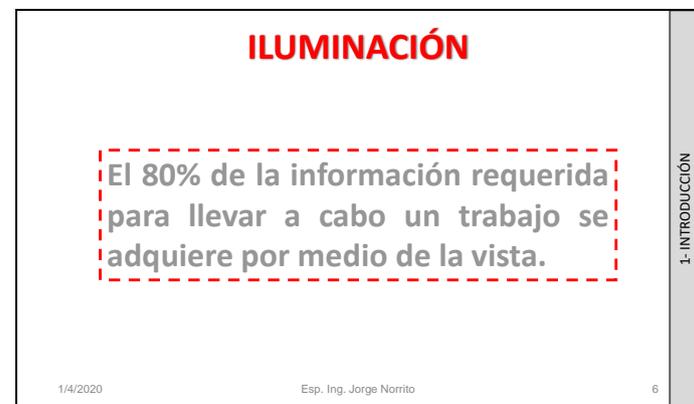
Una forma de entender la ubicación del ESPECTRO VISIBLE es analizándolo en función de la FRECUENCIA.

Diapositiva 5



Otra forma de ver el espectro visible para la comprensión del espectro es analizarlo en función de la LONGITUD DE ONDA

Diapositiva 6



Se analizará la importancia de la ILUMINACIÓN para el CONFORT del ambiente de trabajo.

Diapositiva 7

3 - MARCO TEÓRICO

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONFORT VISUAL

- **NIVEL DE ILUMINACIÓN**
- **DESLUMBRAMIENTO**
- **CONTRASTES**
- **EFFECTO ESTROBOSCÓPICO**

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 7

NIVEL DE ILUMINACIÓN los puestos de trabajo preferentemente deben estar iluminados con **luz natural**. Si no fuera posible se requiere una adecuada **iluminación generalizada** y de ser necesario una correcta **iluminación localizada**

DESLUMBRAMIENTO corresponde una correcta distribución en la iluminación. La existencia de puntos con excesos de luz pueden ocasionar deslumbramientos peligrosos

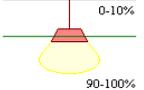
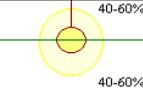
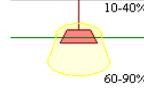
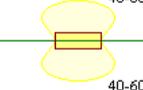
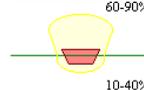
CONTRASTES el equilibrio entre la iluminancia de un objeto y las superficies que el trabajador tiene al alcance de la vista debe ser el correcto.

EFFECTO ESTROBOSCÓPICO son incompatibles las lámparas que tiene efecto estroboscópico con máquinas que desarrollan altas revoluciones

Diapositiva 8

ILUMINACION

Clasificación de los LUMINARIAS según las características Ópticas:

<p>Directa</p> <p>0-10%</p>  <p>90-100%</p>	<p>General Difusa</p> <p>40-60%</p>  <p>40-60%</p>	<p>Semi-Directa</p> <p>10-40%</p>  <p>60-90%</p>
<p>Indirecta</p> <p>90-100%</p>  <p>0-10%</p>	<p>Directa-Indirecta</p> <p>40-60%</p>  <p>40-60%</p>	<p>Semi-Directa</p> <p>60-90%</p>  <p>10-40%</p>

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 8

En el mercado hay una gran cantidad de opciones de fuentes de luz artificial y luminarias que permitirán resolver cualquier problemática como NIVEL DE ILUMINACIÓN, DESLUMBRAMIENTO, CONTRASTE, COLOR, EFFECTO ESTROBOSCÓPICO, etc.

