

MATERIAL COMPLEMENTARIO

Tablas, ábacos y fórmulas
de aplicación



INT3B
INSTALACIONES 3B

Docentes:

Esp.Arq. Miriam Agosto
Arq. María del C. Zárate
Ing. Pablo Bobatto
Arq. Claudia Branco
Arq. Maximiliano Gutiérrez



Universidad
Nacional
de Córdoba

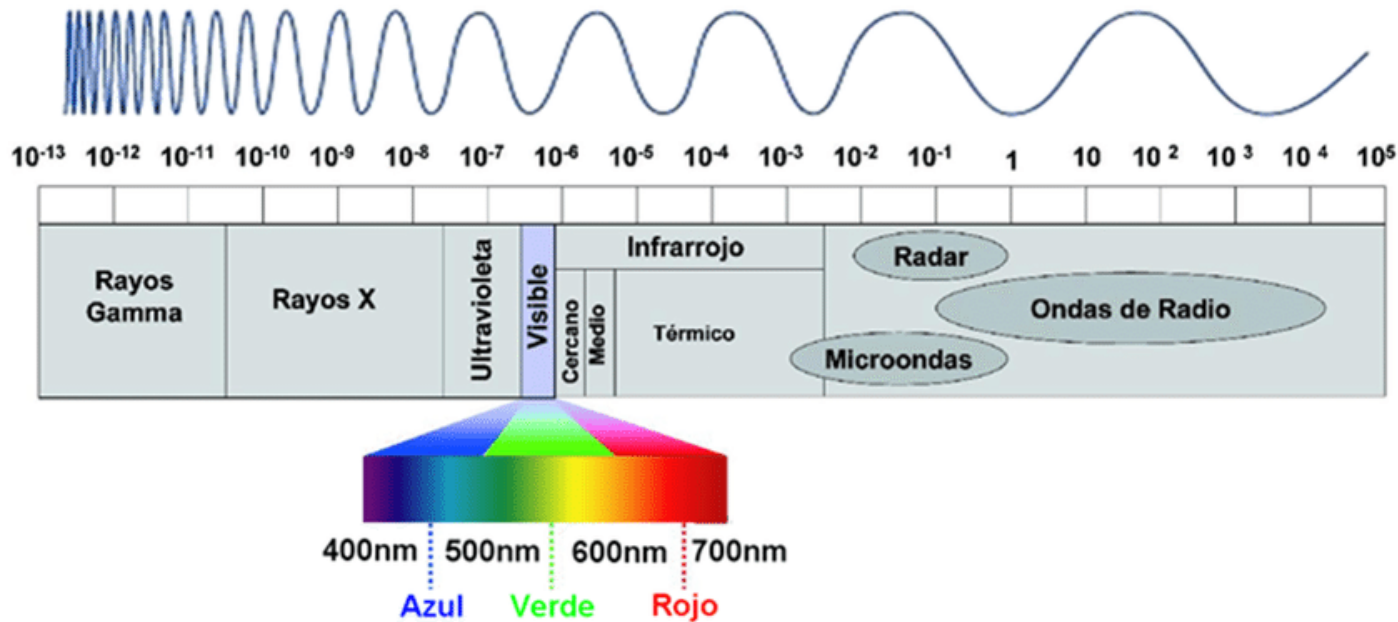


FAUD
Facultad de Arquitectura,
Urbanismo y Diseño

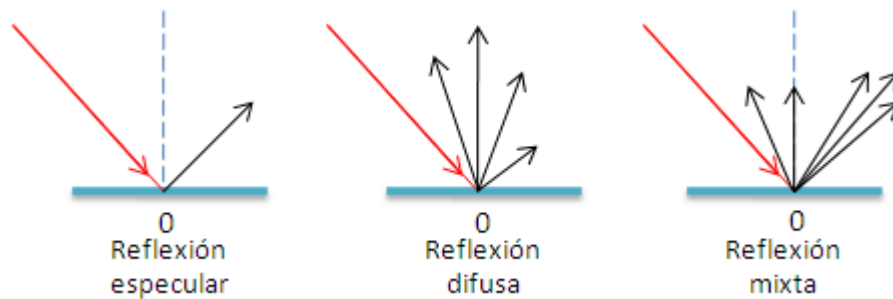
CARRERA DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

Espectro electromagnético.

Longitud de onda (λ) en metros.



REFLEXION DE LA LUZ: CARACTERISTICAS

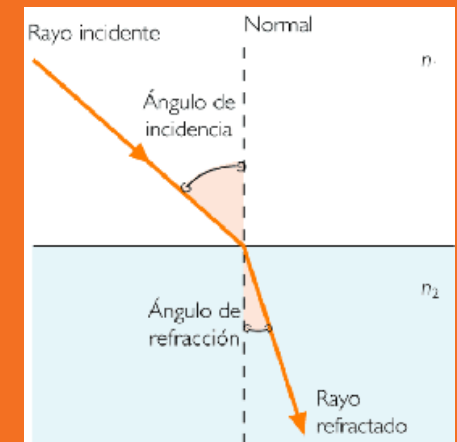


FÓRMULAS - CONCEPTOS

REFLEXION DE LA LUZ

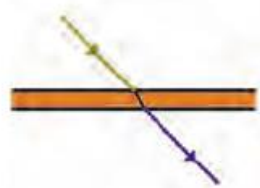
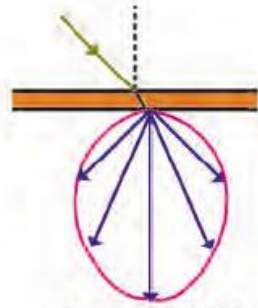
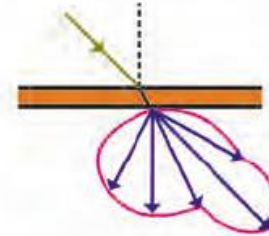


REFRACCIÓN DE LA LUZ



MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

TRANSMISION DE LA LUZ: CARACTERISTICAS

Transmisión
regularTransmisión
difusaTransmisión
mixta

CLASIFICACION DE MATERIALES SEGÚN SU TRANSMISIVIDAD A LA LUZ

Cuerpos Transparentes	Son aquellos que permiten el paso de la luz .Los objetos pueden verse a través de ellos. Ej. Vidrio.
Cuerpos Translucidos	Son aquellos que permiten el paso relativo de la luz provocando un efecto difuso de la misma. Los objetos no pueden verse con claridad definida a través de ellos. Ej. Vidrio esmerilado, opalino,etc.
Cuerpos Opacos	Son aquellos que no permiten el paso de la luz .Los objetos no pueden verse a través de ellos. Ej. Hormigón, metales, ladrillo,etc.

TABLA 1: REFLECTANCIAS DE COLORES Y MATERIALES

Color	Factor de reflexión
Blanco	0.70 - 0.85
Techo acústico blanco, con orificios	0.50 - 0.65
Gris claro	0.40 - 0.50
Gris oscuro	0.10 - 0.20
Negro	0.03 - 0.07
Crema, amarillo claro	0.50 - 0.75
Marrón claro	0.30 - 0.40
Marrón oscuro	0.10 - 0.20
Rosa	0.45 - 0.55
Rojo claro	0.30 - 0.50
Rojo oscuro	0.10 - 0.20
Verde claro	0.45 - 0.65
Verde oscuro	0.10 - 0.20
Azul claro	0.40 - 0.55
Azul oscuro	0.05 - 0.15
Material	Factor de Reflexión
Mortero claro	0.35 - 0.55
Mortero oscuro	0.20 - 0.30
Hormigón claro	0.30 - 0.50
Hormigón oscuro	0.15 - 0.25
Arenisca clara	0.30 - 0.40
Arenisca oscura	0.15 - 0.25
Ladrillo claro	0.30 - 0.40
Ladrillo oscuro	0.15 - 0.25
Mármol blanco	0.60 - 0.70
Granito	0.15 - 0.25
Madera clara	0.30 - 0.50
Madera oscura	0.10 - 0.25
Espejo de vidrio plateado	0.80 - 0.90
Aluminio mate	0.55 - 0.60
Aluminio anonizado y abrantado	0.80 - 0.85
Acero pulido	0.55 - 0.65
Cobre	0.48 - 0.50
Cromo pulido	0.60 - 0.70
Cromo mate	0.52 - 0.55
Madera clara de abedul y arce	0.55 - 0.65
Madera de roble, laqueada clara	0.40 - 0.50
Madera de roble, laqueada oscura	0.15 - 0.40
Madera de caoba o nogal	0.15 - 0.40

MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

TABLA 2: MAGNITUDES Y UNIDADES DE LUMINOTECNIA

Magnitud	Fórmula	Unidad
Flujo luminoso	Φ	Lumen
Eficiencia Lumiosa	$\rho = \Phi/W$	Lumen/watio
Iluminancia (nivel de iluminación)	$E = \Phi/S$	Lumen / m ² = Lux
Intensidad luminosa	$I = \Phi/\omega$	Candela
Luminancia	$L = I/S$	Candela / m ²

TABLA 3: FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS

α	$\cos^3$	CÁLCULOS DE $\cos^3$ PARA DIFERENTES VALORES ANGULARES	α	$\cos^3$
0°	1.00		50°	0.266
5°	0.989		55°	0.189
10°	0.955		60°	0.126
15°	0.901		65°	0.075
20°	0.830		70°	0.040
25°	0.744		75°	0.017
30°	0.650		80°	0.005
35°	0.550		85°	0.001
40°	0.450		90°	0.00
45°	0.354			

FÓRMULAS - CONCEPTOS

LEY FUNDAMENTAL

(Iluminación punto P para 0°)

