



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba



FAUD



INSTALACIONES III A

ACÚSTICA E ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA



PROFESOR TITULAR: Arq. Carlos A. ZOPPI

PROFESOR ADJUNTO: Arq. Mariano CORTADI

PROFESORES ASISTENTES:

Arq. Silvia LIENDO, Arq. Cecilia AGUIRRE LARA, Arq. Franco CAREGLIO BARITAUD

GUIA DE EJERCITACION 2026

ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA - Ejercitación 1

Nociones fundamentales

Abordar el estudio de la Acústica Arquitectónica, obliga a comprender fundamentalmente los fenómenos sonoros en términos de su origen, su propagación y la recepción y/o transformación de los mismos en los espacios diseñados. Existen parámetros fundamentales para diferenciar los sonidos y resultan de utilidad para su aplicación en acústica arquitectónica.

La cuantificación del fenómeno significa no solo la aplicación de ecuaciones apropiadas en cada caso, sino además, el manejo de tablas y ábacos necesarios para comprender y dimensionar el fenómeno sonoro.

Pero, al referirnos a la Acústica Arquitectónica intervienen otros aspectos subjetivos que debemos considerar, por ello será necesario dejar en claro algunos conceptos.

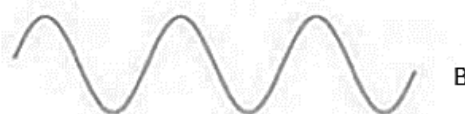
NOCIONES FUNDAMENTALES

Para aproximarnos al sonido desde nuestro objetivo, que es la percepción humana y su incidencia en los espacios arquitectónicos y urbanos, recordemos que no sólo debemos referirnos al mismo en términos físicos, sino que las características psicofísicas o subjetivas nos serán de gran utilidad para comprender la Acústica Arquitectónica.

1. Complete el siguiente cuadro, con las características psicofísicas que le corresponden a cada una de las físicas:

Características físicas del sonido	Características psicofísicas del sonido
Amplitud	
Frecuencia	
Forma de onda	

2. En las siguientes representaciones gráficas de diferentes sonidos, analice y determine comparativamente ¿cuál es el sonido más intenso? y ¿cuál es el más grave? ¿De qué características físicas depende en cada caso? (Indique en la tabla inferior y marque en gráficas)



El sonido más intenso es:			
A	B	C	D
Parámetro:			

El sonido más grave es:			
A	B	C	D
Parámetro:			

EL ESPECTRO DEL SONIDO

3. En el espectro sonoro, el oído humano percibe las vibraciones (sonidos) entre los 20 y 20.000 Hz, por ello nos referimos a infrasonidos y ultrasonidos, y entre esos valores se encuentran los audibles en relación a la frecuencia. Por ello, podemos referirnos a los sonidos graves, medios y agudos.

3.1. Complete las bandas correspondientes a sonidos **graves, medios y agudos**, indicando frecuencias y ejemplificando con tipos de sonidos representativos de cada una de ellas.

INFRASONIDOS	<20 Hz	Por debajo de la gama audible
GRAVES		
MEDIOS		
AGUDOS		
ULTRASONIDOS	>20.000 Hz o 20 KHz	Por encima de la gama audible

4. La gama de frecuencias que integran todo el rango sonoro está dividida en partes o bandas que en acústica llamamos **bandas de octavas o frecuencias normalizadas**. Cada una de ellas es el intervalo entre dos sonidos que tienen una relación de frecuencias 2:1, o sea que será el doble de la anterior.

4.1. Complete con las **bandas de octavas** que se encuentran entre los 20 y 20000 Hz. Para los estudios acústicos, así como en la información disponible en catálogos de materiales y dispositivos se consideran las siguientes bandas de octavas; resalte estas últimas:

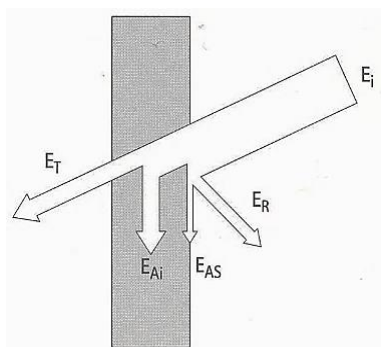
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.2. ¿Para qué bandas de frecuencias normalizadas se suelen realizar los cálculos acústicos, si se quieren representar las **bajas, medias y altas frecuencias**? **Resalte sobre el anterior esquema** de frecuencias normalizadas.

FENÓMENOS ASOCIADOS A LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO.

Durante la propagación de las ondas sonoras en un medio pueden ocurrir una serie de fenómenos. Cuando la energía sonora es interceptada por una superficie (obstáculo), dependiendo de las características del material, un porcentaje será reflejada y otro absorbida, pero también parte de esa energía será transmitida.

5. En Acústica Arquitectónica estudiaremos tanto el Acondicionamiento como también el Aislamiento Acústico. Observe el gráfico e indique qué energías intervienen en uno y otro caso y deben ser consideradas para el diseño de los espacios arquitectónicos.



**ACONDICIONAMIENTO
ACÚSTICO**

--

**AISLAMIENTO
ACÚSTICO**

--

INTERPRETACIÓN DE CATÁLOGOS DE MATERIALES Y DISPOSITIVOS ACÚSTICOS EN RELACIÓN A LAS FRECUENCIAS NORMALIZADAS.

Cuando la energía sonora es interceptada por una superficie u objeto, una parte será reflejada y otra absorbida. Los **coeficientes de absorción (a)** representan esa relación entre la **energía absorbida (Ea)** y la **energía incidente (Ei)**.

6. Los materiales acústicos son elementos diseñados para **reflejar, absorber, difundir o aislar** las ondas sonoras mejorando la calidad del sonido interior o reduciendo la transmisión de ruidos entre locales.

6.1. Investigue sobre materiales y/o dispositivos acústicos fonoabsorberntes, completando la siguiente **planilla** a emplear en la SIG: (*ingrese al link [compartido en Classroom según Taller](#) y complete una planilla por grupo*).

MATERIALES Y / O DISPOSITIVOS ACÚSTICOS FONOABSORBENTES								
MATERIAL (imagen)	Nombre	Tipo	Uso	Características	Coeficiente de Absorción			Más Eficiente
					baja	media	alta	
DISPOSITIVO (imagen)	Nombre	Tipo	Uso	Características	Coeficiente de Absorción			Más Eficiente
					baja	media	alta	

PERCEPCIÓN DEL SONIDO

El oído humano no responde en forma lineal a las variaciones de presión y energía, sino que lo hace en forma aproximadamente **logarítmica**. Por lo tanto, no deben sumarse aritméticamente dos niveles sonoros (NIS) cualesquiera; en cambio es apropiado sumar aritméticamente flujos de energía (w/m^2) o presiones ($dinas/cm^2$).

Las tres magnitudes utilizadas en acústica, a saber: **Presión sonora, Potencia sonora e Intensidad sonora** se expresan en distintas unidades. Sin embargo, es habitual y más práctico para comprender el fenómeno acústico y sus implicancias en la arquitectura, referirnos a una unidad adimensional que es el **decibel (dB)** que permite simplificar los cálculos y los valores a manejar. Este se relaciona con el logaritmo del cociente entre un dato valor y un valor de referencia específico.

Adición de niveles sonoros

Para considerar el impacto del sonido sobre el ser humano hay que considerar que la sensibilidad del oído no es la misma para todos los sonidos y que la sensación no es lineal con respecto a los niveles sonoros expresados en dB. Así, la sensibilidad del oído es más elevada para las frecuencias medias y altas y mucho menos para las bajas. Los dB (A) representan la mejor aproximación a la audición humana, y por ello los decibelímetros (instrumentos de medición) están equipados con filtros para medir niveles de intensidad sonora equivalente a cómo percibe el hombre.

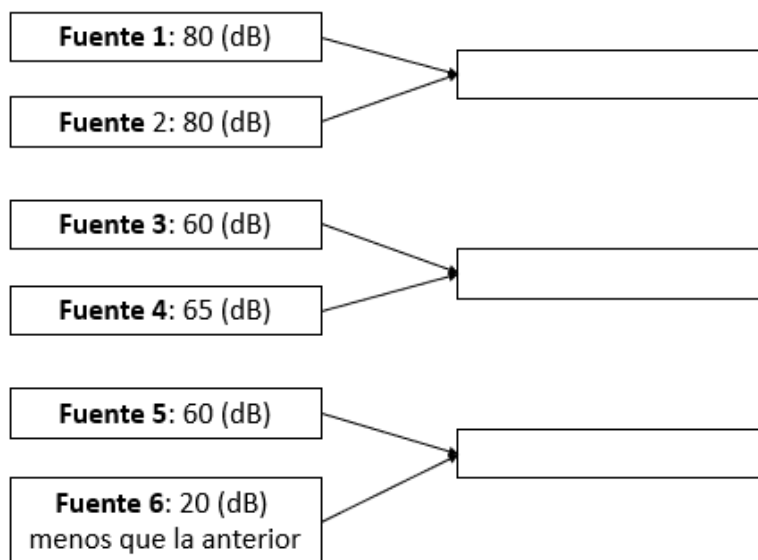
Para sumar en forma rápida y práctica niveles sonoros puede utilizarse la siguiente tabla que resulta de la lectura del ábaco correspondiente.

TABLA PARA SUMAR NIVELES SONOROS

NT-N (dB)	3	2.8	2.6	2.4	2.2	2	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
ΔN (dB)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9

7. Para poder prever anticipadamente el **nivel de intensidad sonora** que se alcanzaría en un recinto, donde intervienen más de una fuente sonora, se deben sumar los **NIS (dB)** que aportan dichas fuentes situadas en el mismo, entendiendo que el método para lograrlo no es lineal, sino logarítmico.

7.1. ¿Cuál será el **nivel sonoro NIS (dB)** producido en un local, considerando los siguientes niveles de intensidad sonora:



7.2. Extraer conclusiones respecto al comportamiento de la adición de niveles sonoros:

FUERZA SONORA

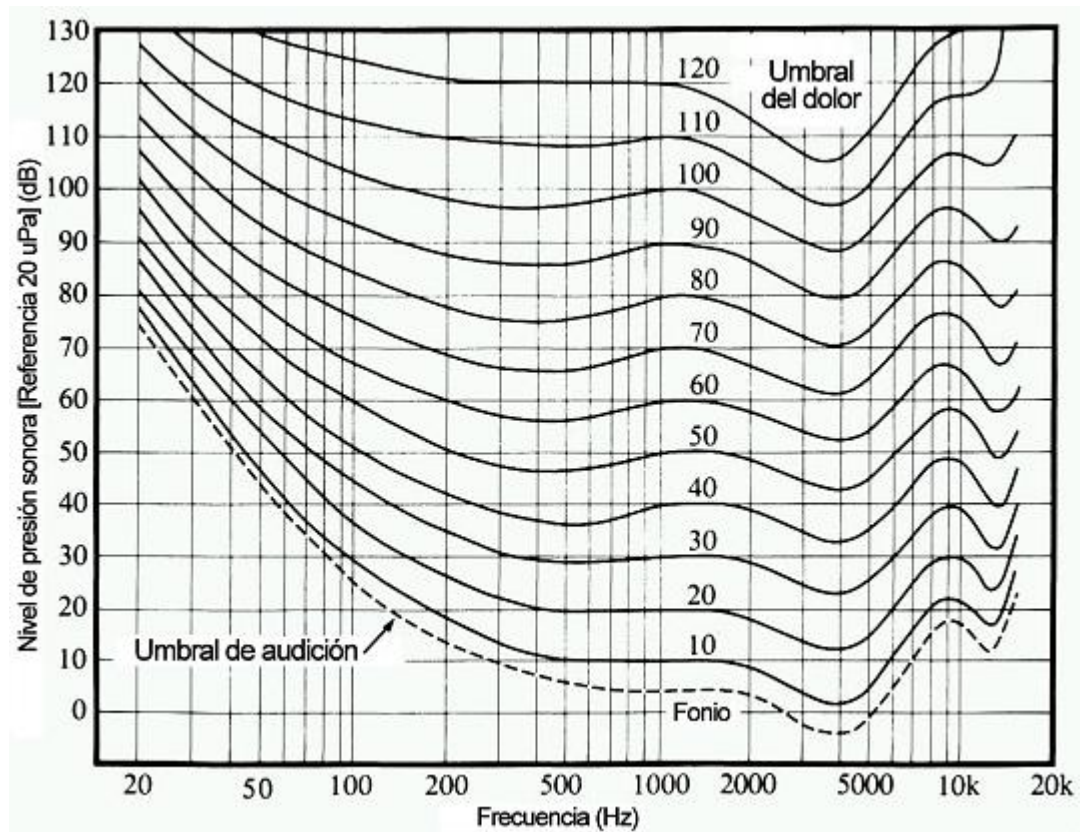
La sensibilidad del oído no es la misma para las diversas frecuencias. Para determinar si un sonido es o no audible, no solo es necesario mencionar su NIS (dB), sino también su frecuencia f (Hz). Para una valoración del Nivel de Fuerza Sonora de una sensación de tonos puros, **Fletcher y Munson** construyeron, en base a estadísticas, el **diagrama de curvas isofónicas**. Estas curvas unen puntos representativos de sonidos que se oyen con la misma Fuerza Sonora. En el diagrama figuran en el eje X (abscisas) las frecuencias de la gama audible (20 a 20000 Hz), utilizándose una escala logarítmica por corresponderse con la forma en que perciben nuestros oídos que no es lineal; y en el eje Y (ordenadas) los NIS (dB).

La unidad de fuerza sonora es el Fon. Un Fon equivale a un tono puro de 1000 Hz de un decibel (1 dB) de intensidad.

8. El siguiente cuadro, corresponde al sonido emitido por una **máquina diseñada como X** que, para cada banda de octavas o frecuencias normalizadas, presenta determinados niveles de intensidad sonora (dB):

EQUIPO	NIVELES (dB) PARA CADA FRECUENCIA						
	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)
Máquina X	20 (dB)	30 (dB)	62 (dB)	60 (dB)	60 (dB)	39 (dB)	110 (dB)
FS (Fones)							

8.1. Marque con color dichos valores en el **gráfico de Fletcher y Munson**, para las distintas frecuencias, y obtenga los **Niveles de Fuerza Sonora (FS)**. Complete la tabla superior.



