

Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario En Ingeniería De
Telecomunicación

Estudio y Equipamiento Audiovisual del Auditorio
Cartuja

Autora: Rocío Cortés Dobrito

Tutoras: Auxiliadora Sarmiento Vega, Irene Fondón García

Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020



Trabajo Fin de Máster
Ingeniería de Telecomunicación

Estudio y Equipamiento Audiovisual del Auditorio Cartuja

Autora:

Rocío Cortés Dobrito

Tutoras:

Auxiliadora Sarmiento Vega

Profesora contratada doctora

Irene Fondón García

Profesora titular

Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020

Proyecto Fin de Máster: Estudio y Equipamiento Audiovisual del Auditorio Cartuja

Autora: Rocío Cortés Dobrito

Tutoras: Auxiliadora Sarmiento Vega, Irene Fondón García

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2020

El Secretario del Tribunal

*A mis abuelos Fernando y
Montaña*

Agradecimientos

En estas páginas expongo el último paso de una importante etapa en mi vida. En ella me he formado, no solo como profesional, sino también como persona, gracias a todos los que me han acompañado en este difícil camino.

En primer lugar, agradezco a mi familia el que me haya apoyado en todo momento en este difícil recorrido y que me haya ayudado terminar este máster. En especial a mi madre, que ha hecho posible el que yo tuviera la oportunidad de formarme dónde, cuándo y según yo he decidido, aconsejándome y apoyándome en mis decisiones.

También dar las gracias a mis profesores, en especial a Auxi, mi tutora, por ayudarme a aprender y darme los medios para ello.

No olvido, por supuesto, a mis compañeros de estudio, con los que tantas horas he pasado, y que han estado ahí en los suspensos y en los aprobados. También, agradecer a mis compañeros de trabajo, que me han aconsejado y escuchado durante la redacción del TFM y que me han empujado a terminarlo.

No podía faltar, agradecerle a Ángel, por escucharme y por ayudarme a seguir, siempre.

Rocío Cortés Dobrito

Sevilla, 2020

Resumen

El presente proyecto recoge el estudio e instalación de los sistemas audiovisuales del nuevo Auditorio Cartuja. En estos sistemas audiovisuales se incluyen los sistemas necesarios para cumplir con los requisitos explicados en el pliego de condiciones.

Este auditorio cuenta, en primer lugar con un salón de actos donde se incluirán los equipos precisos para dar conferencias o charlas en varios idiomas, y con tres salas de formación.

Índice

Agradecimientos	9
Resumen	11
Índice	13
Índice de Tablas	15
Índice de Figuras	17
1 Introducción	21
1.1 <i>¿Qué es la ingeniería audiovisual?</i>	21
1.2 <i>¿Qué es la gestión de proyectos?</i>	22
1.3 <i>Objetivo</i>	22
1.4 <i>Alcance</i>	22
2 Memoria	24
2.1 <i>Objetivo</i>	24
2.2 <i>Alcance</i>	24
2.3 <i>Antecedentes</i>	25
2.4 <i>Requisitos de diseño</i>	25
2.4.1 <i>Salón de actos</i>	25
2.4.2 <i>Salas de formación</i>	27
2.5 <i>Estudio de soluciones</i>	28
2.5.1 <i>Tecnologías de equipos de vídeo</i>	28
2.5.2 <i>Tecnologías de equipamiento de audio</i>	42
2.5.3 <i>Sistema de control</i>	50
2.5.4 <i>Rack</i>	50
2.6 <i>Resultados</i>	50
2.6.1 <i>Equipamiento de vídeo</i>	51
2.6.2 <i>Equipamiento de audio</i>	61
2.6.3 <i>Equipamiento de control</i>	72
2.6.4 <i>Equipamiento auxiliar</i>	75
2.6.5 <i>Cableado</i>	78
2.7 <i>Planificación</i>	78
2.7.1 <i>Estructura detallada del trabajo</i>	78
2.7.2 <i>Método de diagramación por precedencia</i>	80
2.7.3 <i>Organización de Recursos Humanos</i>	81
2.7.4 <i>Estimación de tiempo y asignación de recursos</i>	81
2.7.5 <i>Cronograma del proyecto: Diagrama de Gantt</i>	83
3 Anexo	85
3.1 <i>Cálculos realizados</i>	85

3.1.1	Equipamiento de video	85
3.1.2	Equipamiento de audio	87
3.1.3	Equipamiento auxiliar	89
3.2	<i>Diagramas de conexión</i>	90
3.2.1	Diagrama de audio	90
3.2.2	Diagrama de vídeo	92
4	Planos	95
5	Pliego de condiciones	97
5.1	<i>Objeto del pliego de condiciones técnicas</i>	97
5.2	<i>Trabajos incluidos</i>	97
5.3	<i>Condiciones del suministro</i>	98
5.3.1	Relativas a los equipos, materiales y medios auxiliares	98
5.3.2	Relativas a la instalación eléctrica	98
5.3.3	Relativas a medidas de seguridad y protección	98
5.3.4	Relativas a garantías y mantenimiento	98
5.3.5	Normativas de aplicación	98
5.4	<i>Condiciones del suministro del equipamiento audiovisual</i>	99
5.5	<i>Alcance del equipamiento audiovisual</i>	99
5.5.1	Equipamiento de video	99
5.5.2	Equipamiento de audio	103
5.5.3	Equipamiento de control	107
6	Mediciones	109
7	Presupuesto	117
	Referencias	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa tipos de chip	29
Tabla 2. Potencia de salida de la etapa de potencia	69
Tabla 3. Estimación de tiempo y recursos	81
Tabla 4. Diagrama de Gantt	83
Tabla 5. Tamaño de los equipos en unidades de rack	89
Tabla 6. Conexionado de la matriz de audio	91
Tabla 7. Conexionado de audio de la mesa de mezclas AV	92
Tabla 8. Conexionado de la matriz de vídeo	93
Tabla 9. Conexiones de vídeo de la mesa AV	93
Tabla 10. Resumen del presupuesto	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Salón de Actos	26
Figura 2. Salas de formación	27
Figura 3. Fuente láser de luz [1]	28
Figura 4. Fuente de luz tipo lámpara [1]	28
Figura 5. Chip 3LCD [3]	29
Figura 6. Chip DLP [4]	29
Figura 7. Diferencias entre la tecnología LCD y DLP [2]	30
Figura 8. Comparativa de relaciones de aspecto [5]	31
Figura 9. Comparativa resoluciones [5]	31
Figura 10. Ratios de proyección y distancia [7]	32
Figura 11. Deformación trapezoidal [8]	33
Figura 12. Tilt de la lente de proyección [9]	33
Figura 13. Ejemplo de proyección en una superficie no plana [10]	34
Figura 14. Blending correction software [11]	35
Figura 15. Videowall [12]	35
Figura 16. Conexión de videowall [13]	36
Figura 17. Pantalla LED de exterior [14]	36
Figura 18. Pantalla LED interior	37
Figura 19. Pantalla de LED no rectangular [15]	37
Figura 20. Detalle de pantalla LED	38
Figura 21. Detalle tecnología SDM (Surface-Mounted Device) [16]	38
Figura 22. Detalle tecnología DIP (Dual in-line package) [16]	38
Figura 23. Conexión de pantalla de LED [14]	39
Figura 24. Cabinets y módulos LED [18]	40
Figura 25. Pixel Pitch [19]	40
Figura 26. Cámara PTZ [20]	41
Figura 27. Comportamiento de un altavoz [22]	43
Figura 28. Software CBT Calculator	44
Figura 29. Dimensiones de la sala	45
Figura 30. Selección de altavoces	45

Figura 31. Tipo de gráfico	45
Figura 32. Resultados de la simulación	45
Figura 33. Respuesta en frecuencia en los puntos seleccionados	45
Figura 34. Sala de debate en 1970 [25]	46
Figura 35. Sistema básico de conferencia o debate [25]	48
Figura 36. Esquema conexión cable balanceado de tres hilos [29]	48
Figura 37. Conexión XLR [29]	49
Figura 38. Conexión Mini Jack 3.5mm	49
Figura 39. Conexión Banana [30]	49
Figura 40. Conexión clema	50
Figura 41. Pantalla de proyección eléctrica enrollable [31]	51
Figura 42. Sony VPL-PHZ10 [32]	51
Figura 43. Soporte para los proyectores de las salas de formación [33]	52
Figura 44. Ejemplo de soporte desmontable [34]	52
Figura 45. Cámara PTZ Sony SRG-300H [20]	53
Figura 46. Control remoto Sony RM-IP10 [35]	53
Figura 47. Monitores mesa de conferencias. Nota: no incluye teclado. [36]	54
Figura 48. Conexiones de los monitores de la mesa de conferencias [36]	54
Figura 49. Conexiones de los monitores de la mesa de conexión. Una de las salidas de la matriz de vídeo se conecta mediante HDMI a un transmisor HDBaseT en el cuarto técnico para llegar hasta el receptor, colocado debajo de la mesa de los conferenciantes. De aquí, mediante un splitter se conecta por un cable HDMI – DVI a los monitores de la mesa. Igualmente con la otra salida sin necesidad de Splitter.	55
Figura 50. Sistema de monitorización el cuarto técnico [37]	56
Figura 51. Conexionado de los monitores del sistema de monitorización	56
Figura 52. Conexionado de vídeo de la mesa de mezclas AV	57
Figura 53. Conexionado de audio de la mesa de mezclas AV	58
Figura 54. Mesa de mezclas AV [38]	58
Figura 55. Escaladora de la pantalla LED [39]	59
Figura 56. Controladora de la pantalla LED. [40]	60
Figura 57. Kits Rx/Tx HDBaseT [41]	60
Figura 58. Reproductor blu-ray [42]	61
Figura 59. Capturadora [43]	61
Figura 60. Altavoces para las salas de formación [44]	62
Figura 61. Micrófono y peana para el sistema de conferencias [25]	63
Figura 62. Central de conferencias [45]	64
Figura 63. Sistemas de microfonía inalámbrico [46]	64
Figura 64. Conexionado del sistema de microfonía. Las flechas grises indican que se conectan mediante cable ethernet, mientras que el azul representa un cable de audio de tres hilos balanceado. El punto azul indica que esa salida es una salida XLR, mientras que el punto verde indica una conexión clema. Los números de la figura representan la entrada del procesador de audio.	65

Figura 65. Sistema de interpretación simultánea [47]	66
Figura 66. Transmisor IR [48]	66
Figura 67. Petacas receptoras [49]	67
Figura 68. Conexión del sistema de interpretación. Los puntos azules indican que se trata de una conexión XLR y los verdes una conexión clema. El transmisor radia de forma inalámbrica a las petacas receptoras. El marco verde indica que el sistema de interpretación se encuentra en la cabina de traducción.	68
Figura 69. Etapa de potencia [50]	69
Figura 70. Subwoofer [51]	69
Figura 71. Splitter de prensa [27]	70
Figura 72. Kit de altavoces autoamplificados para la monitorización [52]	71
Figura 73. Procesador de audio BS BLU 100 [53]	72
Figura 74. Expansor de salidas de audio [53]	72
Figura 75. Crestron CP3 [54]	72
Figura 76. Switch de control [55]	73
Figura 77. Interfaces para el sistema de control [37]	73
Figura 78. Punto de acceso. [56]	75
Figura 79. Vista frontal del rack	76
Figura 80. Cajas de conexión [57]	77
Figura 81. EDT	79
Figura 82. MDP	80
Figura 81. Calculador de la distancia de proyección	86
Figura 82. Comportamiento de los altavoces a 1000 Hz	87
Figura 83. Comportamiento de los altavoces a 2000 Hz	88
Figura 84. Comportamiento de los altavoces a 5000 Hz	88
Figura 85. Diagrama de conexiones de audio	91
Figura 86. Diagrama de conexión de vídeo	93

1 INTRODUCCIÓN

All creative people want to do the unexpected

- Hedy Lamarr -

Este proyecto supone la culminación de mi paso por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla y por eso aúna los puntos que más me han gustado del mismo: el aprendizaje de tecnologías audiovisuales y el aprendizaje de la gestión de proyectos.

Estos dos pilares han servido de motivación para este proyecto: el equipamiento audiovisual de un auditorio ficticio, al que se denomina Auditorio Cartuja a partir de ahora, basado en un auditorio real. En este auditorio se incluyen múltiples tecnologías, como son las pantallas LED (*Light Emitting Diode*) o los sistemas de proyección láser, proporcionando explicaciones para que cualquier cliente ajeno a la ingeniería pueda entenderlas, pero incluyendo cálculos reales.

Además, la decisión de elegir un trabajo fin de máster de este tipo se debe principalmente a las posibilidades que brinda de abrirse un futuro laboral en un interesante campo de la ingeniería de telecomunicaciones.

1.1 ¿Qué es la ingeniería audiovisual?

La ingeniería audiovisual es la rama de la ingeniería donde se estudian los productos y sistemas de los campos de la acústica, la imagen, el audio, el vídeo y los entornos multimedia. En mi caso, la ingeniería audiovisual forma parte de la intensificación que escogí en el Grado, Sonido e Imagen.

Esta parte de la ingeniería de telecomunicaciones es la encargada del estudio de las instalaciones y mediciones acústicas, el procesamiento de señales multimedia o el tratamiento de imágenes con todo tipo de fines. Aplicado a este proyecto, la ingeniería audiovisual también permite otorgar la formación necesaria para concebir, diseñar, implementar y operar proyectos audiovisuales con un amplio abanico de operación: desde este proyecto, hasta el acondicionamiento acústico de un plató de televisión.

1.2 ¿Qué es la gestión de proyectos?

El otro pilar fundamental de este trabajo fin de máster es la gestión de proyectos. Para ello se aplicará lo estudiado en las asignaturas del grado y del máster como Proyectos de Sonido e Imagen (en mi caso), Gestión Tecnológica I y Gestión Tecnológica II.

Este proyecto se va a estructurar conforme a la norma Norma UNE 157001, la cual recoge los criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos formales de carácter general con que deben redactarse los proyectos de productos, obras, edificios, instalaciones y servicios.

Además, esta es una norma consensuada entre Colegios Profesionales, Administración del Estado, Comunidades Autónomas, Ingenierías, asociaciones profesionales y fabricantes de equipos y componentes, por lo que su utilización es garantía de calidad.

1.3 Objetivo

El objetivo de este proyecto es satisfacer las necesidades de un cliente ficticio, basado en uno real, que requiere de tecnología puntera para poder dar forma a su auditorio. Así pues, se han redactado los documentos propios de un proyecto de ingeniería, incluyendo los datos necesarios para poder explicar el suministro, instalación y configuración del equipamiento de audio y vídeo requerido, así como de un sistema de control de dicho equipamiento.

1.4 Alcance

El alcance de este proyecto es la descripción y estimación de los costes e instalación de este sistema audiovisual acorde con las necesidades del cliente.

Este sistema audiovisual consta de todos los elementos de visualización (pantallas de visualización y proyectores), audio (altavoces, *subwoofer*, etapas de potencia y sistemas de microfonía) y conexionado (cableado, mesas de mezclas, matrices de conexión) del mismo, así como del sistema de control (controlador, *tablet* de control y ordenador de control) de todos los componentes instalados.

El auditorio donde se va a proceder a la instalación se encuentra en la actualidad en fase de construcción y, para el desarrollo del proyecto se ha contado con los planos del mismo.

Para este proyecto se realiza un estudio de los distintos sistemas audiovisuales para una posterior elección de los diferentes componentes a instalar en el auditorio que permitan dotar al mismo de un sistema puntero a la vez que eficiente en términos audiovisuales y que otorguen un control sencillo y accesible del mismo.

Así mismo, se cumplirán las exigencias del cliente mediante la instalación de equipos desmontables acorde con sus necesidades.

De todo esto, el proyecto incluye los siguientes elementos:

- Memoria del proyecto, donde se estudian las necesidades del cliente, las posibles soluciones y finalmente se ofrece una solución final.
- Anexo con los cálculos realizados para escoger la solución adecuada.
- Anexo de cálculos realizados y de los diagramas de conexión.
- Planos de la instalación.
- Presupuesto.
- Pliego de condiciones.
- Mediciones.

2 MEMORIA

2.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el diseño de un sistema audiovisual de acuerdo con las necesidades de un cliente que desea instalar una serie de elementos para poder ofrecer los servicios típicos de un auditorio y tres salas de formación. Los objetivos específicos de este proyecto son:

- Diseñar el equipamiento de tres salas de formación que requieren un sistema de proyección profesional.
- Diseñar el equipamiento de un salón de actos que precisa de:
 - Sistema de conferencias y de traducción a una segunda lengua.
 - Sistema de visualización desmontable mediante una pantalla LED.
 - Sistema de audio profesional que complemente al sistema de visualización mencionado.
- Diseñar un sistema de control que permita encender, apagar y controlar el volumen del equipamiento audiovisual.

2.2 Alcance

El alcance del presente proyecto incluye el equipamiento audiovisual del sistema conferencias y el equipamiento audiovisual en el salón de actos y salas de formación a instalar en el auditorio "La Cartuja" de forma que se cumplan las funcionalidades y criterios especificados por el cliente para cada uno de los espacios.

En el salón de actos, ubicado en la planta baja del edificio, el sistema audiovisual a instalar consta de los siguientes elementos:

- Elementos de visualización: pantallas de visualización, equipos de reproducción.
- Elementos de audio: altavoces, *subwoofer*, etapas de potencia, sistemas de microfonía y sistema de traducción.
- Elementos de grabación: cámaras y equipos de grabación.
- Elementos de conexionado: cableado, tomas de conexión, *splitter* de prensa, mesas de mezclas y matrices de conexión.
- Sistema de control del resto de elementos: controlador e interfaz de control.

En las salas de formación, ubicadas en la planta primera del edificio, instalarán los siguientes elementos:

- Elementos de visualización: sistemas de proyección.
- Elementos de audio: sistema de altavoces.

- Elementos de conexionado: cableado y tomas de conexión.

El auditorio donde se va a proceder a la instalación se encuentra en la actualidad en fase de construcción y, para el desarrollo del proyecto, se ha contado con los planos del mismo.

Este proyecto no realiza tareas de instalación eléctrica ni de iluminación.