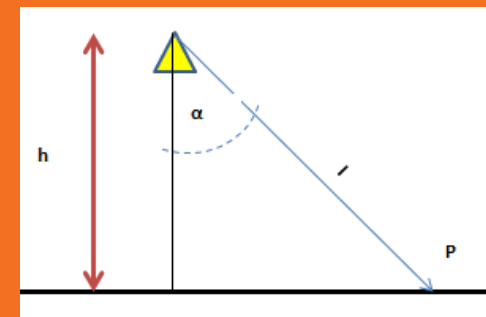
$$E = I / h^2$$



LEY FUNDAMENTAL

(Iluminación punto P plano horizontal)

$$E = (I \times \cos^3 \alpha) / h^2$$



LEY FUNDAMENTAL

(Iluminación punto P plano vertical)

$$E = (I \times \cos^3 \beta) / d^2$$

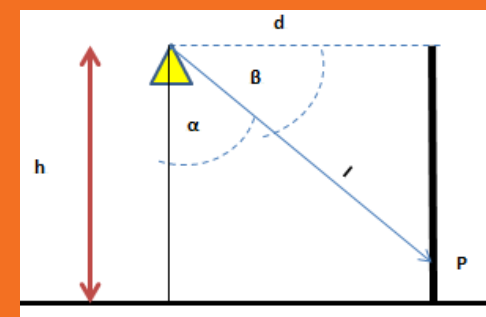
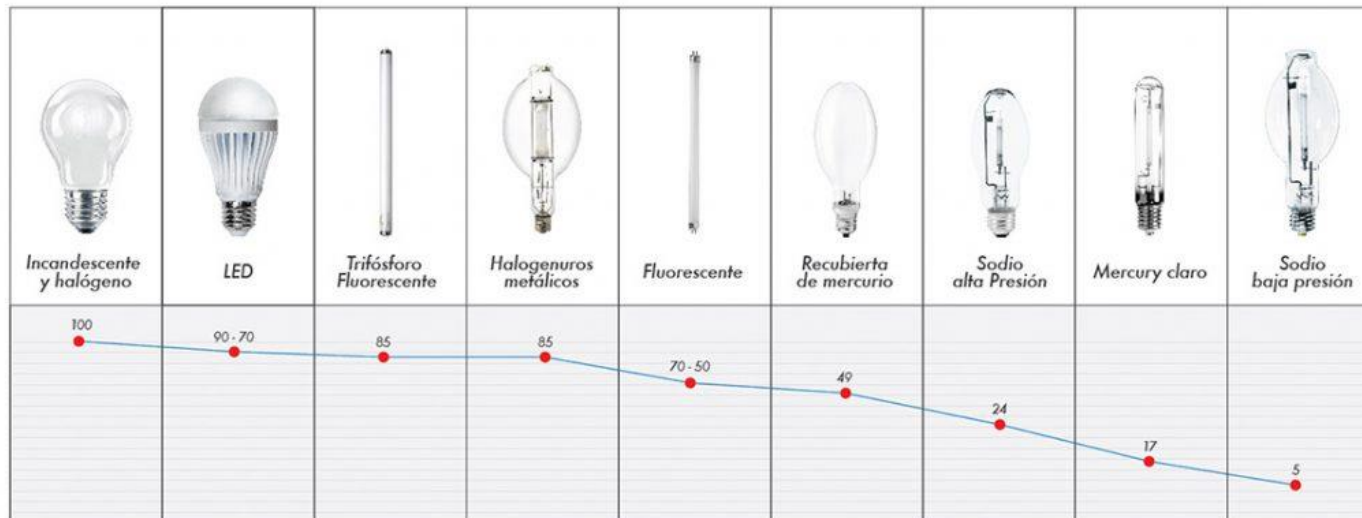


Tabla II: Clasificación del IRC según su grado y apariencia. [9]

Grado del IRC	IRC	APARIENCIA
1	$IRC \geq 85$	Muy bueno
2	$75 \leq IRC < 85$	Bueno
3	$40 \leq IRC < 75$	Medio
4	$IRC < 40$	Nulo (monocromático)

ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA (CRI)

fuentes de luz de comunes



FÓRMULAS - CONCEPTOS

ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA

Puede ser expresado en una escala de 1 a 100 o de 1 a 10, siendo el máximo valor el indicador de excelente reproducción cromática. Es un valor adimensional.

Este valor, tiene incidencia directa sobre el rendimiento de los colores



Tabla I: Apariencia del color según su temperatura. [1],[8]

Color de luz	Temperatura de color (°K)	Apariencia de color
Amarillento	1800 - 2500	Cálido
Blanco cálido	2600 - 3000	
Blanco neutral	3100 - 4100	Intermedio
Blanco frío	4300 - 6000	Frío
Blanco luz día	6100 - 6500	

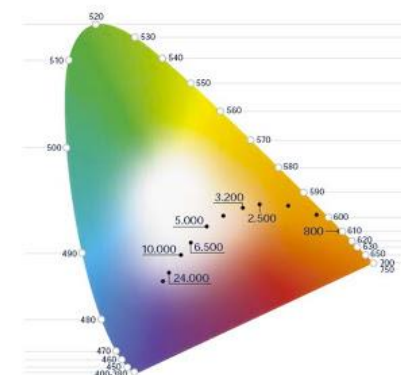
Índice de reproducción cromática (Ra) o (CRI) %	Clase	Cálido < 3.300 K	Neutro 3.300 - 5.000K	Frío >5.000 K	Criterio de aplicación
≥ 90	1 A	Halógenas	Fluorescente lineal y compacta	Fluorescente lineal y compacta	Principalmente donde la apreciación del color sea un parámetro crítico
		Fluorescente lineal y compacta	Halogenuros metálicos y cerámicos		
		Halogenuros metálicos y cerámicos			
80 - 89	1 B	Fluorescente lineal y compacta	Fluorescente lineal y compacta	Fluorescente lineal y compacta	En áreas donde la apreciación correcta del color no es una consideración primaria pero donde es esencial una buena reproducción de colores
		Halogenuros metálicos y cerámicos	Halogenuros metálicos y cerámicos		
		Sodio Blanco			
70 - 79	2 A	Halogenuros metálicos	Halogenuros metálicos	Halogenuros metálicos	En áreas donde la calidad de apreciación correcta del color es de poca importancia
< 70	2 B, 3 y 4	Mercurio	Mercurio		
		Sodio			

FÓRMULAS - CONCEPTOS

TEMPERATURA DE COLOR

Expresado en grados Kelvin, define el color de una fuente de luz y va desde cálido a frío en correspondencia con temperaturas de 1800/2000 °K hasta temperaturas de 6000/7000 °K.

La temperatura de color de una fuente de luz, define la apariencia de los colores.



EFICIENCIA LUMINOSA (RENDIMIENTO)

Relación entre el flujo emitido por la lámpara y la potencia eléctrica consumida por la misma.

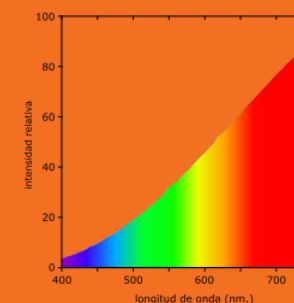
Eficiencia= Lm / Watios

MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

PRODUCCION DE LUZ			
	TERMORRADIACION	LUMINISCENCIA	FOTOLUMINISCENCIA
FUENTES NATURALES	-SOL 	-DESCARGA EN UN GAS 	-RADIACION DE UN CUERPO SOLIDO 
FUENTES ARTIFICIALES	-LÁMPARAS INCANDESCENTES -LÁMPARAS HALOGENAS 	-LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO -LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO 	-DIODOS (LÁMPARAS LED) 
		-LÁMPARAS FLUORESCENTES -LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS 	

ESPECTROS DE DISTRIBUCION DE LUZ

Representan la cantidad de luz emitida por una fuente para cada longitud de onda, desde los 400 a los 700 nm (nanómetros). El espectro permite tener una idea precisa de las características cromáticas de una fuente de luz.



ANÁLISIS COMPARATIVO LÁMPARAS

TIPO		LAMPARA	EFICACIA LUMINOSA (Lm/W)	INDICE DE REPRODUCCION CROMATICA (Ra)	VIDA ÚTIL (HORAS)
Incandescentes		Incandescente	10	100	1.000
		Halógena	25	100	2.000
Descarga	Vapor Mercurio Baja Presión	Fluorescentes tubulares	60-93	63-95	10.000
		Fluorescentes compactas	50-81	82	8.000
		Fluorescentes sin electrodos (Inducción)	70	85	60.000
	Vapor Mercurio Alta Presión	Con color corregido (Luz mezcla)	20-60	40-60	6.000
		Con halogenuros metálicos	60-96	65-95	10.000
		Con halogenuros metálicos cerámicos	60-96	65-95	15.000
	Vapor de Sodio	Baja presión	100-200	0	10.000
		Alta presión	90-120	20	10.000
Alta presión (sodio blanco)		48	85	15.000	
LED		LED	30-90**	95	50.000

* Los valores aquí expuestos son aproximados y depende del tipo de lámpara, modelo y fabricante.
En el caso de Led blanco podría alcanzar hasta 150 lm/W

**

VIDA ÚTIL DE UNA LAMPARA

Es el tiempo en horas para el cual la depreciación del flujo luminoso es del 20%

CANTIDAD DE LUZ DE UNA LAMPARA

Indica la cantidad de luz producida por una fuente en un determinado tiempo,

$$Q = Lm \times \text{horas}$$

MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

TABLA 4: RELACIÓN ENTRE NIVELES DE ILUMINACION LOCALIZADA E ILUMINACION GENERAL (MÍNIMOS)

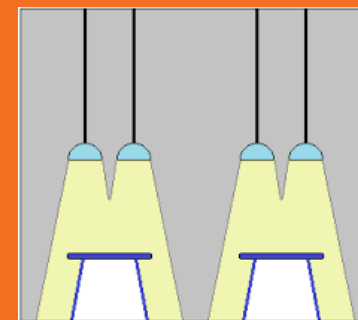
ILUMINACION LOCALIZADA(LUX)	ILUMINACION GENERAL(LUX)
250	125
500	250
1000	300
2000	500
5000	600
10000	700

Tabla IX: Características más importantes de cada sistema de alumbrado. [1]

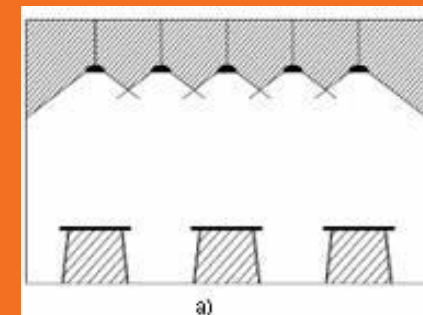
Sistema de alumbrado	Disposición de luminarias	Características luminotécnicas
General	Uniforme	-Altos niveles de iluminación en todo el espacio. -Excelente uniformidad. -Reducción de contrastes y brillos. -Minimiza la proyección de sombras.
General (con restricciones de espacio)	Uniforme por sectores	-Alto nivel de iluminación en cada sector. -Excelente uniformidad. -Reducción de contrastes. -Minimiza la proyección de sombras.
Localizado	Irregular	-Nivel alto de iluminación sólo en áreas de interés. -Uniformidad baja. -Contrastes elevados. -Puede causar proyecciones de sombra.
General y localizado	Uniforme (general) e irregular (localizado)	-Iluminación relativamente alta en áreas de interés. -Uniformidad baja. -Contrastes elevados. -Puede causar proyecciones de sombra.