Diapositiva 9

MAGNITUDES Y UNIDADES

- **Flujo luminoso** → Potencia luminosa que emite la fuente de luz, se mide en **Lumen (Lm)**
- **Nivel de iluminación** → Nivel de luz que incide sobre un objeto, se mide en **Lux (Lux)**
 - **Lux** → Nivel de iluminación de 1m² cuando recibe un flujo de 1 lumen.

$$\text{Lux} = \frac{\text{Lm}}{\text{m}^2}$$

Intensidad luminosa → Forma en que se distribuye la luz en una dirección, se mide en candelas (Cd)

3- MARCO TEÓRICO

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 9

Diapositiva 10

MAGNITUDES Y UNIDADES

- **Luminancia** → Cantidad de luz que emite una superficie (brillo o reflejo), se mide en candelas por unidad de superficie.
$$\text{Lum} = \frac{\text{Cd}}{\text{m}^2}$$
- **Luxómetro** → Convierte la energía lumínica en impulsos eléctricos.
- **Contraste** → Diferencia de luminancias entre un objeto y su entorno, o bien entre diferentes partes de un objeto.
- **Factor de reflexión** → Proporción de la luz recibida que refleja una superficie. Es propio de cada material y su valor oscila entre 0 y 1.

3- MARCO TEÓRICO

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 10

Diapositiva 11

NIVEL DE ILUMINACIÓN

Factores físicos a tener en cuenta para determinarlos:

- **Tamaño** de detalles que se deban visualizar.
- **Distancia** entre el ojo y el objeto observado.
- **Factores de reflexión** del objeto observado.
- **Contrastes** entre los detalles y el fondo del objeto.
--A mayor contraste, menor iluminación necesaria--
- **Color**

3- MARCO TEÓRICO

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 11

Diapositiva 12

NIVEL DE ILUMINACIÓN

Factores personales a tener en cuenta en la iluminación:

- **Agudeza visual.**
 - ✓ Color de la luz.
 - ✓ Contrastes.
 - ✓ Luminancia.
- **Acomodación** → Formar una imagen nítida.
- **Adaptación** → Capacidad del ojo para adaptarse a la luz.

En los pasillos se miden los lux al nivel del suelo.
En tareas con un plano de trabajo y una altura no específica de trabajo se suele medir a 80-90 cm. del suelo.

3- MARCO TEÓRICO

1/4/2020 12

Diapositiva 13

EL COLOR

Hay que considerar que color de luz se utilizará.

- **Grupo I** → Colores de aspecto cálido, blancas-rojizas; para locales residenciales y para ambientes más fríos.
- **Grupo II** → Colores de aspecto intermedio, blanco, blanco-amarillento; para locales de trabajo (oficinas).
- **Grupo III** → Colores fríos, azulados, blanco-azulado; para locales muy calurosos y tienen más potencia lumínica.

Negro → Absorbe la luz.
Blanco → Refleja la luz.

3- MARCO TEÓRICO

1/4/2020 13
Esp. Ing. Jorge Norrito

Diapositiva 14

PATOLOGÍAS POR PROBLEMAS DE ILUMINACIÓN

Consecuencias de una iluminación inadecuada

- Dolores de Cabeza
- Incomodidad visual
- Errores
- Fatiga
- Confusiones
- Incremento de la tasa de accidentes
- Fatiga postural

3- MARCO TEÓRICO

1/4/2020 14
Esp. Ing. Jorge Norrito

Diapositiva 15

Zonas, Actividades, Tareas	ISO 8995/89 Gama de Valores LUX	OGSHT Valores Mínimo LUX
Áreas de Trabajo o de circulación exterior	20-30-50	20
Áreas de Circulación: Orientación o estancias cortas	50-100-150	50
Áreas no utilizadas para trabajar	100-150-200	100
Tareas con exigencias visuales escasas	200-300-500	200
Tareas con exigencias visuales medias	300-500-750	300
Tareas con exigencias visuales	500-750-1000	500 a 1000
Tareas con exigencias visuales difíciles	750-100-1500	
Tareas con exigencias visuales particulares	1000-1500-2000	
Tareas que requieren una precisión visual grande	>2000	1000

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 15

Diapositiva 16

TABLA 1
Intensidad media de iluminación para diversas
Clases de tarea visual
(Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)

Clases de tarea visual	Iluminación sobre plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
Vision ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. En lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos: inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente críticas y prolongadas, con detalles medianos.	300 a 750	Trabajos medianos: mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como, lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste.	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste.	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices, inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	3000 5000 a 10.000	Trabajo fino de relojería y reparación. Casos especiales: como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 16

Diapositiva 17

PREVENCIONES

Generar un ambiente que tenga el nivel de luz adecuada para la actividad que se desarrolle.

