

CAPÍTULO 2



CAPÍTULO 2.- SÍNTESIS PROYECTUAL

2.1 CRITERIOS DE DISEÑO ACÚSTICO

El diseño acústico es una rama olvidada en la arquitectura; no se le ha dado la importancia debida. Cuando se aplica un criterio de diseño acústico sirve para aumentar el confort en las edificaciones, para aislar los ruidos, vibraciones y eliminar ecos.

En este caso, el diseño acústico es prioritario, ya que una sala de conciertos además de requerir del diseño arquitectónico, que se encarga de los espacios, requiere también, por su función de ser una sala para audición y ejecución de música, del diseño acústico.

2.1.1 Acústica

El criterio que define a una buena sala de concierto es muy subjetivo, pero en general se busca que dentro de la sala puedan escucharse claramente los más suaves *pianísimos*, que cuente con una reverberación suficiente para efectuar los *crescendos* más dramáticos, contar con claridad donde se distinga cada nota de las frases musicales, y los bajos sean cálidos y le den una buena base a la orquesta, y finalmente no deben generarse ecos.

Los márgenes de reverberación deseados están entre 1.7 a 2.1 segundos para música clásica y del periodo romántico.¹⁷

Además de evitarse ecos, ruido excesivo de fondo, resonancias, focalizaciones, los atributos subjetivos que se desean son los siguientes:

Intimidad o impresión espacial.- Hace que la música se perciba como interpretada en una sala pequeña y proporciona la impresión de estar rodeado por la música. Esta sensación se relaciona con el tiempo que separa la llegada del sonido directo y del primer sonido reflejado. También se relaciona con las

¹⁷ Beranek, Leo Leroy. Concert halls and opera houses: music, acoustics and architecture. Traducción propia.

reflexiones laterales, ya que producen distinta señal en cada oído, lo que favorece la impresión espacial.

Vivacidad.- Refuerza los sonidos modificando su duración y viene dada por la reverberación para frecuencias medias y altas (500 Hertz (Hz)). Da plenitud de tono a la música.

Calor.- Refuerza los sonidos graves de forma que hace la música más cálida, y le da más fuerza, se relaciona con el tiempo de reverberación para bajas frecuencias (-250 Hz).

Claridad.- Es cuando los sonidos sucesivos y simultáneos se perciben distintamente, permitiendo la audición separada de los tonos en el tiempo y también la audición separada de los sonidos que emiten los diversos instrumentos, se relaciona entre la energía directa y reverberada.

Difusión.- Es el atributo por el cual el sonido parece provenir de todas direcciones con igual intensidad. Depende de la reverberación y del poder difusor de las superficies.

Equilibrio.- Corresponde al hecho de percibir los distintos instrumentos de la orquesta con sonoridades relativamente equilibradas, depende en gran parte del diseño de las superficies próximas a la orquesta.¹⁸

En la acústica arquitectónica hay tres canales. El emisor, el canal de transmisión y el receptor.

Emisor: Es la fuente sonora junto con los sonidos que emite. Los sonidos musicales se distinguen de otros sonidos por su espectro simple, periódico y ordenado. La música en general, está basada en escalas constituidas por determinadas frecuencias. La frecuencia fundamental de un instrumento o sonido da la impresión subjetiva de tono y la presencia y número de armónicos da al sonido su timbre.

¹⁸ Llinares, J., Llopis, A., et al. Acústica arquitectónica y urbanística

Las orquestas están compuestas por diversos grupos de instrumentos y varían unas de otras en el número de cada tipo de instrumentos que las componen. Una orquesta sinfónica suele estar compuesta de 80 a 110 músicos, la mayoría instrumentos de cuerda (55 a 80) (30 a 50 violines y 25 a 30 cellos y bajos) y el resto instrumento de aire y percusión.

Canal de transmisión: En este caso está constituido por la sala, con sus características geométricas y físicas y las diversas vías de propagación del sonido emitido en ella.

Cuando la onda llega a un cerramiento de la sala, la propagación e la misma se interrumpe, pudiendo ocurrir tres casos:

Absorción total.- Cuando toda la energía se transmite al cerramiento, desapareciendo la onda en la sala.

Reflexión total.- Toda la energía se refleja dando lugar a una onda regresiva.

Caso real.- Parte de la energía se transmite al cerramiento, y parte en la sala.

Existen dos vías diferentes de transmisión del sonido, vía directa y reflejada.