FÓRMULAS - CONCEPTOS

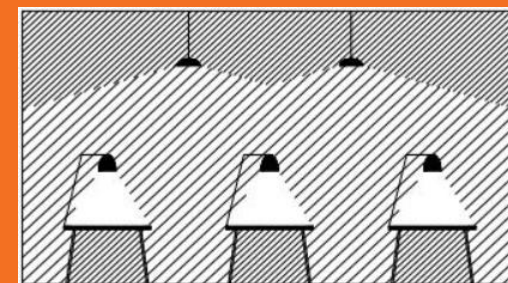
ILUMINACION LOCALIZADA



ILUMINACION GENERAL



ILUMINACION GENERAL + LOCALIZADA



MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

SISTEMAS DE ILUMINACION: FORMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO LUMINOSO

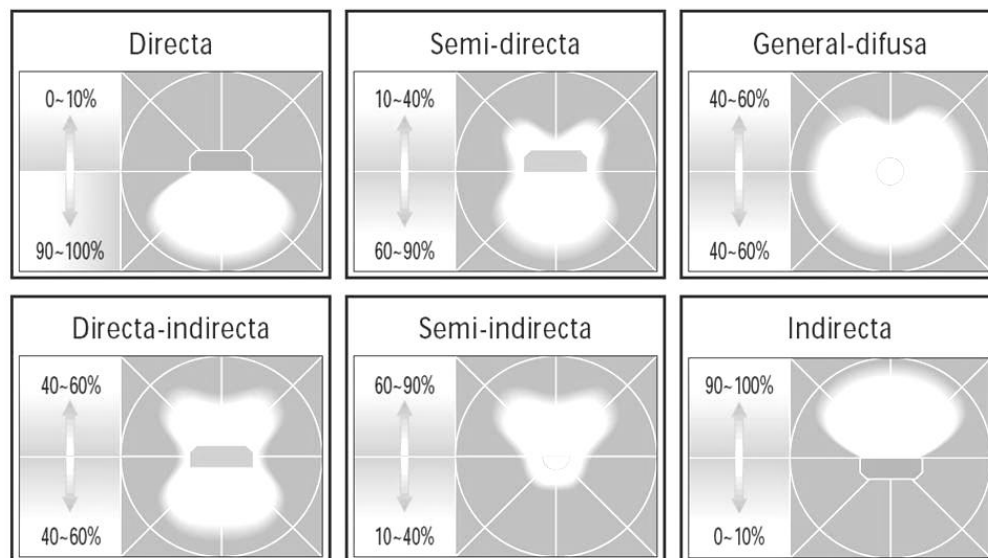


Tabla VI: Clasificación y características según distribución luminosa. [14]

DISTRIBUCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Iluminación directa	Alta eficiencia energética y buena uniformidad. Requiere control de luminancia para minimizar el deslumbramiento. El cielorraso puede quedar poco iluminado.
Iluminación semi-directa	Similar a tipo directo, pero con menor eficiencia. La luz reflejada suaviza las sombras y mejora la claridad.
Iluminación difusa	Requiere altas reflectancias de paredes y techos. Produce buena claridad pero ocasiona deslumbramiento.
Iluminación directa-indirecta	Tipo difuso pero con una eficiencia mayor y reduce la luminancia en las zonas de deslumbramiento directo.
Iluminación semi-indirecta	Reduce el contraste de claridades en las superficies.
Iluminación indirecta	Elimina el deslumbramiento, requiriendo altas reflectancias en todas las superficies.

DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS



MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

TABLA 5: NIVELES DE ILUMINACION –NORMAS IRAM

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
Visión 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, sopleteado, 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.
	3000	Trabajo fino de relojería y reparación.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	5000 a 10.000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

Flujo Total del local

$$\Phi_{nec} = \frac{E_{nec} \times S \times d}{Cu}$$

Determinación del índice del local

$$K = \frac{2L + 8A}{10 \times h'}$$

Coeficiente de Utilización

$$Cu = \frac{\text{Flujo útil}}{\text{Flujo Nominal}}$$

DISTANCIAMIENTO DE LUMINARIAS

Sistema	d/h' (máximo)
Directo	1 a 1.2
Semi/directo	1 a 1.5
Directo/indirecto	1.5 a 2
Semi / indirecto	2 a 3
Indirecto	3 a 5

MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

TABLA 6: NIVELES DE ILUMINACION –NORMAS IRAM

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

TABLA 7 :COEFICIENTES DE REFLEXIÓN DE LAS SUPRFICIES SEGÚN COLOR

	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
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

TABLA 8: FACTOR DE MANTENIMIENTO DE LA LUMINARIA

Ambiente de trabajo	fm	Grado de suciedad
Acerías, fundiciones	0,65	Sucio
Industrias de soldadura, mecanizado	0,70	
Oficinas industriales, salas	0,75	Medio
Pátios de operación, locales públicos	0,80	Limpio
Despachos, oficinas comerciales, informáticas	0,85	

Cálculo del número de lámparas

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{F T \text{ Nec}}{FL}$$

F T Nec: flujo total necesario

FL: flujo de lámpara

Rendimiento de un artefacto

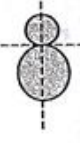
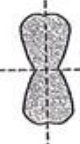
$$R = \frac{F \text{ Luminoso luminaria}}{F. \text{ Luminoso lámpara}}$$

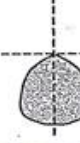
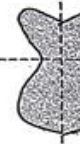
Nota importante:

Cuando se trabaja con la TABLA 6 (NIVELES DE ILUMINACIÓN), siempre seleccionar para la ILUMINANCIA MEDIA (lux), valores de la columna **RECOMENDADO**.

Los valores Mínimo y Óptimo se tomarán cuando así se indique.

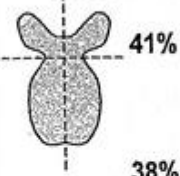
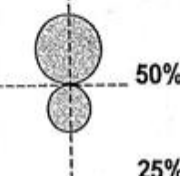
TABLA 9 : FUENTES LINEALES DE ILUMINACIÓN
COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN – MÉTODO LUMEN

SISTEMA	K	0,7			0,5			0,3			d
		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	
Directo, artefactos sin difusores  0% 75%	1	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,25	0,20	0,17	1,40
	1,5	0,36	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,34	0,30	0,27	
	2	0,42	0,37	0,33	0,42	0,37	0,33	0,41	0,37	0,33	
	2,5	0,47	0,42	0,39	0,46	0,42	0,38	0,45	0,41	0,38	
	3	0,51	0,46	0,42	0,50	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42	
	4	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	
	5	0,60	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54	0,58	0,56	0,53	
	6	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56	
	8	0,66	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,65	0,63	0,62	
	10	0,68	0,67	0,65	0,68	0,66	0,65	0,67	0,66	0,65	
Semidirecto artefactos sin Difusores  22% 49%	1	0,22	0,18	0,14	0,20	0,16	0,20	0,18	0,15	0,12	1,60
	1,5	0,31	0,27	0,23	0,28	0,24	0,21	0,25	0,22	0,19	
	2	0,36	0,32	0,29	0,33	0,29	0,26	0,30	0,27	0,24	
	2,5	0,40	0,36	0,33	0,37	0,33	0,30	0,33	0,31	0,20	
	3	0,43	0,40	0,36	0,40	0,36	0,34	0,36	0,33	0,31	
	4	0,48	0,46	0,42	0,44	0,42	0,39	0,40	0,38	0,36	
	5	0,51	0,49	0,46	0,47	0,45	0,43	0,43	0,41	0,40	
	6	0,53	0,51	0,48	0,49	0,47	0,45	0,45	0,43	0,42	
	8	0,57	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46	
	10	0,59	0,57	0,56	0,54	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48	
Directo indirecto artefactos sin difusores  40% 38%	1	0,23	0,19	0,15	0,20	0,16	0,13	0,17	0,14	0,12	1,60
	1,5	0,32	0,27	0,23	0,27	0,23	0,20	0,23	0,20	0,18	
	2	0,37	0,33	0,29	0,32	0,26	0,26	0,27	0,24	0,22	
	2,5	0,42	0,37	0,34	0,36	0,32	0,30	0,30	0,28	0,26	
	3	0,45	0,41	0,38	0,38	0,36	0,33	0,33	0,30	0,28	
	4	0,50	0,47	0,43	0,43	0,40	0,38	0,36	0,34	0,33	
	5	0,53	0,50	0,47	0,46	0,44	0,42	0,39	0,37	0,36	
	6	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,40	0,39	0,38	
	8	0,57	0,55	0,54	0,50	0,49	0,47	0,43	0,42	0,41	
	10	0,59	0,58	0,57	0,52	0,51	0,50	0,45	0,44	0,43	
Directo indirecto aparatos fijos al techo con vidrio difusor  51% 40%	1	0,25	0,20	0,16	0,21	0,17	0,14	0,18	0,14	0,12	1,60
	1,5	0,34	0,28	0,25	0,29	0,25	0,21	0,24	0,21	0,15	
	2	0,40	0,35	0,31	0,34	0,30	0,27	0,29	0,25	0,18	
	2,5	0,45	0,40	0,36	0,38	0,34	0,31	0,32	0,28	0,23	
	3	0,45	0,44	0,40	0,41	0,37	0,34	0,34	0,31	0,26	
	4	0,53	0,50	0,46	0,45	0,42	0,40	0,38	0,36	0,29	
	5	0,56	0,53	0,50	0,48	0,46	0,43	0,41	0,39	0,34	
	6	0,59	0,55	0,53	0,50	0,47	0,48	0,42	0,40	0,37	
	8	0,62	0,59	0,57	0,53	0,51	0,50	0,45	0,44	0,39	
	10	0,64	0,62	0,60	0,55	0,54	0,52	0,47	0,45	0,41	