8.2. Extraiga conclusiones con respecto a los siguientes aspectos:

A. ¿Qué características presenta el sonido correspondiente a **63 (Hz)**

B. ¿Qué sucede con los sonidos correspondientes a las frecuencias de **500 y 1000 (Hz)**? Compárelos

C. ¿Qué características presenta el sonido correspondiente a **4000 (Hz)**?

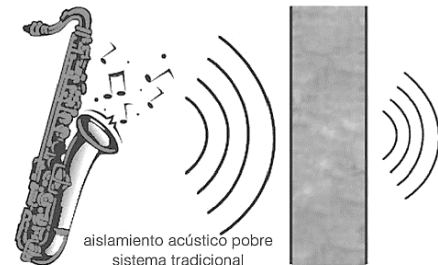
9. Responda por **Verdadero o Falso** según corresponda:

Orden	Enunciado	V	F
a-	Las Curvas Isofónicas, demuestran que los sonidos graves requieren de menor nivel de intensidad sonora para ser percibidos con la misma Fuerza Sonora que los sonidos medios.		
b-	Un sonido con un nivel de intensidad sonora NIS de 50 (dB), y una frecuencia media, se percibe con una Fuerza Sonora de 70 (fones).		
c-	Dos sonidos que poseen diferentes niveles de intensidad NIS: $S_1 = 50$ (dB) y $S_2 = 55$ (dB) y que se perciben con una Fuerza Sonora de 50 (fones), presentan una frecuencia de 200 (Hz).		
d-	Para un sonido cuya frecuencia es de 1 (KHz) y una Fuerza Sonora de 70 (fones) se percibe con un nivel de intensidad sonora NIS = 70 (dB).		

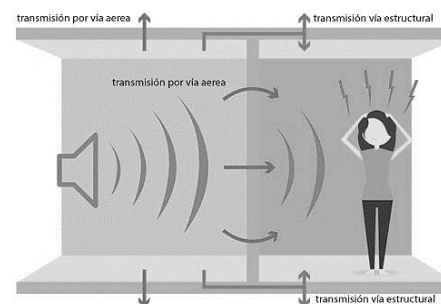
ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA - Ejercitación 2

Aislamiento acústico

En Acústica Arquitectónica uno de los temas a considerar es el **Aislamiento Acústico**. Así, este tema trata sobre la relación de los locales o los edificios respecto de su entorno, reduciendo la transmisión del sonido de un área a otra. Cuando atendemos al Aislamiento Acústico, será para reducir la transmisión de la energía sonora del exterior a los locales, o a la inversa, cuando los locales se transforman en generadores de niveles de ruido considerable, como en el caso de los locales bailables. También debe considerarse la aislación entre locales de un mismo edificio, por ejemplo, entre aulas de un edificio educacional. La contaminación acústica en los edificios, depende la presencia de ruidos, ocasionados por fuentes externas (ej.: tráfico) o internas (ej: actividad en otro local o espacio, instalaciones, vecinos, etc.).

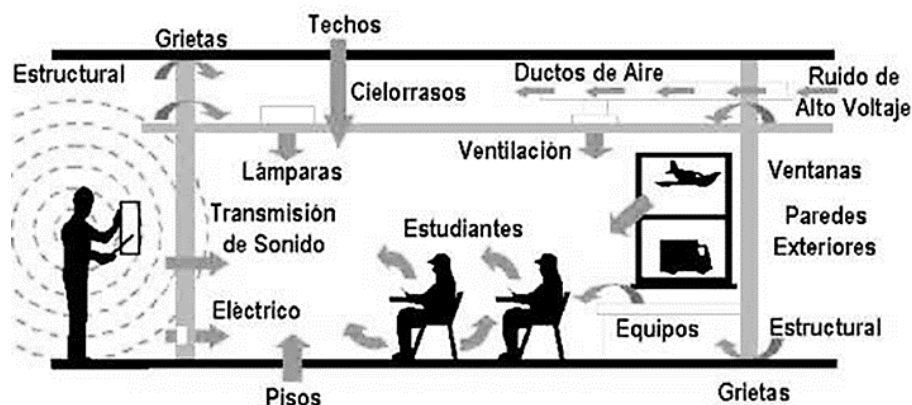


Las **envolventes del edificio** serán las que tendrán la capacidad de aislar los ruidos provenientes, tanto del exterior como de locales interiores contiguos. En este tema, los elementos constructivos que forman las envolventes verticales u horizontales, serán los que deberán tener la capacidad de atenuar esa transmisión de energía, y para ello la masa y rigidez serán datos fundamentales para su diseño y eficiencia acústica. En la aislación acústica el material y todas las piezas del sistema de montaje son decisivos.



Cuando el arquitecto comienza a prefigurar un edificio, su localización, relación con otros edificios y la disposición de locales no será arbitraria, dado que, entre otros aspectos deberá considerar lo relativo a la aislación acústica frente a las fuentes de ruido del entorno. En **los criterios de prevención de la contaminación acústica** serán relevantes los ruidos aéreos y también los que se transmiten por vía sólida. Por supuesto, cada local de acuerdo a las actividades que albergan, tendrá determinados requerimientos acústicos. Para ello, existen **Normativas y Recomendaciones** que ayudan en esta tarea para no incurrir en soluciones en las que más tarde haya que realizar correcciones, siendo que en el aislamiento acústico esta tarea será más costosa y muchas veces modificando la expresión original del edificio y sus envolventes. Estos **criterios de diseño** redundarán, una vez materializada la obra de arquitectura, en **locales confortables** que contribuyen a **mejorar la calidad de vida** de sus habitantes.

Analice estas piezas gráficas e identifique las envolventes fundamentales a considerar para el aislamiento acústico, como así también las fuentes generadoras de sonidos indeseados (ruidos). El siguiente gráfico muestra esa diversidad de fuentes sonoras.



Otras vías de transmisión del sonido y que pueden interferir en las actividades, bajando la calidad de los locales, también deben ser consideradas al tratar la Acústica Arquitectónica.

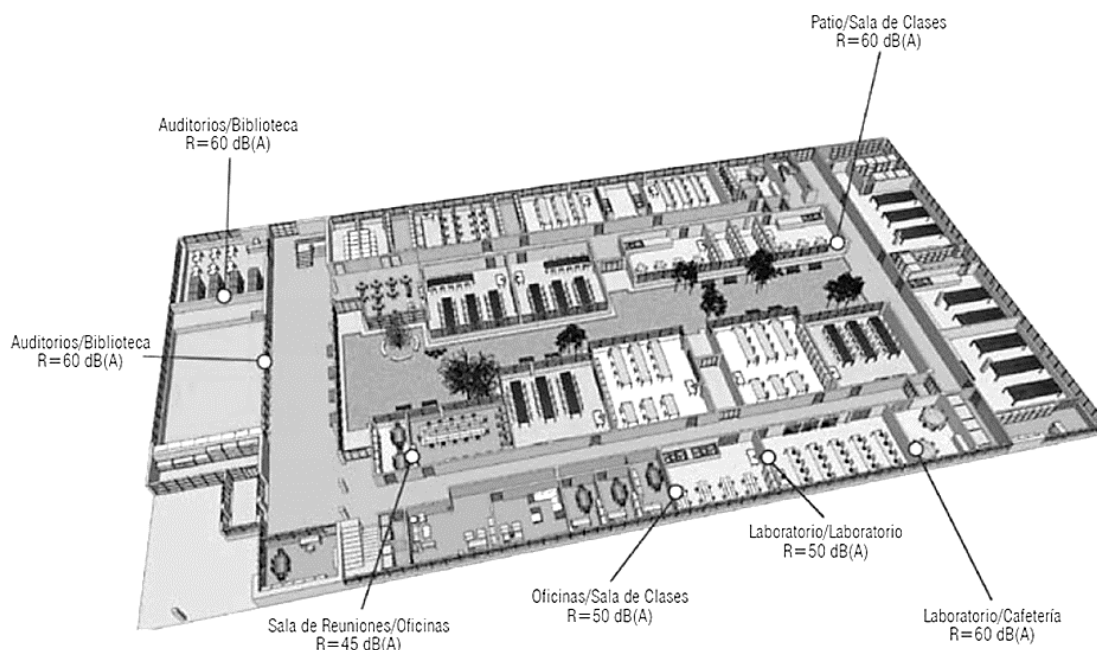
En el caso de la arquitectura educacional, lo importante es la inteligibilidad de la palabra (que sea fácil de entender), parte de esto se logra acondicionando acústicamente los locales, pero se debe comenzar por impedir que los ruidos molestos (ruidos de fondo) interfieran en esa percepción de los sonidos interiores. En este caso, estamos refiriéndonos a la capacidad de atenuar los ruidos de las envolventes, y por ende hablamos de Aislamiento Acústico.

El siguiente gráfico presenta de manera esquemática las fuentes de ruido a tomar en cuenta para resolver los edificios contemplando aspectos acústicos, los que incidirán en el confort y por ende mejorando la calidad de vida.



Para lograr los objetivos de la calidad acústica de los locales, la Normativa exige y en otros casos recomienda que los elementos divisorios (sean envolventes exteriores o interiores) tengan la capacidad de aislar determinados valores de R (dB). A modo esquemático, se presenta este gráfico, que considera la relación entre locales contiguos de acuerdo a las actividades que se desarrollan en cada uno de ellos:

ÍNDICE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA (R) ESTIMADO PARA TABIQUES SELECCIONADOS EN EDIFICACIONES EDUCACIONALES



Para comprender conceptualmente el Aislamiento Acústico, comenzaremos por algunos ejercicios simples:

1. Teniendo en cuenta los datos del ítem de la guía SIG.

1.1. ¿Cuál será el Aislamiento Puro (DP) del cerramiento?

1.2. Verifique si dicho cerramiento que separa ambos espacios cumple con la aislación recomendada según la Norma IRAM 4044 (ver tabla).

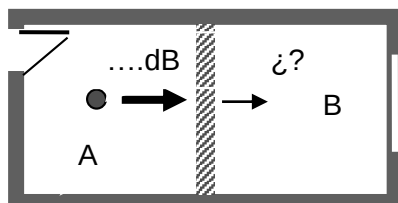
Valores mínimos de aislamiento *in situ*

A.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

DESCRIPCIÓN	ESCALA I	ESCALA II
EDUCACIÓN	R'_w (dB)	R'_w (dB)
Entre aulas y salas similares	47	53
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

Escala I de protección acústica: Se toman como valores recomendados los mínimos necesarios para preservar la salud mediante la protección acústica. En estos casos, no se puede esperar que los ruidos que proceden del exterior, o de ambientes cercanos, no sean percibidos. De ello surge la necesidad de la consideración mutua para evitar ruidos innecesarios. Estas recomendaciones parten de la base de que en ambientes cercanos no se produzcan ruidos más allá de los típicos por la actividad que se deba desarrollar.

Escala II de protección acústica: Los valores de protección acústica estable, permiten que los habitantes u ocupantes de los diferentes recintos, logren un nivel adecuado para la actividad intelectual, de recreación o de descanso, y la protección de la privacidad en sitios habitables aún en el caso de elevar moderadamente la voz. Los instrumentos musicales aún pueden ser percibidos por el vecino y, en consecuencia, podrían resultar molestos.



Solución:

Norma IRAM 4044:

PLANTA ESQUEMATICA

2. Observe y reconozca cada una de las imágenes, según la **clasificación de los cerramientos** que estudiamos desde el punto de vista de la **aislación acústica**.

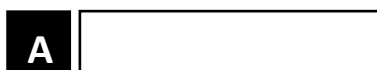
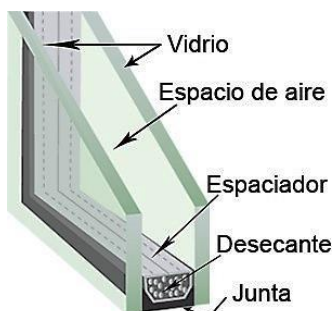
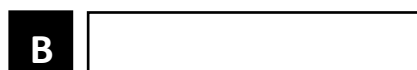
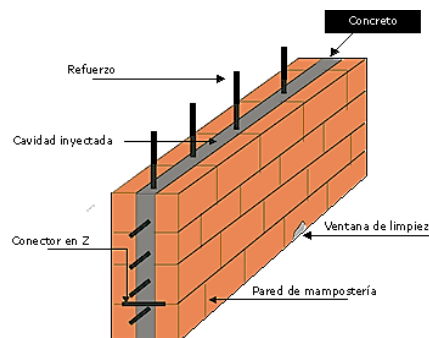
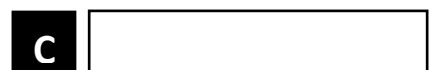
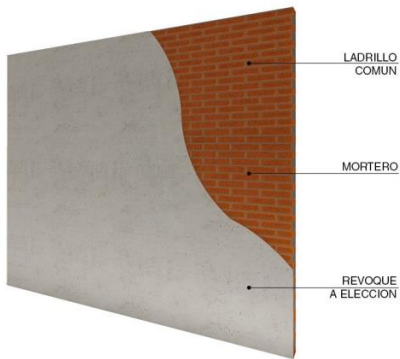
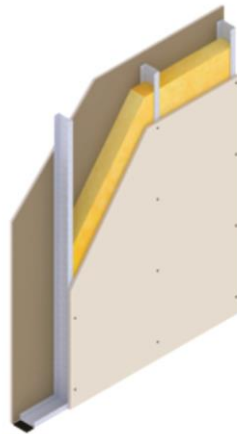


Figura 3. Mampostería de cavidad reforzada

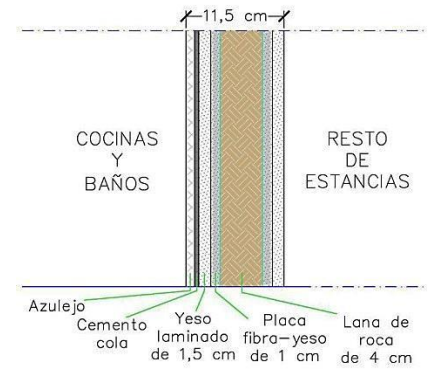
D



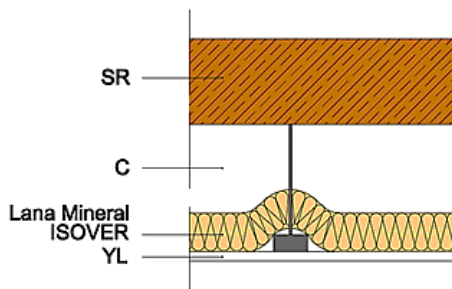
E



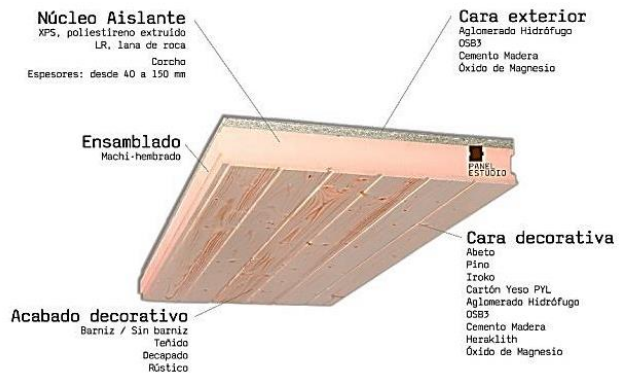
F



G



H



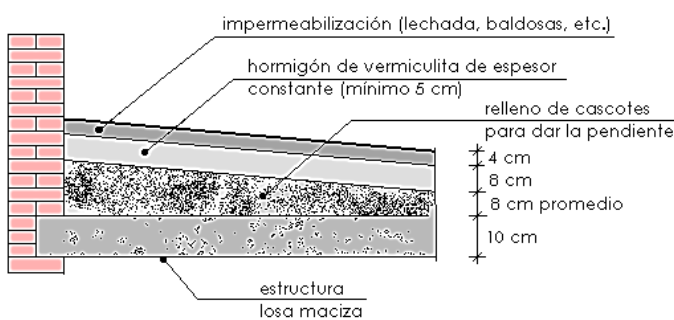
I



J



K



3. Si el muro D posee una aislación $R=40$ dB para 500 Hz.

¿Cuánto aislaría para 2000 Hz?