El primer sonido que llega a cualquier receptor en una sala es el sonido directo desde la fuente, que llegará con un retraso propio del camino recorrido e igual al cociente entre la distancia emisor-receptor y la velocidad del sonido. El aire absorbe más las altas frecuencias, mientras que la absorción para bajas y medias frecuencias es despreciable.

Después del sonido directo, inciden sobre el receptor una serie de sonidos reflejados por los diversos cerramientos y objetos presentes en la sala. Cada sonido reflejado llegará con un tiempo de retraso igual al cociente entre la distancia total recorrida, por las ondas sonoras, desde la fuente al receptor y la velocidad del sonido.

La reverberación produce una prolongación del sonido directo y el eco una repetición, percibiéndose dos sonidos separados.

Receptor.- Los oyentes con sus mecanismos de escucha, quienes califican la calidad acústica de la sala.

En la propuesta que se presentará en el Capítulo 3, se busca lograr una sala con las cualidades de vivacidad, ya que se buscó un tiempo de reverberación óptimo para frecuencias medias y altas; difusión, por la distribución de los materiales que se usarán en las superficies; impresión espacial de intimidad, ya que no se manejaran dimensiones muy grandes y se reduce el tiempo que separa al sonido directo del reflejado.

2.1.2 Instrumentos musicales

Los niveles sonoros que generan los instrumentos musicales varían entre márgenes muy amplios (70 a 100 decibeles), así como los rangos de frecuencias que emiten, dependen, así mismo del instrumento musical.

Los instrumentos de cuerda o viento pueden generar sonidos con un nivel de 90-100 d B en la gama de frecuencias que les son propias (50 a 1.500 Hz según el tipo de instrumento). Para un piano se han medido 74 dBA durante un *pianissimo* y 86 Dba en un *fortissimo*.

Las orquestas sinfónicas, los conjuntos folklóricos, las bandas de jazz o las de rock tienen ordenamientos casi fijos sobre el escenario. Aunque presentan algunas variantes, se ajustan a ciertas ideas esenciales como la que prescribe que ningún instrumento de poca sonoridad estará ubicado atrás, y se ordenarán de los agudos a los

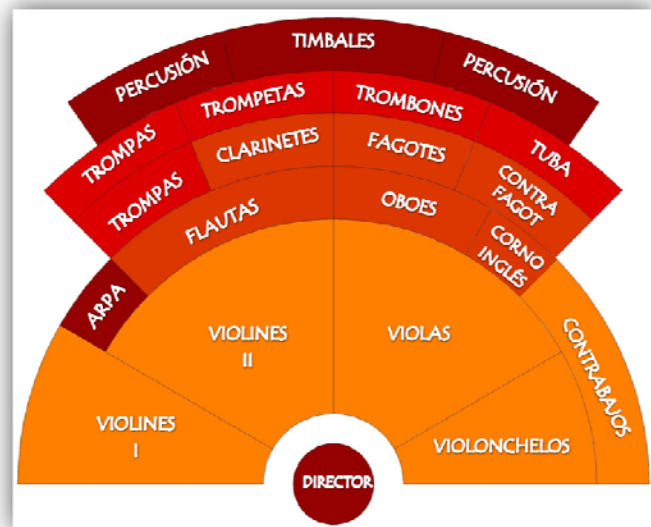


Fig. 2.1 Distribución de instrumentos en una orquesta filarmónica. Archivo propio.

graves. Pero aun sobre los patrones establecidos, los directores también pueden introducir cambios.

2.1.3 Fórmula de Sabine

La teoría energética de Sabine explica el comportamiento de la energía acústica en un recinto cerrado y el descenso, aproximadamente exponencial del campo acústico en el mismo después de cesar la fuente. En este periodo el interés se centra en el conocimiento de las propiedades absorbentes de los materiales, para el cálculo del tiempo de reverberación y también en la elección del valor numérico adecuado para el mismo, en función del volumen y uso de sala:

$$RT = 0.161 \frac{V}{At} \text{ (en segundos)}$$

Donde:

V= volumen del recinto (m³).

At= Absorción total del recinto.