Realizar mediciones:

Método Renault (RNUR): Método de los Perfiles de Puestos: Determina los niveles de Iluminación en relación a la naturaleza del trabajo

Método LEST: Establece la "Guía de Observación", estudia la iluminación en función de: Nivel de Iluminación en el puesto de trabajo, Nivel de Iluminación General, Grado de Contraste, Deslumbramiento, Tipo de Iluminación).

Método EWA: Consiste una descripción sistemática y cuidadosa del puesto de trabajo, para la que se utilizan observaciones y entrevistas.

Realizar correcciones: trabajando sobre la intensidad y la posición de los artefactos

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 17

Diapositiva 18

PROCESO DE VERIFICACIÓN DEL CONFORT LUMÍNICO.

a-Reconocimiento

La información que debe recabarse y registrarse es la siguiente:

- Plano de distribución de áreas, luminarias, maquinaria y equipo.
- Descripción del proceso de trabajo.
- Descripción del puesto de trabajo.
- Número de trabajadores por área de trabajo.
- Reportes de los trabajadores sobre deslumbramientos, faltas de luz,

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 18

5- ANEXOS

El propósito del reconocimiento, es determinar las áreas y puestos de trabajo que cuenten con una deficiente iluminación o que presenten deslumbramiento, faltas de luz, excesivo contraste, etc. para lo cual se deben considerar los reportes de los trabajadores y realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde haya trabajadores, así como recabar la información técnica y administrativa que permita seleccionar las áreas y puestos de trabajo por evaluar.

Diapositiva 19

CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN ÓPTIMA EN UN LOCAL

b-Evaluación



1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 19

5- ANEXOS

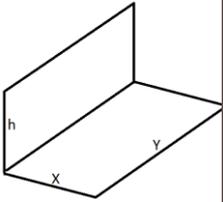
Diapositiva 20

b-Evaluación

El valor del índice para establecer el número de zonas a evaluar, está dada por la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{(x)+(y)}{h \cdot (x+y)}$$

donde:
IC =índice del área.
(x,y) = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.
h = Altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.



1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 20

5- ANEXOS

Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la tabla (siguiente diapositiva), y realizar la medición en lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas. En caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B, (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la tabla.

Diapositiva 21

b-Evaluación

ÍNDICE DE ÁREA	A) NÚMERO MÍNIMO DE ZONAS A EVALUAR	B) NÚMERO DE ZONAS A CONSIDERAR POR LA LIMITACIÓN
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC < 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 21

5- ANEXOS

Esto significa que al coincidir los puntos focales de las lámparas con los puntos determinados para el análisis, se debe incrementar los puntos de análisis para colocarse en una situación más desfavorable.

Diapositiva 22

b-Evaluación



En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo, y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.



1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 22

5- ANEXOS

La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación. Se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación. La evaluación debe realizarse y registrarse al menos cada dos años, o antes si se modifican las tareas visuales, el área de trabajo o los sistemas de iluminación.

Diapositiva 23

b-Evaluación

Factor de Reflexión es la relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre ella.

$$R = \frac{\text{Iluminación Reflejada}}{\text{Iluminación Incidente}}$$

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 23

5- ANEXOS

Medición de la reflexión. Se coloca la célula del luxómetro de cara a la superficie en la que se hizo la medición de la ILUMINACIÓN INCIDENTE. Se retira la célula, lentamente, de 10 a 15 cms. de la superficie. Se registra la lectura A (Iluminación reflejada). Se coloca la célula sobre la superficie, orientada en sentido contrario. Se registra la lectura B (Iluminación incidente). Dividiendo la lectura A entre la lectura B obtiene un valor aproximado del factor de reflexión de la superficie medida. (ver sig. tabla)

Diapositiva 24

b-Evaluación

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXIÓN.

CONCEPTO	NÍVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXIÓN K_r
TECHOS	90 %
PAREDES	60 %
PLANO DE TRABAJO	50 %
SUELOS	50 %

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 24

5- ANEXOS

NOTA: Se considera que existe deslumbramiento en las áreas y puestos de trabajo, cuyo K_r supere los valores de la tabla.