¿Cuánto aislaría para 125 Hz?

¿En cuánto aumenta o decrece la aislación (R en dB) por octavas de frecuencias normalizadas, para este tipo de muro?

4. Si el muro A posee una aislación $R=45$ dB para 500 Hz

¿Cuánto aislaría para 2000 Hz?

¿Cuánto aislaría para 125 Hz?

¿En cuánto aumenta o decrece la aislación (R en dB) por octavas de frecuencias normalizadas, para este tipo de muro?

5. ¿Qué tipo de muro es un tabique conformado por dos placas de fibrocemento y cámara de aire?

5.1. Si a dicho tabique, lo quisiera convertir en un muro múltiple. ¿Con qué material debería rellenar la cámara de aire?

- a. Mortero de Vermiculita
- b. Lana de vidrio

5.2. Si a la cámara de aire del tabique anterior, se la rellenara con lana de vidrio. ¿En cuánto aumentaría su aislación R (dB)?

6. Si en un local el divisorio fuera un vidrio simple y no cumpliera con el valor de aislación necesaria, se recomienda buscar, en el catálogo comercial del fabricante de vidrios, uno que cumpla con ese requisito para la frecuencia de 500Hz. **Describe las características del mismo e indique en las planillas como encuentra dichos valores.**

FRECUENCIA (Hz)	SIMPLE VIDRIADO AISLACION ACUSTICA EN (dB) SEGUN ESPESOR DE FLOAT					
	4	6	10	19	7,5 (a) Float Laminado	17,5 (b) Float Laminado
100	17	18	24	25	22	26
125	23	22	26	29	23	28
160	22	22	28	31	28	32
200	21	22	26	31	25	31
250	21	26	28	32	27	33
315	24	26	29	35	29	34
400	26	29	32	36	31	37
500	29	31	34	38	33	39
630	30	33	36	36	35	41
800	32	34	37	35	37	42
1000	34	36	36	38	38	44
1250	34	36	33	40	39	45
1600	36	32	33	44	41	46
2000	36	26	38	47	42	44
2500	31	30	41	50	43	38
3150	25	34	43	52	41	42
4000	31	37	44	55	37	46
Aislac. promedio (dB)	27	29	33	37	33	38

FRECUENCIA (Hz)	DOBLE VIDRIADO HERMETICO - DVH AISLACION ACUSTICA EN (dB) - FLOAT / CAMARA DE AIRE / FLOAT (mm)					
	4/12/4	6/12/6	10/12/4	10/12/6	10/12/6,4 Float Laminado	10/12/17,5 Float Laminado
100	25	17	23	27	27	26
125	24	26	28	27	28	32
160	23	22	26	24	26	29
200	21	18	19	24	26	29
250	21	18	23	29	30	35
315	19	24	26	31	32	35
400	22	27	31	33	34	40
500	25	29	33	34	36	45
630	30	33	36	37	40	47
800	33	37	39	39	41	47
1000	36	39	41	41	42	46
1250	38	39	41	41	41	45
1600	40	39	41	39	41	48
2000	41	34	45	37	42	49
2500	35	37	45	40	44	48
3150	31	42	42	43	49	52
4000	40	47	44	47	53	57
Aislac. promedio (dB)	29	30	34	34	36	41

NOTAS: (a) Float Laminado 3 + 3 / PVB 1,52 mm - (b) Float Laminado 10 + 6 / PVB 1,52 mm

Los **muros simples**, poseen un solo elemento o están constituidos por materiales conformando un elemento monolítico. En función de sus características constructivas un muro simple a mayor peso o masa superficial, aumenta su aislación; otros aspectos a tener en cuenta son la frecuencia del sonido incidente y su ángulo de incidencia. A mayor frecuencia y mayor ángulo con respecto a la normal, también incrementará su capacidad aislante.



7. Teniendo en cuenta los datos del ítem de la guía SIG, de un tabique de hormigón visto.

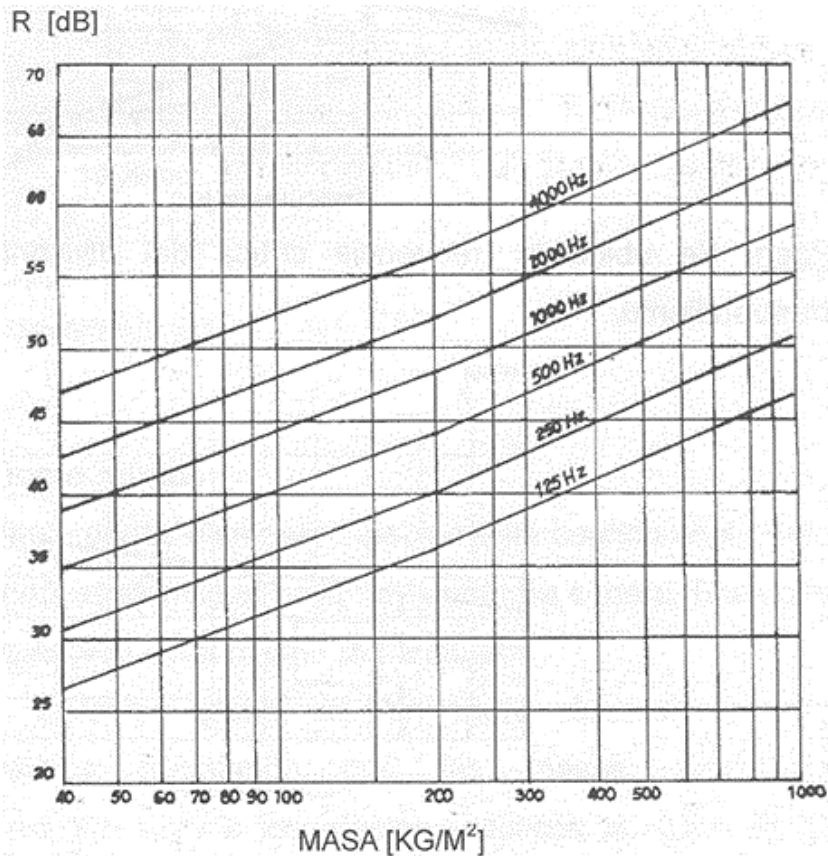
7.1. Indique qué **tipo de muro** es en referencia a la clasificación general.

7.2. Encuentre la **aislación acústica R (dB)** que presenta para la frecuencia de **500 Hz** (usando gráfico de Ley de Masa) y verifique con la fórmula correspondiente:

Aislación Acústica R (dB) para la frecuencia de 500 Hz:

Según ábaco:

Según Fórmula:



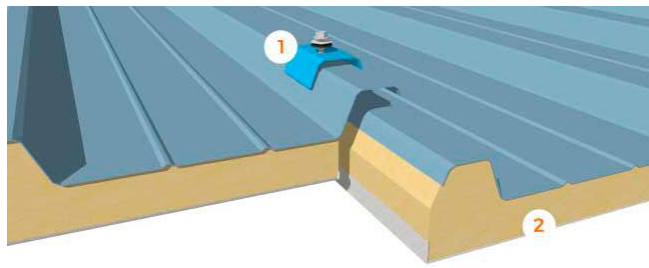
7.3. Encuentre la **aislación acústica R (dB)** para las restantes frecuencias normalizadas, completando la siguiente tabla. (utilice el Abaco de Ley de Masas y Frecuencias)

f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000
R [dB]							

7.4. Determine la **frecuencia crítica** de dicho muro indicando qué sucede con el valor de la aislación para dicha frecuencia. ¿Qué sucede con el **valor de la aislación para dicha frecuencia crítica**?

7.5. Si se deseara **bajar a 100 Hz** el valor de la frecuencia crítica del tabique utilizado en el ejercicio anterior ¿Qué **espesor debería tener dicho tabique**?

Los **muros múltiples**, están constituidos por varios elementos (dos o más capas) adheridos entre sí, a diferencia de los muros dobles que presentan una cámara de aire o un material elástico, que no está adherido a las demás capas que los conforman.



1 - Tornillo autoperforante - Chapa conformada
- Solape crestas - Poliuretano

2 - Foil de polipropileno



8. Un muro está constituido por **2 capas de material adheridas** entre sí (no presentando cámara de aire ni rellenos de material absorbente poroso).

Los materiales son los siguientes:

Capa 1: Hormigón visto Kg/m³ – Espesor cm (Exterior)

Capa 2: Placa de madera Kg/m³ – Espesor mm (Interior)

8.1. Indique qué **tipo de muro** es en función de la clasificación general.

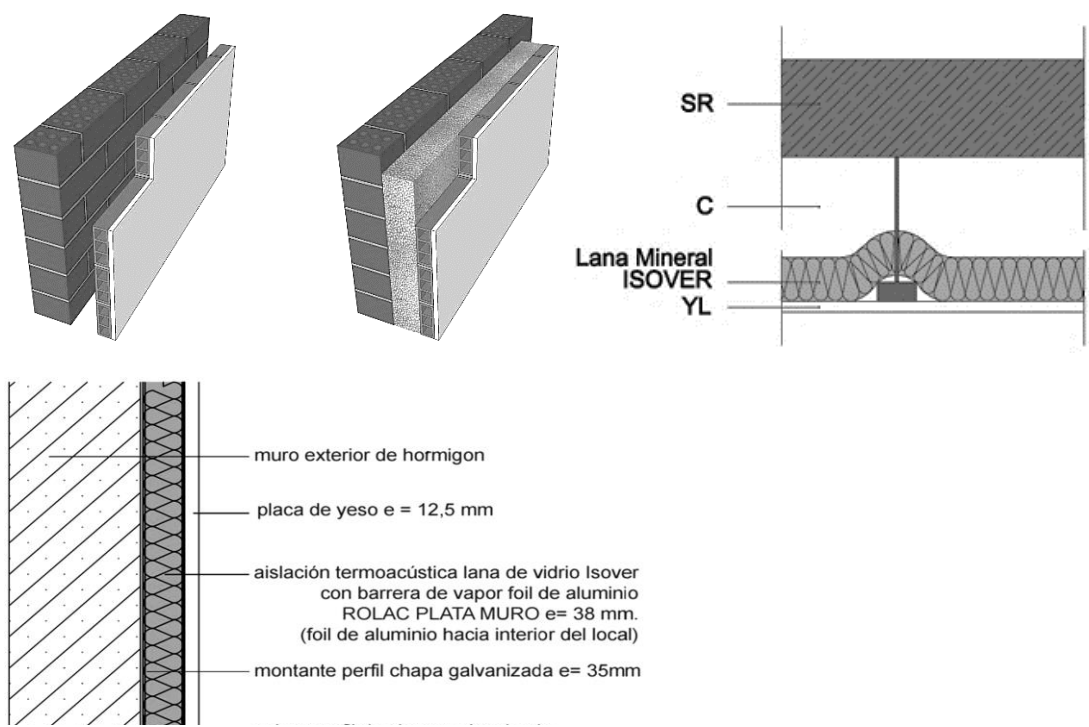
8.2. Calcule las **masas superficiales** de cada material.

8.3. Determine la **aislación para frecuencias medias R (dB)**

8.4. Halle los valores de aislación para las restantes frecuencias normalizadas.

f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000
R [dB]							

Los **muros dobles**, constituidos por dos capas con una cámara de aire entre ellos, presentan distintos comportamientos en función de sus características constructivas y forma de incidencia de las ondas sonoras. Respecto al procedimiento de cálculo, presenta algunas particularidades respecto a los muros simples, múltiples y heterogéneos.



9. Escriba las **fórmulas** correspondientes para el cálculo de **muros dobles**: Identifique las variables.

10. Teniendo en cuenta los datos del ítem de la guía SIG.
 ¿Cuál será su aislamiento R (dB) para 500 Hz? Complete el cuadro con los materiales

MATERIALES COMPONENTES DEL TABIQUE		
Capa 1	Cámara de aire	Capa 2

10.1. Encuentre la **masa superficial** de cada capa sólida

10.2. Encuentre la **frecuencia de resonancia (Fr)** del conjunto.

10.3. Calcule el **valor de aislación R (dB)** de dicho muro, **para esa frecuencia de resonancia (Fr)**.

10.4. Recuerde que el valor de **R (dB)** calculado corresponde a la **Frecuencia de Resonancia** del conjunto, por lo que tendrá que **interpolar para encontrar una Frecuencia Normalizada** y así poder hallar la aislación del tabique para **500 Hz**.