2.3 Antecedentes

El nuevo Auditorio Cartuja está terminando su construcción y en corto espacio de tiempo abrirá sus puertas al público. Este edificio se encuentra en la Isla de la Cartuja de Sevilla.

Durante su construcción se han realizado las instalaciones eléctricas del mismo, faltando por realizar la instalación audiovisual del mismo.

Se trata de un edificio de dos plantas formado por los siguientes elementos:

- Planta baja:
 - *Hall*.
 - Salón de actos.
 - Cabina de traducción.
 - Cuarto técnico.
 - Aseos.
- Planta primera:
 - Salas de formación.
 - Terraza.

2.4 Requisitos de diseño

Los requerimientos del cliente en este sentido han sido concretos y concisos, y se agrupan en dos espacios: el salón de actos y las salas de formación.

2.4.1 Salón de actos

En la planta baja del edificio se encuentra el salón de actos que tiene una capacidad para 288 personas. La profundidad de esta sala es de 20 metros y su anchura de 16 metros. La altura es de 4 metros en la parte más cercana a la puerta y 5 en los asientos más cercanos al escenario. Además, el escenario tiene una altura de 1 metro respecto a la primera fila de butacas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se ilustra el plano de este salón de actos.

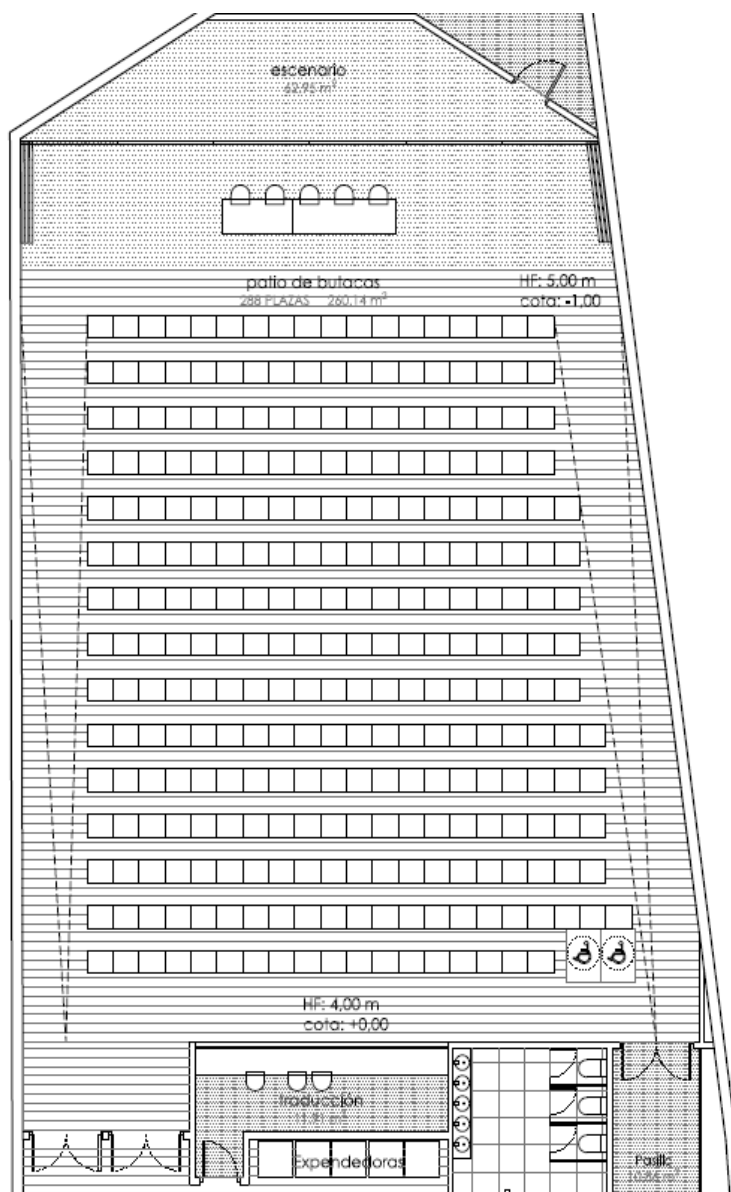


Figura 1. Salón de Actos

En la parte más cercana a la puerta, se encuentra una cabina de traducción de tres puestos. Esta cabina se va a dividir en dos espacios independientes: una cabina de interpretación de un puesto y un cuarto técnico.

El salón de actos tendrá dos funciones: realizar conferencias y presentaciones con traducción simultánea y visualizaciones.

Para la realización de conferencias y presentaciones se requiere de una mesa de conferencias móvil con cinco puestos. Cada puesto de conferenciante será equipado con un micrófono con peana y un monitor de visualización. Además, se necesitan cuatro tomas HDMI y cuatro tomas de corriente (dos de cada en la mesa y dos en el suelo ya que la mesa es móvil). También se equipará un sistema de microfonía inalámbrico.

Asimismo se suministra un sistema inalámbrico de traducción de idioma (1 idioma). Los criterios de este sistema de traducción son:

- Cabina de traducción con auriculares y micrófono.
- Sistema de transmisión inalámbrica para los oyentes de otro idioma.

Se instalará un sistema de sonorización y un sistema de grabación para la emisión en *streaming* de los eventos mediante un sistema de grabación. Los criterios específicos de estos sistemas son:

- Sistema de grabación de la sala HD.

- Equipo de grabación del contenido del evento en 4K.
- Equipo de transmisión del evento en 4K.

Para la realización de visualizaciones se instalará una pantalla LED desmontable. Los criterios específicos de estos sistemas son:

- Sistema de visualización HD.
- Sistema de altavoces estéreo.

En el cuarto técnico se instalarán los equipos auxiliares: las matrices de conexión y mezcla, las etapas de potencia para los altavoces, etc. Este cuarto contará con un puesto para la monitorización de los sistemas. Los criterios específicos del sistema de monitorización son:

- Pantallas LED de 22'' con resolución HD.
- Kit de altavoces estéreo.

Este equipo de monitorización no debe confundirse con el de control. El sistema de control permitirá controlar los sistemas de audio y vídeo del salón de actos y las salas de formación mediante un ordenador portátil y una *tablet*. Deberá ser inalámbrico y accesible desde cualquier parte del edificio. Los criterios específicos de este sistema son:

- *Hardware* de control especializado.
- Control inalámbrico accesible desde cualquier punto de la instalación.

Control fijo desde el cuarto técnico.

2.4.2 Salas de formación

En la planta primera se encuentran las tres salas de formación, las cuales tienen una altura de 3 metros.

Para impartir clases en estas salas se requiere un sistema de proyección HD y una toma HDMI donde el docente conecte su propio medio reproducción.

En la sala central se requiere un sistema de audio estéreo. Estos equipos también deben ser controlados por el sistema de control mencionado en el apartado previo.

En la Figura 2 puede observarse la distribución de estas salas:

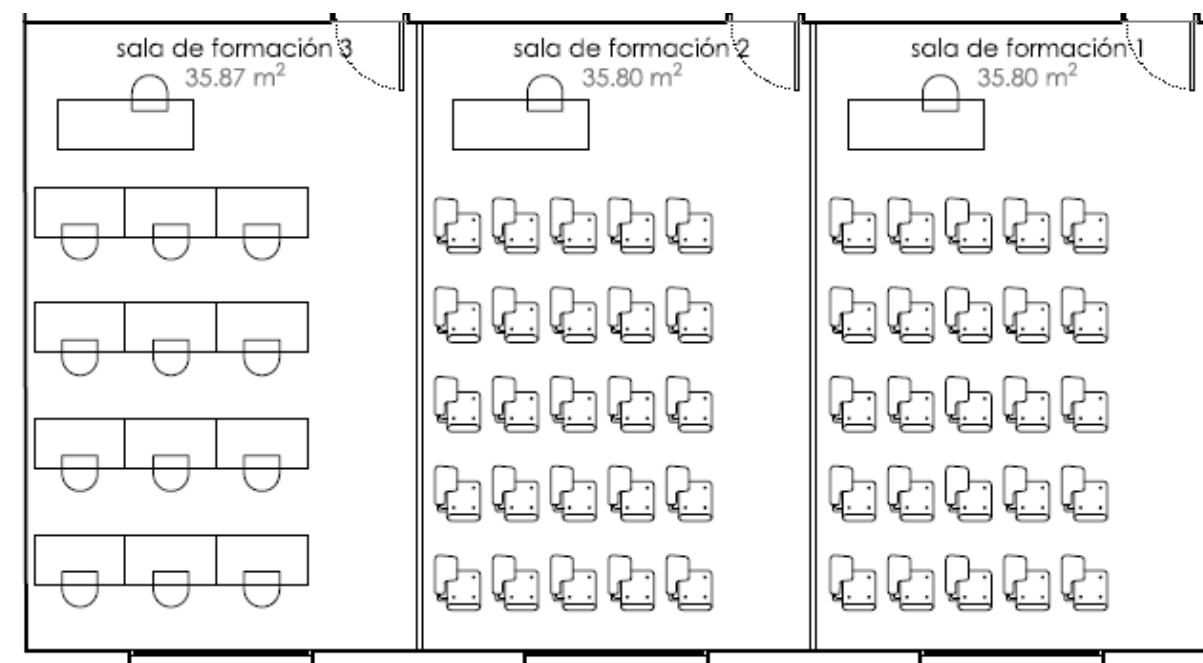


Figura 2. Salas de formación

2.5 Estudio de soluciones

En este apartado, se realiza un estudio teórico de las tecnologías de audio y vídeo utilizadas en sistemas profesionales. Además, se incluyen pequeños datos provenientes de estudios profesionales que permiten realizar ciertas aproximaciones a la hora de escoger el equipamiento adecuado para la aplicación requerida.

2.5.1 Tecnologías de equipos de vídeo

En este primer apartado, vamos a estudiar diversas propuestas para las tecnologías que se pueden utilizar en los sistemas de vídeo. Estas se dividen en dos grandes grupos: proyección y pantallas. Gracias a este estudio podremos escoger correctamente qué sistema resulta más conveniente según qué situación, aunque en algunas ocasiones tengamos que ceñirnos a las peticiones del cliente.

2.5.1.1 Proyección

Para poder instalar un sistema de proyección, sin entrar en el audio, necesitamos cuatro elementos: el proyector, su soporte, la pantalla de proyección y el procesador del vídeo. Este último es opcional y solamente se requerirá en dos ocasiones: o bien cuando se utilicen varios proyectores, o bien en el caso de estar proyectando en una pantalla no plana. Realmente, la pantalla de proyección también puede ser un elemento opcional, sin embargo, en casos donde no se conoce la superficie de proyección es muy recomendable su uso.

2.5.1.1.1 Proyector

Este equipo es el corazón del apartado, ya que se trata del verdadero emisor del contenido. Básicamente, un proyector es un equipo que recibe una señal de vídeo analógica o digital y consigue plasmarla en un lienzo mediante un sistema de lentes específicas de forma que se alcanzan unas dimensiones normalmente superiores a las de un monitor tradicional. En un proyector es necesario estudiar cinco elementos principales.

2.5.1.1.1.1 Fuente de luz

En primer lugar, es necesario estudiar la fuente de luz que sirve de origen de la proyección. Esta fuente de luz puede ser una lámpara o un láser, el funcionamiento de sendas fuentes de luz se ilustra en las Figura 3 y Figura 4.

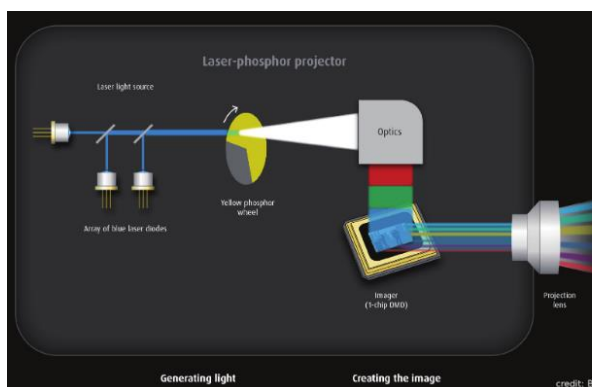


Figura 3. Fuente láser de luz [1]

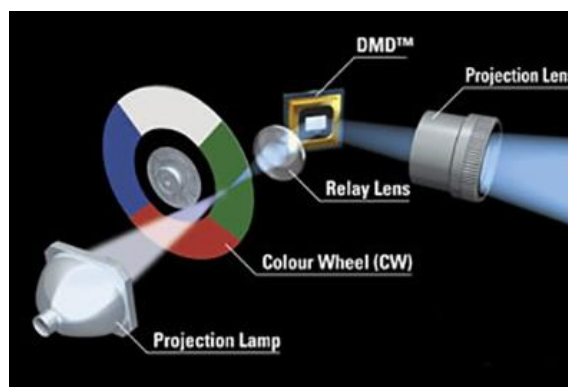


Figura 4. Fuente de luz tipo lámpara [1]

Mientras que la lámpara ha sido la fuente de luz tradicional, el láser es una tecnología más joven. La lámpara tiene la ventaja de que, además de ser más económica, tiene un mantenimiento más sencillo, por lo que sería óptima en caso de usos esporádicos del proyector. La principal desventaja es que la vida útil de la lámpara no suele superar las 5.000h (actuando a brillo máximo), mientras que la de láser es de unas 20.000h o 30.000h. Además, la lámpara necesita un más de tiempo para alcanzar su temperatura óptima de funcionamiento que los proyectores de láser.

Es por ello que actualmente, en aplicaciones profesionales suele utilizarse el proyector láser y por ello es la que se utilizará en este proyecto.

2.5.1.1.1.2 Tipo de chip

El siguiente elemento a estudiar es el *chip*, es decir, el elemento que convierte la fuente de luz blanca en una imagen a todo color.

Según se puede leer en [2] existen cuatro tipos de *chip*: LCD (pantalla de cristal líquido, en inglés *liquid-crystal display*), DLP (procesamiento digital de la luz, en inglés *digital light processing*), 3LCD (triple LCD) y LCoS (*Liquid Crystal on Silicon*).

- *Chip* LCD: la luz se divide en tres haces que pasan a través de tres paneles de cristal líquido, uno para cada color fundamental o primario.
- *Chip* 3LCD: una fuente de luz proyecta luz blanca sobre una combinación de espejos, que separan la luz en sus tres colores primarios, R, G y B. Cada uno de los tres colores primarios pasan a través de su propio panel. Las tres imágenes de colores individuales se combinan por medio de un prisma para formar una imagen a todo color. La imagen completa pasa a través de una lente para finalmente proyectarse en una pantalla o superficie de visualización. El funcionamiento de este tipo de *chip* se puede observar en la Figura 5.

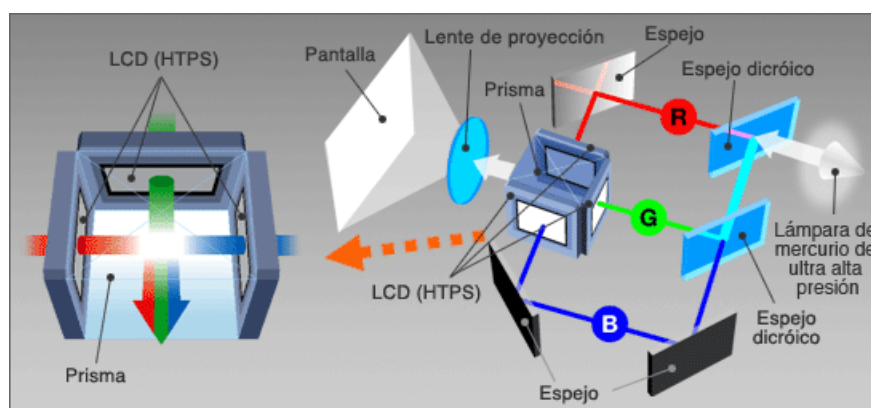


Figura 5. *Chip* 3LCD [3]

- *Chip* DLP (Procesado Digital de la Luz, en inglés *Digital Light Processing*): para formar la imagen, la luz blanca que proviene de la fuente de luz pasa por un filtro circular, que deja pasar la luz Roja, Verde o Azul. Tras esto, la luz llega a un pequeño *chip* llamado DMD, formado por miles de espejos diminutos, cada uno de estos espejos representa un *pixel*. El reflejo de la luz en los espejos sale en dirección a la lente. En la Figura 6 puede verse este funcionamiento.



Figura 6. *Chip* DLP [4]

- *Chip* LCoS: es la tecnología más nueva. Los tipos de proyectores con esta tecnología son los más caros y complejos de fabricar. Es una especie de híbrido entre el DLP y DMD y la tecnología LCD de 3 *chips*. Muchos propietarios están de acuerdo en que la reproducción del color y la claridad de los proyectores LCoS es muy superior a la de cualquiera de sus predecesores. Debido a su alto precio, no se ahonda más en sus características.

Una vez que conocemos, *grosso modo*, la diferencia entre los tipos de *chip*, veamos las ventajas e inconvenientes en la Tabla 1. Comparativa tipos de *chip*.

Tabla 1. Comparativa tipos de *chip*

Tipo de <i>Chip</i>	Ventajas	Inconvenientes
LCD	Tamaño compacto, peso ligero y bajo consumo Existen diferentes versiones de proyectores LCD: aquellos que ofrecen altísimo brillo en detrimento del contraste y aquellos que ofrecen mejores relaciones de contraste a costa de disminuir el brillo	Se aprecia el “efecto de puerta pantalla”, es decir, se pueden visualizar los píxeles individualmente Se pueden estropear los píxeles por separado e incluso traer píxeles rotos por defecto
3LCD	Idóneos para un uso doméstico en el visionado de películas No suelen ser caros	
DLP	Tamaño compacto, peso ligero y bajo consumo <i>Chips</i> DLP son menos propensos a fallos de fabricación, en contraposición a los LCD Color muy preciso y fiel Buen contraste, mejor que los LCD	“Efecto arcoiris”: Se pueden ver ráfagas de colores primarios cuando se mueven los ojos rápidamente mientras se mira a la pantalla proyectada. Se debe a la existencia de la rueda de color, se mejora si se aumenta la velocidad de rotación de la rueda Alto precio, sobre todo los que ofrecen mejor calidad

Sin embargo, el tipo de *chip* no suele ser la característica clave de un proyector en el caso de uso que nos ocupa, es decir, su uso en salas de formación, por ello no importa qué tipo de *chip* se use y son otras características las que provocan que se escoja un dispositivo u otro.