Diapositiva 25

b-Evaluación

En caso de no verificarse los valores requeridos de tabla 1 o no verificar el FACTOR DE REFLEXIÓN se deberán tomar medidas modificando las luminarias:

- Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión del trabajador;
- Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores;
- Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad;
- Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 25

5- ANEXOS

Si en el resultado de la evaluación se observa que los niveles de iluminación en los puntos de medición para las tareas visuales o áreas de trabajo están por debajo de los niveles indicados por la norma, o que los factores de reflexión estén por encima de lo establecido, se debe dar mantenimiento, modificar el sistema de iluminación o su distribución, y en caso necesario, instalar la iluminación complementaria o localizarla donde se requiera de una mayor iluminación, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

Diapositiva 26

c-Criterios de diseño de iluminación artificial

Para los ámbitos de trabajo se utilizan tres tipos de iluminación artificial:

- Iluminación general uniforme
- Iluminación general con apoyo de iluminación localizada
- Iluminación general localizada

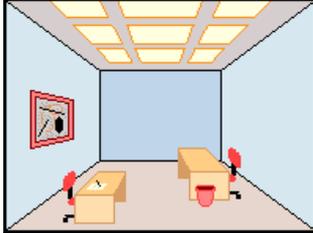
1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 26

5- ANEXOS

Diapositiva 27

c-Criterios de diseño

1) Iluminación general uniforme



La distancia entre luminarias no deberá exceder de un $\frac{1}{2}$ de la altura de la fuente por encima del plano de trabajo.

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 27

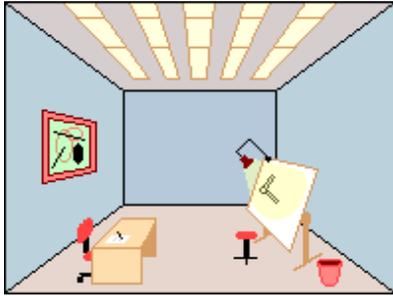
5- ANEXOS

Una instalación de iluminación general uniforme es aquella en que las luminarias se distribuyen de tal forma que se obtenga una iluminación uniforme en todos los posibles planos de trabajo.

Diapositiva 28

c-Criterios de diseño

2) Iluminación general con apoyo de iluminación localizada



1/4/2020 28

5- ANEXOS

Se complementa la iluminación general con puntos de luz en lugares concretos en los que se requiere un nivel de iluminación más elevado. Este es el caso del trabajo con una máquina de coser donde se requiere un nivel de iluminación alto en el área donde la aguja trabaja.

Diapositiva 29

c-Criterios de diseño

Si, en este caso, la iluminación general no es la adecuada, se puede producir un contraste elevado entre la pequeña área que requiere la visión individual y la periferia. Por ello, se debe establecer que la iluminación general no sea inferior a tres veces la raíz cuadrada de la iluminación localizada requerida:

$$I_g > 3 \cdot \sqrt{I_i}$$

Ig = Iluminación general
Ii = Iluminación localizada

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 29

5- ANEXOS

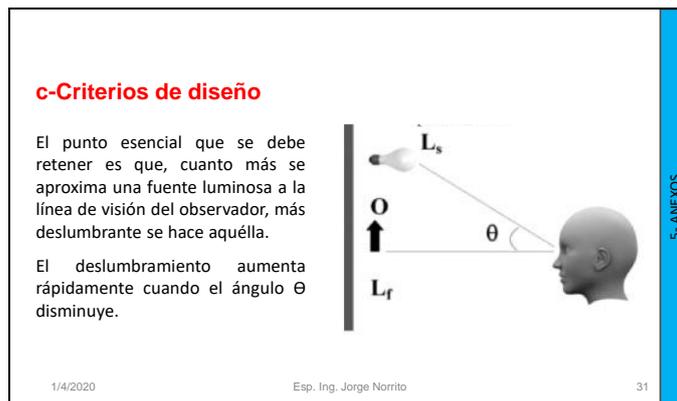
Diapositiva 30



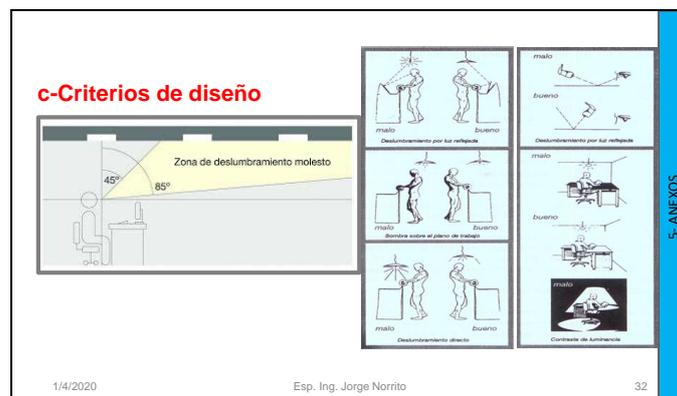
Si se conoce la ubicación de cada puesto de trabajo, se pueden distribuir las luminarias de forma que se proporcione a cada puesto el nivel de iluminación adecuado, sin que generen problemas de brillos y reflejos. Se deben distribuir las luminarias de forma que la luz incida en los escritorios de forma lateral.

Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de los deslumbramientos es el ángulo en el que se ve el foco luminoso.

Diapositiva 31



Diapositiva 32



Es posible reducir el reflejo de alguna superficie con el uso de superficies que no brillan o color mate y con una orientación diferente de la superficie de trabajo o tarea, además de las modificaciones recomendadas para el reflejo directo.

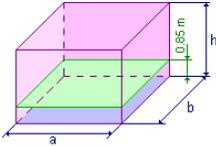
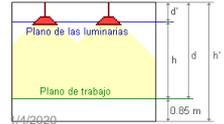
Tanto el color como la textura tienen efectos psicológicos en las personas. Los analistas usan colores para reducir los contrastes fuertes, aumentar la reflectancia, resaltar los peligros y llamar la atención a ciertas características del entorno de trabajo.

Diapositiva 33

EJEMPLO

DATOS DE ENTRADA

- 1- Geometría del Local
- 2- Nivel de Iluminancia Media
- 3- Selección del tipo de Lámparas
- 4- Selección del tipo de alumbrado.
- 5- Determinación de la altura de suspensión

h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias
 h': altura del local
 d: altura del plano de trabajo al techo
 d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 33

Diapositiva 34

6-Altura recomendada de luminarias

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 34

Diapositiva 35

7- Cálculo del índice de local K en función de las dimensiones del local



Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Donde **k** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

1/4/2020 Esp. Ing. Jorge Norrito 35

Diapositiva 36

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
Suelo	oscuro	0.1
	claro	0.3

8- Determinar los **coeficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

9-Factor de utilización (η) a partir del índice de local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice de local.

Tipo de aparato de iluminación	Índice de local (k)	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	36	22	16	25	22	16	26	22	16
	1.2	31	27	20	30	27	20	30	27	20
	1.5	29	32	26	36	33	26	36	33	26
	2	45	40	35	44	40	35	44	40	35
	2.5	52	48	41	49	46	41	49	46	41
	3	54	50	45	53	50	45	53	50	45
	4	55	51	46	54	51	46	54	51	46
	5	63	60	56	63	60	56	63	60	56
	6	68	63	60	68	63	60	68	63	60
	10	73	67	64	73	67	64	73	67	64

1/4/2020

Esp. Ing. Jorge Norrito

36

5- ANEXOS

Diapositiva 37

Ambiente	Factor de mantenimiento (f _m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

10- Factor de mantenimiento.

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

11- Flujo luminoso total

- Φ_T es el flujo luminoso total
- E es la iluminancia media deseada
- S es la superficie del plano de trabajo
- η es el factor de utilización
- f_m es el factor de mantenimiento

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

12- Cálculo número Luminarias

- N es el número de luminarias
- Φ_T es el flujo luminoso total
- Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara
- n es el número de lámparas por luminaria

1/4/2020

Esp. Ing. Jorge Norrito

37

5- ANEXOS