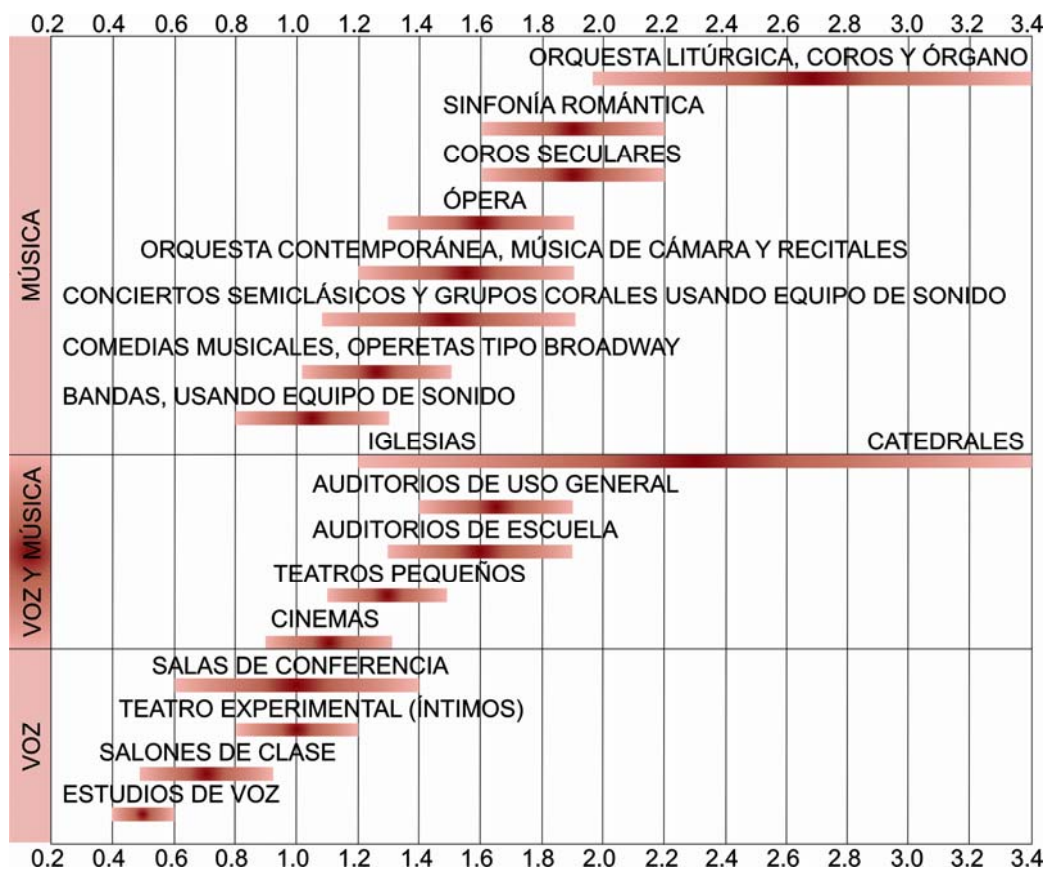
Los materiales porosos sirven para tratar las altas y medias frecuencias, absorben las ondas y el roce de las partículas de aire contra las paredes internas del material provoca una reducción en su movimiento, transformando la energía acústica en calor.

Las alfombras, moquetas, cortinas, tapices, ropa, son materiales porosos que absorben las altas frecuencias y tiene que considerarse su presencia. Por ejemplo en situaciones de sonido directo, en las que es habitual una corrección de los agudos durante la actuación, para compensar el efecto de absorción de la ropa de los espectadores.

Los materiales acústicos profesionales suelen construirse a partir de espumas con esqueleto rígido. Los poros de la espuma provocan la absorción por fricción, y el hecho de contar con un esqueleto rígido aumenta este efecto: cuanto menor es el movimiento de las partículas del material mayor es el movimiento relativo del aire contra ellas, y por tanto mayor es la absorción. Sin embargo, este tipo de materiales tienen poco o ningún efecto en las frecuencias más bajas. Para longitudes de onda elevadas los pequeños poros son virtualmente "invisibles", y las ondas se reflejan como si incidieran sobre una pared lisa.

Las mejores salas de concierto no son muy anchas, crean una sensación de intimidad, que se logra con superficies reflejantes de sonido cerca del proscenio.¹⁹

Tabla 2.1 Tiempo óptimo de reverberación (500/1000Hz) en auditorios y teatros. Fuente: Bolt, Beranek y Newman.



¹⁹ Beranek, Leo Leroy. Concert halls and opera houses: music, acoustics and architecture. Traducción propia.

2.1.4 Cálculo de isóptica

La visibilidad se calculará mediante el trazo de isópticas, a partir de una constante K equivalente a la diferencia de niveles, comprendida entre los ojos de una persona y la parte superior de la cabeza del espectador que se encuentre en la fila mediata inferior. Esta constante tendrá un valor mínimo de doce centímetros.