SISTEMA	K	0,7			0,5			0,3			d
		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	
Directo,indirecto artefactos colgantes con vidrio difusor  50% 50%	1	0,26	0,20	0,17	0,22	0,17	0,14	0,10	0,15	0,12	1,60
	1,5	0,36	0,30	0,26	0,30	0,26	0,22	0,25	0,21	0,19	
	2	0,42	0,37	0,33	0,36	0,31	0,28	0,29	0,26	0,23	
	2,5	0,47	0,42	0,38	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30	0,27	
	3	0,50	0,46	0,42	0,43	0,38	0,36	0,35	0,32	0,30	
	4	0,56	0,52	0,48	0,47	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35	
	5	0,59	0,56	0,53	0,50	0,46	0,45	0,42	0,40	0,38	
	6	0,62	0,58	0,55	0,52	0,50	0,48	0,44	0,42	0,40	
	8	0,65	0,62	0,60	0,55	0,53	0,52	0,46	0,46	0,43	
	10	0,67	0,65	0,63	0,57	0,56	0,54	0,48	0,47	0,46	
Directo artefactos con difusores de rejillas  0% 55%	1	0,22	0,13	0,16	0,21	0,18	0,16	0,21	0,16	0,16	1,55
	1,5	0,29	0,26	0,23	0,29	0,26	0,23	0,28	0,26	0,23	
	2	0,34	0,30	0,28	0,33	0,30	0,28	0,33	0,30	0,28	
	2,5	0,37	0,34	0,32	0,37	0,34	0,32	0,36	0,34	0,32	
	3	0,40	0,37	0,35	0,39	0,37	0,35	0,39	0,37	0,35	
	4	0,44	0,42	0,40	0,43	0,41	0,39	0,43	0,41	0,39	
	5	0,46	0,44	0,41	0,46	0,44	0,42	0,45	0,44	0,42	
	6	0,48	0,46	0,45	0,47	0,46	0,45	0,47	0,45	0,45	
	8	0,50	0,49	0,48	0,49	0,49	0,48	0,50	0,49	0,48	
	10	0,52	0,51	0,50	0,51	0,51	0,50	0,51	0,51	0,50	
Semidirecto artefactos con rejillas  24% 38%	1	0,20	0,16	0,14	0,18	0,15	0,13	0,16	0,13	0,12	1,60
	1,5	0,26	0,23	0,21	0,24	0,21	0,19	0,21	0,19	0,17	
	2	0,32	0,28	0,26	0,28	0,26	0,23	0,25	0,23	0,21	
	2,5	0,35	0,32	0,29	0,31	0,29	0,27	0,29	0,26	0,24	
	3	0,38	0,35	0,32	0,34	0,31	0,30	0,30	0,28	0,27	
	4	0,41	0,39	0,37	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	
	5	0,44	0,42	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	
	6	0,45	0,43	0,42	0,41	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	
	8	0,47	0,46	0,45	0,43	0,42	0,41	0,39	0,38	0,37	
	10	0,49	0,48	0,47	0,44	0,44	0,43	0,40	0,39	0,39	
Directo indirecto aparatos de rejillas suspensidos  51% 40%	1	0,22	0,18	0,15	0,19	0,16	0,14	0,17	0,14	0,12	1,65
	1,5	0,30	0,26	0,22	0,29	0,23	0,20	0,22	0,20	0,15	
	2	0,35	0,31	0,28	0,31	0,28	0,25	0,26	0,25	0,22	
	2,5	0,38	0,35	0,33	0,34	0,31	0,29	0,30	0,27	0,25	
	3	0,42	0,39	0,36	0,37	0,34	0,32	0,32	0,30	0,28	
	4	0,46	0,43	0,41	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	
	5	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36	0,34	
	6	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,38	0,37	0,36	
	8	0,53	0,51	0,50	0,47	0,45	0,44	0,41	0,40	0,39	
	10	0,54	0,53	0,52	0,48	0,47	0,46	0,42	0,41	0,41	

MATERIAL COMPLEMENTARIO: LUMINOTECNIA

TABLA 9: FUENTES LINEALES DE ILUMINACIÓN
COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN – MÉTODO LUMEN

SISTEMA	K	0,7			0,5			0,3			d
		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	
Directo,indirecto artefactos de rejillas fijos al techo 	1	0,23	0,18	0,16	0,20	0,17	0,14	0,17	0,14	0,12	1,65
	1,5	0,31	0,27	0,24	0,27	0,24	0,21	0,23	0,20	0,18	
	2	0,37	0,33	0,29	0,32	0,29	0,26	0,27	0,24	0,23	
	2,5	0,41	0,37	0,34	0,35	0,32	0,30	0,30	0,28	0,26	
	3	0,44	0,40	0,37	0,38	0,35	0,33	0,33	0,31	0,29	
	4	0,48	0,45	0,43	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34	0,35	
	5	0,51	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,38	0,37	0,36	
	6	0,53	0,50	0,49	0,46	0,44	0,43	0,40	0,38	0,37	
	8	0,55	0,54	0,52	0,48	0,47	0,46	0,42	0,41	0,40	
	10	0,57	0,56	0,55	0,50	0,49	0,48	0,43	0,43	0,42	
Semi-indirecto artefactos con difusores de rejillas 	1	0,22	0,18	0,15	0,18	0,15	0,12	0,14	0,12	0,10	1,70
	1,5	0,30	0,25	0,22	0,25	0,21	0,19	0,19	0,17	0,15	
	2	0,35	0,31	0,28	0,29	0,26	0,23	0,23	0,21	0,16	
	2,5	0,39	0,35	0,33	0,32	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	
	3	0,42	0,39	0,36	0,35	0,32	0,30	0,27	0,26	0,24	
	4	0,46	0,44	0,41	0,36	0,36	0,34	0,30	0,29	0,27	
	5	0,49	0,46	0,44	0,40	0,39	0,37	0,32	0,31	0,30	
	6	0,51	0,48	0,46	0,42	0,40	0,39	0,33	0,32	0,31	
	8	0,53	0,51	0,50	0,44	0,43	0,42	0,35	0,34	0,34	
	10	0,55	0,53	0,52	0,45	0,45	0,44	0,37	0,35	0,35	



Sistema Directo



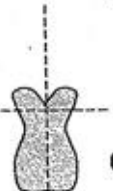
Sistema Mixto



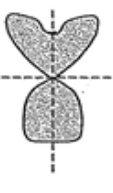
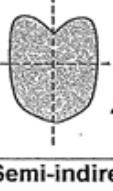
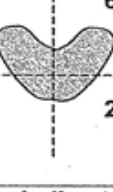
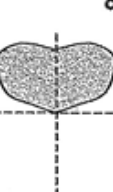
Sistema Indirecto



TABLA 10: FUENTES DE ILUMINACIÓN DE TIPO CUERPOS DE REVOLUCIÓN
COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN - MÉTODO LUMEN

SISTEMA	K	0,7			0,5			0,3			d
		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	
Directo 	1	0,27	0,22	0,18	0,27	0,22	0,18	0,26	0,22	0,18	1,35
	1,5	0,36	0,31	0,22	0,35	0,30	0,27	0,34	0,30	0,27	
	2	0,43	0,38	0,27	0,42	0,37	0,34	0,41	0,37	0,34	
	2,5	0,48	0,43	0,40	0,47	0,43	0,39	0,47	0,42	0,39	
	3	0,52	0,47	0,44	0,50	0,47	0,44	0,50	0,46	0,44	
	4	0,57	0,53	0,50	0,56	0,53	0,50	0,56	0,53	0,50	
	5	0,61	0,58	0,55	0,60	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	
	6	0,63	0,61	0,58	0,63	0,60	0,58	0,62	0,60	0,58	
	8	0,67	0,65	0,63	0,66	0,64	0,63	0,66	0,64	0,63	
	10	0,69	0,68	0,66	0,69	0,67	0,66	0,68	0,67	0,66	
Semi-directo 	1	0,27	0,22	0,18	0,26	0,21	0,17	0,24	0,20	0,16	1,45
	1,5	0,37	0,31	0,27	0,35	0,25	0,26	0,32	0,28	0,24	
	2	0,44	0,38	0,34	0,41	0,30	0,32	0,38	0,34	0,31	
	2,5	0,49	0,44	0,40	0,45	0,36	0,38	0,42	0,38	0,36	
	3	0,53	0,48	0,44	0,49	0,41	0,42	0,46	0,42	0,40	
	4	0,58	0,54	0,51	0,55	0,45	0,48	0,51	0,48	0,46	
	5	0,62	0,59	0,56	0,58	0,51	0,53	0,55	0,52	0,50	
	6	0,64	0,61	0,59	0,61	0,55	0,56	0,57	0,55	0,53	
	8	0,68	0,65	0,64	0,64	0,62	0,61	0,60	0,59	0,57	
	10	0,71	0,69	0,67	0,67	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	



SISTEMA	K	0,7			0,5			0,3			d
		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	
Directo, indirecto 	1	0,26	0,21	0,17	0,22	0,18	0,15	0,19	0,16	0,13	1,45
	1,5	0,36	0,31	0,27	0,31	0,27	0,23	0,26	0,19	0,20	
	2	0,42	0,37	0,34	0,36	0,33	0,30	0,31	0,28	0,26	
	2,5	0,47	0,43	0,38	0,40	0,37	0,35	0,35	0,32	0,30	
	3	0,50	0,47	0,44	0,44	0,41	0,38	0,37	0,35	0,33	
	4	0,56	0,53	0,50	0,48	0,48	0,44	0,41	0,40	0,38	
	5	0,60	0,57	0,55	0,52	0,49	0,48	0,44	0,43	0,41	
	6	0,62	0,60	0,58	0,54	0,52	0,51	0,46	0,45	0,44	
	8	0,65	0,62	0,62	0,57	0,56	0,55	0,49	0,48	0,47	
	10	0,66	0,63	0,64	0,58	0,58	0,57	0,50	0,50	0,49	
Mixto 	1	0,21	0,16	0,12	0,18	0,14	0,11	0,15	0,11	0,09	1,45
	1,5	0,30	0,24	0,20	0,25	0,20	0,17	0,21	0,17	0,14	
	2	0,36	0,30	0,25	0,30	0,25	0,22	0,25	0,21	0,18	
	2,5	0,39	0,34	0,29	0,33	0,29	0,25	0,28	0,24	0,21	
	3	0,43	0,37	0,33	0,36	0,32	0,28	0,30	0,26	0,24	
	4	0,48	0,43	0,39	0,41	0,37	0,33	0,34	0,31	0,28	
	5	0,51	0,47	0,43	0,44	0,40	0,37	0,37	0,34	0,31	
	6	0,53	0,49	0,46	0,46	0,42	0,39	0,38	0,36	0,33	
	8	0,56	0,53	0,50	0,49	0,46	0,44	0,41	0,39	0,37	
	10	0,59	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,39	
Semi-indirecto 	1	0,20	0,15	0,12	0,13	0,12	0,09	0,11	0,09	0,07	1,65
	1,5	0,28	0,23	0,20	0,21	0,18	0,15	0,16	0,11	0,11	
	2	0,33	0,29	0,25	0,26	0,22	0,19	0,19	0,16	0,14	
	2,5	0,37	0,33	0,29	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16	
	3	0,40	0,36	0,32	0,31	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	
	4	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23	0,22	
	5	0,48	0,44	0,41	0,37	0,35	0,32	0,27	0,26	0,24	
	6	0,50	0,46	0,44	0,39	0,37	0,35	0,29	0,27	0,26	
	8	0,52	0,50	0,47	0,41	0,39	0,38	0,31	0,29	0,28	
	10	0,54	0,52	0,50	0,43	0,41	0,40	0,33	0,31	0,30	
Indirecto 	1	0,19	0,15	0,12	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	1,65
	1,5	0,27	0,22	0,19	0,18	0,15	0,13	0,11	0,08	0,08	
	2	0,31	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,13	0,11	0,10	
	2,5	0,35	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20	0,14	0,13	0,12	
	3	0,38	0,34	0,32	0,27	0,24	0,22	0,16	0,14	0,13	
	4	0,42	0,39	0,36	0,29	0,27	0,26	0,17	0,16	0,15	
	5	0,45	0,42	0,40	0,31	0,30	0,28	0,18	0,18	0,17	
	6	0,46	0,44	0,42	0,32	0,31	0,30	0,19	0,18	0,18	
	8	0,48	0,46	0,45	0,34	0,33	0,32	0,20	0,19	0,19	
	10	0,50	0,49	0,47	0,35	0,34	0,33	0,21	0,20	0,20	

MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

REPRESENTACION GRAFICA DEL FENÓMENO ONDULATORIO

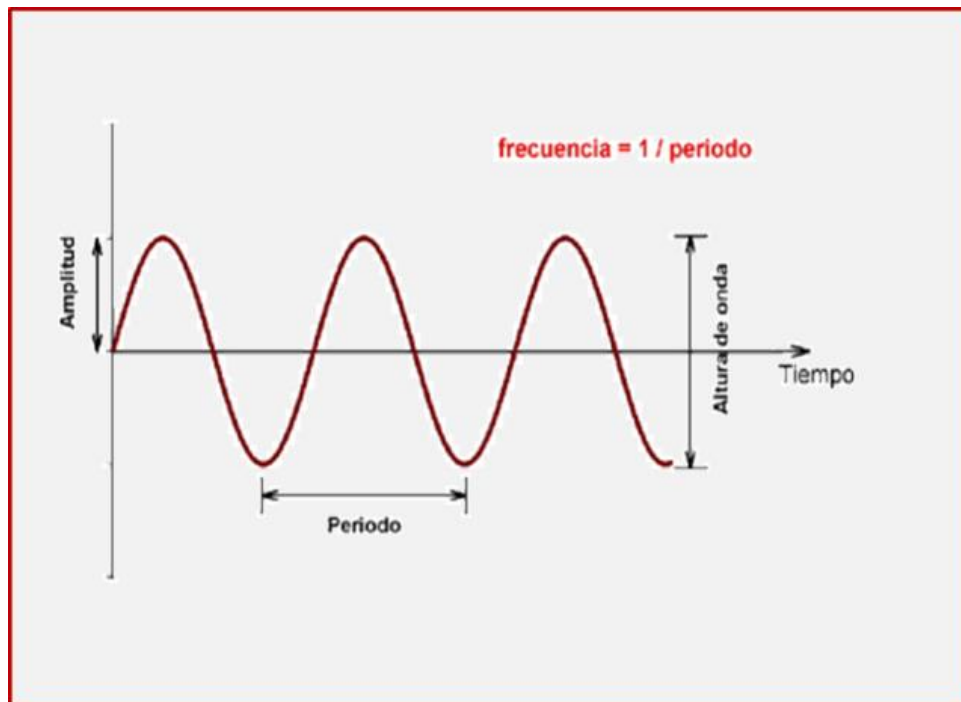


TABLA 11 : MAGNITUDES Y UNIDADES DE ACUSTICA

MAGNITUD		UNIDAD DE MEDIDA
λ	Longitud de onda	metro – centímetro - milímetro
f	Frecuencia	Ciclos / segundo (Hertz)
c	Velocidad de propagación del sonido	Metros / segundos
T	Período	segundo
A	Amplitud de la onda	Armstrong

PERIODO

$$T = 1 / f$$

f = frecuencia del sonidos

LONGITUD DE ONDA

$$\lambda = c / f$$

c = velocidad del sonido según el medio elástico de propagación.

VELOCIDADES DE PROPAGACION DEL SONIDOS (m/segundos)

Aire 20°	340
Agua 20°	1450
Aluminio 20°	5100
Cobre 20°	4750
Hiero	4150
Hormigón 20°	3000
Vidrio 20°	5450
Ladrillo	3000
Madera 20°	1000 A 4000
Granito 20°	6000

MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

ESPECTRO SONORO (SEGÚN FRECUENCIAS)

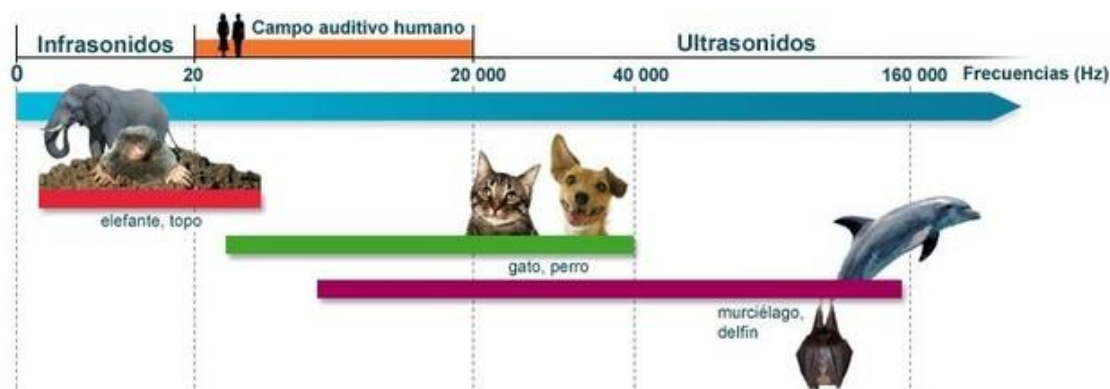


TABLA 12 : NIVELES DE INTENSIDAD SONORA – EJEMPLOS CARACTERISTICOS

Intensidad sonora

Nivel de intensidad [dB]	Intensidad (W/m²)	Sonido
0	10^{-12}	Umbral de audición
10	10^{-11}	Susurro de las hojas
20	10^{-10}	Cuchicheo (a 1.m de distancia)
30	10^{-9}	Casa tranquila
40	10^{-8}	Casa normal, oficina tranquila
50	10^{-7}	Oficina normal
60	10^{-6}	Conversación normal, tráfico normal
70	10^{-5}	Oficina ruidosa, calle animada
80	10^{-4}	Tráfico intenso, comedor escolar
90	10^{-3}	Ferrocarril subterráneo
100	10^{-2}	Taller de maquinaria, discoteca
120	10^0	Taladro neumático (a 2.m de distancia), avión despegando; umbral del dolor

FRECUENCIAS AUDIBLES POR
EL OIDO HUMANO

20 a 20000 Hz

SONIDOS GRAVES

20 a 400 Hz

SONIDOS MEDIOS

400 a 1400 Hz

SONIDOS AGUDOS

1400 a 20000 Hz

MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

TABLA 13: CARACTERISTICAS DEL SONIDO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	CARACTERÍSTICAS PSICOFÍSICAS
AMPLITUD DE LA ONDA	INTENSIDAD: sonido fuerte o débil
LONGITUD DE LA ONDA	ALTURA O TONO: sonido grave o agudo
FORMA DE LA ONDA	TIMBRE

NIVEL DE INTENSIDAD SONORA DE UNA FUENTE – Unidad: dB (A)

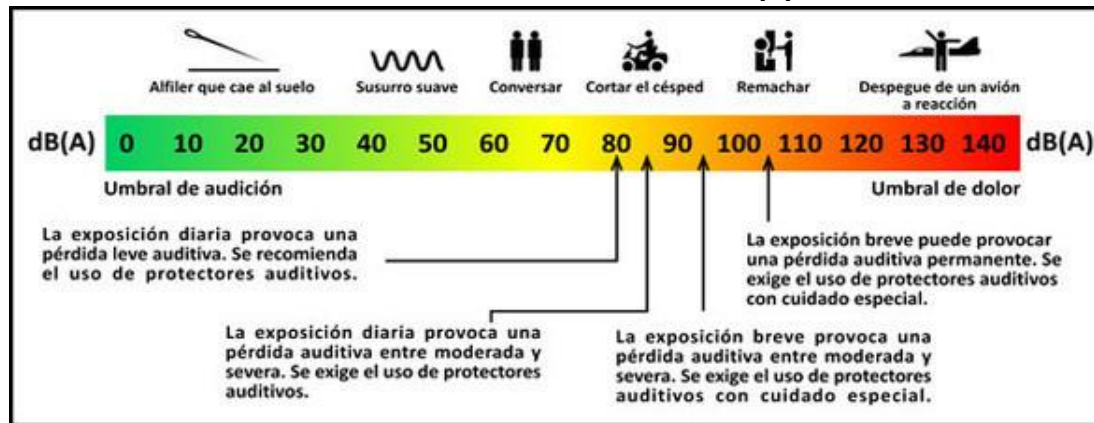
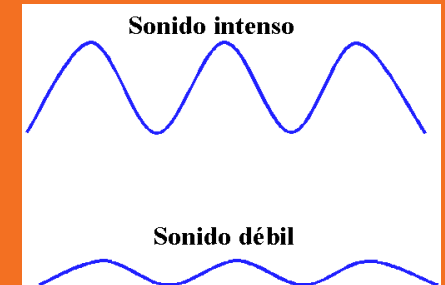


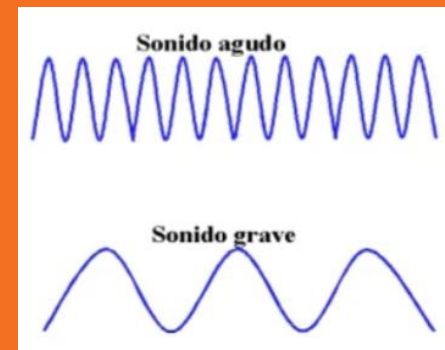
TABLA 14 : NIVELES DE INTENSIDAD SONORA DE FUENTES TIPICAS

FUENTES SONORAS TIPICAS	NIS - dB (A)	FUENTES SONORAS TIPICAS	NIS - dB (A)
UMBRAL DE AUDIBILIDAD	0	ASPIRADORA	60
RUIDO DE CAMPO	10	TREN	70
DORMITORIO	20	TRAFICO	80
AULA	30/35	MAQUINA /TALADRO	90
CONVERSACION	40	AVION DESPEGANDO	100
AGLOMERACION DE GENTE	50	UMBRAL DE DOLOR	120