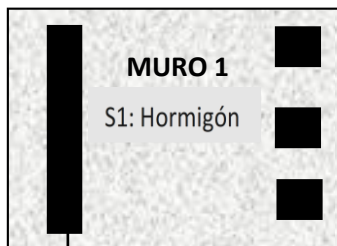
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000
R [dB]							

10.5. Si a este tabique se le **rellenara la cámara de aire** una manta rígida de lana de vidrio de 50 Kg/m³ **¿En cuántos decibeles se incrementarían dichas aislaciones?**

Complete la tabla con los valores de Aislación R (dB) para cada frecuencia normalizada:

f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000
R [dB]							

11. Observe, reconozca cada una de los siguientes muros y responda a qué tipo corresponden:



S2: Vidrio simple



S2: Vidrio simple

Tipo de muro:

Los **muros discontinuos o mixtos**, son los que presentan diferentes materiales en su superficie con diferentes masas volumétricas. Esos materiales al poseer diferente resistencia al paso de la energía sonora, tales como ventanas y puertas, pueden disminuir la Aislación Global dependiendo de la naturaleza de esos materiales, espesores y relaciones proporcionales entre ellos.

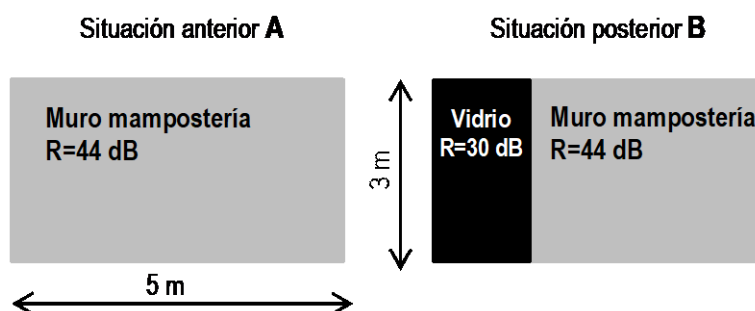
12. Compare ambos muros M1 y M2 de iguales características constructivas (materiales) pero de diferentes relaciones dimensionales entre superficies transparentes y opacas. Ambos están materializados con elementos opacos (Hormigón a la vista) y transparentes (vidrio simple).

12.1. Indique ¿Cuál presentará mayor pérdida de Aislación Global R_G ? ¿Por qué?

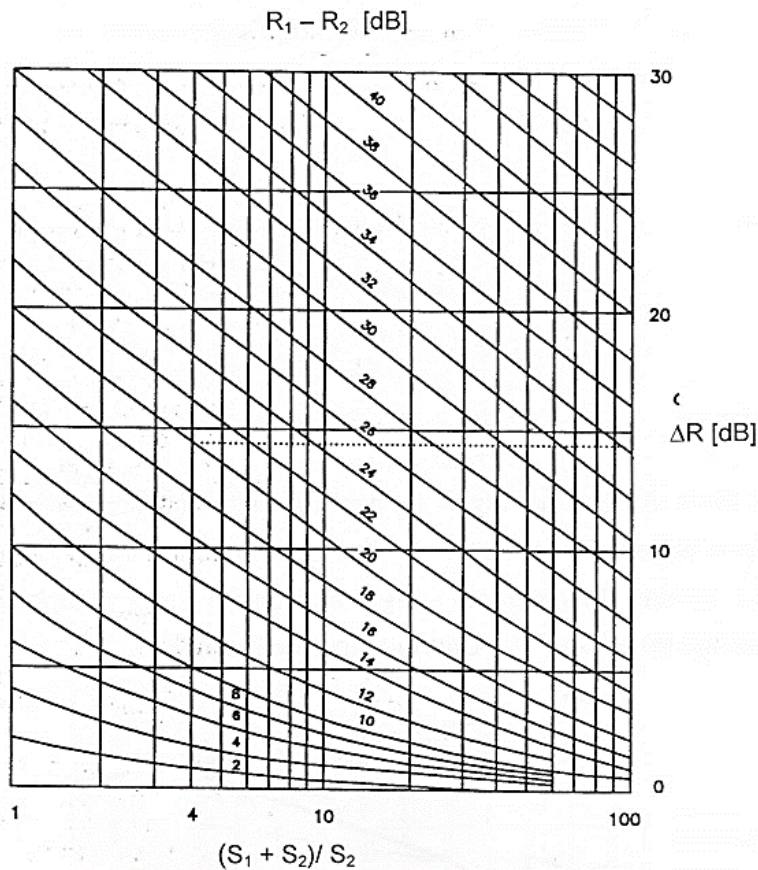
12.2. Si por razones de diseño fuera necesario mantener esas relaciones de superficies y formas, así como también su materialidad (vidrio y hormigón a la vista). ¿Qué **solución/es** adoptaría para **mejorar la Aislación Global** del muro? *No realice cálculos.*

13. Entre 2 locales existe **un muro continuo (A)**, construido con mampostería de ladrillo, de **$R=44$ dB**. Por razones de diseño y comunicación visual entre ambos locales se ha decidido reemplazar **1/3 de la superficie por un vidrio fijo** cuya aislación es de **$R=30$ dB**. Situación (B)

Calcular cuál sería el nuevo valor de aislación de la Aislación Global R_G (dB) en esta situación (B) con 2 materiales diferentes, para 500 Hz.



13.1. Encuentre la **Aislación** de cada material R_1 (dB) y R_2 (dB). *Trabaje con las masas superficiales (kg/m^2) de cada material.*



13.2. Halle la **diferencia $R_1 - R_2$** entre las aislaciones de los elementos componentes del muro discontinuo. *Marque en el ábaco.*

13.3. Halle las **superficies reales S_1 y S_2** de cada material. *Recuerde que a R_1 le corresponde S_1 , o sea del elemento que posee mayor aislación.*

13.4. En relación a las superficies halladas, establezca la **relación de áreas**. *Marque en el ábaco.*

13.5. Con todos estos datos, y con la ayuda del **ábaco** correspondiente, podrá obtener la pérdida de aislación **ΔR (dB)** a deducir del elemento más aislante.

13.6. ¿Cuál será la **Aislación Global R_G (dB)** del **muro discontinuo** analizado?

14. ¿Cuál de los cerramientos del siguiente cuadro extraído de la Norma IRAM 4044, sería el **más adecuado** como **muro medianero** (divisorio) entre **departamentos u oficinas**? Tome en cuenta que debe cumplir con la **Norma IRAM 4044** (Recomendaciones de aislación **Rw** para diferentes tipos de construcción)

NORMA IRAM 4044

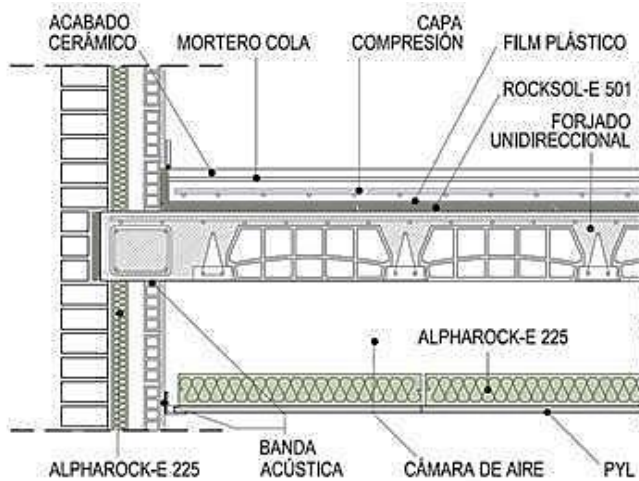
A) VALORES DE AISLACION (Rw) PARA DISTINTOS TIPOS CONSTRUCTIVOS

TIPOS COMUNMENTE UTILIZADOS	ESPESOR [m]	Rw [dB]	G [Kg/m ²]
Ladrillo cerámico hueco de 0,18m, ambas caras revocadas	0,21	44	220
Ladrillo cerámico hueco de 0,11m, ambas caras revocadas	0,14	40	160
Ladrillo común de 0,12m, ambas caras revocadas	0,15	50	260
Ladrillo común de 0,27m, ambas caras revocadas	0,30	54	500
Hormigón armado sin juntas	0,12	50	250
Hormigón armado premoldeado de 0,10m, con revoque grueso y salpicado	0,12	45	250
Panel de yeso de 0,0125m, cámara de aire de 0,07m, panel de yeso de 0,0125m y zócalo cerámico, perfiles de chapa y juntas selladas con masilla y papel	0,095	43	30
Panel de yeso de 0,0125m, 0,05m de fibra de vidrio de 20 Kg/m ³ , cámara de aire de 0,02m, panel de yeso de 0,0125m y zócalo cerámico, perfiles de chapa de 0,56mm de espesor y juntas selladas	0,095	47	31
2 placas de yeso de 0,0125m cada una, 0,05m de fibra de vidrio de 20 Kg/m ³ , cámara de aire de 0,02m, 2 placas de yeso de 0,0125m c/u, zócalo cerámico, perfiles de chapa de 0,56mm de espesor y juntas selladas.	0,12	54	61
2 placas de yeso de 0,0125m cada una, cámara de aire de 0,07m, 2 placas de yeso de 0,0125m c/u, zócalo cerámico, perfiles de chapa de 0,56mm de espesor y juntas selladas.	0,12	49	60
Nota 1: Para Rw 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 Rw mayores que 55 dB es conveniente recurrir a muros o tabiques compuestos cuyas capas estén desvinculadas convenientemente.			

B) RECOMENDACIONES DE AISLACION (Rw) PARA DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCION

EDIFICIOS DE DEPARTAMENTO PARA VIVIENDA U OFICINA	Rw[dB]
Divisórios entre departamentos u oficinas en el mismo edificio	44
Muro divisor o entre departamentos u oficinas de edificios linderos	48
Muros linderos con espacios de uso común, escaleras, ascensores, pasillos y recepción	44
Muros linderos con cocheras y/o accesos	48
Muros o tabiques de división interna	37
VIVIENDAS UNIFAMILIARES	Rw[dB]
Muro divisorio de predio	48
Muros o tabiques internos o privados, no industriales	37
LOCALES PUBLICOS LINDEROS CON VIVIENDAS U OFICINAS	Rw[dB]
Muros o tabiques	56
HOSPEDAJE Y SALUD	Rw[dB]
Muros o tabiques entre habitaciones que deben ser silenciosas y locales ruidosos	56
EDUCACION	Rw[dB]
Muros o tabiques entre aulas y similares	44
Muros o tabiques entre aulas y pasillos o escaleras	40
Muros o tabiques entre aulas de música o entre éstas y aulas	56

15. Observe y analice el corte constructivo de un **entrepiso** y extraiga conclusiones referidas a:



15.1. ¿Cuál es la finalidad de incorporar un **elemento elástico** entre la capa del piso y la losa?

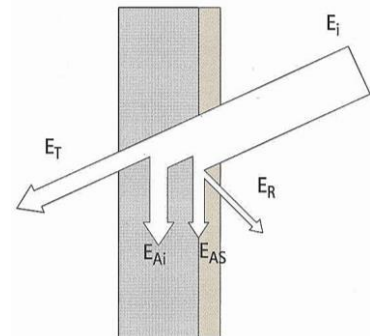
15.2. ¿Qué beneficios se obtienen al colocar un **cielorraso**, generando una cámara de aire, por debajo de la losa y la incorporación de **lana de vidrio** dentro de ese espacio?

ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA - Ejercitación 3

Acondicionamiento acústico de los locales

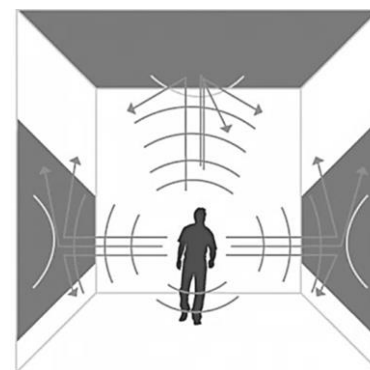
En **Acústica Arquitectónica**, el otro tema que abordamos se refiere al **Acondicionamiento Acústico de los locales**, o también llamada Acústica de Recintos. Es el campo de la acústica que estudia el comportamiento del sonido en el interior de los locales, donde se presentan los tres fenómenos implicados en la propagación del sonido.

Así, todo sonido generado en el interior de un local es **reflejado**, **absorbido** y **transmitido** en diferentes proporciones de acuerdo con la naturaleza de la construcción. Pero también es sabido que la localización, forma, dimensiones y terminación superficial de cada plano envolvente influirán en la propagación sonora dentro de los locales. Por lo tanto, los criterios de diseño y los materiales y/o dispositivos que se utilicen incidirán en otro fenómeno más complejo, como la **reverberación**.



Para comprender uno de los aspectos o factores intervinientes que resulta de fundamental importancia al referirnos a Acondicionamiento Acústico de los locales, es el **coeficiente de absorción** de las superficies envolventes o pieles de ese recinto. Cuando la energía sonora es interceptada por una superficie, una parte será reflejada y otra absorbida. Los **coeficientes de absorción (a)** representan esa relación entre la **energía absorbida (Ea)** y la **energía incidente (Ei)**.

Cada material o dispositivo tendrá un comportamiento diferente e influirá en la **absorción total (At)** de un recinto y por ende en el **tiempo de reverberación (t₆₀)** y la percepción del sonido. El tiempo de reverberación se puede cuantificar y evaluar y/o contrastar con **valores recomendados según las actividades** que se desarrollen en los locales, y donde también interviene otra variable importante como es el **volumen del recinto**. Estos valores, aunque sean cuantificables incidirán en la **calidad acústica global de un recinto**.

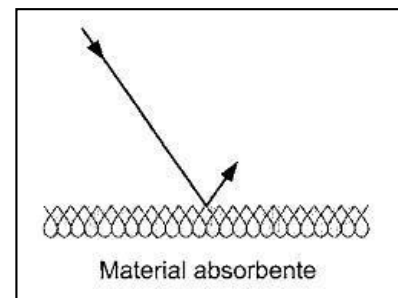


Como se expresó, para controlar la reverberación de un recinto, las absorciones tendrán un rol importante, ya que de acuerdo a sus características, localización y proporción definirán esa calidad acústica.

La **Absorción total (At)** de un local está constituida por las **absorciones de las envolventes, las personas y el equipamiento**.

Cada **material o dispositivo** de las terminaciones superficiales de un local constituye la **Absorción Fija (Af)**. Así mismo, la cantidad de personas que ocupan el espacio representan la **Absorción de la audiencia (Ap)** y el tipo y cantidad del equipamiento constituye la **Absorción de butacas (Ab)**, en conjunto constituyen la **Absorción Variable**.

La **Absorción Total** de un recinto está dada por la sumatoria de todas estas absorciones e influirán, junto con el **volumen de aire** del local en el **tiempo de reverberación (T₆₀)** y por ende en la inteligibilidad de la palabra y/o música, contribuyendo a la calidad acústica y el confort.