En la Figura 7 se observa las diferencias de visualización entre la tecnología LCD (izquierda) y DLP (derecha):



Figura 7. Diferencias entre la tecnología LCD y DLP [2]

2.5.1.1.1.3 Relación de aspecto y resolución

La relación dimensional de una imagen es la proporción entre su ancho y su altura. Se calcula dividiendo el largo entre la altura de la imagen visible en pantalla, y se expresa normalmente como «X:Y».

Por otra parte, la resolución de una imagen indica la cantidad de detalles que puede observarse en esta. El término es comúnmente utilizado en relación a imágenes de fotografía digital, pero también se utiliza para describir cuán nítida (como antónimo de granular) es una imagen de fotografía convencional (o fotografía química). Tener mayor resolución se traduce en obtener una imagen con más detalle o calidad visual.

Para las imágenes digitales almacenadas como mapa de *bits*, la convención es describir la resolución de la imagen con dos números enteros, donde el primero es la cantidad de columnas de píxeles (cuántos píxeles tiene la imagen a lo ancho) y el segundo es la cantidad de filas de píxeles (cuántos píxeles tiene la imagen a lo alto).

La relación de aspecto típica en los sistemas de proyección es 16:10, diferente a las típicas de las pantallas de

consumo (16:9) y de las proyecciones cinematográficas (1.85:1, 2.35:1). En la Figura 8 se observan las diferencias entre las relaciones de aspecto mencionadas.

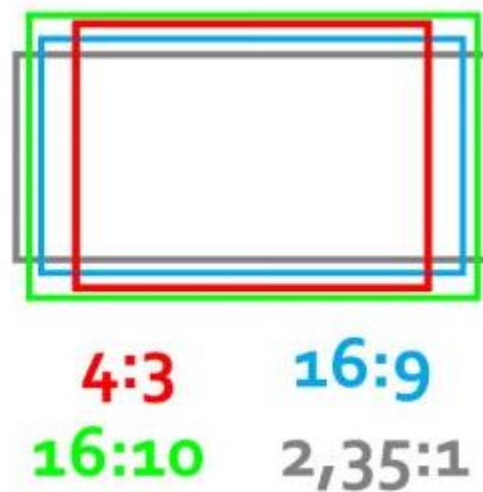


Figura 8. Comparativa de relaciones de aspecto [5]

Esta variación en las relaciones de aspecto entre los monitores y los proyectores provoca que las resoluciones indicadas por los fabricantes de proyectores no puedan equipararse con las de los monitores. Se deja una ilustración a continuación que compara las resoluciones de proyecciones y monitores más conocidas:

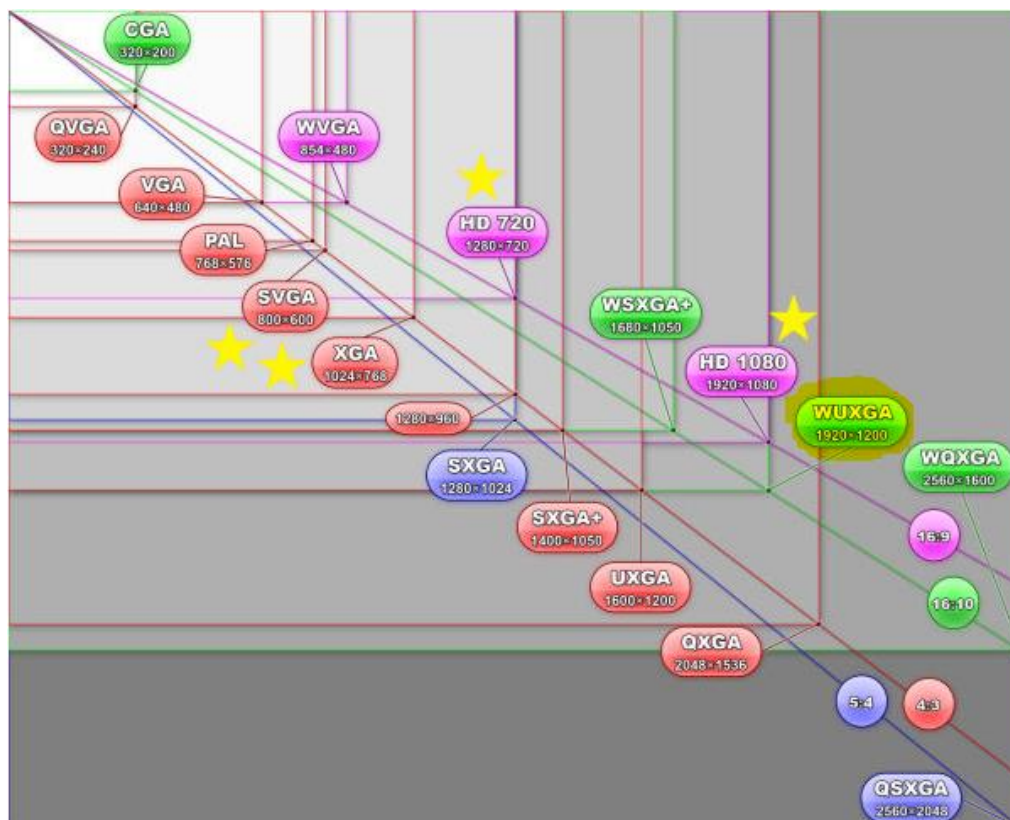


Figura 9. Comparativa resoluciones [5]

La resaltada en amarillo en la figura previa (WUXGA) será la mínima que se buscará en proyecciones profesionales, ya que es muy similar a la resolución HD de los monitores que tienen una relación de aspecto típica 16:9, que es la establecida como resolución de referencia en la actualidad. Por lo tanto, la resolución WUXGA de proyección es la resolución mínima que se utiliza en este proyecto.

2.5.1.1.1.4 Luminosidad

Para estudiar la luminosidad que se necesita en un proyector, primero se deben conocer dos factores: la luminosidad de la sala y el tamaño de la pantalla. Además, hemos de tener en cuenta las dos unidades clave a la hora de hablar de proyectores: lúmenes y luxes. Nos apoyamos en las definiciones dadas por el IEEE para explicar de qué se trata [6]:

Lumen: unidad en el Sistema Internacional para el flujo luminoso. Esto es el flujo lumínico emitido en un ángulo sólido de un estereorradián por una fuente puntual que tiene una intensidad uniforme de una candela. El lumen es, por tanto, un nombre especial para las candelas por estereorradián ($lm = cd * sr$).

Lux: unidad en el Sistema Internacional para la iluminancia, igual a lumen por metro cuadrado.

La luminosidad de la sala, la cual

De forma obvia, cuanto menor sea la luminosidad de la sala para una correcta visualización de los datos, menor será la luminosidad requerida en la pantalla de proyección. Normalmente la cuantificación luminosidad de una sala:

- Sala muy luminosa (interior): 500/600 lux.
- Sala de luminosidad media: 450 lux.
- Sala oscura: 300 lux.

En este proyecto tomaremos de referencia la luminosidad media para un salón de actos, es decir, 450 lux.

El segundo factor a conocer es la superficie de pantalla. Conocidos estos dos datos:

$$\text{Luminosidad requerida (lm)} = \text{iluminancia de la sala (lux)} * \text{superficie de la pantalla (m}^2\text{)}$$

2.5.1.1.1.5 Lente

Una vez escogida la electrónica, solamente quedaría por escoger la lente. Las lentes, igual que ocurre con las cámaras de fotos, pueden venir con el cuerpo del proyector o ser intercambiables.

Otra característica de las lentes es si poseen una ratio fija o un ratio variable. Esta ratio representa la distancia a la que se debe colocar el proyector para obtener una pantalla de ancho uno. Existen dos grandes grupos:

1.XX:1 → ratio escogida en situaciones habituales, donde para conseguir un metro de ancho necesitamos una distancia de proyección superior al metro.

0.XX:1 → lente corta y ultracorta, la distancia es menor a un metro. La ventaja de esta lente es que, en el caso de que algo vaya a estar muy cercano a la proyección (por ejemplo, un profesor en una clase, o un mueble en un museo) este no dé sombra sobre la proyección. La desventaja es que estas lentes en primer lugar, suelen ser fijas, quitándole libertad al ingeniero sobre dónde colocar el proyector, y, en segundo lugar, su precio es mucho más elevado.

En la Figura 10 se ilustra lo explicado:

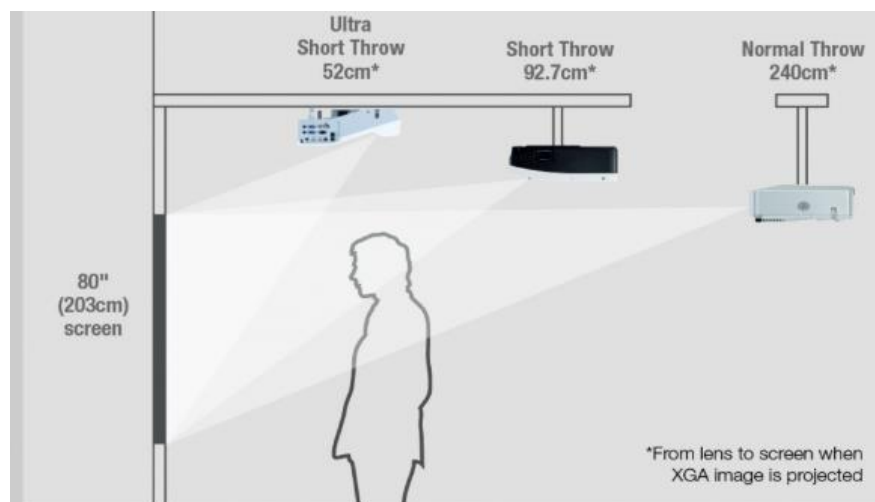


Figura 10. Ratios de proyección y distancia [7]

Otro detalle en el que hemos de pensar a la hora de colocar el proyector es la inclinación o *tilt* del mismo. Al provocar una inclinación del proyector, lo que habitualmente se denomina picado o contrapicado, el efecto que visualizaremos en la pantalla es la conocida como deformación trapezoidal, como se observa en la Figura 11.



Figura 11. Deformación trapezoidal [8]

Para evitarla, en el caso de que no se pueda colocar el proyector de forma recta existen dos opciones:

La primera y más inmediata es pensar que muchos proyectores comerciales cuentan con una herramienta interna que corrige dicha deformación, aunque en la mayoría de los casos solamente corrige el problema en el caso de que la inclinación sea vertical. De esta forma, colocamos el proyector como se pueda y después se hace uso de esta herramienta *software* para tener una pantalla rectangular. Sin embargo, debemos pensar que esta solución se pierde resolución, puesto que lo que hace es reducir la imagen para conseguir el mismo tamaño de imagen tanto en la parte superior como en la inferior. Sin embargo, esta es una solución muy sencilla y que se admite en algunos casos.

La segunda opción, más profesional, y en la que no perdemos calidad en la imagen, es que el proyector o la lente permita un pequeño movimiento de esta última para contrarrestar la deformación. En la Figura 12 se ve el *hardware* que permite este movimiento:



Figura 12. Tilt de la lente de proyección [9]

Para casos profesionales pero donde el uso sea para formación, lo más habitual es utilizar una lente de ratio superior a 1, no intercambiable y haciendo uso de la herramienta *software* para corregir la deformación trapezoidal. Esta elección es debida a que las proyecciones en los demás casos pueden aumentar enormemente los precios y no estamos en una situación donde este sea el corazón del proyecto o se trate de, por ejemplo, un museo donde pueda haber personas u objetos dañando la proyección con su sombra.

2.5.1.1.2 Soporte

A la hora de escoger el soporte, lo principal es conocer la arquitectura de la sala. Normalmente, el proyector va sujeto al techo mediante tres elementos: plato, barra y araña o agarre. El plato dependerá de la situación del edificio, el plato de la distancia respecto al techo, por lo explicado previamente sobre el efecto trapezoidal, y el agarre depende del peso del proyector.

Sin embargo, también podemos encontrar soportes de pared o suelo, aunque son menos habituales ya que los

espectadores pueden hacer sombra en la proyección.

En este caso se escoge un soporte de techo.

2.5.1.1.3 Pantalla de proyección

La pantalla de proyección es un elemento opcional pero recomendable. Su uso no es obligatorio, por ejemplo, en el caso de querer realizar *mapping*, es decir, proyecciones sobre superficies irregulares.

Sin embargo, para aplicaciones convencionales se suele necesitar una pantalla. En el mercado encontramos una amplia variedad de pantallas que se ajustan a cualquier necesidad. *Grosso modo*, las características que se escogen son: tamaño y proporciones, si es eléctrica enrollable o no y si es tensionada o no. Actualmente, la mayoría de pantallas de proyección suelen ser eléctricas enrollables, salvo que la pantalla sea fija. En cuanto a la tensión de la pantalla, que consiste, básicamente, en eliminar las arrugas de la pantalla, esto no es necesario a menos que la pantalla sea muy grande.

El tipo de pantalla no influye de forma notable en la luminosidad de la proyección.

Otra opción es el uso de una pintura especial en la superficie de proyección que haga las veces de pantalla. Esta es una solución muy aceptable y con un coste reducido, sin embargo, no es válida para el caso que nos ocupa puesto que la pared de la sala de formación tiene una pizarra, encima de la cual se enrolla y desenrolla la pantalla de proyección.

2.5.1.1.4 Procesador de vídeo

Como se ha mencionado, esto solo es necesario en el caso de tener una proyección múltiple o de proyectar en superficies irregulares, como se ve en la Figura 13.



Figura 13. Ejemplo de proyección en una superficie no plana [10]

Para poder lograrlo, se realiza un escáner 3D del elemento donde se va a proyectar y tras esto, gracias a las herramientas software, se realiza una simulación de la proyección, adaptando la imagen a la proyección deseada. El ajuste de la superficie se consigue gracias a la proyección de una rejilla como se muestra en la Figura 14.

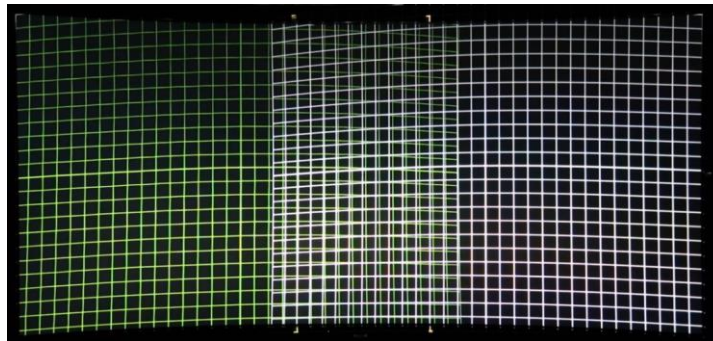


Figura 14. Blending correction software [11]

Cuando se trata de proyecciones múltiples, el procedimiento es el mismo, y corrige la sobreiluminación de las zonas solapadas. Esta herramienta recibe el nombre de *blending correction*.

En el caso que nos ocupa no es necesario el uso de este tipo de software.

2.5.1.2 Pantallas y monitores

Alejándonos un poco de las pantallas domésticas a las que estamos acostumbrados, en este apartado se va a hablar de las tecnologías que permiten crear pantallas de un tamaño muy superior al de consumo. Es por ello, que dividiremos el apartado en dos grupos: *videowall* y pantallas LED.

2.5.1.2.1 Videowall



Figura 15. Videowall [12]

El *videowall* es un sistema de pantallas modulares, como se observa en la Figura 15. Para ello, se utilizan pantallas con tecnologías convencionales y se colocan unas junto a otras simulando una más grande.

Sin embargo estos monitores no son del todo convencionales, puesto que deben tener un marco de ancho especial, denominado *bezel*, que permite que la separación entre los monitores sea ínfima.

Las pantallas utilizadas para el montaje se conectan en serie las unas con las otras, de forma que solamente es necesario mandar los datos a la primera de ellas, como se ilustra mediante la Figura 16.

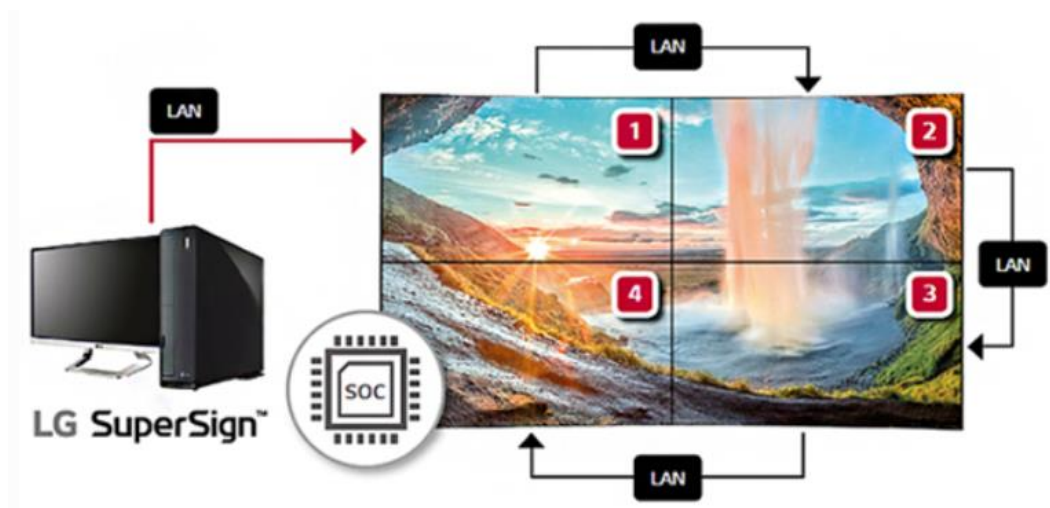


Figura 16. Conexión de videowall [13]

Esta es una solución acertada para caso de pantallas de un tamaño medio en lugares interiores (tiendas, hoteles, aeropuertos...).