Para calcular el nivel de piso de cada fila de espectadores, se considerará que la distancia entre los ojos y el piso, es de un metro diez centímetros para los espectadores sentados, y de un metro cincuenta centímetros para los espectadores de pie.

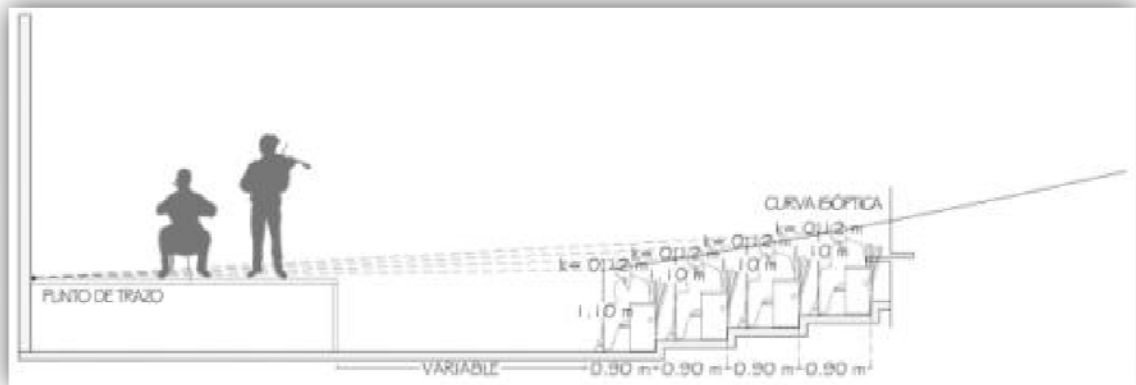


Fig. 2.2 Trazo de isóptica mediante método gráfico. Imagen propia. Sin escala.

El trazo de la isóptica deberá hacerse a partir del punto extremo del proscenio o del punto cuya observación sea más desfavorable.

Para la obtención del trazo de la isóptica por método matemático, deberá aplicarse la siguiente fórmula:

$$h' = \frac{d'(h + K)}{d}$$

En la cual:

h' es igual a la altura de los ojos de los espectadores en cada fila sucesiva, con respecto al punto base del trazo.

d' es igual a la distancia horizontal de los mismos espectadores al punto base del trazo;

h es igual a la altura de los ojos de los espectadores de la fila anterior a la que se calcula con respecto al punto base del trazo.

K es la constante equivalente a la diferencia de niveles; y d es igual a la distancia horizontal al punto base para el trazo, de los espectadores ubicados en la fila anterior a la que se calcula.²⁰

2.2 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Para determinar las áreas y espacios para una sala de conciertos, se consultaron los listados de equipamiento más similar a una sala de conciertos en el apartado de educación y cultura de Sedesol (Anexo 2).

AUDITORIO MUNICIPAL (SEDESOL).- Elemento de equipamiento en el que se llevan a cabo eventos de carácter cívico, político, cultural, social y recreativo, entre otros. Consta de área de butaca para el público, escenario, cabina para proyección, servicios internos (camerino, taller, bodega y sanitarios). Servicios al público (vestíbulos, sanitarios y cafetería), estacionamiento público y privado, acceso y patio de maniobras, áreas verdes y libres.

Este servicio es recomendable en localidades mayores de 50 mil habitantes; sin embargo puede establecerse en localidades con menor población, si éstas no cuentan con inmuebles que sustituyan las funciones del auditorio. Para su implementación se recomiendan módulos tipo con 1600, 800 y 250 butacas; sin embargo, en ciudades grandes pueden construirse auditorios con mayor capacidad.

TEATRO INBA (INSTITUTO NACIONAL DE BELLAS ARTES).- Inmueble constituido por espacios destinados a la representación de diversas especialidades de las artes escénicas tales como: obras teatrales, danza, audiciones musicales, ópera, eventos audiovisuales, actos cívicos o culturales.

²⁰ Reglamento de construcción de la Ciudad de Hermosillo

Fundamentalmente cuenta con sala de butacas, foro o escenario, zonas de desahogo y tráfico escénico, zona de maniobras escenotécnicas, camerinos, sanitarios y bodegas, talleres de construcción escenográfica, cabinas de control de iluminación, audio y proyecciones, además de servicios para el público, vestíbulos, sanitarios, taquillas y sala de usos múltiples, entre otros.

Los teatros se clasifican en teatro a la italiana, teatro a la isabelina, teatro arena o círculo, teatro total o multifuncional, de acuerdo a la relación espectador-actor, público-escenificación y sala-escena. También existe la variable: formales e informales; en los formales cuentan los estables y los deambulantes, y en los informales, los adaptados y los plurales.