1. A partir de los **materiales y dispositivos acústicos investigados y sistematizados por su grupo** en el **punto 6.1. de la Ejercitación Nº 1** de Acústica Arquitectónica (Nociones Fundamentales) **y otro de su elección:**

1.1. Calcule la **absorción fija (Af)** de los mismos para **500Hz** considerando que deben cubrir una pared de **5.00m x 2.40m**, empleando para ello los cuadros que se encuentran debajo. Tenga en cuenta que:

$$Af [m^2 \text{ de abs}] = Sup. [m^2] \times a$$

Af = Absorción fija

Sup = Superficie del material o dispositivo en m²

a = coeficiente de absorción del material

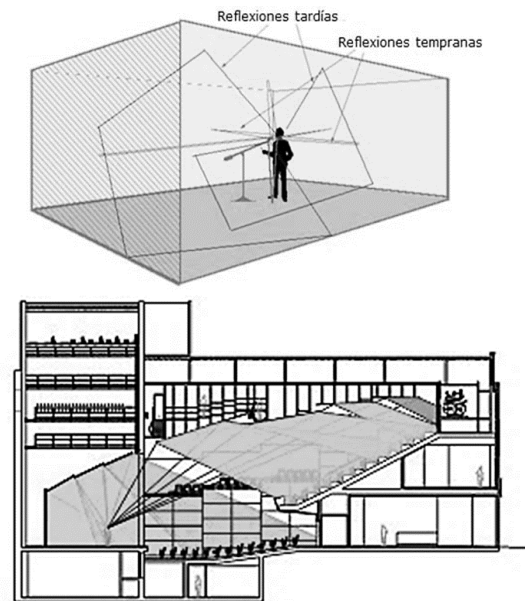
Material 1:	Material 2:	Material 3:
a:	a:	a:
S:	S:	S:
Af:	Af:	Af:

1.2. ¿Qué **conclusiones** pueden extraer del **análisis comparativo** de los tres materiales elegidos?

2. Encuentre los **coeficientes de absorción (a)** para las frecuencias de **125, 500 y 2000 Hz** de los siguientes **materiales y/o dispositivos acústicos** y determine a qué tipo corresponden según su comportamiento ante el sonido.

Material y/o dispositivo	a			Tipo de material y/o dispositivo
	125Hz	500Hz	2KHz	
Revoque a la cal liso				
Lana de Vidrio				
Madera 3 mm barnizada con cámara de aire de 5 cm				
Placa de madera de 12,5mm sobre pared				
Tejido de algodón de 300 gr/m ² s/ pared				
Plancha metálica perforada 22% con 45mm Lana Mineral detrás				

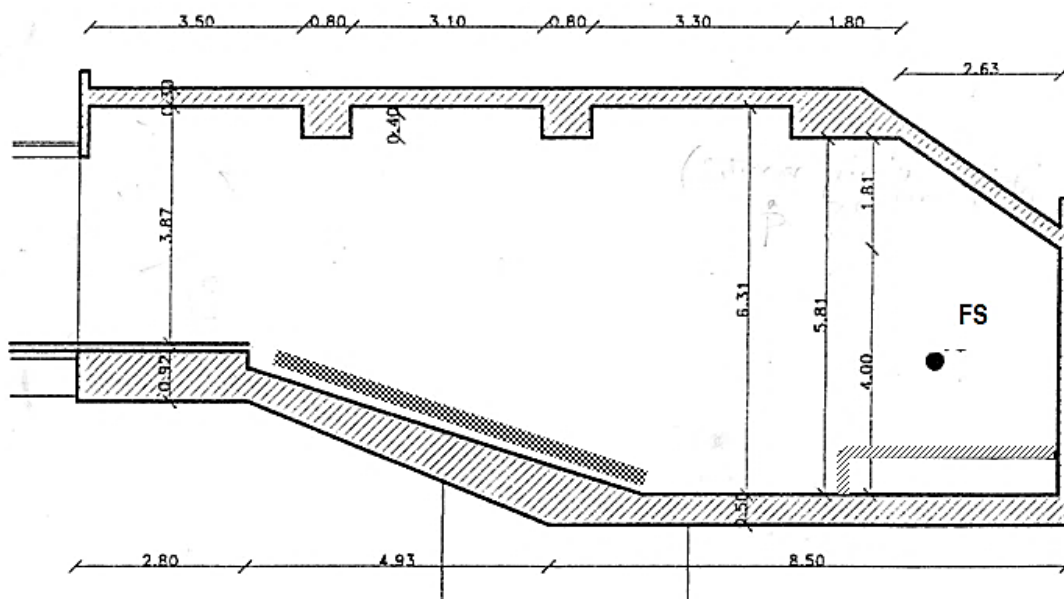
Cuando a **reflexiones del sonido** nos referimos, utilizadas en acústica de recintos para **reforzar el sonido a zonas de la sala donde el sonido directo** no llega con un nivel de intensidad necesario para una buena inteligibilidad de la palabra, o bien para difundir el sonido musical. Es por ello, que el método de las imágenes es útil para comprobar gráficamente el comportamiento de los planos reflectores, tanto para reforzar el sonido como para prevenir reflexiones indeseadas que atentarían a la inteligibilidad dentro de los locales. Así, abordaremos otro aspecto fundamental, y una herramienta de gran utilidad para el arquitecto para prefigurar los locales, evitando formas o materialidades inconvenientes. También sirve para prevenir el eco.



Nos referimos a la **Acústica Gráfica o Acústica Geométrica**.

3. ¿Cuál es el **objetivo** que se persigue al colocar una serie de **planos reflectantes**, tanto en cielorraso como en las envolventes laterales? ¿En qué zonas de la sala deben evitarse?

4. Grafique en el perfil de la sala presentada, **3 (tres) planos reflectantes** que permitan obtener un **refuerzo progresivo** del sonido en la misma (**P1** toda la audiencia, **P2** mitad posterior de la audiencia y **P3** últimas filas de la sala)



5. Complete el siguiente cuadro que sistematiza el análisis de la sala indicada en la SIG (ítem). Tenga en cuenta que **los aspectos normativos serán explicitados en clase teórica sincrónica**.
(ingrese al link [compartido en Classroom según Taller](#) y complete una planilla por grupo)

RELACIÓN CON EL ENTORNO URBANO Y EL PROYECTO				
Croquis de ubicación de la sala en relación al entorno urbano y a la totalidad del proyecto arquitectónico (plantas y cortes)		Aspectos a considerar		
RELACIÓN CON LOCALES PRÓXIMOS				
Croquis de ubicación de la sala en relación a los locales contiguos (plantas y cortes)		Aspectos a considerar (Locales contiguos, niveles de ruido producidos, composición de las envolventes del espacio, etc)		
RELACIÓN ENTRE VARIABLES DEL ESPACIO				
Variable		Aspectos existentes en el proyecto	Recomendaciones / Valores según normativa	Conclusiones/ propuestas
Forma de la planta				
Cantidad de butacas				
Volumen	de la sala (m3)			
	p/espectador (m3)			
Pendiente de la sala (% - dim. de contrahuella - isópticas)				
Ancho	de pasillos			
	de puertas			
MATERIALIDAD Y COMPORTAMIENTO ACÚSTICO				
		Aspectos existentes en el proyecto	Conclusiones / propuestas	
Envolventes	Superior/ cielorraso			
	Laterales			
	Fondo de la sala			
	Fondo de escenario			
	Inferior/ piso			

Para los **cálculos de Reverberación**, hemos expresado que será necesario considerar las diferentes absorciones que intervienen en la Absorción Total. Ya nos hemos referido a la Absorción Fija (**Af**), ahora nos detendremos en la **Absorción Variable**, constituida por la Absorción de Equipamiento, también conocida como **Absorción de Butacas (Ab)** y la **Absorción de Personas (Ap)** que ocupan el espacio en cuestión.

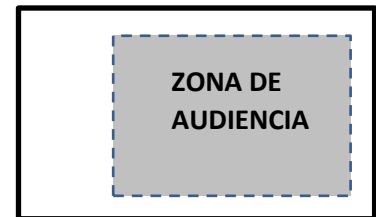
6. Para poder pre dimensionar la cantidad de butacas o sillas que puede albergar una determinada área destinada a ese equipamiento, se pide

6.1. ¿Cuántas butacas podrá colocar en un área de **45 m²** destinada a la audiencia del local?

6.2. Si considera **2/3 de ocupación** en ese sector, ¿Cuántas butacas quedarán vacías?

Cantidad total de butacas

Cantidad de butacas vacías para
2/3 de ocupación



7. Escriba y analice la **fórmula para calcular el T₆₀ real** de un recinto, ¿De qué **variables** depende?

8. ¿De qué **variables** fundamentales depende el **T₆₀ óptimo** de un recinto? (Ver ábaco).

9. Considerando el espacio asignado en la SIG para el cálculo de reverberación:

9.1. Calcule la **absorción total (At)** del espacio a partir de determinar las absorciones fijas (**Af**) y variables (**Av**) del mismo, considerando para ello los coeficientes de absorción **para 500Hz**. Emplee el siguiente cuadro para organizar el proceso y registrar los resultados.

ABSORCIÓN FIJA - CALCULOS (Transcriba los materiales en la siguiente planilla)

CERRAMIENTO Y MATERIAL	Superf. (m ²)	α (500Hz)	Absorción fija $A_f = S \times \alpha$
Pared 1:			
Pared 2:			
Pared 3:			
Pared 4:			
Cielorraso:			
Piso:			
Puertas:			
Ventanas:			
Af - Sumatoria de Absorciones fijas parciales			

ABSORCIÓN VARIABLE

EQUIPAMIENTO Absorción del equipamiento	Cantidad N_b	α_b (500Hz)	Absorción de Butacas $A_b = N_b \times \alpha_b$

USUARIOS Absorción de personas	Cantidad N_p	α_p (500Hz)	Absorción de Personas $A_p = N_p \times \alpha_p$

$$BSORCION\ TOTAL = A_f + A_b + A_p$$

9.2. Complete el siguiente cuadro determinando el T_{60} real del espacio para frecuencias medias y responda los interrogantes allí planteados.

	CÁLCULOS y/o GRÁFICOS	RESULTADOS
¿Cuál es el T_{60} real de ese espacio?		
¿Cuál es el T_{60} óptimo o recomendado para ese volumen y actividad?		
En función de ese T_{60} óptimo ¿Cuáles serán las AT y Af necesarias para alcanzar esos valores?		
¿Qué Af presenta Ese local en la actualidad?		
¿Es necesario quitar o agregar Af ?		
¿Qué modificaciones serían necesarias realizar? Proponga soluciones constructivas. Grafique		

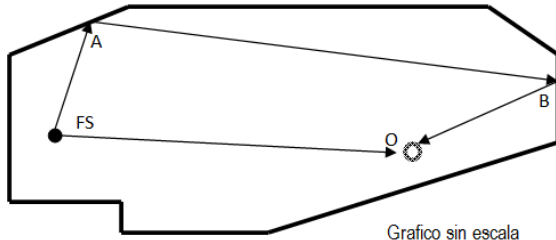
10. Si el T_{60} real de un recinto es mayor al T_{60} óptimo o recomendado:

¿Cuál será la percepción sonora de esa sala? **SORDA - REVERBERANTE**

¿Qué **modificaciones** debería hacer para aproximarse al T_{60} **óptimo**?

11. En el siguiente corte, el oyente (o) recibe **sonido directo** proveniente de la fuente sonora (FS) y **sonido que le llega por vía de la reflexión**. Según lo estudiado, verifique mediante el cálculo, si el oyente mencionado percibe eco.

Si el oyente percibe eco, proponga y enuncie **soluciones constructivas** recomendadas para revertir esta situación.



Distancias

FS A = 12m

AB = 26 m

BO = 14 m

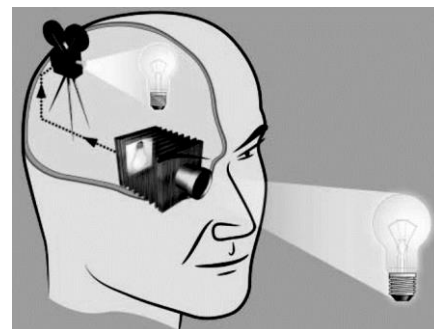
O FS = 16 m

Soluciones constructivas

ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA - Ejercitación 1

Luz, materia y color

La luz es una manifestación de la energía, como el sonido, el calor y la electricidad. La luz es energía radiante que es capaz de excitar la retina del ojo humano y producir la sensación visual, y en consecuencia el proceso de percepción visual. Así, podemos ubicar la luz como hecho físico que sucede fuera del hombre y la sensación visual, como un hecho fisiológico inherente al hombre. Por ello, comprender ampliamente a la luz implica acercarse a las leyes físicas como también a la respuesta del ser humano a esa energía. La energía radiante puede provenir de fuentes naturales o de fuentes artificiales, como las lámparas y las nuevas tecnologías capaces de producir luz.



El ojo es el órgano fisiológico del sentido de la vista, mediante el cual se experimentan las sensaciones de luz y color. Para que se realice el proceso de la iluminación, como acción y efecto de iluminar y ver, se requieren tres agentes:

- 1) La **fente luminosa**, como fuente productora de luz o radiación luminosa.
- 2) Un **objeto** o un **espacio interior o exterior** a iluminar, que necesitamos que sea visible.
- 3) El **ojo**, que recibe la energía luminosa y la transforma en imágenes que son enviadas al cerebro para su interpretación

EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO. PERCEPCIÓN VISUAL.

1. En el amplio espectro electromagnético, para el campo de aplicación de la Luminotecnia solamente interesan tres regiones por su longitud de onda, aunque algunas no sean visibles.

- 1.1.** ¿Entre qué longitudes de onda del espectro electromagnético se halla la **radiación visible**, o comúnmente llamada luz? Indique en el mismo cuadro.
- 1.2.** ¿Para qué longitudes de onda, el ojo humano tiene **mayor sensibilidad** en horas diurnas? Indique un color asociado a esa longitud de onda.
- 1.3.** ¿Qué efectos tiene la **radiación infrarroja**?
- 1.4.** ¿Qué efectos tiene la **radiación ultravioleta**?

Radiación:	RADIACIÓN VISIBLE	Radiación:
------------	-------------------	------------

2. La **Adaptación** y la **Acomodación Visual** son **características funcionales del sistema visual** y como uno de los factores humanos a considerar para garantizar el confort visual cuando diseñamos con luz.