2.5.1.2.2 Pantallas de LED



Figura 17. Pantalla LED de exterior [14]

Como alternativa a los *videowall* encontramos las pantallas de LED. Estas pantallas permiten un montaje totalmente personalizado y utilizable tanto en exterior, como es el caso de la Figura 17; como en interior, mostrado en la Figura 18:

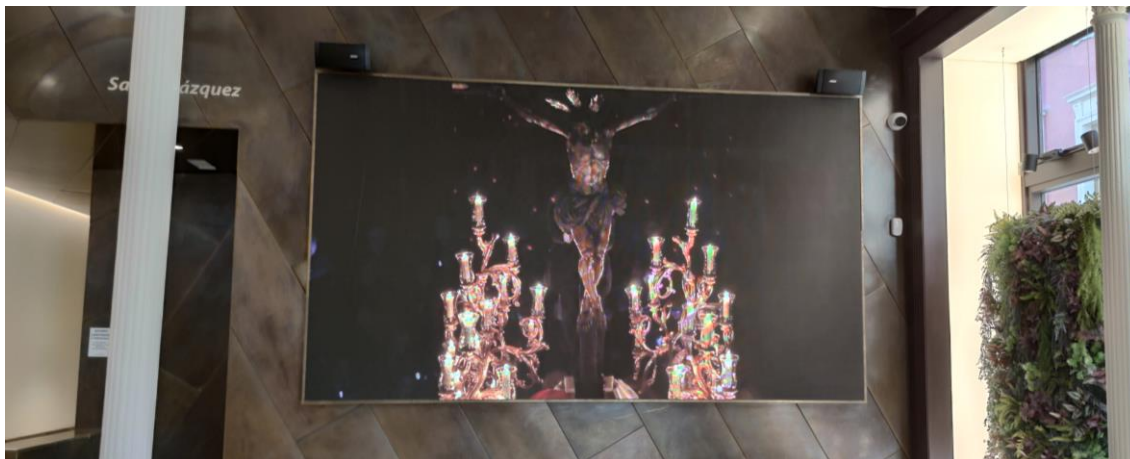


Figura 18. Pantalla LED interior

La ventaja de estas pantallas, es, principalmente la gran luminosidad que se consigue con ellas y la robustez de las mismas, lo que permite colocarlas en exterior y, como ya hemos comentado, su versatilidad. Como desventajas, encontramos su precio, es decir, resulta una solución mucho menos asequible que un *videowall* o un sistema de proyección.

La versatilidad se debe a que una pantalla de LED no es una superficie única, si no que está formada por pequeños módulos denominados *cabinets*, los cuales se pueden colocar de la forma que se desee, sin importar la relación de aspecto o, incluso, que la forma de la pantalla final sea un rectángulo, como se puede ver en

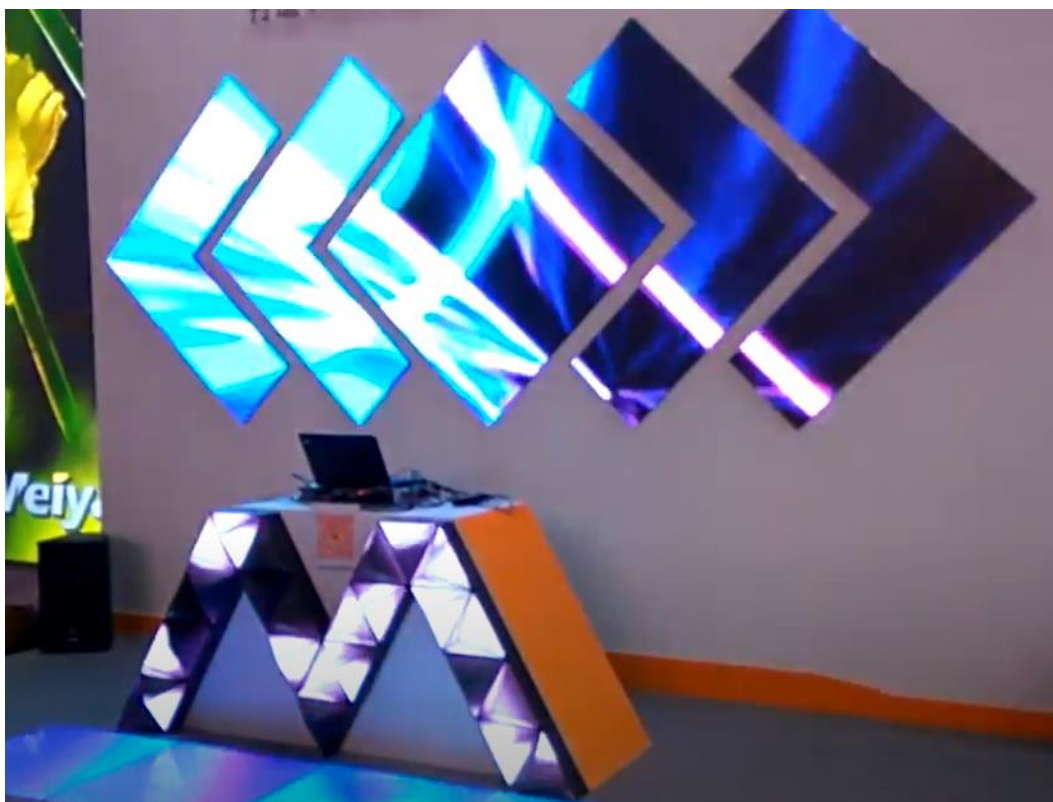


Figura 19. Pantalla de LED no rectangular [15]

El funcionamiento de estas pantallas se basa en la iluminación de pequeños diodos *leds* que están repartidos por toda la superficie de la pantalla, como se ve en la Figura 20.



Figura 20. Detalle de pantalla LED

Estos diodos necesitan estar a una distancia muy pequeña para que no se aprecie la separación entre ellos. Esta separación constituye un parámetro básico de las pantallas LED: el *pixel pitch*.

La forma de conseguir el color hace que haya dos tipos de tecnologías en las pantallas de LED, mostradas en la Figura 21 y en la Figura 22,



Figura 21. Detalle tecnología SDM (Surface-Mounted Device) [16]

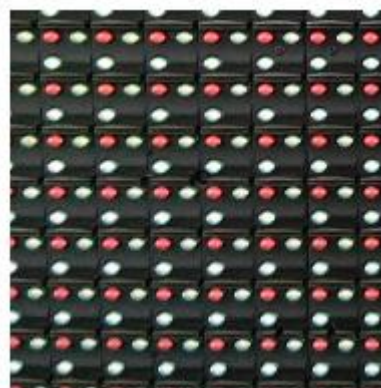


Figura 22. Detalle tecnología DIP (Dual in-line package) [16]

Tal y como se explica en [17], cuando nos referimos a que una pantalla LED tiene una tecnología SDM estamos hablando de una configuración del led donde los tres colores están dentro de la misma cápsula. De esta manera, podemos apreciar una mayor uniformidad en el color de la imagen y, a su vez, una gran amplitud en el ángulo de visión. Por ese motivo, es más utilizado en pantallas de más alta resolución.

Por el contrario, si el panel es DIP nos encontramos con que, en cada color primario RGB, tenemos una cápsula independiente. A diferencia de los primeros, ofrecen una mejor disipación del calor y un mayor brillo, siendo la opción idónea para pantallas de localización exterior.

Igual que ocurría con el *chip* del proyector, este parámetro no va a resultar determinante a la hora de escoger la pantalla.

2.5.1.2.2.1 Conexión y *sending box*

La conexión de las pantallas de LED depende de un dispositivo llamado *sending box*. Este va conectado al reproductor y su tarea es transformar los datos de vídeo para que sean “entendibles” por la pantalla. La conexión de la *sending box* a la pantalla LED se realiza mediante un cable de red. Este cable se conecta al primer *cabinet* y de ahí se realizan conexiones en serie con el resto de *cabinets*.

El inconveniente es que en el momento que un módulo tenga algún problema, los módulos posteriores también se apagarán. Para evitarlo, se recomienda una doble conexión, una en el primer módulo y otra en el último. De esta forma solo se apagaría el módulo estropeado.

El problema de este tipo de instalaciones es que normalmente las pantallas no tienen una relación de aspecto comercial, sino que, como ya hemos comentado, se adapta a las necesidades de la instalación. Es por ello que la *sending box*, que manda los datos en el formato adecuado para la conexión en serie, también ha de tener un pequeño software escalador (o que lo tenga el reproductor que va a mandar la información) que transforme la imagen a la escala adecuada sin deformarla. Realmente, lo que hace es escoger los píxeles que necesita para mantener la proporción adecuada y el resto los apaga.

En la Figura 23 se ilustra el esquema de conexión típico explicado en el párrafo previo.

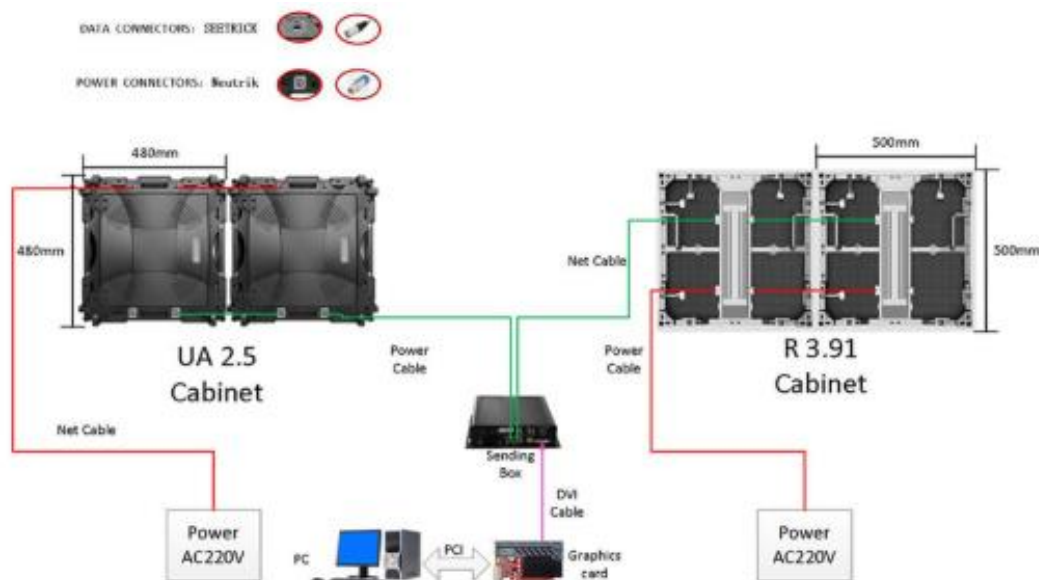


Figura 23. Conexión pantalla de LED [14]

Junto al cable de red, es necesario conectar la alimentación. Esta alimentación se conectará tantas veces como sea necesario en el caso de pantallas de gran tamaño.

2.5.1.2.2.2 Características

Tamaño

Las pantallas de LED son el dispositivo más versátil y personalizable a la hora de construir una superficie de visualización del mercado. Las pantallas no tienen un tamaño definido, sino que van construyéndose mediante la unión de módulos, llamados *cabinets*. Estos *cabinets* tienen un tamaño habitual de 50x50cm y la profundidad depende del modelo en cuestión. De esta forma, se puede construir el tamaño que deseamos, solamente teniendo en cuenta que deben ser múltiplos del tamaño del *cabinet*.

A continuación se ilustra este concepto de *cabinet* mediante la Figura 24.



Figura 24. Cabinets y módulos LED [18]

Pixel Pitch

Este es uno de los parámetros esenciales a la hora de hablar de las pantallas de LED. El *pixel pitch* o distancia de pixel, es la separación entre cada uno de los diodos leds que conforman la pantalla. Esta distancia es del orden de milímetros y viene determinada por la distancia de visualización del espectador, el tamaño de la pantalla y el tipo de contenido que se vaya a reproducir. En la Figura 25 se ilustra este parámetro.

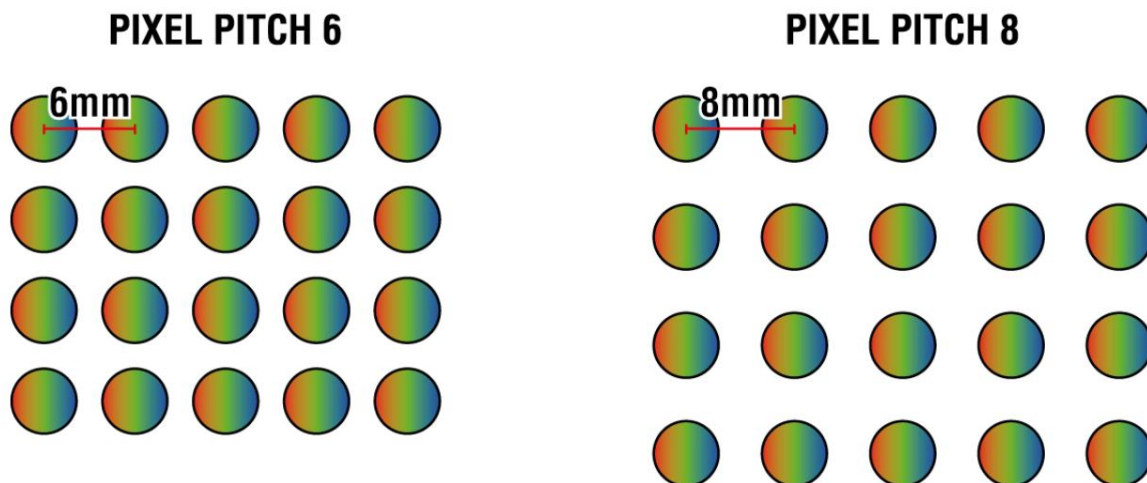


Figura 25. Pixel Pitch [19]

Normalmente, hay una regla que más o menos puede dar una pista sobre el *pitch* que se debe utilizar y es muy sencilla: si la distancia de visualización es de 3 metros (la primera fila) el pitch será de 3 milímetros; si es de 2 metros, entonces podremos plantear uno de 2 milímetros.

Una vez conocida dicha aproximación, podemos utilizar otra regla para refinar los cálculos: ajustar a la resolución. Los fabricantes nunca van a dar este dato en cuanto a la pantalla completa porque, como hemos mencionado anteriormente, la pantalla tiene infinitas posibilidades de formas y tamaños. Pero el diseñador sí puede hacer un ejercicio que le permita conocer la resolución de la misma:

$$\text{Res. horizontal} = \text{ancho (mm)} / \text{pixel pitch (mm)}$$

$$\text{Res. vertical} = \text{alto (mm)} / \text{pixel pitch (mm)}$$

A la hora de estudiar la resolución se ha de tener en cuenta que nunca será la resolución típica (HD, UHD, 4K...) a menos que hayamos configurado nuestra pantalla para que su relación de aspecto coincida con las pantallas normales de consumo (16:9), aunque esto es complicado de conseguir.

Por último, dependiendo de lo que se quiera mostrar en la pantalla se debe utilizar un pixel pitch más reducido. Si por ejemplo hablamos de datos en tablas de *excel*, se debe reducir esta distancia, mientras que si se van a mostrar vídeos o publicidad, la distancia puede ser mayor.

Luminosidad

Igual que ocurre con el resto de pantallas, la luminosidad dependerá de dónde se vaya a colocar la pantalla. En este caso, la mediremos en *nits*, que no es una unidad del Sistema Internacional, pero que es aproximadamente igual a candelas/m².

En el caso de realizar una instalación interior, necesitaremos 800-1500 *nits* y de ser exterior, se necesitan de 2500 *nits* en adelante.

Tipo de mantenimiento

Al tratarse de un dispositivo muy grande, el mantenimiento se realiza por *cabinets*. Cuando un *cabinet* se estropea, se desmonta y se colocaría el de repuesto. Para realizar este cambio se puede hacer de dos formas:

- *Delantero*: cuando detrás de la pantalla tenemos una pared o es de difícil acceso, el técnico podrá realizar el reemplazo por la parte delantera de la misma.
- *Trasero*: esta es la más habitual, pensada para poder trabajar por la parte posterior sin comprometer los diodos que permiten la visualización, pero no es válida en los casos que la pantalla esté superpuesta a una pared.

Normalmente, al comprar una pantalla LED, esta suele traer unos cuantos *cabinets* de repuesto para poder reemplazarlo rápidamente.

2.5.1.3 Sistemas de grabación: cámaras PTZ

Normalmente, en todos los salones de actos y/o auditorios, se instalan cámaras de grabación que permitan poder realizar una reproducción del evento. Para ello se emplean las cámaras de grabación PTZ. Estas cámaras se utilizan sobre todo en sistemas de vigilancia debido a que son pequeñas, tienen libertad de movimiento y son fáciles de instalar.



Figura 26. Cámara PTZ [20]

En nuestro caso, simplemente se necesita que tengan una buena calidad de imagen (HD o 4K si el cliente lo solicita) y transmisión por HDMI.

Para controlar estas cámaras se utilizará una controladora del propio fabricante que se coloca en la sala técnica y que va conectado por cable de LAN.

Esta cámara se ilustra en la Figura 26.

2.5.1.4 Cableado de vídeo

Salvo una excepción que será explicada posteriormente, en este proyecto se trabajará con dos tipos de tecnología de transmisión de vídeo: HDMI y HDBaseT.

2.5.1.4.1 HDMI

Tal y como se explica en la propia web de HDMI, [21], la tecnología HDMI es la principal interfaz de vídeo digital, audio y datos que conecta las pantallas de ultra alta definición a una amplia gama de electrónica de consumo, PC, móviles, automoción y dispositivos AV comerciales.

Casi ocho mil millones de dispositivos habilitados con la tecnología HDMI han sido enviados desde que la primera especificación HDMI fue lanzada en diciembre de 2002. La última especificación HDMI 2.1, publicada en noviembre de 2017, sigue permitiendo el desarrollo de nuevas categorías de productos y soluciones innovadoras para satisfacer la creciente demanda de un mayor rendimiento y de experiencias de consumo más inmersivas.

Utiliza el estándar TDMS, igual que el cable excepcional que comentamos anteriormente.