El establecimiento de estos elementos se recomienda en ciudades mayores de 50 mil habitantes, para lo cual se recomiendan módulos tipo de 250, 400 y 1000 butacas; en localidades menores esta actividad se puede realizar en locales adaptados, con instalaciones modulares. Debe ubicarse en un área comercial o de servicios, en subcentro urbano, corredor, o área de servicios especiales, sobre una vialidad principal con una proporción de terreno de 1:1 ó 1:2.

Según el programa arquitectónico de los teatros de SEDESOL, se requiere 1 butaca por cada 480 habitantes (UBS). Hermosillo tiene una población de 701830 hab (censo INEGI 2005) y el proyecto se dirige al 85% de la población, por lo que se calculó una capacidad de 1000. Por cada butaca se destina entre 4 a 6.85 m² de construcción y entre 11.4 a 19 m² de terreno.

2.2 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

En base a la investigación realizada previamente, en el programa arquitectónico se definen los espacios requeridos que se proyectarán, su capacidad, las dimensiones que requieren, y se especifican sus requerimientos y las actividades que se realizarán en el.

ESPACIOS INTERIORES										
N°	ESPACIO	CANT	MUEBLES	EQUIPO	ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS	CAP	ÁREA	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	OBSERVACIONES
1	ÁREA DE SALA	1	Butacas	n/a	Audición de conciertos para el público.	Isóptica, buena acústica, diseño apto para discapacitados, salidas de emergencia.	650	715	Recubrimientos con propiedades acústicas.	Agregar áreas de circulación.
2	FOYER	1	Mamparas, bancas	n/a	Acceso a la sala, exposiciones.	Circulación libre, espacioso y bien iluminado.	650	700	Control de iluminación, refrigeración.	Planta libre, para montar exposiciones.
3	CAFETERÍA	1	Mesas, sillas	Barra, estufa, tarja	Preparación y consumo de alimentos.	Cocina, área de mesas.	40	180	Instalaciones hidráulicas y gas.	Contemplar la venta de productos.
4	BAR	1	Mesas, sillas	Barra, tarja, estantes	Servicio de bebidas y snack en eventos.	Barra, almacenamiento y despacho de bebidas.	20	25	Preparación para instalaciones hidráulicas y gas.	Contemplar la venta de productos.
5	SERVICIOS SANITARIOS	2	Espejos	WC, lavabos, mingitorios	Aseo de asistentes.	2 WC, 6 Mingitorios, 6 lavabos hombres, y 6 WC y 6 lavabos mujeres.	6	50	Accesibilidad para discapacitados, ahorro de agua en WC, área de tocador.	Vestibular.
6	ESCENARIO	1	Sillas, atriles, piano, tarimas	Iluminación y sonido	Presentación de músicos.	Acondicionamiento acústico.	100	150	Capacidad desde solistas hasta orquestas y coro.	Dirigir el sonido a otros músicos y al público.
7	SALA DE ENSAYO	1		Equipo de sonido	Ensayos de la orquesta	Planta libre para varias distribuciones.	100	200	Recubrimiento acústico.	n/a
8	CORO	1	Sillas, atriles	Iluminación y sonido	Canto coral.	Butacas.	75	100	Podrá entrar público si no hay coro.	n/a
9	CUBÍCULOS ESTUDIO	15	Atriles, sillas, pianos	n/a	Estudio de solistas y ensambles.	Recubrimientos acústicos.	50	220	Recubrimiento acústico.	Capacidad para grupos.
10	CAMERINOS INDIVIDUALES	4	Sillones, espejos, tocador	WC, lavabos, regaderas	Estancia de solistas antes y después de la función.	Privacidad, sanitario propio.	4	60	Iluminación en espejos.	n/a
11	CAMERINOS GRUPALES	2	Sillones, espejos, tocador, piano	WC, lavabos, regaderas	Estancia de músicos antes y después de la función.	Núcleo de sanitarios.	40	150	Para hombres y mujeres.	n/a
12	ACCESO ESCENARIO	1	n/a	n/a	Accesar a las áreas de escenario	Separar de area de butacas	100	100	Circulación, seguridad para músicos salida rápida.	Aislar ruido exterior del interior.
13	RECEPCIÓN	1		n/a	Control de acceso de cubículos de estudio, oficinas y sala.	Acceso independiente, seguridad, buena iluminación, circulación libre.	5	12	n/a	Buscar iluminación natural.
14	OFICINA DEL DIRECTOR	1	Sillas, escritorios, libreros, computadoras, archiveros.	n/a	Dirección de orquesta.	Contará con piano propio	3	12		
15	OFICINA DE PROMOCIÓN	1		n/a	Promoción y mercadotecnia de la sala	n/a	3	12		
16	BIBLIOTECA	1		Copiadora	Almacenamiento y edición de música	Buena iluminación.	10	30		
17	ÁREA DE ASISTENTES	1		n/a	Administración de la sala.	Iluminación natural.	4	16		
18	SALA DE PRENSA	1		Sillas, mesas	Proyector	Conferencias de prensa y promoción, juntas de personal.	Amplia para varias personas, polifuncional.	20		
19	SANITARIOS	1		W.C. y lavabos	Hidroneumático	Aseo de usuarios.	Ahorro de agua.	2	6	n/a
20	TAQUILLA	2	Sillas, mesas	Computadoras	Compra y venta de boletos.	Según reglamento 1 taquilla por cada 1500 personas.	4	12	Uso de sistemas inteligentes para venta de boletos.	Implementar sistemas de seguridad.
21	INTENDENCIA	1	Estantes, aspiradoras	Tarja	Limpieza y mantenimiento de la sala.	Estantería.	2	9	n/a	n/a
22	CABINA	1	Mesa, sillas	Consolas, dimmers	Control de sonido, iluminación y proyecciones de la sala.	Paso de gatos, caja de dimmers.	3	12	Comunicar cabina con iluminación con paso de gatos.	Los dimmers se mantienen a temperatura templada.
23	ESTUDIO DE GRABACIÓN	1	Micrófonos	Consolas	Grabación de conciertos y ensayos.	Consola de sonido.	3	10	Recubrimientos acústicos adecuados.	n/a
24	BODEGA GENERAL	1	n/a	n/a	Almacenar bienes.	Control de humedad e iluminación.		200	n/a	n/a
25	TALLER DE PIANOS Y BODEGA DE INSTRUMENTOS	1	Mesas, estantes	Montacargas	Reparación y mantenimiento de pianos. Almacenar instrumentos musicales.		3	80	Protección contra la humedad.	n/a
26	CUARTO DE MÁQUINAS	1	n/a	Hidroneumático	Dotación de la sala.	Proteger equipos.	3	8	Cisterna contra incendios.	Calcular dotación.
TOTAL ESPACIOS CERRADOS								3109		