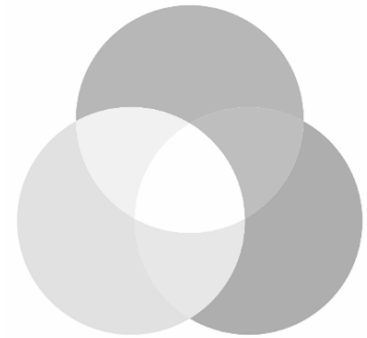
Indique cuál es el proceso mediante el cual el sistema visual cambia su sensibilidad a diferentes niveles de iluminación, donde la pupila tiene un rol fundamental.

Ejemplifique con casos de resolución de espacios arquitectónicos donde haya que prever esta característica de la visión.

LUZ Y COLOR. Mezclas aditivas y sustractivas del color.

Existen diferencias al referirnos al color desde la luz, así en el **color pigmentario** los colores primarios están constituidos por el rojo, azul y amarillo. En cambio, los colores primarios de luz son otros y las mezclas aditivas los obtenidos por la sumatoria cambian considerablemente.

3. Aunque el gráfico se encuentre en escala de grises o blanco y negro, **indique cada color interviniente en la mezcla aditiva de luz de color.** Diferencie los colores primarios y los binarios. Puede utilizar la nomenclatura internacional para designar colores. **Complete el gráfico.**



3.1. Colores primarios de luz:

3.2. Colores binarios:

4. Podemos visualizar la **mezcla sustractiva**, tanto en los cuerpos opacos como en los translúcidos o transparentes. Responda y esquematice utilizando gráficos que representen las diferentes longitudes de onda o colores incidentes:

4.1. Si a un **cuerpo opaco** lo percibimos como color **rojo** ¿Qué sucede? *Grafique esquemáticamente.*

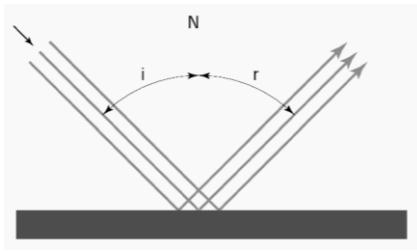
4.2. ¿Qué sucede si colocamos un **filtro rojo** a un haz de **luz blanca**? *Grafique esquemáticamente*

4.3. ¿Qué sucede si colocamos un **filtro amarillo** a un haz de **luz blanca**? *Grafique esquemáticamente*

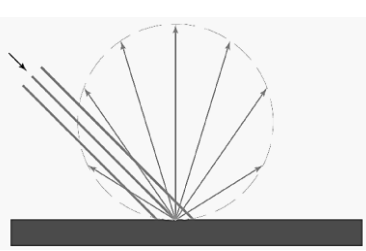
LA LUZ Y LOS MATERIALES

Recordemos que los materiales tienen diferentes **propiedades ópticas** y que, en función de ellos, los **fenómenos asociados a la propagación de la luz** variarán según su composición y terminaciones superficiales.

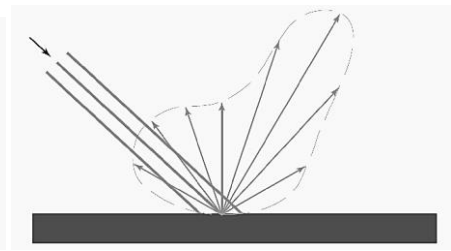
5. Identifique los fenómenos de propagación a partir de gráficos esquemáticos que se presentan. Asocie cada caso, con materiales utilizados en la arquitectura.



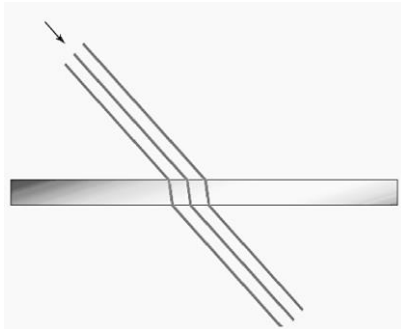
Material	
Prop. óptica	
Fenómeno	



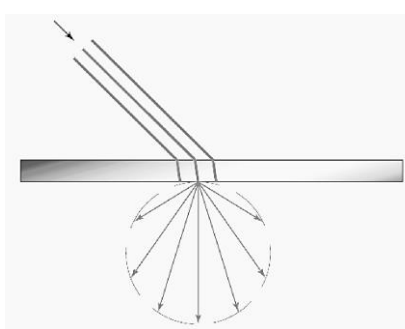
Material	
Prop. óptica	
Fenómeno	



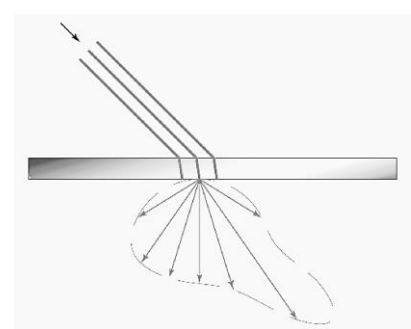
Material	
Prop. óptica	
Fenómeno	



Material	
Prop. óptica	
Fenómeno	



Material	
Prop. óptica	
Fenómeno	



Material	
Prop. óptica	
Fenómeno	

MAGNITUDES Y UNIDADES DE LA LUMINOTECNIA. Eficiencia energética.

Las magnitudes de la Luminotecnia y sus correspondientes unidades ayudan a comprender la información que proveen los fabricantes de las fuentes lámparas y luminarias, interpretar los valores a ingresar en un software de cálculo, pero fundamentalmente tener criterios al seleccionar de fuentes luminosas y otros aspectos cuantitativos. También serán los datos necesarios para realizar cálculos lumínicos y diferenciar y comparar las distintas fuentes luminosas y artefactos.

6. Por grupo, busquen cajas/blisters de diferentes lámparas o luminarias (al menos 3 por grupo, no es limitante, pueden ser más), e identifiquen/descubran **parámetros cuantitativos y cualitativos** informados en cada una de ellas. Transcriba esos datos en la siguiente tabla con sus respectivas unidades.

Ejemplo 1:			
Parámetros Cuantitativos	Unidades	Parámetros Cualitativos	Unidades

Ejemplo 2:			
Parámetros Cuantitativos	Unidades	Parámetros Cualitativos	Unidades

Ejemplo 3:			
Parámetros Cuantitativos	Unidades	Parámetros Cualitativos	Unidades

7. 7.1. ¿Qué entiende por **dimerizado o dimerizable**?

7.2. ¿Todas las fuentes luminosas pueden ser dimerizadas?

7.3. ¿Cómo verifica este aspecto?

8. Si comparamos dos lámparas, correspondientes a diferentes principios de funcionamiento:

Lámpara A: Flujo luminoso 960 Lm – Potencia 75 W

Lámpara B: Flujo luminoso 950 Lm – Potencia 12 W

Calcule los correspondientes **rendimientos** e indique **¿Cuál de las lámparas es la más eficiente?**

9. ¿Por qué es importante considerar la **Eficiencia o Rendimiento de una lámpara**? Indique la unidad.

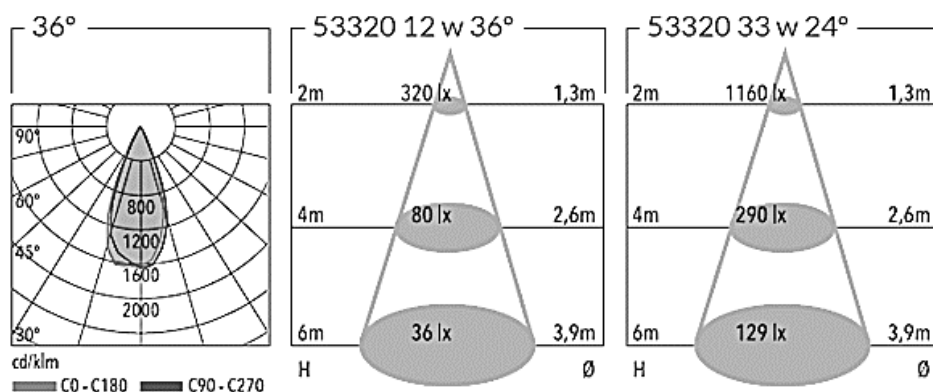
	Unidad:
--	---------

INFORMACIÓN FOTOMÉTRICA

10. En los catálogos los fabricantes generalmente incorporan este tipo de gráficos. Indique qué utilidad tiene cada uno de los siguientes gráficos.

9.1. ¿Qué **magnitudes** puede leer en uno y otro caso?

9.2. Indique el **nombre** que reciben estos gráficos.



Magnitud:

Gráfico:

Magnitud:

Gráfico:

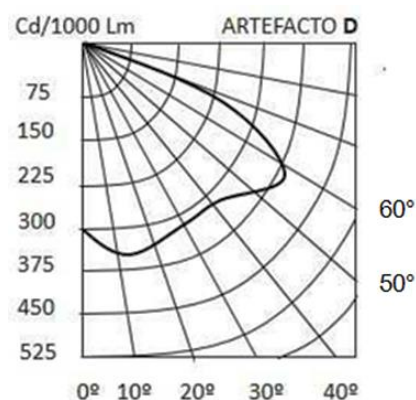
11. En relación a los gráficos del ejercicio anterior, seleccione el apropiado, interprete y complete el cuadro:

	Lámpara de 12W 36°	Lámpara de 33W 24°
Nivel de iluminación a 2.00 m, en el centro del haz luminoso		
Área/diámetro del haz luminoso a 2.00 m de altura		
Nivel de iluminación a 4.00 m, en el centro del haz luminoso		
Área/diámetro del haz luminoso a 4.00 m de altura		

11.1. ¿Qué conclusiones puede extraer, comparando ambas lámparas?

12. Un **artefacto D**, según catálogo, presenta la siguiente información fotométrica de distribución de las **intensidades luminosas (Cd) para 1000 Lm**. Lea los valores para cada ángulo indicado y complete la tabla.

Marque sobre el gráfico cómo realizó la lectura de I (Cd).



α	0°	10°	20°	30°	50°	60°	70°	90°
Cd/1000 Lm								

ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA - Ejercitación 2

Luminarias: lámparas y artefactos. Sistemas de iluminación.

ROLES DE LA ILUMINACIÓN

SISTEMAS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS DE ILUMINACIÓN

Si consideramos a la luz como *“materia intangible o sutil”* de diseño del espacio interior arquitectónico, podemos atribuirle ciertos roles, entre otros: posibilita el desarrollo de las tareas, orienta recorridos, condiciona los comportamientos de las personas en el espacio, motiva emociones, produce sensaciones, define y ordena el espacio, crea atracción, crea atmósfera y en definitiva crea espacios lumínicos.

Estos roles, pueden ser agrupados en roles funcionales y otros de carácter expresivo. A su vez, existen una variedad de sistemas de iluminación según sean esos roles que se definen como Sistemas Primarios y Secundarios, según persigan un propósito funcional o expresivo.

En el diseño de iluminación los sistemas primarios y secundarios se escogen en relación a cada actividad, a las características del espacio y quienes utilizarán dicho espacio.

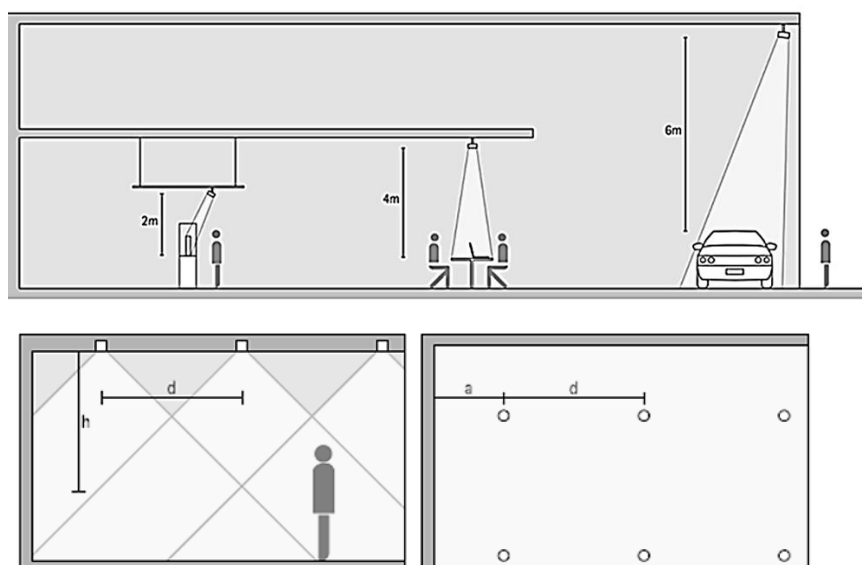
1. Se presentan una serie de fotografías de espacios interiores que ejemplifican cada uno de los sistemas de iluminación en función de los roles funcionales o expresivos.

1.1. En cada una de las fotografías, reconozca cada uno de los **sistemas primarios y secundarios de iluminación**, en función de los requerimientos que cada actividad demanda, las características espaciales y los usuarios. Explícite sintéticamente las características de cada uno de los sistemas en relación a esos requerimientos a que hacemos referencia.

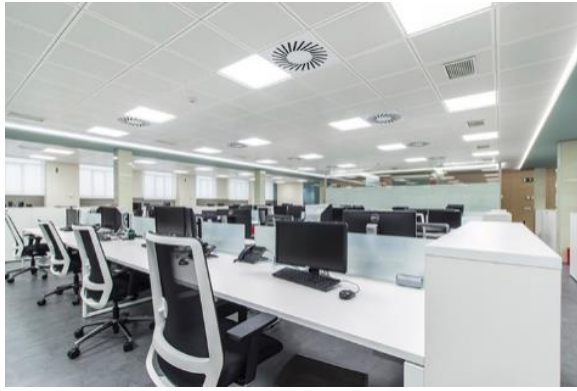
1.2. Esquematice en **planta y corte** de donde proviene la iluminación y de qué manera lo hace. (Posición de la luminaria en el espacio, distanciamiento, características de la luminaria en relación al ángulo de apertura del haz luminoso, características generales).

1.3. Indique qué **tipos de luminarias** se utilizan en cada caso para cumplir con esas estrategias de diseño que se muestran en cada fotografía. Puede utilizar el material básico de Luminotecnia donde hay un breve catálogo de luminarias, como así también consultar la amplia oferta que existe actualmente en internet.

Puede recurrir a esta forma de representación gráfica bidimensional, que ayuda a comprender e interpretar lo descripto en el ítem 1.2.