Los tipos de cable existentes son:

- HDMI cable estándar (anteriormente conocido como HDMI 1.3 tipo 1) soporta resoluciones de hasta 1080i a 60 fps con una frecuencia de reloj de 75 MHz.
- Estándar HDMI con cable *Ethernet*.
- HDMI cable de alta velocidad (anteriormente conocido como HDMI 1.3 tipo 2) soporta vídeo 2D con resoluciones hasta 1080p a 120 fps, con una frecuencia de reloj de 340MHz.
- Cable HDMI de alta velocidad con cable Ethernet, igual que el anterior pero sobre cable de *Ethernet*.

Utilizaremos el cable HDMI tradicional hasta una distancia de 10 metros. Para distancias de 10 a 20 metros, también se mantiene el cable HDMI, pero en este caso será autoamplificado. Superando esta distancia, hasta aproximadamente los 70 metros, utilizaremos HDBaseT sobre cable Ethernet. En situaciones donde la distancia sea superior a los 70 metros, se utilizará HDBaseT sobre cables de fibra óptica.

2.5.1.4.2 HDBaseT

La transmisión HDBaseT sustituirá a la HDMI en los casos donde la distancia a recorrer sea demasiado larga. Así, se pueden tener todos los reproductores en un rack junto a la mesa de mezclas en un cuarto técnico.

De esta forma, necesitamos un codificador y decodificador que permita el paso de los datos HDMI a los datos HDBaseT. Así, se podrá utilizar un cable de LAN (en distancias menores de 100 metros) para transmitir los datos de vídeo.

HDBaseT es un estándar basado en paquetes que permite la transmisión de datos de audio y vídeos sin comprimir a largas distancias a través de cables de LAN de 100 metros CAT5e/6.

Las redes HDBaseT permiten la transmisión de los siguientes tipos de datos:

- 1) HDMI 1.4
- 2) USB
- 3) S/PDIF
- 4) *Consumer* IR
- 5) UART

Este estándar se encarga de colocar las capas de aplicación típicas (HDMI, USB...) sobre las capas de red, física y enlace adecuadas al tipo de datos que se esté transmitiendo.

En nuestro caso no será necesaria la creación de una red HDBaseT, si no que realmente solo la utilizaremos para aumentar las distancias de transmisión. Es por ello que no necesitamos ahondar más en esta tecnología.

2.5.2 Tecnologías de equipamiento de audio

En segundo lugar, siguiendo con el esquema anterior, se va a explicar, de forma análoga, los equipos de audio necesarios para equipar un salón de actos. En este apartado distinguiremos tres tipos de equipos de audio: altavoces, amplificadores y microfonía.

2.5.2.1 Altavoces

Un altavoz es un transductor electroacústico, es decir, convierte energía eléctrica en energía acústica. Esta conversión tiene lugar en dos etapas: la señal eléctrica produce el movimiento del diafragma del altavoz y este movimiento produce a su vez ondas de presión (sonido) en el aire que rodea al altavoz.

La cantidad de aire que debe moverse depende de la potencia sonora deseada y de la frecuencia. Es muy difícil construir un altavoz que funcione en todo el espectro de frecuencias audible. Para producir un nivel acústico determinado a bajas frecuencias, es necesario mover una gran cantidad de aire, mientras que en los agudos se obtiene el mismo nivel acústico con una menor cantidad de aire. Por tanto, normalmente se utilizan sistemas de altavoces, dos, tres o incluso más, montados en la misma carcasa junto con un circuito eléctrico, como puede observarse en la figura inferior. En la Figura 27 se puede observar los anchos de banda de trabajo para cada tipo de altavoz:

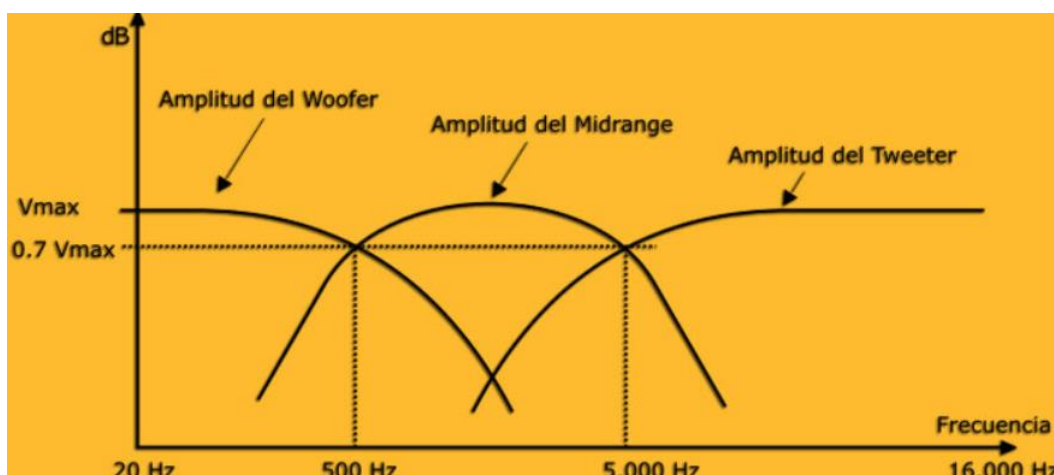


Figura 27. Comportamiento de un altavoz [22]

Como se explica en [23], los altavoces pueden, principalmente, ser de tres tipos:

- Altavoz electrodinámico o de bobina móvil: se basan en el movimiento solidario de una bobina móvil y la membrana, inmersos dentro de un campo magnético creado por un imán permanente. Este campo magnético interactúa con el campo magnético generado por el imán permanente que forma parte del cuerpo del altavoz, produciéndose una atracción o repulsión que desplaza la bobina móvil, y con ello el diafragma unido a ella.
- Altavoz electrostático o de condensador: está basado en un sistema de tres placas paralelas, la placa central está cargada eléctricamente y ejerce las funciones de diafragma, esta se mueve por la fuerza electrostática que se produce al variar la carga de las dos placas entre las que se encuentra, la vibración del diafragma genera las señales de frecuencia audible.
- Altavoz piezoeléctrico: son dispositivos complementarios de los micrófonos piezoeléctricos, el rendimiento de este tipo de altavoz es elevado, pero debido a sus reducidas dimensiones, su superficie de radiación es muy pequeña.

Y sus características son las siguientes:

- Tamaño del diafragma: depende del rango de frecuencias en el que funciona el altavoz, para bajas frecuencias es mayor que para altas.
- Respuesta en frecuencia: la frecuencia más baja a la que puede trabajar un altavoz es cercana a la frecuencia de resonancia del diafragma. Para que la respuesta del sistema contemple un rango amplio de frecuencias, se suele utilizar una caja de bajos (*subwoofer*) con un diafragma masivo y muy flexible.
- Patrón direccional: cuando la longitud de onda es grande frente al diámetro del altavoz, el sonido es radiado aproximadamente igual en todas las direcciones, que es lo deseable. Cuando la longitud de onda disminuye, el sonido es radiado hacia la parte delantera.
- Tipo de montaje: un altavoz emite sonido tanto por su zona frontal como por su zona trasera. Estas dos señales se superponen y para algunas frecuencias prácticamente se cancelan. Para evitar este efecto y

umentar la eficiencia, los altavoces se suelen montar en cajas, paneles o paredes.

- Eficiencia: tan solo una pequeña parte de la energía eléctrica que recibe el altavoz es transformada en sonido. En la mayor parte de los altavoces domésticos, cerca del 90% de la energía se pierde en forma de calor. La eficiencia de un altavoz (energía transformada en sonido/energía eléctrica recibida) depende de muchos parámetros.

Esta última característica provoca que los altavoces necesiten contar con un amplificador. Este amplificador puede ser externo, en el caso de los altavoces pasivos, o interno, en el caso de los altavoces activos.

Sin embargo, a la hora de escoger los altavoces para una instalación, lo fundamental que se debe pensar es qué tipo de sonido va a querer que se reproduzca por los altavoces, si se trata de cine, música o simplemente la palabra. En los dos primeros casos es fundamental añadir una o varias cajas de graves, dependiendo de la amplitud de la sala y después varios altavoces convencionales dispuestos a lo largo de la misma. En el caso de la palabra, no es necesario incluir el *subwoofer*, que es más caro y siempre requiere más potencia, solo se necesitan altavoces convencionales, que pueden ser activos o pasivos.

Sabiendo este dato, y el tipo de la sala, nos podemos apoyar en diversos *softwares* de simulación. En el presente trabajo nos vamos a apoyar en el software de simulación de JBL [24], que es una marca mundialmente conocida y que ofrece amplias garantías en sus instalaciones.

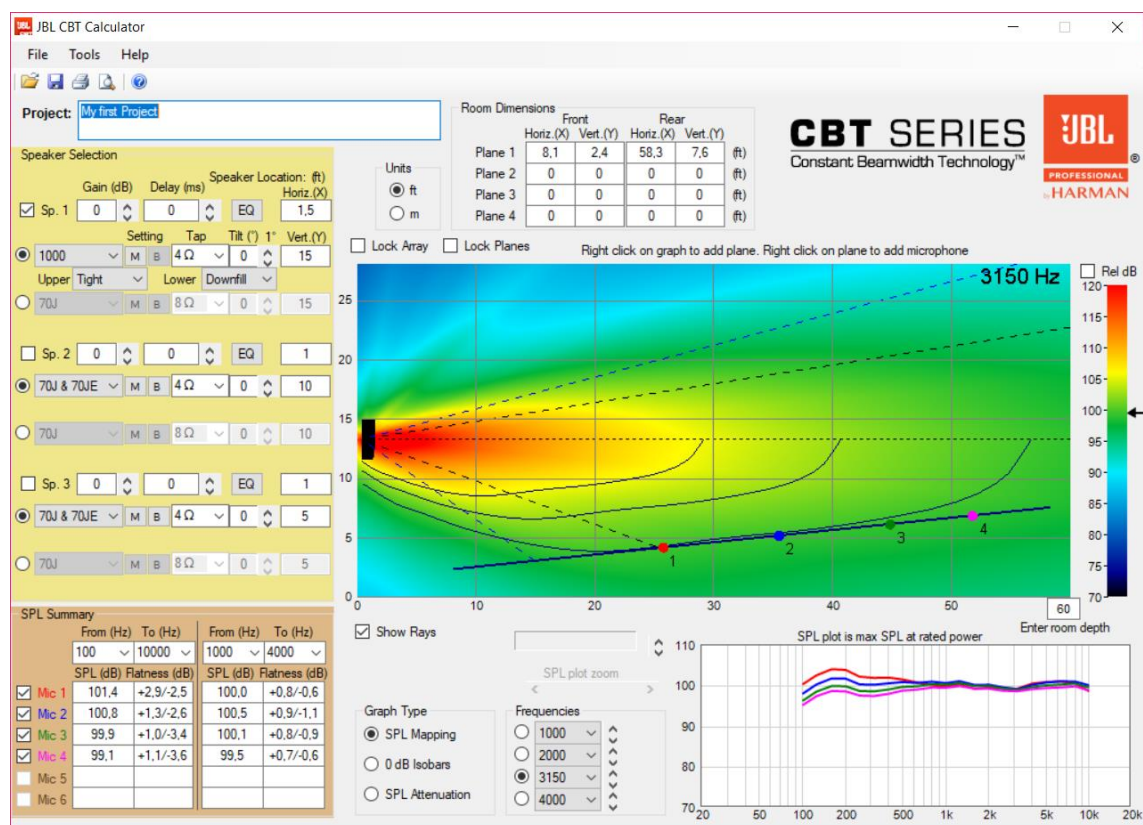


Figura 28. Software CBT Calculator

Como podemos ver, gracias a la Figura 28, en esta interfaz se puede dibujar un perfil de la sala a equipar y se pueden colocar hasta tres altavoces, seleccionando el modelo adecuado¹. Estos altavoces se podrán colocar en cualquier lugar de la sección y luego se realizan las inclinaciones pertinentes.

¹ Es importante saber que para cada familia de altavoces habrá un software diferente, por lo que no se podrá hacer una simulación con equipos de distintas familias, lo que supone una limitación en la simulación.

Room Dimensions					
	Front		Rear		(ft)
	Horiz.(X)	Vert.(Y)	Horiz.(X)	Vert.(Y)	
Plane 1	-0,3	-0,2	59,8	0,1	(ft)
Plane 2	-10,1	15,2	-0,3	-0,2	(ft)
Plane 3	-10,1	15,2	59,8	15	(ft)
Plane 4	60	0	60	15	(ft)

Figura 29. Dimensiones de la sala

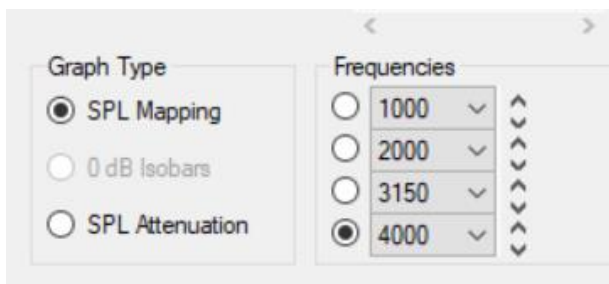


Figura 31. Tipo de gráfico



Figura 30. Selección de altavoces

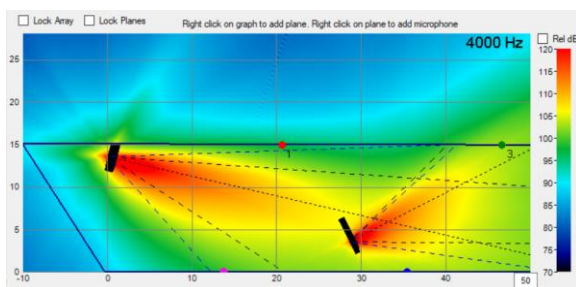


Figura 32. Resultados de la simulación

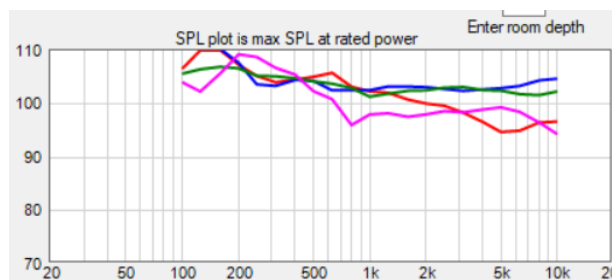


Figura 33. Respuesta en frecuencia en los puntos seleccionados

Como se puede observar, en la Figura 31. Tipo de gráfico, se puede seleccionar la respuesta en frecuencia que se desea visualizar. Junto a esto, se pueden colocar una serie de lectores para que quede constancia de los niveles de SPL en los puntos deseados.

Así pues, en el primer anexo, en la sección de Equipamiento de audio, se muestra el estudio que ha permitido escoger el número de altavoces deseados para el salón de actos. En el caso de las salas de formación, no ha sido necesario realizar esta simulación, ya que basta con una pareja de altavoces autoamplificados.

2.5.2.2 Microfonía

A la hora de realizar un equipamiento audiovisual completo, se requiere la instalación de microfonía, por ello, se dedicará un apartado de este marco teórico a explicar los sistemas más habituales.



Figura 34. Sala de debate en 1970 [25]

En primer lugar, ¿qué es un micrófono? Como se explica en [26] el micrófono es un transductor electroacústico. Su función es la opuesta a la de un altavoz: traducir las vibraciones debidas a la presión acústica ejercida sobre su cápsula por las ondas sonoras en energía eléctrica, lo que permite por ejemplo grabar sonidos de cualquier lugar o elemento.

En un micrófono distinguimos las siguientes partes:

- **Diafragma:** es la parte más delicada de un micrófono. En algunos lugares también recibe el nombre de pastilla, aunque generalmente este término se refiere al dispositivo que capta las vibraciones en los instrumentos como, por ejemplo, en una guitarra eléctrica. El diafragma es una membrana que recibe las vibraciones de nuestra voz y está unido al sistema que transforma estas ondas en electricidad.
- **Dispositivo transductor:** esta cápsula microfónica puede estar construida de diferentes maneras y, dependiendo del tipo de transductor, podemos clasificar a los micrófonos como dinámicos, de condensador, de carbón, piezoeléctricos... Se encarga de convertir los sonidos en electricidad (audio).
- **Rejilla:** protege el diafragma. Evita tanto los golpes de sonido (las “p” y las “b”) así como los físicos que sufra por alguna caída.
- **Carcasa:** es el recipiente donde colocamos los componentes del micrófono. En los de mano, que son los más comunes, esta carcasa es de metales poco pesados, ligeros de portar pero resistentes a la hora de proteger el dispositivo transductor.
- **Conector de salida:** a través del conector, llevamos la señal eléctrica a la consola. Por lo general son conectores XLR macho. En los modelos sin cables o inalámbricos, el conector de salida se cambia por un pequeño transmisor de radiofrecuencia que envía la señal a través de ondas electromagnéticas.

Como hemos visto, según la construcción del micrófono, este será de un tipo u otro:

- **Micrófonos de carbón.** Fueron los micrófonos utilizados durante mucho tiempo para comunicación telefónica y de radio, donde es más importante una alta salida eléctrica, bajo costo y durabilidad que la fidelidad. Su operación resulta de la variación en resistencia de una pequeña cápsula llena de granos de carbón, el capullo de carbón. Conforme se desplaza el diafragma, el émbolo varía la fuerza aplicada a los granos de carbón y por consiguiente la resistencia de grano a grano, de tal manera que la resistencia total a través del capullo de carbón (que por lo general es de unos 100 ohmios), varía de manera aproximadamente lineal con la presión aplicada al diafragma
- **Micrófonos piezoeléctricos.** Los micrófonos piezoeléctricos emplean cristales o cerámicas, que cuando se distorsionan por la acción de ondas incidentes, se polarizan eléctricamente y producen voltajes relacionados linealmente con las deformaciones mecánicas. Puesto que el efecto piezoeléctrico es reversible, todos los micrófonos piezoeléctricos funcionarán como fuentes de sonido al aplicarse un voltaje alterno a sus terminales. Son transductores recíprocos.
- **Micrófonos dinámicos (de bobina móvil).** El micrófono dinámico es posiblemente el más ampliamente usado para grabación de sonido, difusión y sistemas de dirección pública. Es muy robusto y puede ser diseñado para proporcionar altas prestaciones. A diferencia del micrófono capacitivo, que veremos después, no requiere una fuente de alimentación y su impedancia de salida es baja, de modo que no

necesita etapas buffer para su acoplamiento a un cable. Se basa en el principio de inducción electromagnética (son la versión dual de los altavoces de bobina móvil) según el cuál si un hilo conductor se mueve dentro de un campo magnético, en el conductor se inducirá un voltaje.