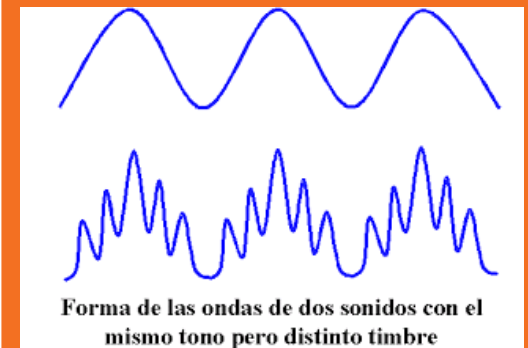
INTENSIDAD



ALTURA O TONO



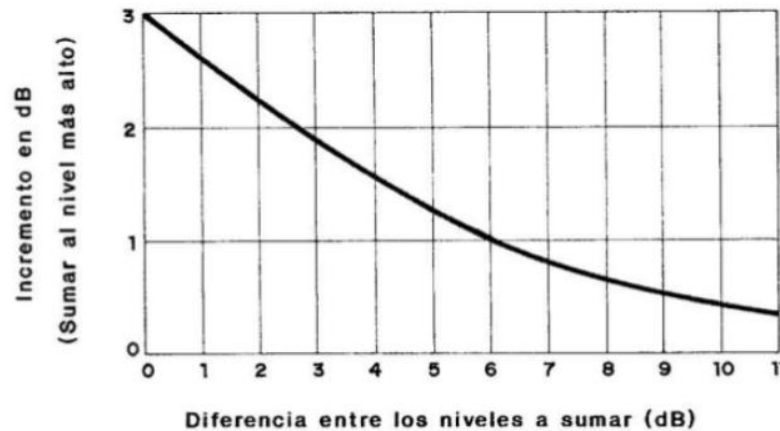
TIMBRE



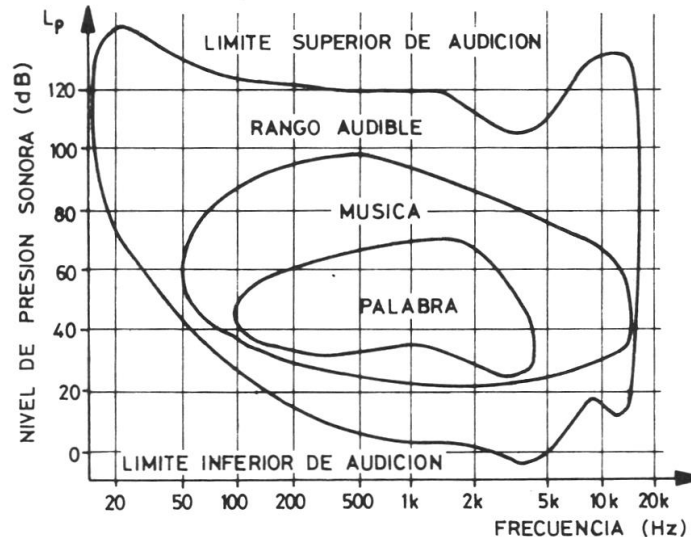
MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

TABLA 15 : SUMA DE DECIBELES

Diferencia numerica entre niveles L_{P1} y L_{P2} (dB)	Cantidad a sumarse al mayor de entre L_{P1} o L_{P2} (dB)*
0	3,0
1	2,5
2	2,1
3	1,8
4	1,5
5	1,2
6	1,0
7	0,8
8	0,6
9	0,5
10	0,4
Mayor de 10	0,0 para todos los efectos prácticos



NIVEL DE FUERZA SONORA



SUMA DE DECIBELES

(Cuando las fuentes son idénticas)

$$NIS\ TOTAL = 10 \log N^{\circ} + NIS$$

N° : número de Fuentes a adicionar

NIS: Nivel de intensidad sonora de las fuentes a adicionar

SUMA DE DECIBELES

(Cuando las fuentes son de distinto NIS)

Se seguirá procedimiento de suma utilizando tabla o abaco adjunto.

Ej. 50 dB + 55 dB $\neq$ 105

55 dB – 50 dB = 5 dB

Para una diferencia de 5 dB se deben adicionar 1.2 dB al mayor.

$$NIS\ TOTAL = 55\ dB + 1.2\ dB = 56.2\ dB$$

MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

GRÁFICO 16 : NIVEL DE FUERZA SONORA – DIAGRAMA DE FLETCHER Y MUNSON

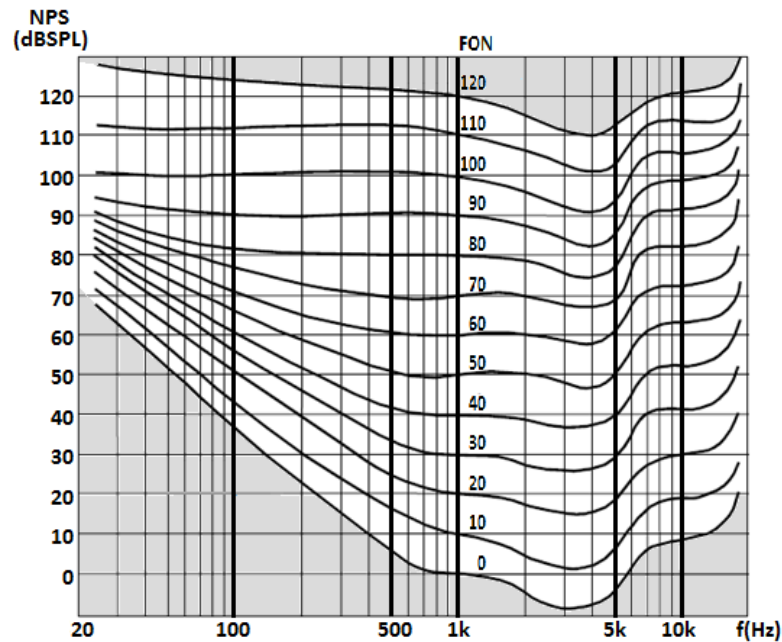


TABLA 17 : ABSORCION ACÚSTICA

$A_t = A_f + A_b + A_p$	A_t : Absorción Total de un local
	A_f: Absorción fija (correspondiente a materiales del local)
	A_b: Absorción Butacas (corresponde a la absorción del equipamiento no ocupado por audiencia)
	A_p: Absorción personas (corresponde a la absorción del equipamiento ocupado por audiencia)

COEFICIENTE DE ABSORCION

$$a = E_a / E_i$$

E_a : energía absorbida por la superficie

E_i : energía incidente en la superficie

$$A_f = S \times a$$

S : material superficial (m^2)

a : coeficiente de absorción del material

$$A_b = a_b \times N^\circ$$

A_b : absorción de la butaca

N° : número de butacas vacías

$$A_p = a_p \times N^\circ$$

A_p : absorción de la persona según donde esta sentada

N° : número de personas presentes

MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACUSTICA

TABLA 18 : COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE MATERIALES (SEGÚN FRECUENCIAS NORMALIZADAS)

MATERIALES EN GENERAL	125	250	500	1000	2000	4000
Pared de ladrillo sin pintar	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
Pared de ladrillo pintada	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Revoque, yeso s / ladrillos huecos	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
Revoque, mortero de cal sobre metal desplegado	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
Revoque a la cal liso	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.06
Placa Fonoabsorbente EXSOUND CIRCULAR 1	0.33	0.86	0.94	0.65	0.47	0.41
Placa Fonoabsorbente EXSOUND RECTANGULAR 8	0.56	0.95	0.94	0.65	0.48	0.41
Placa DECO ACOUSTIC DESMONTABLE TACLA/N	0.29	0.41	0.53	0.64	0.48	0.34
Placa DECO ACOUSTIC – SIRIUS DESMONTABLE	0.36	0.45	0.43	0.51	0.52	0.44
Hormigón visto	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.07
Hormigón pintado	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Bloques de hormigón s/pintar	0.30	0.45	0.30	0.25	0.40	---
Bloques de hormigón pintados	0.10	0.09	0.08	0.09	0.10	---
Mármol y azulejo	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Granito artificial	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	---
Revestimiento de Piedra	0.02	---	0.05	---	0.07	---
Vidrio	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
Vidrio con cámara de aire	0.28	0.20	0.10	0.05	0.02	0.02
Plancha de acero perforada un 22% con 4,5 mm de lana mineral	0.38	0.87	0.93	0.86	0.84	0.85

MADERAS	125	250	500	1000	2000	4000
Madera maciza y pulida	0.10	---	0.05	---	0.04	0.04
Madera en paneles, con espacio de aire (5-10cm) detrás.	0.30	0.25	0.20	0.17	0.15	0.10
Madera de pino barnizada y 5 cm de cámara (tipo aplacado)	0.10	0.11	0.10	0.09	0.08	0.11
Madera, plataforma con gran espacio de aire abajo	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10

Los materiales destacados en **negrita**, se encuentran en el Catálogo de Materiales de Acústica, como **fichas técnicas** con mayor especificación y detalles.