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

2.2 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

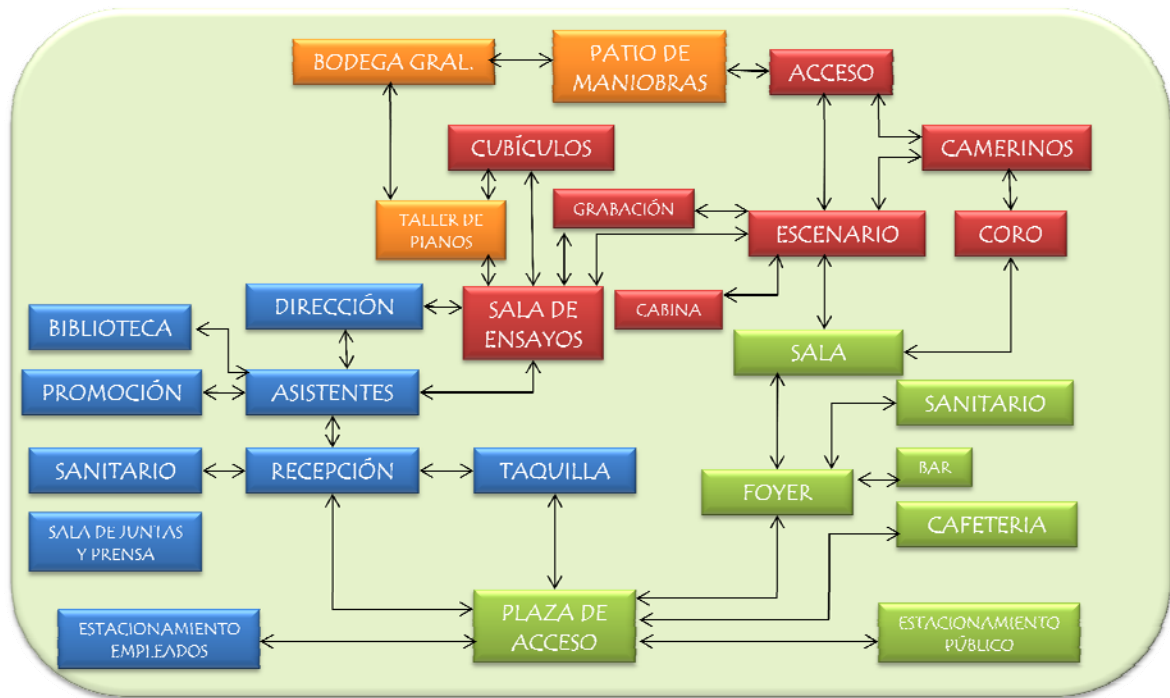
ESPACIOS EXTERIORES										
N°	ESPACIO	CANT	MUEBLES	EQUIPO	ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS	CAP. ÁREA		CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	OBSERVACIONES
27	PLAZA DE ACCESO	1	Bancas, botes de basura	n/a	Acceso al edificio.	Iluminación, accesibilidad para discapacitados.	500	600	Bajo mantenimiento.	Considerar marquesina o pantalla para promoción
28	PATIO	1	n/a	n/a	Carga y descarga de instrumentos y equipo.	Andén de carga/descarga. Dimensiones adecuadas para trailers.	1	500	Accesibilidad para camiones y trailers.	Cuidar radios de giro
29	ESTACIONAMIENTO PÚBLICO	1	Bancas	n/a	Estacionamientos para público, y personal	Drop off y cajones para camiones mínimo 1 cajon/ 8 butacas.	100	5000	Drop off, parada autobuses.	Incluir vigilancia e iluminación
30	ÁREAS VERDES	1	Bancas, botes de basura	n/a	Esparcimiento.	Iluminación, vegetación.		1200	Uso de plantas regionales, ahorro de agua.	Considerar áreas recreativas
TOTAL M2 ESPACIOS EXTERIORES								5300		
ÁREA TOTAL								8409		