- Micrófono de cinta. Este tipo de micrófono también trabaja bajo el principio de inducción magnética y responde a la diferencia de presión sonora entre los dos lados de la cinta y por eso recibe también el nombre de micrófono de gradiente de presión o de velocidad o bidireccional.
- Micrófono capacitivo (de condensador). En un micrófono capacitivo la placa posterior está fija, mientras que la otra (el diafragma) se desplaza al recibir variaciones de presión, ya que el interior del micrófono está a una presión constante igual a la presión atmosférica. La variación de la capacitancia, al cambiar la distancia entre las placas, producirá una variación de voltaje. como siempre, esta variación de voltaje corresponde a la salida eléctrica del transductor. El micrófono capacitivo convencional usa una fuente de alimentación externa que proporciona el voltaje dc al elemento transductor. Existe otro tipo de micrófonos capacitivos más económicos que usan como diafragma un material de polarización permanente que no requiere polarización externa. El micrófono capacitivo produce la mejor respuesta en frecuencia, por lo cual es el más utilizado en grabaciones profesionales, donde la fidelidad es un factor preponderante. Debido a que responde a variaciones de presión entra dentro del subgrupo de los micrófonos de presión, y como consecuencia de ello tiene una respuesta omnidireccional. Este es tipo de micrófono escogido para la instalación.
- Micrófono *eléctret*. Un material *Electret* tiene como característica su capacidad de mantener carga sin necesidad de una fuente de polarización, por lo cual tiene cada vez mayor popularidad por razones de economía.

Una vez conocidos los micrófonos y sus características, otro punto importante a conocer es cómo instalar la microfónica dependiendo del sistema que queramos instalar, ya que no es lo mismo una sala de conciertos de música instrumental, que un salón para debates o para una sala de conferencias. Estos dos últimos puntos son los que centrarán nuestra atención.

La diferencia entre una sala preparada para debates y una de conferencias es que en la primera todos los participantes (o al menos gran parte de ellos), necesitan poder escuchar y participar en la conversación, además, normalmente, estos pueden necesitar intérpretes simultáneos en varios idiomas. Una sala de conferencias, en la parte que nos incumbe, será más sencilla, ya que solo algunos de los implicados serán oradores y la mayoría se limitarán a escuchar. Además, en este caso, si se necesitan intérpretes solamente suelen ser para uno o dos idiomas. Es por ello, que estos dos tipos de reuniones necesitarán soluciones de audio diferentes aunque los equipos que los componen sean los mismos.

Existen sistemas de audio especializados que están diseñados específicamente para superar los desafíos mencionados anteriormente. Los sistemas de “audio para conferencias” combinan el micrófono, el control y el altavoz en una sola unidad integrada.

En lugar de que cada micrófono se conecte al mezclador, los micrófonos para conferencias se conectan en serie entre sí, en forma de cadena, utilizando cables CAT5e blindados en lugar de cables convencionales para micrófonos. Una unidad de control central ubicada en el extremo principal alimenta a cada unidad de micrófono y se encarga del enrutamiento y control del audio.

Para comenzar, tenemos una pregunta práctica. Si las reuniones a las que la mayoría de nosotros asiste, ya sea en persona, telefónicamente o por Internet, sirven de ejemplo, sabemos que todos tratan de hablar al mismo tiempo (posiblemente superponiéndose unos con otros) y puede ser muy frustrante. En un grupo de 20 o 200 personas, ¿de qué forma el sistema para conferencias o de debate resuelve este problema? Esto se soluciona con un botón integrado en la peana de cada uno de los micrófonos, el cual sirve para solicitar la palabra.

Así, cada participante solicita la palabra y el moderador atiende la petición activando el micrófono. En el sistema que nos ocupa, no se ha incluido a este moderador, puesto que se trata de una conferencia de tan solo cinco participantes. En la Figura 35 se observa el esquema de conexión general para varios participantes y que recomienda el fabricante de los elementos que vamos a colocar en el Auditorio Cartuja.

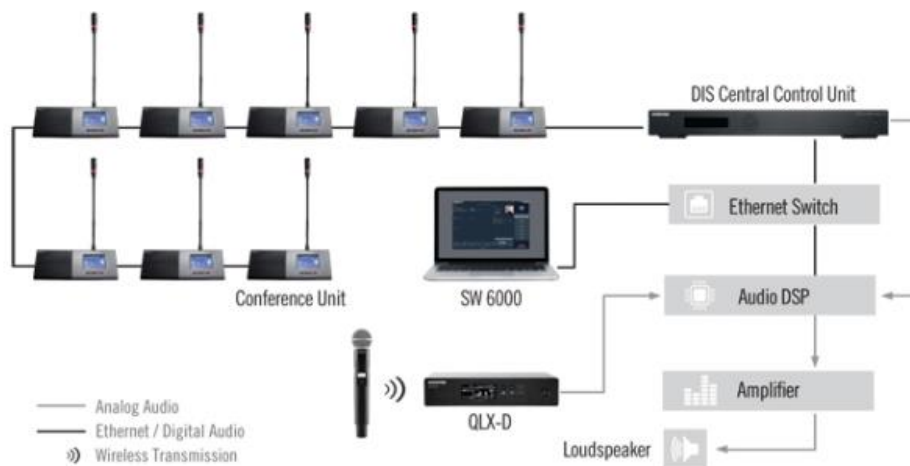


Figura 35. Sistema básico de conferencia o debate [25]

Así, en este proyecto se utilizará un sistema de conferencias basados en el esquema mostrado en la figura superior, donde los micrófonos contarán con el botón de pedida de la palabra y también se utilizará un micrófono inalámbrico para un turno de ruegos y preguntas.

2.5.2.3 Splitter de prensa

Por último, se estudian los *splitters* de prensa. Uno de los fabricantes [27] de este equipo nos da una definición precisa del mismo:

Es un tipo de *Splitter* de Audio para señal de línea utilizado en las salas de prensa donde la señal del micro va a la consola de mezclas y de ahí, se distribuye a n salidas, las cuales quedarán disponibles para el personal de prensa. Los *Splitters* de Prensa pueden ser: *Splitter* audio activo o *Splitter* audio pasivo dependiendo de si se quiere amplificar la salida o no.

2.5.2.4 Cableado de audio

Para terminar con los sistemas de audio, en este apartado se estudian los conectores y cables de audio que se van a utilizar en esta instalación.

2.5.2.4.1 Cable

El cable de audio típico en instalaciones pequeñas y medianas es el cable de 3 hilos balanceado. Como se explica en [28], estos cables constan de tres hilos conductores -un par trenzado de cables internos aislados para señales positivas y negativas rodeadas de un cable a tierra blindado en forma envuelta o trenzada- rodeados por una cubierta aislante externa. En la Figura 36 se observa el esquema de conexión de este tipo de cable dependiendo de los conectores utilizados.

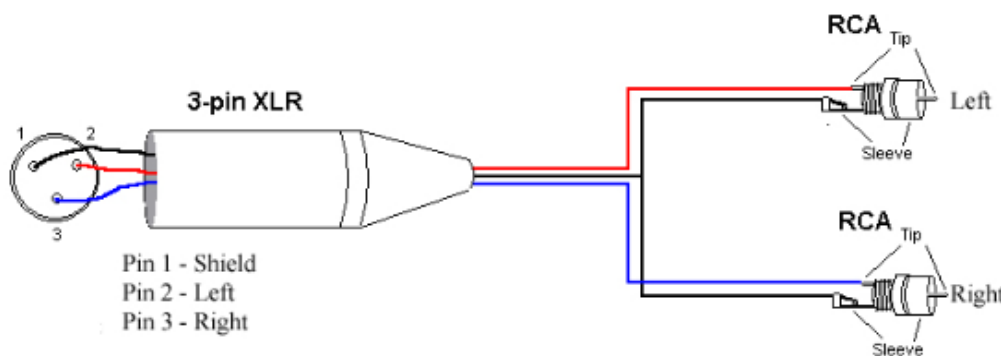


Figura 36. Esquema conexión cable balanceado de tres hilos [29]

Con este cable se podrá conectar todos los dispositivos de audio, ya que lo que variará de un equipo a otro será el conector, que se ajustará a cada elemento.

2.5.2.4.2 Conectores

A continuación, se muestran los conectores de audio utilizados en el proyecto.

2.5.2.4.2.1 XLR

Este primer conector sirve para tener una conexión completa de este cable, donde cada uno de los hilos tiene un conector específico, como se ilustra mediante la Figura 37.

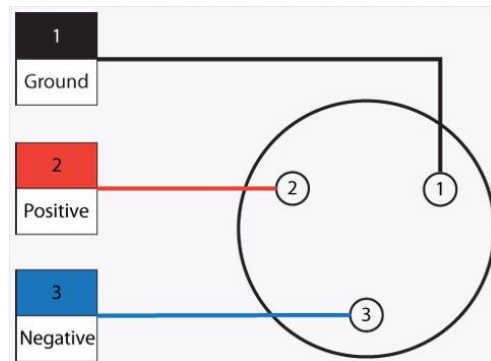


Figura 37. Conexión XLR [29]

2.5.2.4.2.2 Mini Jack

En este caso se agrupan los tres hilos en un solo conector, como se observa en la figura. A continuación se ilustra este tipo de conector:

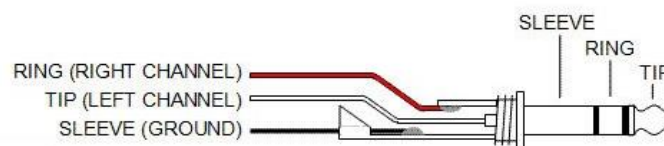


Figura 38. Conexión Mini Jack 3.5mm

2.5.2.4.2.3 Banana

En este caso, los hilos se separan, de forma que a cada conector llega el hilo de tierra, o *shield* como se indica en alguna de las figuras, y el hilo del canal derecho (positivo) o el del izquierdo (negativo). Estos se muestran en la Figura 39:



Figura 39. Conexión Banana [30]

2.5.2.4.2.4 Conexión clema

Para este tipo de conexión, cada uno de los hilos se separa en una conexión como se ve en la Figura 40.

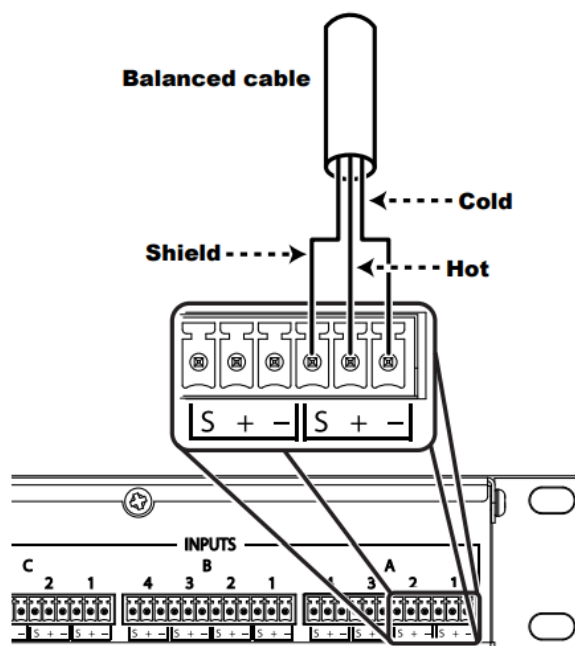


Figura 40. Conexión clema

2.5.3 Sistema de control

Un sistema de control es un componente basado en red diseñado para controlar diferentes dispositivos y vincularlos a través de una red IP. Un sistema de control emite comandos y recopila datos de otros dispositivos basados en usuarios automatizados y eventos.

Por lo general, en un sistema audiovisual, el sistema de control enciende o apaga los equipos y selecciona las entradas o salidas de los dispositivos a través de una pantalla táctil, control remoto o teclado. Los sistemas de control también pueden servir para controlar la iluminación, aunque esto sale del objetivo del presente trabajo.

Normalmente, los sistemas se configuran y programan a medida, es decir, el diseñador le indica al fabricante del sistema de control lo que necesita y este diseña la aplicación de control. Así pues, para este proyecto se le ha indicado al fabricante las necesidades del cliente y este ha programado dicha aplicación de control.

El sistema de control permite que todos los dispositivos de la instalación puedan ser controlados desde cualquier lugar donde haya conexión a dicha red de control.

En el presente caso, se utilizan una *tablet* y un ordenador portátil para controlar el sistema desde cualquier punto de la sala.

2.5.4 Rack

Por último, en los sistemas técnicos es necesario incluir un rack donde colocar los equipos. Por ello, los *rack* tienen un ancho estándar y secciones verticales, también estándar. Los equipos que se pueden colocar en el *rack* normalmente indican el ancho y el alto en estos términos para que los diseñadores puedan estipular qué tamaño de *rack* necesitan.

Por seguridad, se deben dejar huecos entre algunos equipos para que los equipos estén ventilados. Otros huecos se utilizan para poner cajones y así guardar elementos de menor tamaño o dispositivos móviles que no se utilicen en todo momento.

2.6 Resultados

En este apartado se realiza la descripción de la solución adaptada.

2.6.1 Equipamiento de vídeo

2.6.1.1 Salas de formación

En cada una de estas salas, tres en total, se instalará una pantalla de proyección y un proyector.

La dimensión de la pantallas de proyección es de 2 m de ancho y 2 m de alto, que se ajusta a las soluciones comerciales más comunes. En el anexo 3.1 de cálculos realizados se explica con detalle la obtención de estas medidas. La pantalla es eléctrica enrollable pero no tensionada, dado que el tamaño no lo requiere. La pantalla escogida se muestra en la Figura 41.



Figura 41. Pantalla de proyección eléctrica enrollable [31]

El proyector tiene una fuente de luz láser, lo que evita hacer mantenimientos de lámpara y una resolución WUXGA, que equivale a la resolución HD en la relación de aspecto 16:10. Otras características reseñables son:

Elección: **Sony VPL-PHZ10**

Lente zoom: 1.28-1.88:1

Luminosidad máxima: 5000lm

Entradas: HDMI, VGA, DVI y HDBaseT

Chip: 3LCD

Peso: 8,7 kg



Figura 42. Sony VPL-PHZ10 [32]

Para soportar estos proyectores, se instalará en cada sala de formación un soporte de VOGELS, como el mostrado en la Figura 43, compuesto de agarre de techo plata, un tubo de 80 centímetros y una placa inclinable de techo. Se colocará a 3 metros de distancia de la pantalla de proyección.



Figura 43. Soporte para los proyectores de las salas de formación [33]

2.6.1.2 Salón de actos

En el salón de actos se instalará la pantalla de LED, los cinco monitores para los ponentes y un sistema de grabación.

El tipo de soporte escogido para la pantalla de LED se muestra en la siguiente Figura 44:

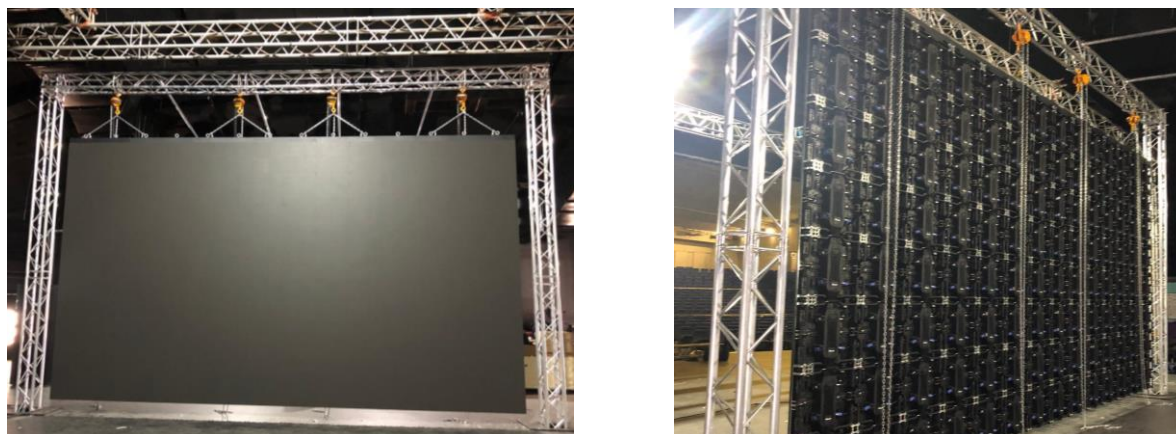


Figura 44. Ejemplo de soporte desmontable [34]

Se instalará una pantalla LED de 6x3.5 m con un pitch de 2.976 mm y una relación de aspecto de 1.71:1.

La resolución de esta pantalla es de 2019x1176 p y el brillo de 1200 *nits* con una ratio de refresco 1920 Hz. El mantenimiento de esta pantalla es frontal, lo cual simplifica los trabajos en caso de avería.

Todos los cálculos realizados para la elección de la pantalla se especifican en el anexo 3.1.

El sistema de grabación está formado por tres cámaras PTZ SRG-300 de la marca Sony que van montadas sobre el techo y son de color negro. Estas cámaras se caracterizan por poderse mover tanto en vertical (*tilt*) como en horizontal (*panning*) y dicho movimiento se controla con un *joystick*, control remoto Sony RM-IP10, mediante un protocolo sobre IP llamado VISCA. Dos de estas cámaras se utilizarán para realizar grabaciones del público y la otra para la grabación de la mesa de conferencias.

Las principales características de estas cámaras se explican a continuación:

- Sensor de imagen: CMOS
- SNR: 50 dB.
- Velocidad de obturador: 1/1 a 1/10.000s

- Control de la exposición: automático, manual, prioridad AE, compensación de exposición, luz.
- Balance de blancos: automático, interior, exterior, automático de pulsación, manual.
- Zoom óptico: 30x.
- Zoom digital: 12x.
- Sistema de enfoque: automático/manual.
- Ángulo de visión horizontal: 65 grados.
- Distancia focal $f=4.3$ mm a 129 mm.
- Ángulo pan: $\pm 170^\circ$.
- Ángulo *tilt*: $-90^\circ/+20^\circ$.