Fuente: **ERCO** <https://www.erco.com>



A



B



C



D



E



F



G



G



H

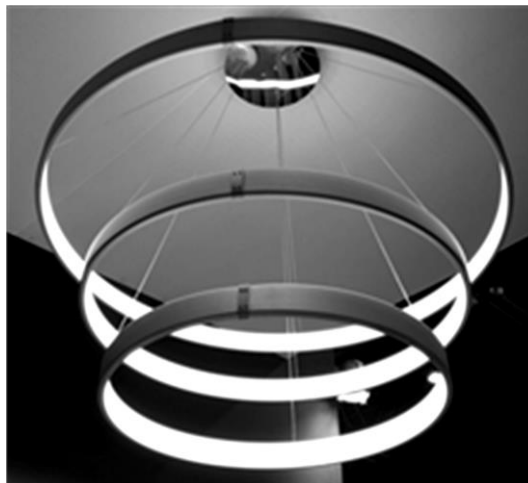
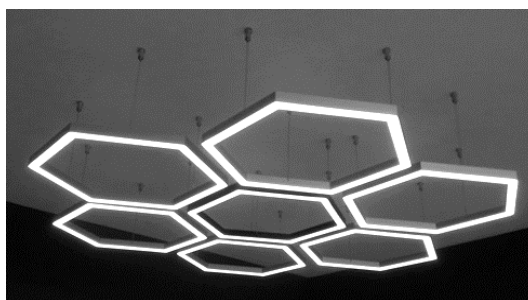


H

LUMINARIAS. LÁMPARAS Y ARTEFACTOS

Para abordar el tema de las luminarias es necesario hacer algunas aclaraciones previas que suelen llevar a ciertas confusiones. Hasta no hace mucho tiempo era frecuente encontrar en la bibliografía específica de Luminotecnia, la referencia a la luminaria solo como el aparato u objeto que tiene por objeto dirigir, distribuir, filtrar y transformar la luz proveniente de una lámpara o fuente luminosa. Así, este concepto llevaba a concebir por separado el artefacto y la lámpara, que de hecho no está mal seguir considerándolo ya que a un mismo artefacto se le podía cambiar el tipo de lámpara y aun hoy seguimos con esta alternativa.

Lo que ha cambiado en la actualidad, con los avances de una tecnología disruptiva como son los LEDs, muchas luminarias son una unidad indivisible donde no existe la posibilidad de recambio de la fuente luminosa (lámpara) ya que se trata de unidades selladas. Hecha esta aclaración, pasaremos a desarrollar en primer término las fuentes luminosas, o sea las lámparas y en segundo término los artefactos de iluminación, recordando que una luminaria adquiere todo su rol y protagonismo solo cuando se enciende la luz.



LAMPARAS

2. Las formas de producir luz artificialmente, podemos simplificarlas por los diferentes **principios de funcionamiento o tecnologías** de las fuentes luminosas. Ellos facilitan la comprensión de la amplia variedad de lámparas que la tecnología ha ido desarrollando a través del tiempo, como también los aportes en eficiencia y vida útil que acompañan la toma de conciencia de hacer un uso racional de la energía y así contribuir con la sustentabilidad ambiental.



2.1. Mencione los tres **principios de funcionamiento** a los que hacemos referencia.

2.2. Consulte el catálogo de lámparas en el material básico de LUMINOTECNIA (para ser utilizado en los trabajos prácticos y exámenes prácticos). Ejemplifique cada uno de ellos, con un **tipo de lámpara** extraída de ese material.

Principio		
Lámpara		

3. Busque y seleccione una **luminaria LED**. Complete la siguiente ficha con los **datos técnicos** provistos por el fabricante. *(Esta ficha será compartida por Classroom).*

LUMINARIA								
Luminaria (imagen)	Modo de Aplicación		Características Técnicas					
	Ubicación	Sistema de Iluminación	Flujo Luminoso (Lm)	Potencia (W)	T° del Color (°K)	IRC	Vida Util	Curva de Distribución del Flujo Luminoso

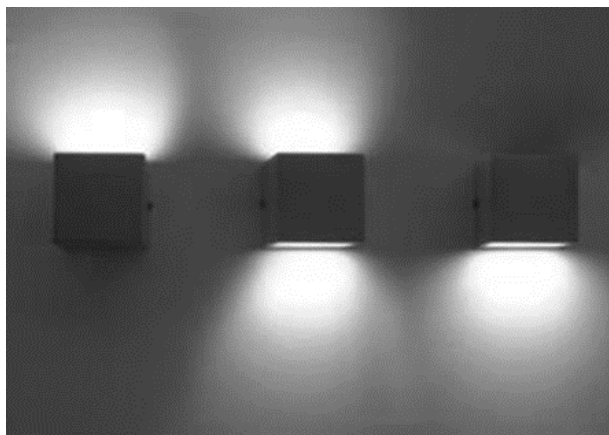
4. Exprese algunas **ventajas** que presentan los **LEDs** para uso en iluminación interior, en relación a las tecnologías tradicionales, en función de los siguientes parámetros:

Ventajas de los LEDs				
RENDIMIENTO	VIDA UTIL	EMISIÓN DE RADIACIÓN IR -UV	COLOR	OTROS

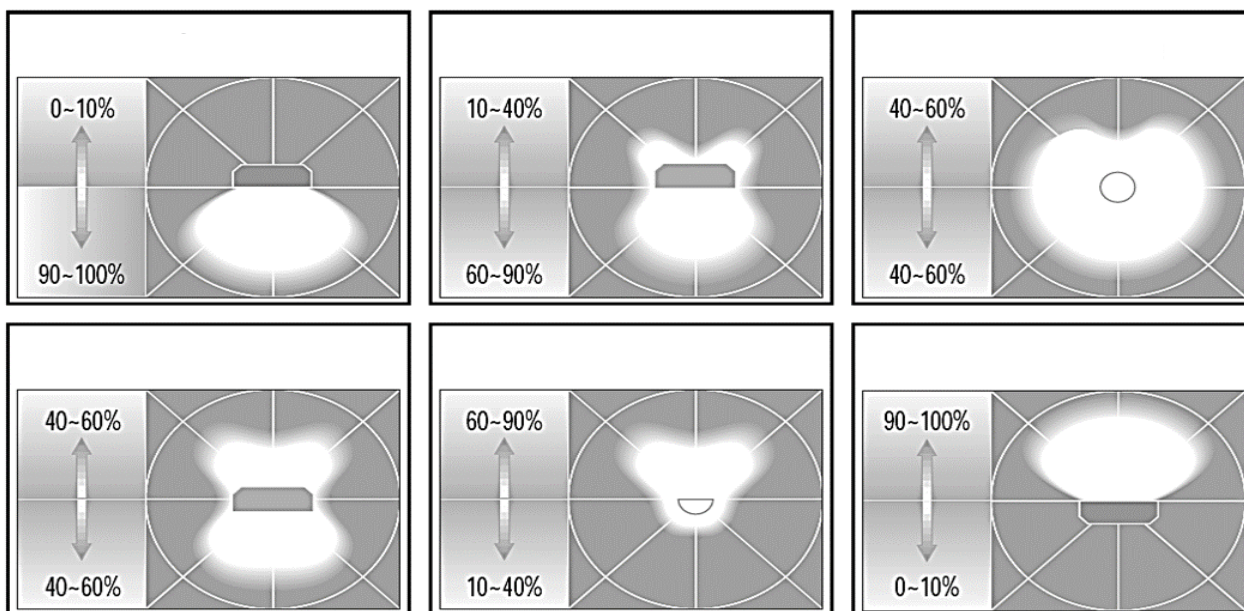
SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

POR LA FORMA QUE DISTRIBUYEN SU FLUJO LUMINOSO

Las luminarias son los objetos diseñados para dirigir, distribuir, filtrar y transformar la luz de una lámpara. El diseño técnico permite definir la **curva de distribución luminosa**, una herramienta fundamental para que el proyectista pueda interpretar cómo se repartirá la luz en el espacio y así calcular con precisión los niveles de **iluminancia** (lux) y el control de **deslumbramiento**. Permitiendo de igual manera conocer la **intensidad luminosa** (Cd) que la luminaria emite en un determinado ángulo.



5. Reconozca cada uno de los **sistemas de iluminación**, por la forma en que distribuyen el flujo luminoso.



CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LUMINARIAS

En esta sección de la ejercitación se pretende que adquieran criterios de selección de luminarias en función de requerimientos que provienen del espacio a iluminar, como también de la actividad y los niveles de iluminancia recomendados según el grado de precisión visual.

6. Para lograr una **iluminación localizada** sobre una mesada de cocina. **¿Qué estrategia de diseño o luminaria elegiría?**

7. En una **oficina** se requiere **sustituir antiguos artefactos** equipados con lámparas fluorescentes compactas largas, montados en un cielorraso de placas fonoabsorbentes desmontables de 60x60 cm, **por nuevas luminarias de tecnología LED de embutir** de tono blanco neutral. **¿Qué luminaria seleccionaría?** Incluir curvas de distribución de intensidades (Cd).

8. En un **espacio de ingreso de doble altura y planta cuadrada**, se requiere colocar una luminaria que morfológicamente juegue un rol protagónico. **Elija una luminaria adecuada que responda a esos requerimientos.**

9. En una **sala de exposiciones**, es necesario producir una **iluminación de acentuación sobre un objeto**, para generar contraste con el entorno y así enfatizar o destacar el mismo. Otro requerimiento es que el **artefacto debe poseer múltiples posibilidades de montaje**; en bandeja, techo o riel. *Incluir curvas de distribución de intensidades (Cd).*

10. Para producir un **efecto sobre una fachada**, el diseñador busca un artefacto que distribuya el flujo luminoso de manera **directa-indirecta**, y así produzca un ritmo en el plano vertical.

10.1. Seleccione una luminaria que cumpla con esos requerimientos y que además tenga un **grado de protección IP** adecuado, ya que se colocará en el exterior a la intemperie. *Incluir curvas de distribución de intensidades (Cd).*

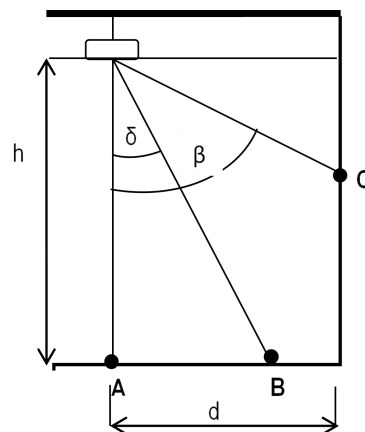
ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA - Ejercitación 3

Diseño Lumínico – Métodos de cálculo

LEY FUNDAMENTAL DE LA LUMINOTECNIA

La aplicación de la Ley Fundamental de la Luminotecnia permite determinar el Nivel de Iluminación (E) obtenido en diferentes puntos de un plano (Horizontal o Vertical), considerando siempre las características particulares de la Fuente Luminosa, especialmente el flujo luminoso instalado y la distribución de las intensidades luminosas.

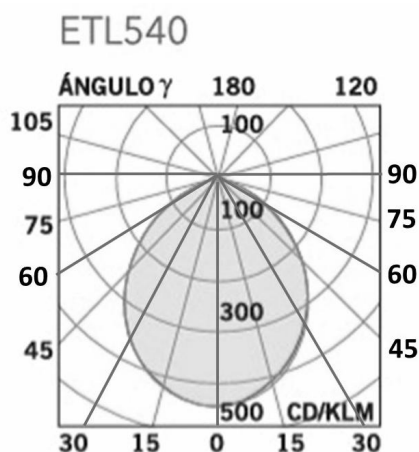
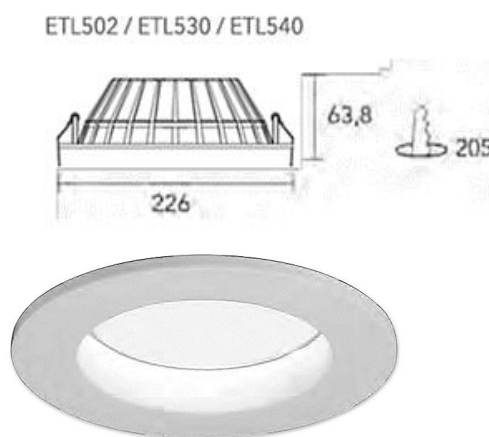
La iluminación obtenida en un punto de un plano es directamente proporcional a la intensidad de la fuente en esa dirección y al coseno del ángulo (α) que forma la perpendicular al plano con la dirección considerada e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente al objeto.



1. Escriba las fórmulas correspondientes para calcular la Iluminancia **E (Lux)** en los puntos **A, B y C**.

--	--	--

2. Según catálogo, una luminaria de empotrar/embutir posee la siguiente curva de distribución de intensidades luminosas expresada en **Cd/1000 Lm**.



- 2.1. Lea los valores para cada uno de los ángulos indicados en el gráfico y transcriba en la tabla dichos valores de intensidades para un **flujo luminoso de 1000Lm**. **También marque en el gráfico.**

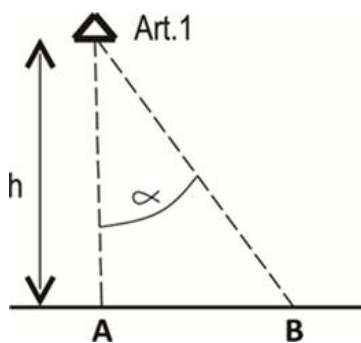
α	0°	15°	30°	45°	60°	90°
Cd/1000 Lm						

2.2. La luminaria indicada posee un flujo luminoso de **3870 lm** ¿Cuáles serían los valores de intensidades luminosas para cada dirección, para ese flujo luminoso? Complete la tabla con esos valores.

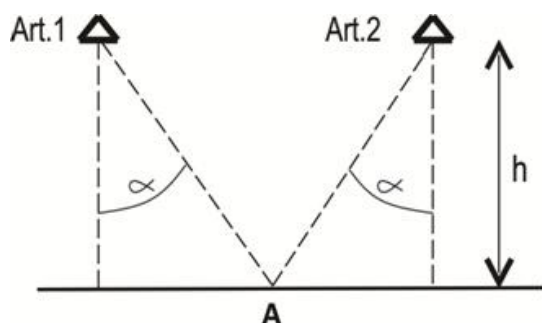
α	0°	15°	30°	45°	60°	90°
Cd/.....L m						

3. ¿Cuáles serían los valores de iluminancia **E [Lux]** en los puntos **A** y **B** del esquema?