MATERIALES ABSORBENTES POROSOS



MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

Placa de madera 12,5 mm s/pared	0.14	0.20	0.32	0.43	0.51	0.66
dem c/ cámara de aire 2,5 cm	0.26	0.32	0.34	0.43	0.45	0.51
Terciado ("chapadur") 3 mm y 5 cm de cámara de aire	0.25	0.34	0.18	0.10	0.10	0.06
Idem, con cámara rellena de fibra de vidrio	0.61	0.65	0.24	0.12	0.10	0.06
Terciado 6 mm con 5 cm de cámara	0.60	0.42	0.35	0.12	0.08	0.08

PISOS	125	250	500	1000	2000	4000
Goma 5 mm s/ cemento	0.04	0.04	0.08	0.12	0.03	0.10
Madera s/ contrapiso	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
Hormigón o mosaicos	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Linoleum o goma s/ contrapiso	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02
Parquet s/ piso	0.05	0.03	0.06	0.09	0.10	0.07
Parquet s/ listones	0.20	0.15	0.12	0.10	0.10	0.07
Bloques de madera, pino resinoso	0.05	0.03	0.06	0.09	0.10	0.22
Entarimado de madera	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.07

ALFOMBRAS	125	250	500	1000	2000	4000
De lana, acolchadas	0.20	0.25	0.35	0.40	0.50	0.75
De lana, sobre hormigón	0.09	0.08	0.21	0.26	0.27	0.37
Moqueta 3 mm	0.11	0.14	0.37	0.43	0.27	0.25
Moqueta 5 mm	0.04	0.04	0.15	0.29	0.52	0.59

TEJIDOS	125	250	500	1000	2000	4000
Tela fruncida a 2 cm de la pared	0.05	0.22	0.40	0.54	0.52	---
Aterciopelados extendidos:						
0,35 kg/ m2	0.04	0.05	0.11	0.18	0.30	0.35
0,45 kg/ m2	0.05	0.07	0.13	0.22	0.32	0.35
0,60 kg/ m2	0.05	0.12	0.35	0.45	0.38	0.36
Aterciopelados fruncidos	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65
Tejido de algodón lisa pegada	0.05	0.08	0.12	0.22	0.32	---
Tejido de algodón 0,33 kg/ m2 sobre pared sin pegar	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35

MATERIALES ABSORBENTES
RESONADORES

MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

Idem de 0,42 kg/ m2	0.05	0.07	0.13	0.22	0.32	0.26
Tejido de algodón 0,47 kg/ m2 fruncido	0.07	0.31	0.43	0.81	0.66	0.54
Filtro 25 mm de espesor	0.13	0.41	0.56	0.69	0.65	0.49

ASIENTOS Y PERSONAS	125	250	500	1000	2000	4000
Butacas tapizadas	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Butaca de madera	0.03	0.04	0.05	0.08	0.08	---
Público sentado en butaca tapizada	0.20	0.40	0.46	0.46	0.51	0.46
Público sentado en butaca de madera	0.15	0.25	0.35	0.38	0.38	0.35
Persona de pie	0.19	0.34	0.45	0.43	0.48	0.38
Músico con instrumento	0.40	0.85	1.15	1.40	1.20	1.20
Público en banco de iglesia	0.20	0.25	0.31	0.35	0.33	0.30

VARIOS	125	250	500	1000	2000	4000
Rejilla de ventilación	0.50	0.50	0.40	0.35	0.30	0.25
Pantalla cinematográfica	0.10	---	0.20	---	0.50	---
Puertas de madera	0.14	---	0.06	0.10	---	---

TABLA 19 : AISLAMIENTO DE PARTICIONES – FRECUENCIA CRÍTICA (f_c)

MATERIAL	MASA VOLUMÉTRICA (kg/m ³)	FRECUENCIA CRÍTICA (Hz) 1 cm	MATERIAL	MASA VOLUMÉTRICA (kg/m ³)	FRECUENCIA CRÍTICA (Hz) 1 cm
a-caucho	1000	25000	f-vidrio	2500	1200
b-pol. expandido	14	14000	g-ladrillo macizo	2000 a 2500	2500 a 5000
c-acero	7800	1000	h-hormigón	2300	1800
d-aluminio	2700	1300	i-yeso	1000	4000
e-plomo	10600	3000	j-madera	600	6000 a 18000

MASA SUPERFICIAL

$$m_s = m_v \times e$$

m_s : masa superficial en kg/m²
 m_v : masa volumétrica en kg/m³
 e : espesor del material(mampostería ,placa, etc.),expresado en metros

FÓRMULA DE SABINE

$$T_{60} = \frac{0.16 V}{A_t}$$

T_{60} : Tiempo real de reverberación del local (seg)
 V : volumen el local (m3)
 A_t : Absorción total del local (m²)

FRECUENCIA CRITICA

$$f_c = f_c (1 \text{ cm}) / e (\text{ cm})$$

f_c : frecuencia crítica del tabique
 $f_c (1 \text{ cm})$: frecuencia crítica para 1 cm del material considerado
 $e (\text{ cm})$: espesor del tabique en cm.

GRÁFICO 20: TIEMPOS ÓPTIMOS DE REVERBERACIÓN

Son tiempos recomendados según el destino de la sala o local, que será tratado acústicamente.

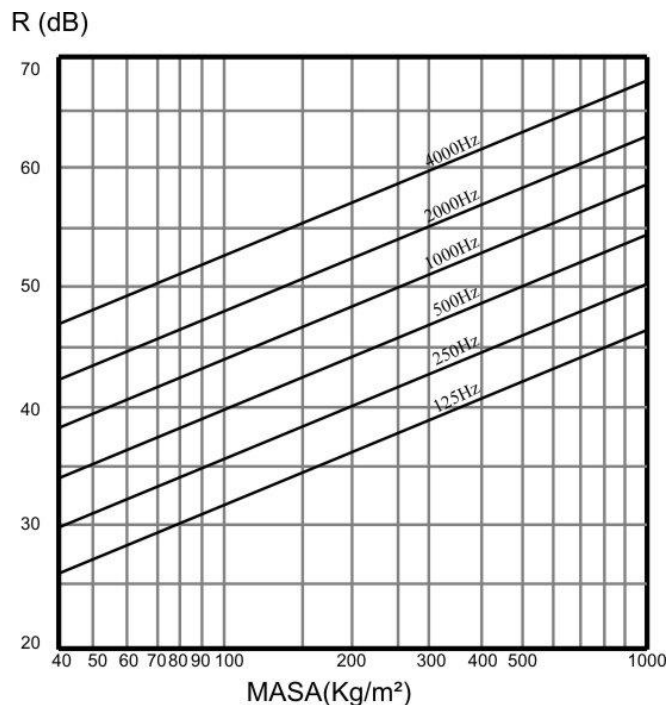
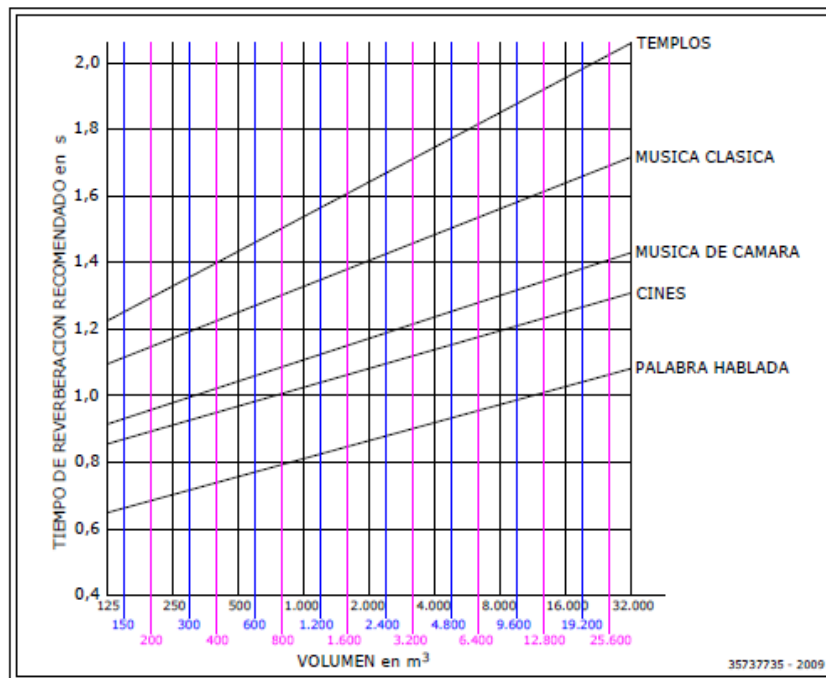


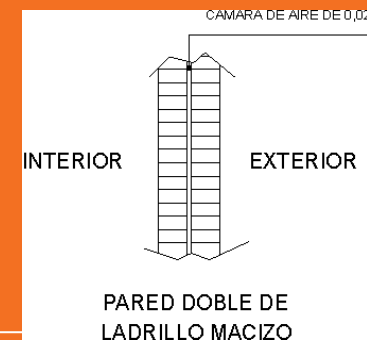
GRÁFICO 21: LEY DE MASA Y FRECUENCIA

MUROS SIMPLES

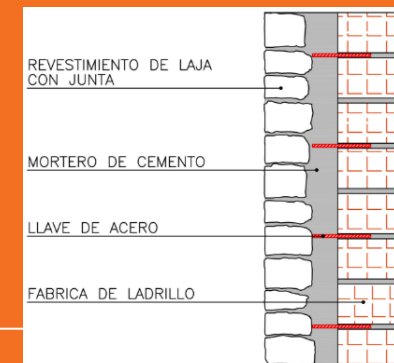
Se aplica al cálculo de R_w o aislamiento de muros simples

FÓRMULAS - CONCEPTOS

MUROS DOBLES



MUROS MÚLTIPLES

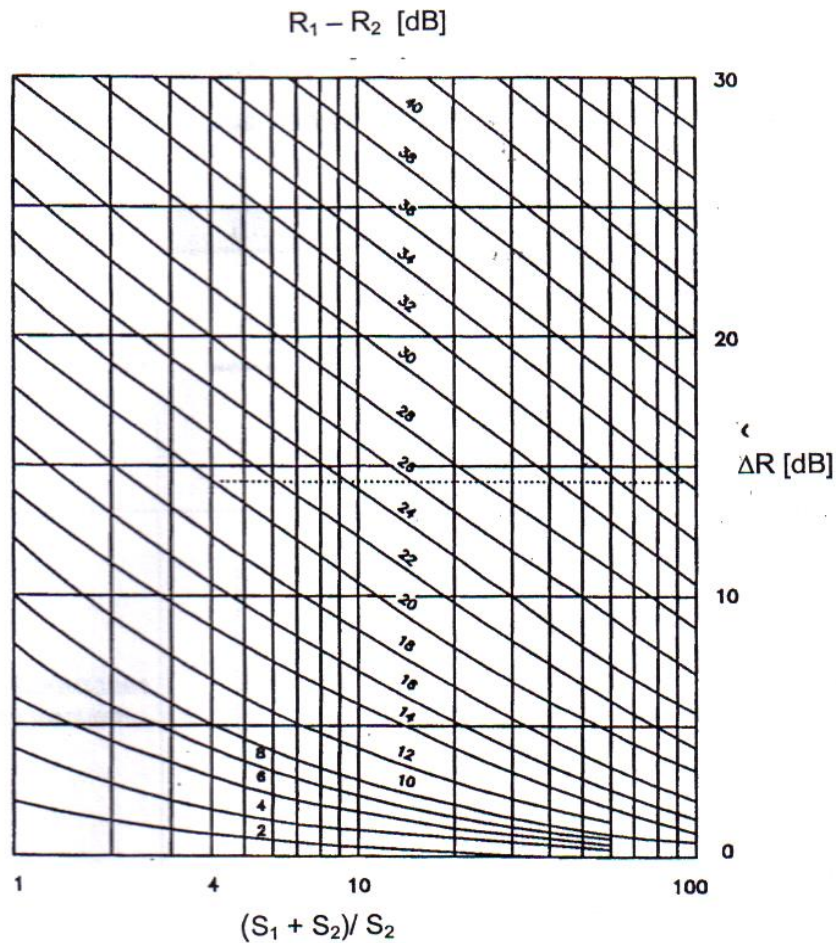


MUROS HETEROGÉNEOS



MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

GRÁFICO 22 : AISLACION DE MUROS DISCONTÍNUOS O MIXTOS



S_1 : Superficie en m^2 del elemento que posee mayor aislamiento.