Las características del control remoto tipo *joystick* son las siguientes:

- Voltaje de entrada: 12V CC.
- Consumo de corriente: 0,3 A.
- Temperatura de funcionamiento: 0°C a 40°C .
- Dimensiones (An x Al x Prof): 391,3 mm x 165 mm x 145,9 mm.
- Peso: 950g.

En la Figura 45 y la Figura 46 se muestran los equipos del sistema de grabación:



Figura 45. Cámara PTZ Sony SRG-300H [20]



Figura 46. Control remoto Sony RM-IP10 [35]

Para finalizar el equipamiento de vídeo, ha sido necesario añadir cinco equipos más: los monitores para los ponentes. Estos monitores deberán ir incrustados en la mesa, con cierta inclinación, para que permitan, primero, que el público pueda ver a los conferenciantes en todo momento y, en segundo lugar, que los conferenciantes puedan ver lo que se está visualizando en la pantalla situada tras ellos. La única peculiaridad de estos dos monitores es la integración en la mesa y el movimiento de la misma. En la pueden Figura 47 observarse en ambas posiciones.



Figura 47. Monitores mesa de conferencias. Nota: no incluye teclado. [36]

Es por ello que se trabaja con una solución que proporcione la pantalla y la integración a la mesa. Como en las cinco pantallas se verá el mismo contenido, se utiliza la misma señal de entrada. Para ello, se ha colocado un *splitter* de HDMI a la salida del receptor HDBaseT para cuatro de ellas y para la restante se utiliza el mismo sistema pero sin divisor. En el esquema mostrado en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se comprende mejor este párrafo.

El modelo de los monitores es Dynamic3Reverse y la marca es Arthur Holm. Las características de estos monitores se enuncian a continuación:

- Tamaño: Full HD 18.5" TFT Active Matrix.
- Resolución: 1920x1080.
- Brillo: 400 cd/m².
- Contraste: 1500:1.
- Tiempo de respuesta: 35 ms.

Las entradas de este tipo de monitores no son las habituales HDMI, sino que son entradas DVI, como se observa en la Figura 48. Por ello los monitores se conectarán al *splitter* HDMI a través de un cable HDMI-DVI. El conector HDMI se conectará a una de las salidas del *splitter* situado a la salida del receptor HDBaseT y el conector DVI al monitor.

Como se suministran 5 monitores y no es habitual trabajar con *splitters* HDMI de más de cuatro salidas (ya que estos se consideran matrices y su precio es mucho mayor), se han colocado dos kits HDBaseT, un *splitter* HDMI 1:4 y cinco cables HDMI-DVI.

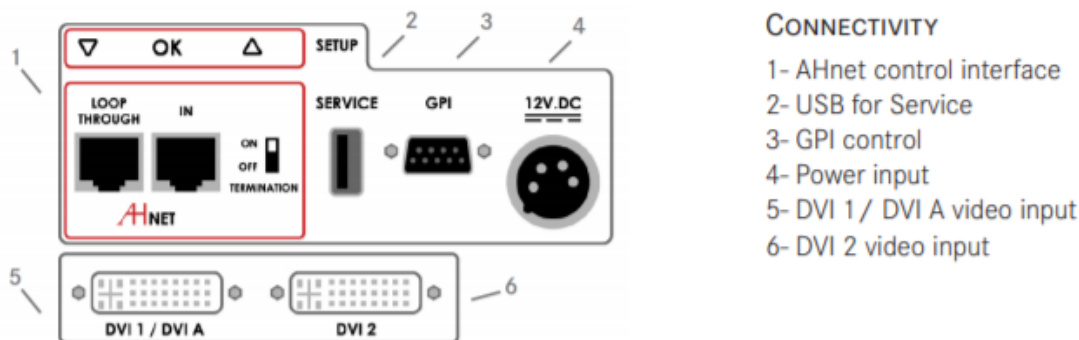


Figura 48. Conexiones de los monitores de la mesa de conferencias [36]

En la Figura 49 se ilustra el esquema de conexión mediante un fragmento del anexo 3.2:

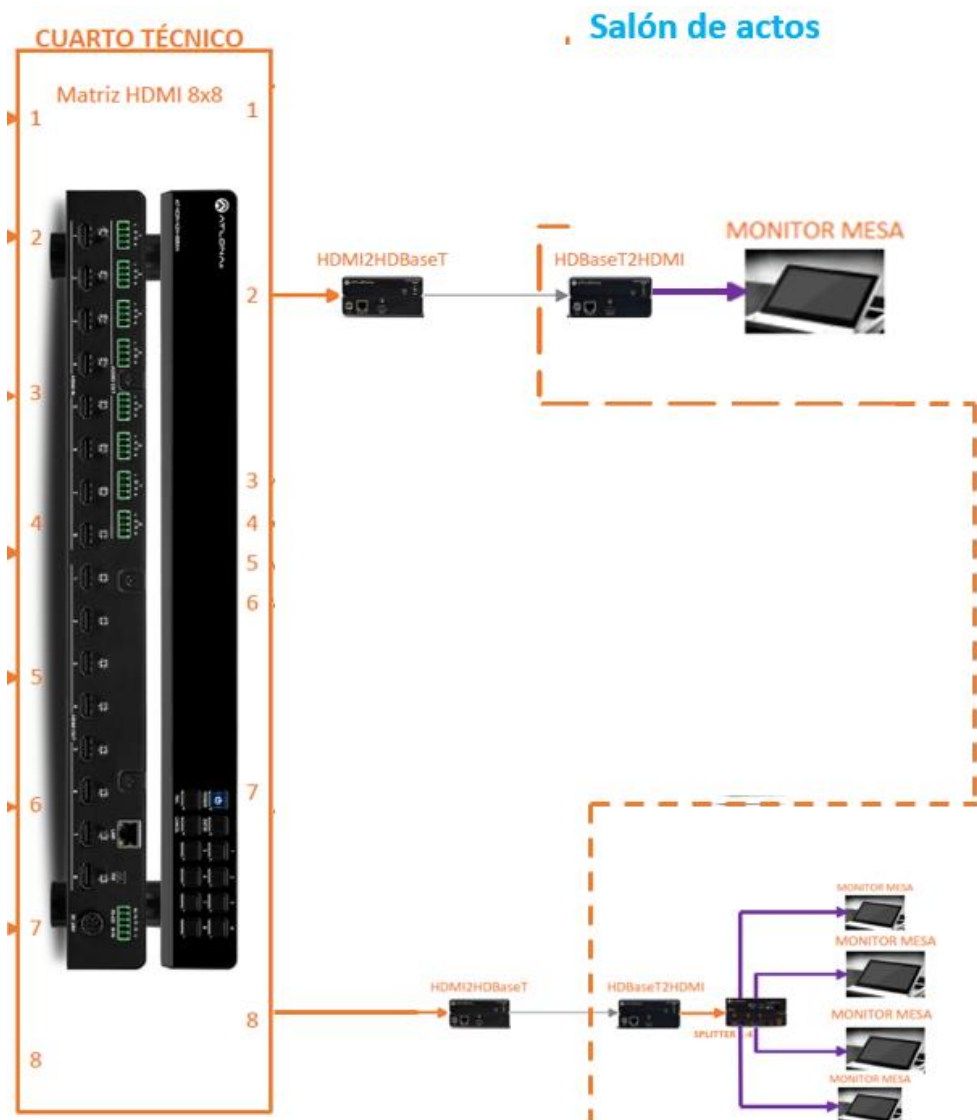


Figura 49. Conexiones de los monitores de la mesa de conexión. Una de las salidas de la matriz de vídeo se conecta mediante HDMI a un transmisor HDBaseT en el cuarto técnico para llegar hasta el receptor, colocado debajo del a mesa de los conferenciantes. De aquí, mediante un splitter se conecta por un cable HDMI – DVI a los monitores de la mesa. Igualmente con la otra salida sin necesidad de Splitter.

2.6.1.3 Cuarto técnico

En el cuarto técnico se instalarán los sistemas de monitorización que permiten al técnico controlar lo que está ocurriendo en la sala, y las tecnologías auxiliares que permiten la interconexión de los equipos.

2.6.1.3.1 Sistema de monitorización

El sistema de monitorización consta de dos monitores LED de 22” y resolución HD. Uno de estos monitores se utilizará para ver la salida *multiview* de la mesa de mezclas AV y el otro para monitorizar o bien lo que ocurre en la sala o bien lo que se está proyectando en la pantalla de LED, el técnico puede elegir lo que le conviene en cada momento. Estos monitores se conectarán mediante HDMI a la matriz de video AV y a la matriz de vídeo HDMI, respectivamente.



Figura 50. Sistema de monitorización el cuarto técnico [37]

El modelo de este monitor es DELL SE2216H. Las características de los monitores son las siguientes:

- Tamaño: 22”.
- Tipo de panel: VA.
- Resolución nativa: *Full HD* (1080p) 1920 x 1080 a 60 Hz.
- Brillo: 250 cd/m².
- Resolución de contraste: 3000:1.
- Entrada: HDMI y VGA.

En la Figura 51 se ilustra mediante un fragmento del anexo 3.2 el conexionado de estos dos monitores:



Figura 51. Conexionado de los monitores del sistema de monitorización

2.6.1.3.2 Tecnologías auxiliares

En este apartado se explican las tecnologías necesarias para interconectar los equipos de vídeo detallados en los apartados anteriores.

2.6.1.3.2.1 Matriz de vídeo

La matriz de vídeo o matriz HDMI de marca Atlona, modelo HDR-H2H-88MA, interconecta los distintos equipos fuente y los equipos de visualización. Se colocará en un rack del cuarto técnico. La matriz es 8x8: 8 entradas y 8 salidas. El uso de estas entradas y salidas es el siguiente (los números entre paréntesis indican los conectores de la matriz utilizados para cada entrada o salida):

Entradas: cámaras PTZ (1, 2 y 3), reproductor *blu-ray* (4), selector de entradas de las tomas HDMI mesa

ponentes (5), ordenador técnico (6), salida de la mesa de mezclas (7).

Salidas: controladora pantalla LED (1), monitores mesa ponentes (2 y 8), monitor cuarto técnico (3), mesa de mezclas (4, 5, 6 y 7).

Una ilustración más detallada del diagrama de conexión de la matriz de vídeo se encuentra en el anexo 3.2.

2.6.1.3.2.2 Mesa de mezclas AV

Ahora pasamos a analizar un elemento muy importante en el sistema, la mesa de mezclas de audio y vídeo. Este equipo permitirá al técnico seleccionar las distintas fuentes para poder reproducir el vídeo y el audio adecuado en cada salida con la ayuda de la matriz de vídeo y la matriz de audio, que se explica más adelante en el apartado de audio.

Esta mesa cuenta con cuatro entradas de vídeo, procedentes de la matriz de vídeo y tres salidas, donde una de ellas será *multiview*, es decir, podrá reproducir todas las entradas a la vez. Una de las dos salidas restantes servirá como realimentación para la matriz de vídeo y la restante se conectará a una controladora, que permite tanto guardar el contenido como realizar una transmisión *streaming* del mismo.

La mesa de mezclas escogida es la ROLAND VR-50 y el esquema de conexiones, para el vídeo, es el siguiente:

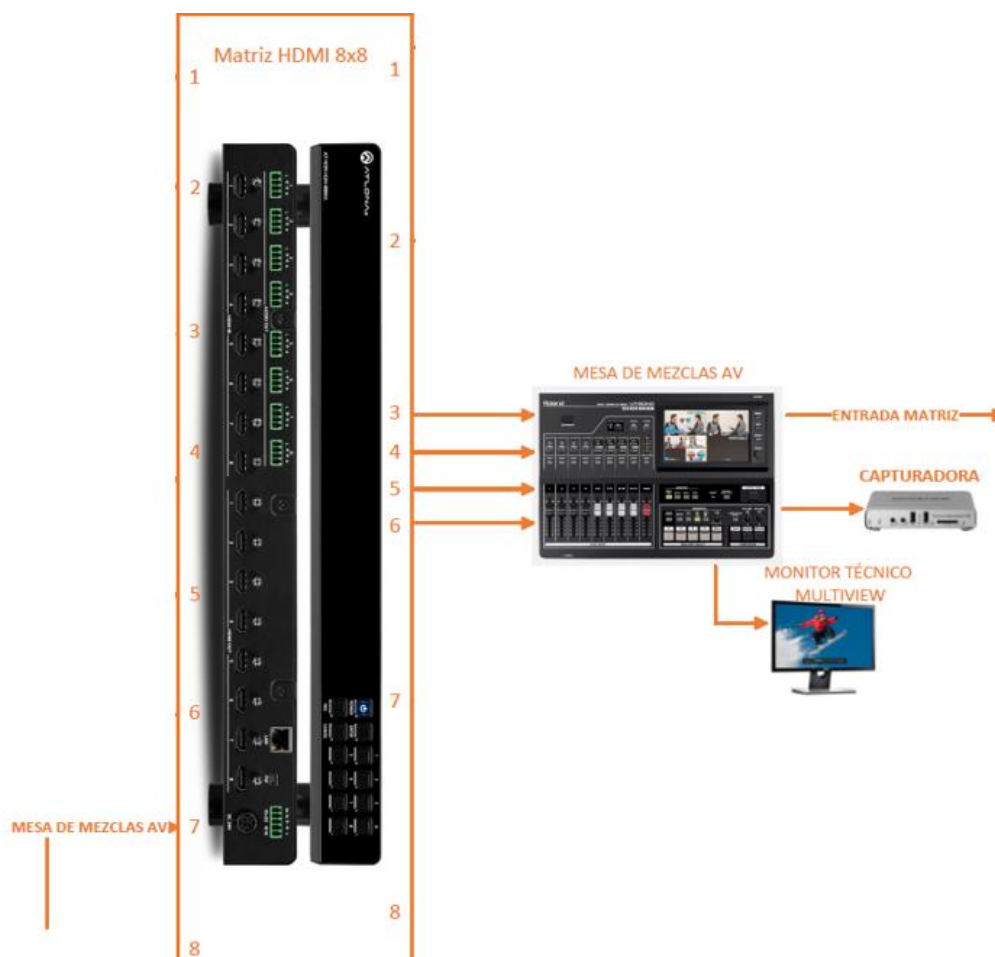


Figura 52. Conexión de vídeo de la mesa de mezclas AV

Para el caso del audio, el conexionado de la mesa de mezclas es el siguiente:

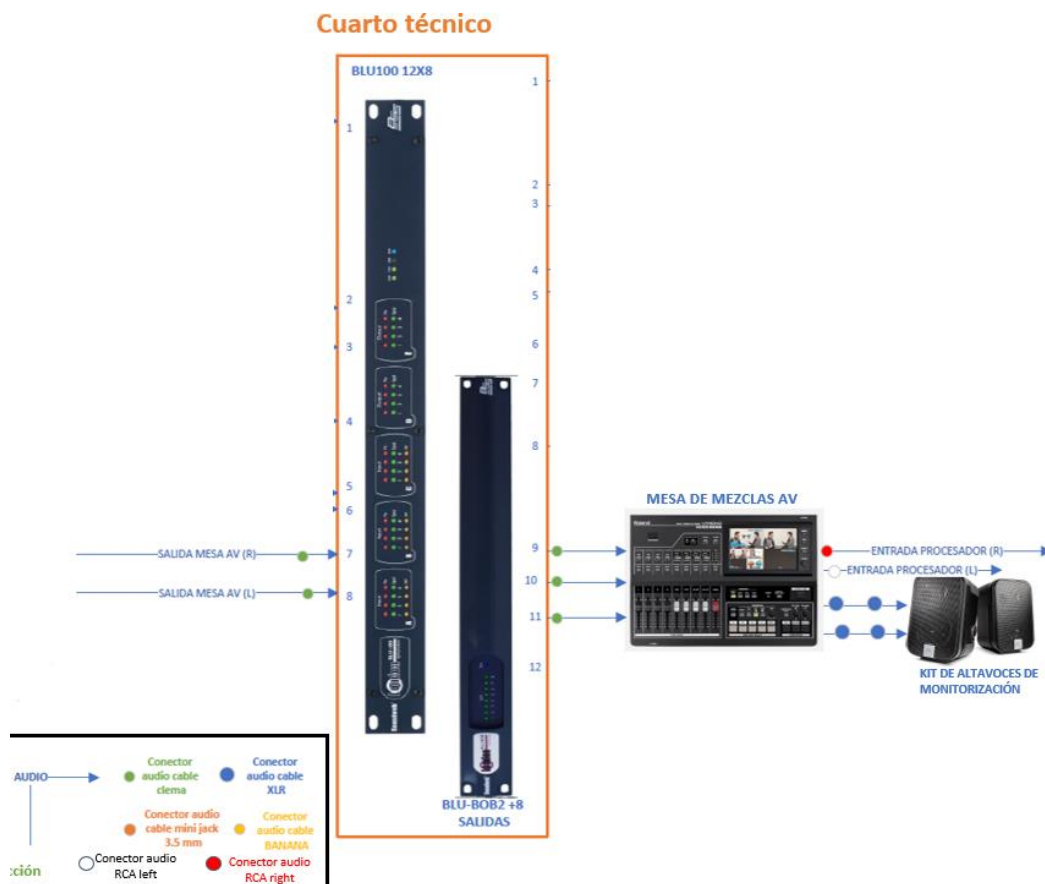


Figura 53. Conexión de audio de la mesa de mezclas AV

En la Figura 54 se puede ver el modelo escogido:



Figura 54. Mesa de mezclas AV [38]

Las características técnicas de esta mesa de mezclas son las siguientes:

- Conmutador multiformato con 12 entradas, 4 canales de vídeo más un canal fijo
- Admite entradas de vídeo 3G/HD/SD SDI, HDMI, RGB/componentes y compuesta hasta 1080p (3G SDI)
- Incrustación y desincrustación de audio con ajustes Delay

- Mezclador de audio digital de 12 canales con conectores XLR, TRS y RCA, además de audio desde las entradas SDI y HDMI
- Composición a 4 capas de: PinP, PinP/KEY y STILL
- Monitor táctil de vista previa integrado (7 pulgadas a color LCD; 800 x 480 puntos)
- Salida Multiview externa por HDMI
- Compatibilidad con HDCP
- Salida USB 3.0 de audio/vídeo para transmisión web y grabación hasta 1080p (sin compresión)

2.6.1.3.2.3 *Sending Box*

Para realizar visionados en la pantalla de LED es necesario disponer de un equipo denominado *sending box*. Este equipo obtiene los datos mediante HDMI de la matriz de vídeo y los envía a la controladora de la pantalla de LED por un cable de categoría CAT5e.