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

2.3 PARTIDO ARQUITECTÓNICO

2.3.1 Diagrama de funcionamiento

A través del diagrama de funcionamiento se buscan las mejores relaciones de los diferentes espacios para ordenarlos de acuerdo a sus funciones y verificar que exista una mejor comunicación entre ellos.



Simbología de espacios:

PÚBLICOS

MÚSICOS

ADMINISTRATIVOS

SERVICIO

2.3.2 Zonificación

La zonificación es el ordenamiento de los espacios definidos en el programa arquitectónico y que mantienen la relación mostrada en el diagrama de funcionamiento.

Para este proyecto se clasificaron los espacios en públicos, espacios para músicos, espacios administrativos, y de servicio. Se busca que los espacios especificados en el programa arquitectónico estén agrupados en estas categorías para que exista una mejor comunicación entre ellos, y que a su vez se relacionen lógicamente con los demás.



2.3.3 Bocetos de partido arquitectónico

En base a las relaciones y distribuciones espaciales obtenidas en el diagrama de funcionamiento y zonificación se procede a elaborar los bocetos del partido arquitectónico. La propuesta seleccionada se detallará y definirá constructivamente en el proyecto ejecutivo.

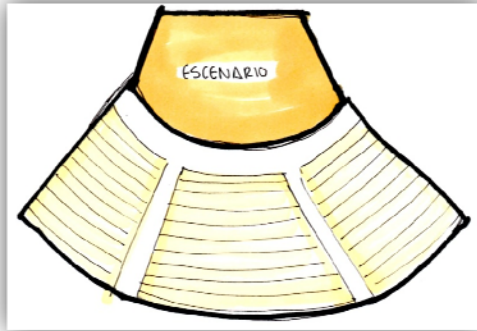


Fig. 2.3 Escenario a la italiana de abanico. Archivo propio.



Fig 2.4 Escenario a la italiana rectangular. Archivo propio.

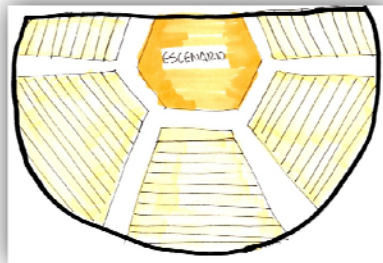


Fig 2.5 Escenario tipo arena. Imagen propia.



Fig 2.6 Escenario tipo arena. Imagen propia.