S_2 : Superficie en m^2 del elemento de menor aislamiento.

R_1 : Aislación mayor (corresponde a S_1).

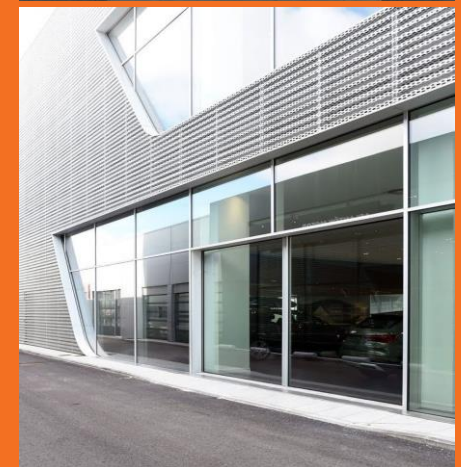
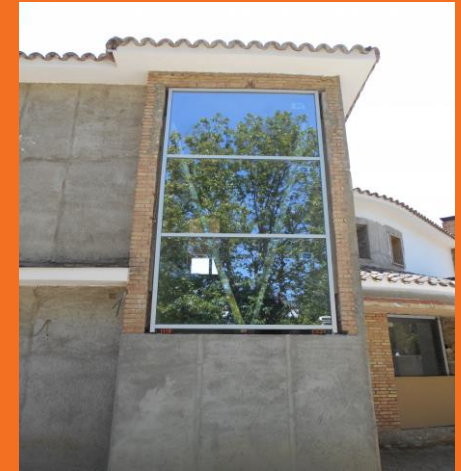
R_2 : Aislación mayor (corresponde a S_1).

ΔR : Pérdida de aislamiento en [dB] a deducir del elemento más aislante.

Aislación Global del muro:

$$R_{\text{global}} = R_1 - \Delta R$$

MUROS MIXTOS



MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

TABLA 23 : VALORES MÍNIMOS DE AISLAMIENTO AL RUIDO AÉREO – NORMA IRAM 4044

DESCRIPCION	ESCALA I R'w (dB)	ESCALA II R'w (dB)
VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y MULTIFAMILIARES		
Entre unidades funcionales de un mismo edificio	50	56
Entre unidades funcionales de edificios linderos	50	56
Entre viviendas linderas	50	56
Entre departamentos y espacios de uso común (escaleras, circulaciones)	50	56
Entre habitaciones y sala de ascensores	54	60
Entre habitaciones de una misma Vivienda o unidad funcional (sin puertas ni ventanas en el tabique divisorio)	42	48
Entre habitaciones de una misma Vivienda o unida funcional (con puertas o ventanas en el tabique divisorio)	35	41
Divisores de plenos de instalaciones para provisión de agua y desagües	50	56
Puertas	27	33
Entre viviendas o unidades funcionales, y locales públicos (no incluye salones de fiestas, de baile o cualquier otro uso que requiera el empleo de música para actividad)	54	60
HOSPEDAJE		
Entre habitaciones	47	53
Entre habitaciones y circulaciones	40	46
Entre habitaciones y áreas de servicios	52	58
Puertas entre habitaciones y circulaciones	32	38
SALUD		
Entre habitaciones o consultorios entre si	50	56
Entre habitaciones o consultorios, y circulaciones	40	46
Entre habitaciones y áreas de servicios	52	58
Puertas o ventanas entre habitaciones o consultorios y circulaciones	32	38
EDUCACION		
Entre aulas y salas similares	47	53

MATERIAL COMPLEMENTARIO: ACÚSTICA

Entre aulas y circulaciones	47	53
Entre aulas y salas particularmente ruidosas (sala de deportes, salas de música, talleres)	57	60
Entre aulas y cajas de escaleras	50	56
Puertas o ventanas entre aulas y circulaciones	30	36
FACHADAS	D2m,nT,w (dB)	D2m,nT,w(dB)
Cerramiento opaco	53	59
Cerramiento vidriado (hasta 20% del cerramiento opaco)	36	42

TABLA 24 : VALORES LIMITES DE RUIDO ACEPTABLES SEGÚN DESTINOS

Destino de recinto	Criterio RC recomendado	Criterio NC recomendado
Estudio de grabación	RC10 – 20 (N)	NC10 - 20
Sala de concierto	RC15 – 20 (N)	NC15 - 20
Estudios de TV y salas de música	RC20 – 25 (N)	NC20 - 25
Teatros	RC20 – 25 (N)	NC20 – 25
Residencias privadas	RC25 – 30 (N)	NC25 – 30
Salas de conferencias	RC25 – 30 (N)	NC25 – 30
Aulas, salas de lectura	RC25 – 30 (N)	NC25 – 30
Oficinas ejecutivas	RC25 – 30 (N)	NC25 – 30
Oficinas privadas	RC30 – 35 (N)	NC30 – 35
Iglesias	RC30 – 35 (N)	NC30 – 35
Cinematógrafos	RC30 – 35 (N)	NC30 – 35
Departamentos, dormitorios de hoteles	RC30 – 35 (N)	NC30 – 35
Cortes de Justicia	RC35 – 40 (N)	NC35 – 40
Oficinas	RC35 – 40 (N)	NC35 – 40
Bibliotecas	RC35 – 40 (N)	NC35 – 40
Áreas publicas	RC35 – 40 (N)	NC35 – 40
Restaurantes	RC40 – 45 (N)	NC40 – 45
Grandes oficinas	RC40 – 45 (N)	NC40 – 45

TABLA 25: VALORES DE AISLACIÓN PARA TIPOS CONSTRUCTIVOS- NORMA IRAM 4044			
EJEMPLOS CONSTRUCTIVOS COMÚNMENTE UTILIZADOS	Espesor (m)	R _w (dB)	Masa Superficial (kg/m ²)
Ladrillo cerámico hueco de 0.18 m ,ambas caras revocadas	0.21	44	220
Ladrillo cerámico hueco de 0.11 m ,ambas caras revocadas	0.14	40	160
Ladrillo cerámico hueco de 0.12 m ,ambas caras revocadas	0.15	50	260
Ladrillo cerámico hueco de 0.27 m ,ambas caras revocadas	0.30	54	500
Hormigón armado premoldeado de 0.10 m con revoque grueso salpicado	0.12	50	250
Hormigón armado premoldeado de 0.10 m con revoque grueso salpicado	0.12	45	250
Panel de yeso de 0.0125m + cámara de aire de 0.07 m + panel de yeso de 0.0125 m .Con zócalo cerámico, perfiles de chapa y juntas selladas con masilla.	0.095	43	30
Panel de yeso de 0.0125m + 0.05 m de fibra de vidrio de 20 kg/m ³ + cámara de aire de 0.02 m + panel de yeso de 0.0125 m .Con zócalo cerámico, perfiles de chapa de 0.56 mm de espesor y juntas selladas con masilla.	0.095	47	31
2 placas de roca yeso de 0.0125m cada una + 0.05 m de fibra de vidrio de 20 kg/m ³ + cámara de aire de 0.02 m + 2 placas de roca yeso de 0.0125 m cada una .Con zócalo cerámico, perfiles de chapa de 0.56 mm de espesor y juntas selladas con masilla.	0.12	54	61
2 placas de roca yeso de 0.0125m cada una +	0.12	49	60

cámara de aire de 0.07m + 2 placas de roca yeso de 0.0125 m cada una .Con zócalo cerámico, perfiles de chapa de 0.56 mm de espesor y juntas selladas con masilla.			
Nota 1: Para R_w mayores o iguales a 52 dB , se recomiendan muros o tabiques simples con una masa superficial mayor a 350 kg/m ²			
Nota 2: Para R_w mayores que 55 dB es conveniente recurrir a muros o tabiques compuestos cuyas capas esten desvinculadas convenientemente.			

BIBLIOGRAFÍA:

Bibliografía general:-Material de estudio y Guías de Trabajos Prácticos de la Cátedra.

Bibliografía específica de Luminotecnia:

- Arq. COLLET, Laura – Arq. MARISTANY, Arturo – Luminotecnia (Apunte de Cátedra Instalaciones III) – 2003
- MANUAL ERCO – Un discurso de la Luz. Entre la cultura y la técnica.2009
- MANUAL DE ILUMINACIÓN – Philips Argentina S.A. – Bs. As. - 1995
- MANUAL DE ILUMINACION-Asociación Argentina de Luminotecnia –Luz, Visión y Comunicación.
- Páginas web: Catálogos de fabricantes luminarias.
- Tomo 1 y 2.
- REVISTA TECTONICA – Iluminación Artificial (I) 24. Año 2007

Bibliografía específica de Acústica:

- RECUERO LOPEZ, Manuel- Acústica Arquitectónica Aplicada .Editorial Paraninfo España. Año 1999.
- CARRIÓN ISBERT , Antoni- Diseño Acústico de los espacios arquitectónicos. Editorial Alfaomega. Barcelona España. Año 2001.
- SAVIOLI, Carlos –Acústica Práctica. Editorial Alsina. Buenos Aires. Argentina. 1992
- GIANI, Alejandro. L – Acústica Arquitectónica - Editorial Nobuko .Buenos Aires. Año 2012
- Arq. COLLET, Laura - Arq. MARISTANY, Arturo - Arq. Abadía, Leandra – Acondicionamiento Acústico de los edificios - Editorial Eudecor – Ediciones posteriores. Cba. – 1996
- Arq. COLLET, L. – Usos y aplicaciones de los Materiales en el Acondicionamiento Acústico de Edificios – Ediciones EDUCC - Córdoba – 2004.
- REVISTA TECTONICA – Acústica 14 .Año 2002
- Páginas web: Catálogos de fabricantes materiales y dispositivos acústicos.