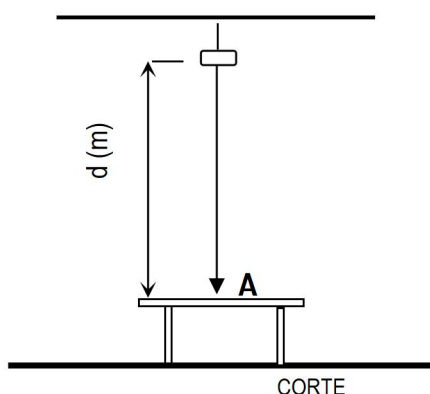
Utilice los datos del ejercicio 2.2. conociendo la altura **h =m** y el ángulo **$\alpha = 30^\circ$** . Grafique y calcule.



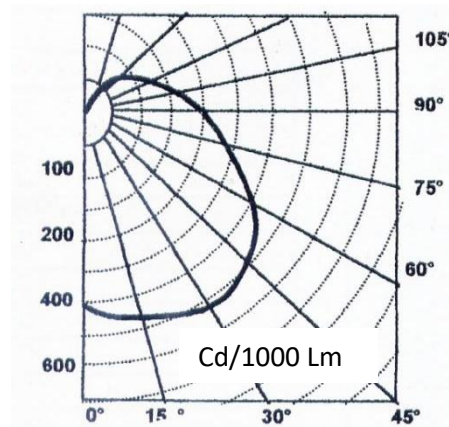
4. Ahora, considere que los Artefactos **1** y **2** tienen iguales características del ejercicio anterior, con igual altura **h** y ángulos **α** . ¿Cuál sería el valor de iluminancia **E [Lux]** en el punto **A**?



5. ¿A qué distancia **d (m)** del plano de trabajo (**punto A**) deberá colgarse el artefacto que contiene **2 tubos LED MACROLED de 18 W Tono Neutro**; para alcanzar un **Nivel de Iluminación (E)** de **300 Lux**?



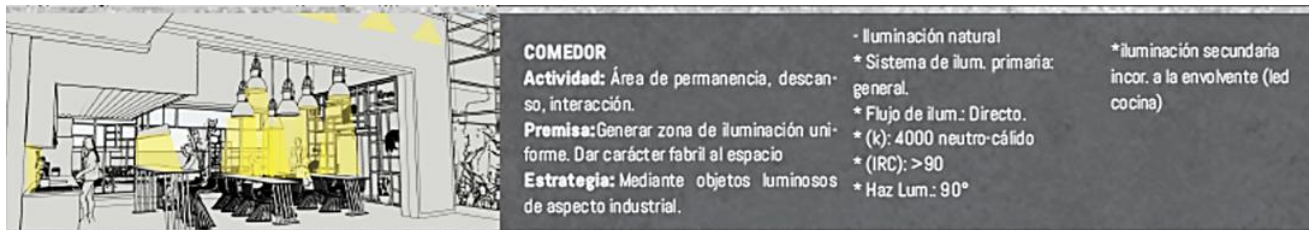
$$E = \frac{I}{d^2}$$



PROCESO DE DISEÑO LUMÍNICO

El **proceso de diseño lumínico** considera el análisis integral del espacio, sus características físicas, qué actividades se desarrollan en él y quién las llevará adelante, para así determinar cuáles serán los **requerimientos lumínicos** del mismo.

Esto permitirá definir las **premisas y estrategias de diseño** que orientarán el proyecto de iluminación. Para ello el empleo del **boceto de iluminación** se convierte en una valiosa herramienta de comunicación.



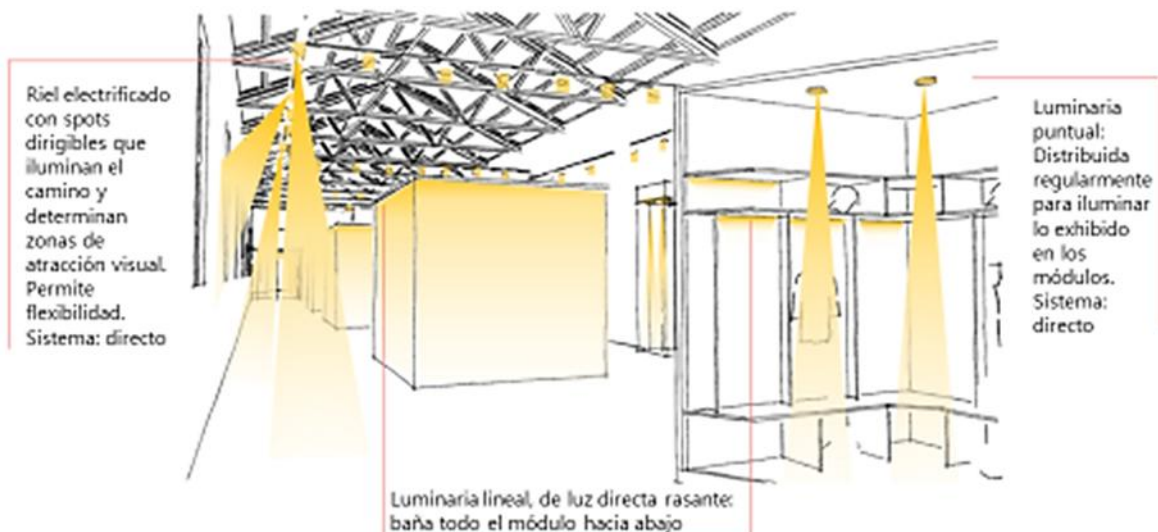
PREMISA: atraer la mirada, enfatizar las formas y texturas de la envolvente.

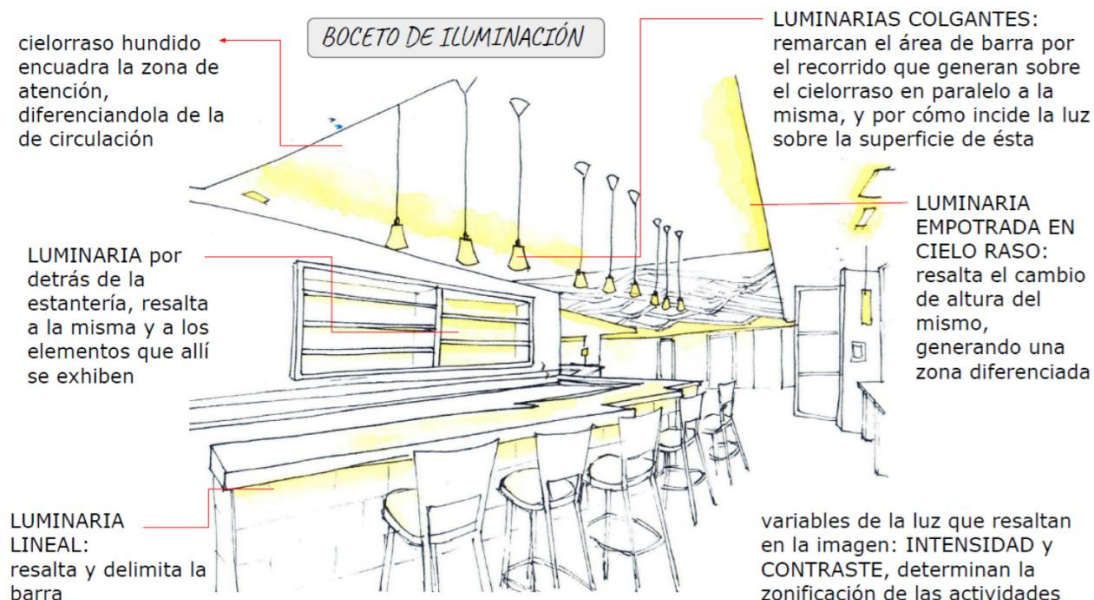
ESTRATEGIA: Localizada, iluminación incorporada a la envolvente (garganta de luz), de efecto, indirecta, lineal, cálida, embutida.



PREMISA: Resaltar formas, generar profundidad, definir límites, zonificar el área de trabajo grupal, leer, trabajar.

ESTRATEGIA: Aplicar entre las varillas, líneas de luz siguiendo la dirección de las mismas. General localizada,, incorporada a la elvolvente. General difusa. neutra. lineal. Aplique.





Tras estas definiciones, se deben considerar aspectos tecnológicos para su concreción, por lo que será necesario **seleccionar las luminarias apropiadas**.

6. Retome el **espacio indicado en la SIG** (ítem.....) para el cálculo de reverberación y aislamiento de muros. Dado que en esta instancia será preciso mejorar el **T₆₀ real** para que coincida con el **T₆₀ óptimo**, se deberán proponer soluciones de materialización de sus envolventes, considerando los aspectos relacionados con el confort acústico y lumínico.

A continuación, se propone una **metodología para abordar el proceso de diseño lumínico**.

Etapla 1 ¿Qué iluminar? Visión integral del problema a resolver

6.1. Analice las **características espaciales del local**, los **usuarios** y las **actividades** que en él se desarrollan. A partir de ello **determine los requerimientos cuantitativos y cualitativos** que orientarán la propuesta.

Etapla 2 Definición de premisas de diseño lumínico (¿Qué quiero hacer?) y

Etapla 3 Definición de estrategias de diseño lumínico (¿Cómo iluminar y de qué manera?)

6.2. A partir del análisis y los requerimientos determinados en el punto anterior, **elabore premisas de diseño** (¿Qué quiero hacer?) y **estrategias de diseño** (¿Cómo lo voy a hacer?). Las mismas deben quedar plasmadas en un **boceto de iluminación**. Se sugiere considerar un sistema de iluminación general y complementar con iluminación localizada y/o decorativas-ornamentales para diferenciar áreas/ usos.

Etapla 4 ¿Con qué iluminar y cómo comunicarlo?

6.3. Defina las **luminarias** (lámparas/artefactos) que serán necesarias para lograr lo elaborado en fases previas. **Organice** las luminarias escogidas y sus especificaciones técnicas en un **catálogo de luminarias**.

FOTO	LUMINARIA	ARTEFACTOS	FUENTE LUMINOSA
	MARCA: TIZONAA COLLECTION	APLICACIONES: RESIDENCIAL, COMERCIAL.	LAMPARA: Base de bombilla E27 de 10W, luz de 3000K
	NOMBRE COMERCIAL: Lámpara colgante LED Wabi Sabi de Bar nórdico	DIMENSIONES: 20 X 30CM	CANTIDAD: 8 VOLTAJE: 220V FLUJO LUMINOSO: 950 LM. TEMPERATURA: 3000K VIDA UTIL: 25.000H
	MODELO: B grey D30cm	MATERIALES: poliestireno de alta densidad	DIMEABLE: NO
	CANTIDAD: 8	COLOR: BLANCO GRADO DE PROTECCIÓN IP: IP 20	RENDIMIENTO: 114LW ANGULO DE APERTURA: 200

MÉTODO DEL LUMEN O DEL FLUJO TOTAL

Cuando el espacio demanda ser iluminado de manera general y uniforme, es posible recurrir para su cálculo al método del lumen o flujo total. Este consiste en el cálculo del Flujo Luminoso necesario (Φ) a instalar, expresado en Lúmenes, que deberá proporcionarse para obtener un nivel de iluminación recomendado E (Lux), de acuerdo al tipo de tarea que se desarrolle.

6.4. A partir de las definiciones realizadas hasta el momento, procederá a ajustar su diseño empleando el **método del lumen**. Este método ayuda a determinar el flujo total necesario a instalar y en consecuencia la cantidad de luminarias requeridas y su distribución en planta y corte (para garantizar una uniformidad adecuada en iluminación general).

6.4.1. A partir de los **datos y decisiones preliminares de diseño lumínico** elaboradas en puntos anteriores, **complete** el siguiente cuadro síntesis que le permitirá aplicar el Método del Lumen

Nivel de iluminación requerido según Norma IRAM / AADL J 20-06	
Sistema de Iluminación elegido	
Tipo de LUMINARIA seleccionada.	
Color de cielorraso / Reflectancia	
Color de paredes / Reflectancias	

6.4.2. A partir de la ecuación general para el cálculo del Flujo Lumínico (Método del Lumen), determine:

$$\Phi = \frac{E \text{ nec (Lux)} \times S \text{ (m}^2\text{)} \times fd}{Cu}$$

Superficie del local (S) :

Índice del Local (K)según la expresión ($h'=0.80m$):

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

Coefficiente de Utilización (Cu) :

Factor de depreciación (fd) :

Flujo Luminoso necesario a instalar (Φ nec) :

6.4.3. Luego de obtener el Flujo Luminoso necesario a instalar en el local, **determine la cantidad de luminarias requeridas y distribuya** en un esquema de planta a escala considerando lo elaborado en el boceto de iluminación. *Considere no superar los distanciamientos máximos, para mantener la uniformidad.*

$$\text{Cantidad de luminarias requeridas} = \phi \text{ luminoso necesario} / \phi \text{ por luminaria}$$

Aunque la ecuación utilizada en el Método del Lumen permite calcular el flujo total necesario (ϕ) para lograr cierto nivel de iluminación o iluminancia (Lux) en el plano de trabajo, también puede ser utilizada para despejar otras incógnitas conociendo algunos de los datos. Por ejemplo, estos cálculos se utilizan para instalaciones existentes y prever posibles modificaciones, según requerimientos lumínicos.

7. La iluminación de un **aula de clases teóricas** que mide 9 m de largo, 6 m de ancho y 3,20 m de altura está resuelta con **8 paneles LEDVANCE PANEL 600x600 40W 120-240V - 4000K.**

El sistema de iluminación elegido es directo, el color de paredes y cielorraso es blanco. Las luminarias están embutidas en un cielorraso suspendido a 3 m de altura. A partir de estos datos:

LEDVANCE® PANEL
600 X 600 40 W 120-240 V~ 3 000 K / 4 000K
Luminaria de Techo para embutir tipo Panel



Aplicaciones

- Oficinas
- Centros Comerciales
- Salas de Conferencias
- Corredores / Pasillos
- Solamente uso interno

Beneficios

- 5 años de garantía
- Vida útil de 30 000 horas
- Hasta 30% de ahorro de economía
- Certificación NOM

7.1. Calcule si el nivel de iluminación (Lx) alcanzado es suficiente según la **Norma IRAM-AADL J 20-06**. El flujo de la luminaria es de 4000Lm.

7.2. Verifique cuál es el **flujo luminoso requerido para esta actividad** y en consecuencia cuál sería el **flujo luminoso que sería necesario agregar** para cumplir con dicha recomendación de la Norma citada.

7.3. Calcule **cuántas luminarias** (conjunto lámpara/artefacto) **deberían ser agregadas** para cumplimentar con lo requerido.