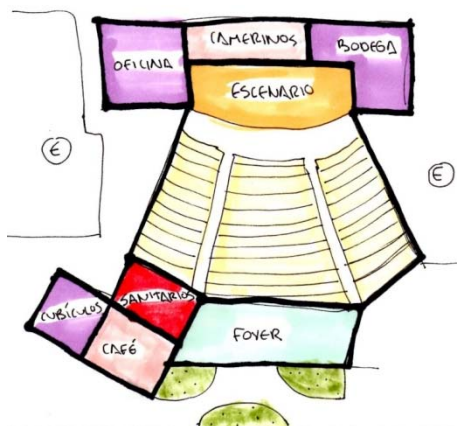


Fig 2.7 Propuesta alternativa. Imagen propia.



Fig 2.8 Propuesta de fachada. Imagen propia.

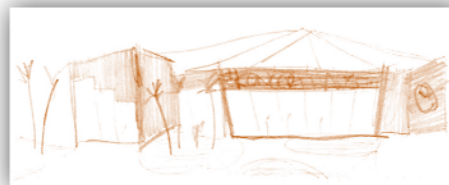


Fig 2.9 Propuesta de fachada. Imagen propia.

Se evaluaron distintos tipos de escenario y se buscó el más favorable para la proyección acústica.

El escenario seleccionado fue el italiano con muros rectangulares, debido a que este tipo propaga mejor las ondas acústicas hacia una misma dirección, lo que no sucede en escenarios tipo arena, en donde el sonido se dirige hacia todos lados, y no siempre permite la apreciación de todos los sonidos, por ejemplo la sección de metales puede llegar a opacar a las secciones de cuerdas en los asientos laterales al escenario.

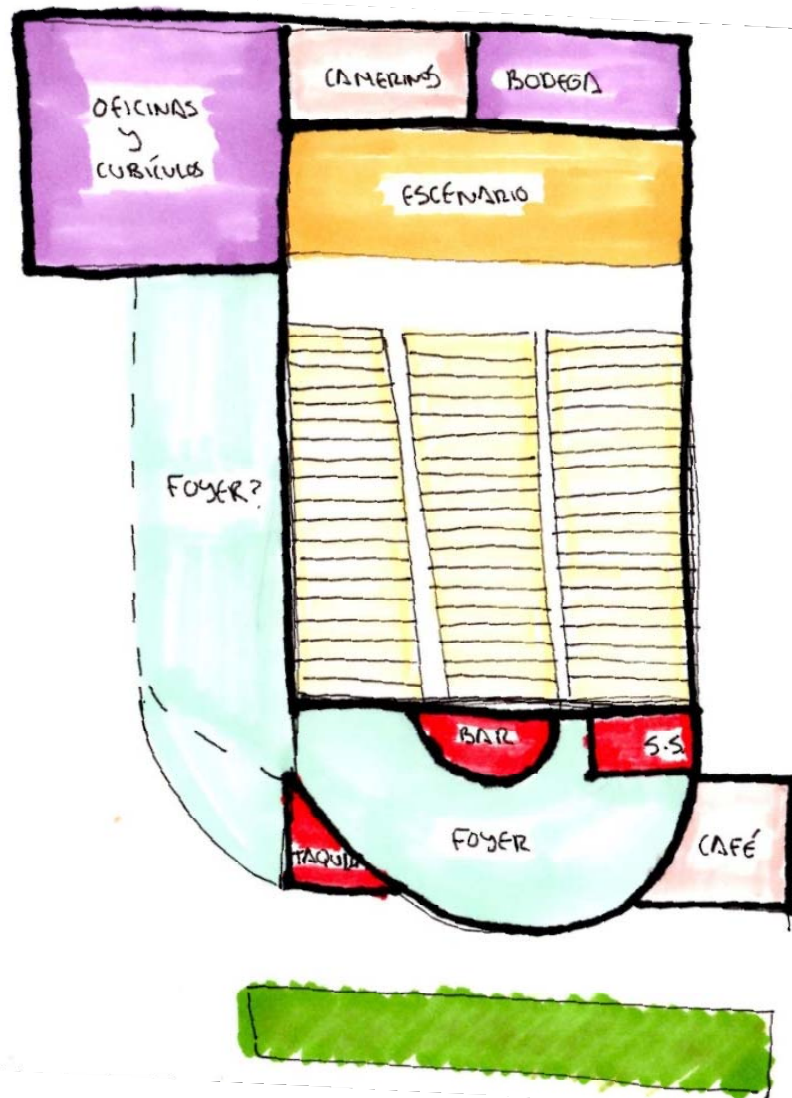


Fig. 2.10 Zonificación seleccionada. Imagen propia.