De acuerdo con lo explicado en el apartado de soluciones estudiadas, para mejorar la fiabilidad de la pantalla de LED es preferible que los datos se reciban por dos caminos, desde el principio y desde el final. Por ello, en este proyecto se ha colocado una escaladora y dos controladoras, en lugar de un equipo que aúne ambas funcionalidades. Estos equipos se colocarán en el rack en el cuarto técnico.

La escaladora es necesaria para convertir la señal de vídeo de entrada procedente de la matriz de vídeo con una relación de aspecto típica de 16:9 a otra con una la relación de aspecto de 1.71:1. Se instalará una escaladora RGLINK X1 PRO, cuyas características principales son:

- Soporte de entrada 4K en DP, HDMI y DVI
- Formatos estándar de entrada 2K
- Escala y cambia sin problemas entre las entradas de 2K y 4K
- Salida a cualquier formato 2K o 4K
- Gestión de EDID a bordo
- Cumple con el HDCP 2.0
- *DisplayPort* 1.1a con MST
- Resolución de salida personalizada
- Diseño modular
- Opciones de expansión

Esta escaladora se ilustra en la Figura 55:



Figura 55. Escaladora de la pantalla LED [39]

El controlador que se instalará es el modelo NOVA MCTRL300 cuyas características son las siguientes:

- Resolución de entrada: 1280 × 1024, 1024 × 1200, 1600 × 848, 1920 × 712 o 2048 × 668 (el ancho y la altura pueden ser personalizables)

- Capacidad: 1,3 millones de píxeles
- Voltaje de alimentación: ac-100-240v-50/60hz
- Método de control: interfaz usb
- Interfaz de video: dvi
- Interfaz de audio: 3.5mm
- Formato vídeo: rgb
- Interfaz de salida: 2 puertos *ethernet*.

Este dispositivo se ilustra a continuación:



Figura 56. Controladora de la pantalla LED. [40]

2.6.1.3.2.4 Receptores y transmisores HDBaseT

La transmisión del vídeo se realizará mediante cables de CAT5e, por lo que se instalarán receptores y transmisores que realicen la conversión entre HDMI y HDBaseT.

Estos kits se colocarán entre:

- Las cámaras PTZ y la matriz de vídeo (tres kits).
- Entre el selector de la mesa de los ponentes y la matriz (un kit)
- Entre los *splitters* de los monitores de la mesa de los ponentes y la matriz de vídeo (dos kits).

Se instalarán seis kits de transmisores/receptores HDBaseT del modelo ATLONA AT-UHD-EX-70-2PS. Las características de estos transmisores son los siguientes:

- Capacidad 4K/UHD a 60 Hz con submuestreo cromático 4:2:0 conforme a HDCP 2.2
- Soporta 4K HDR10 a 24 Hz (submuestreo de croma 4:2:0, color de 10 bits)
- Kit de extensión HDBaseTTM para HDMI hasta 70 metros (230 pies)
- Audio multicanal compatible con todos los formatos PCM, Dolby y DTS.

El aspecto de estos kits se muestra en la Figura 57:



Figura 57. Kits Rx/Tx HDBaseT [41]

2.6.1.3.2.5 Otros equipos

Por último, en este apartado se incluyen el selector de entradas HDMI, que vienen de las tomas de las cajas de conexión (las cuales se explican más adelante). Se instalará en el salón de actos un selector 2:1.

Se instalará un *splitter* HDMI 1:4 para repartir la entrada de vídeo hacia los monitores de la mesa de conferencias. Se instalará en el cuarto técnico un reproductor *Blu-ray* que se utiliza también como fuente de vídeo del sistema. Este reproductor es el Sony BDP-S3700. Este reproductor tiene las siguientes características:

- Interfaz: Salida HDMI 1 (posterior), salida de audio coaxial 1 (posterior), entrada USB 1 (frontal), conexión *Ethernet* 1 (posterior).
- Consumo de energía: 9,2W
- Red: WiFi 2,4 GHz
- Resolución de salida: 480i/480p/720p/1080i/1080p (60 Hz).

A continuación se ilustra este equipo:

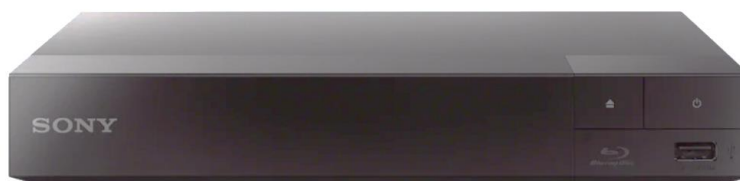


Figura 58. Reproductor blu-ray [42]

Se instalará una capturadora para realizar grabaciones del salón de actos que posibilitará la realización de eventos en *streamings*. La capturadora, modelo Matrox Monarch HD, tiene las siguientes características:

- Entradas de vídeo: 1920x1080, 1280x720, 1920x1080i
- Intervalos de tasas de *bits*:
 - Grabación 100kbps a 30 Mbps
 - *Streaming*: 100kbps a 20kbps
- Dos salidas USB 2.0
- Ranura para tarjeta SD y SDHC.

Se muestra este equipo en la Figura 59:



Figura 59. Capturadora [43]

2.6.2 Equipamiento de audio

2.6.2.1 Salas de formación

Para estas salas se colocará un kit de altavoces autoamplificados JBL 306P MKII en la sala central. Al ser autoamplificados no requieren de una etapa de potencia ni de cablear el sistema de audio hasta el cuarto técnico.

Para conectar los altavoces con el proyector, se coloca un *splitter* de audio que divida la señal de audio del proyector en los dos cables a conectar con el kit de altavoces, ahorrando cableado y reduciendo la complejidad

de la instalación.

Estos altavoces se observan en la Figura 60:



Figura 60. Altavoces para las salas de formación [44]

Las características técnicas de estos altavoces son las siguientes:

- Altavoces autobiamplificado de dos vías
- 56W LF.
- 56W HF.
- *Woofers* 6.5”.
- *Tweeter* 1”.
- Cobertura 120x90.
- Respuesta en frecuencia 47 a 20kHz.
- SPL 110 dB.

2.6.2.2 Salón de actos

Para acondicionar de forma correcta un salón de conferencias, es preciso dotar al mismo de un sistema de microfonía y un sistema de altavoces.

2.6.2.2.1 Microfonía

Para el sistema de microfonía se instalarán cinco micrófonos de conferencias compuestos por el micrófono en sí y la peana. Los micrófonos se conectan en serie mediante un cable de CAT5e.

Además, para el puesto de traducción se instalará un sistema de interpretación que consta de un micrófono similar al anterior, una peana más robusta y con un mayor número de funcionalidad y unos auriculares.

En la mesa de los ponentes se coloca un micrófono por conferenciante con su correspondiente peana. Es decir, habrá cinco unidades de micrófono y cinco unidades de la peana. Se detallan los modelos escogidos.

- Micrófono: SHURE GM5923. Se trata de un micrófono de condensador de cuello de cisne con conector XLR de longitud 40 cm. Las especificaciones técnicas son las siguientes:
 - Patrón de recepción: cardiode.
 - Respuesta en frecuencia: 30 Hz – 18 kHz.
 - Sensibilidad: -52 +/-3 dB.
 - SNR >60 dBA.
- Peana: SHURE DC 5980. Se trata de una unidad de debate portátil con altavoz incorporado. Las especificaciones técnicas de este equipo son las siguientes:
 - Respuesta en frecuencia para la salida de los auriculares: 65 Hz a 16kHz
 - Respuesta del altavoz: 150 Hz a 15 Hz

- Consumo: 1,W
- SNR: 90dBA
- Entrada para micrófono: XLR
- Salida: 2x RJ45 hembra y *jack* 3,5mm hembra estéreo para auriculares.

A continuación, se ilustran estos equipos.



Figura 61. Micrófono y peana para el sistema de conferencias [25]

Además de estos micrófonos, se añade, en el *rack* situado en el cuarto técnico, la central de conferencias. Esta será de la misma marca de los micrófonos para garantizar su compatibilidad con las peanas. Escogemos la siguiente, que permite alimentar hasta 60 micrófonos, lo que garantiza la escalabilidad del sistema: SHURE DIS-CCU. La capacidad del sistema es la siguiente:

- Número máx. de unidades de debate: 250
- Número de unidades de debate alimentados por DIS-CCU: hasta 60
- Número máx. de micrófonos abiertos: 8
- Número máx. de idiomas (canales de interpretación): 2
- Número máx. de unidades de intérprete: 32

Las entradas y salidas del audio del sistema son las siguientes:

- Entradas de audio
 - Entrada analógica 1: 1 × XLR hembra de 3 pines (balanceada electrónicamente)
 - Nivel de entrada nominal (entrada 1): seleccionable (0 dBm (0,775 V RMS, -10 dBm (0,245 V RMS))
 - Nivel máx. de entrada: +15 dBm (4,5 V RMS)
 - Impedancia de entrada: 50 - 100 kΩ
 - Entrada analógica 2 (entrada de audio o emergencia): 1 × XLR hembra de 3 pines (balanceada electrónicamente) con cierre de contactos
- Salidas de audio
 - Salida analógica de audio: 8 × XLR hembra de 3 pines (balanceadas electrónicamente)
 - Carga máxima: > 1 kΩ
 - Nivel de salida nominal: 0 dBm con la entrada nominal

- Nivel máx. de salida: 4,9 V RMS ($\sim +16$ dBm)

Como se explica en el apartado de estudio de conexiones, esta central va conectada, esta vez por cable de audio, con el procesador de audio.



Figura 62. Central de conferencias [45]

Por último, se suministran dos kits de microfonía inalámbrico Shure QLXD24E/B58 H51 que se utilizarán en turnos de ruegos y preguntas, como el mostrado en la Figura 63.



Figura 63. Sistemas de microfonía inalámbrico [46]

Este kit de microfonía está formado por un transmisor y un micrófono. Las características de este micrófono son las siguientes:

- Rango de compensación: 0 a 21 dB.
- Batería: recargable Shure SB900A. Tiempo de uso hasta 10 horas.
- Tamaño (longitud x diámetro): 256 mm x 51 mm.
- Peso: 347g.
- Entrada de audio no balanceada.
- SPL de entrada: 145 dB.
- Potencia de salida: 1mW-10mW.
- Ancho de banda de salida <200 kHz.

Por otro lado, las características del receptor inalámbrico son:

- Dimensiones (alt x an x prof): 41x197x151 mm.
- Peso: 777g
- Potencia requerida: 12V DC.
- Entrada RF:
 - Rechazo de espurios > 80 dB
 - Tipo de conector: BCN.
 - Impedancia: 50ohms.
- Salida de audio

- Rango de ajuste de ganancias: -18 a +42 dB en pasos de 1dB.
- Configuración balanceada XLR.
- Impedancia XLR 100 Ohms.

A modo ilustrativo, se recoge en la Figura 64 un fragmento del diagrama de conexiones del anexo 3.2 para entender mejor lo explicado en este apartado:



Figura 64. Conexión del sistema de microfonía. Las flechas grises indican que se conectan mediante cable ethernet, mientras que el azul representa un cable de audio de tres hilos balanceado. El punto azul indica que esa salida es una salida XLR, mientras que el punto verde indica una conexión clemática. Los números de la figura representan la entrada del procesador de audio.

2.6.2.2.2 Sistema de interpretación

El sistema de interpretación se instalará en la cabina especializada. Para ello, se suministran unos auriculares profesionales que reciban el audio de los micrófonos de la mesa de conferenciantes). El intérprete hablará por su propio micrófono y el audio se transmitirá mediante un transmisor de infrarrojos. Este transmisor se coloca en una esquina del escenario del salón de actos cerca del público. Se suministrarán petacas receptoras y auriculares para el público que lo necesite. En principio, solo se incluyen 15 petacas receptoras, es decir, aproximadamente el 10% de los espectadores. En el caso de necesitar más, pueden alquilarse.

El sistema de interpretación está conformado por: un sistema de intérprete con auricular y micrófono, un transmisor IR y petacas receptoras con auriculares.

Un sistema de intérprete con auricular y micrófono, modelo SHURE IS 6132P con las siguientes características técnicas:

- Transmisión de audio totalmente digital.
- Topología de montaje en cascada con conexiones en bucle con la entrada, o topología de estrella usando cajas de conexión.
- Conexión a redes DCS-LAN mediante el uso de cable Cat5e (o superior) F/UTP o U/FTP.
- Máximo de 128 cabinas por sistema.
- Hasta 31 canales de idiomas.
- Dos canales de salida (A+B) con interbloqueo.
- Modo seleccionable de canal B (todos los canales, 1 canal, ningún canal).
- Cuatro idiomas *pivot* + el sonido de sala.
- Varios modos de interbloqueo (A interrumpe a A, A interrumpe a B, A interrumpe a A+B).

- Botón iluminado de encendido/apagado del micrófono.
- Modo de funcionamiento con pitidos para los intérpretes ciegos.
- Modo de funcionamiento para distribuir la señal de sala cuando no hay traducción.
- Controles de volumen y tono.
- Botón de “hablando demasiado rápido”.
- Pantalla LCD retroiluminada de 4 × 24.
- Indicación luminosa en los botones.
- Entrada XLR para micrófono de tipo flexo.
- Gran botón para cancelar el sonido, como al *toser*.
- Conexión para micrófono de diadema.
- Conexión para el altavoz.

Este kit se observa en la Figura 65:



Figura 65. Sistema de interpretación simultánea [47]

Este sistema de interpretación se conecta con la central de conferencias.

Además, se suministra el siguiente equipo para transmitir la señal a los oyentes de otro idioma. Este es el sistema transmisión SHURE PT3 mostrado en la Figura 66, el cual se coloca en el salón de actos, en una de las esquinas del escenario, cercano al público.



Figura 66. Transmisor IR [48]

Las características de este transmisor son las siguientes:

- Peso: 783 g.
- Altura x Ancho x Fondo: 43.0 × 198.0 × 172.0 mm.
- Alcance operativo máx.: 90 m.
- Rechazo de señales espurias: 80 dB, typical.
- Impedancia de salida RF: 50 Ω.
- Cancelación de RF: no.
- Antenas desmontables: sí.
- Impedancia de entrada: 40000 Ω.
- Transmisión: analógica.
- Características de sincronización: sincronización por IR.

10 Petacas receptoras con auriculares, como las mostradas en la Figura 67:



Figura 67. Petacas receptoras [49]

Las características de esta petaca receptora son las siguientes:

- Peso: 98 g.
- Altura x Ancho x Fondo: 110.0 × 64.0 × 21.0 mm.
- Duración de la batería alcalina: 7 h.
- Rechazo de la frecuencia imagen: 90 dB.
- Sensibilidad RF: 2.2 μV at 20dB SINAD dBm, for 12dV SINAD, typical.
- Rechazo del canal adyacente: >60 dB.
- Atenuación de intermodulación: 50 dB.
- Bloqueo: 60 dB.
- Nivel de salida de audio: 40 mW.
- Impedancia de carga mínima: 16 Ω.
- Transmisión: Analógica.
- Características de barrido: Barrido de grupos, Barrido de canales.
- Baterías: AA.

Igual que en el apartado anterior, se muestra en la Figura 68 un fragmento del diagrama de conexiones para entender mejor lo explicado en esta sección:



Figura 68. Conexión del sistema de interpretación. Los puntos azules indican que se trata de una conexión XLR y los verdes una conexión clema. El transmisor radia de forma inalámbrica a las petacas receptoras. El marco verde indica que el sistema de interpretación se encuentra en la cabina de traducción.

2.6.2.2.3 Altavoces y etapas de potencia

Gracias a las herramientas de simulación mostradas en el anexo 3.1 de cálculos realizados, se ha determinado que se necesitan seis altavoces JBL CBT 100LA-LS, un *subwoofer* JBL JB ASB6112 y tres etapas de potencia Crown DCi 8|600.

Los altavoces se colocan en las paredes laterales del salón de actos, en cada pared tres de ellos equiespaciados aproximadamente 3 metros, y el *subwoofer* en el escenario del mismo. Por otra parte, las etapas de potencia se colocan en el *rack* del cuarto técnico.

Las características técnicas del altavoz son las siguientes:

- Rango de frecuencia: 120 Hz – 20KHz
- Potencia a impedancia 8 ohm: 200W
- Cobertura:
 - Vertical:
 - *Narrow Mode*: 15° (2 kHz - 16 kHz) ($\pm 10^\circ$)
 - *Broad Mode*: 40° (1 kHz - 16 kHz) ($\pm 10^\circ$)
 - Horizontal: 150° (ave, 1 kHz – 4 kHz, $\pm 20^\circ$)
- 70V/100V *Transformer Taps*: 120W, 60W, 30W, (15W a 70V *only*)
- Percepción (2.83V@ 1m):
 - *Narrow*:
 - Discurso: 96 dB (2 kHz - 14 kHz).
 - Música: 93 dB (300 Hz - 18 kHz).
 - *Broad*:
 - Discurso 93 dB (2 kHz - 14 kHz).
 - Música 90 dB (300 Hz - 18 kHz).

Como se lee en estas características, los altavoces requieren de una potencia de 200W para funcionar. El audio que llega a estos altavoces (proveniente de la matriz de audio, la cual se explica más adelante), no tiene una potencia de 200W, ya que el nivel máximo de salida es de +19dBu, por lo que es necesario colocar varias etapas de potencia que amplifiquen esta potencia del audio.

Para ahorrar espacio en el *rack* y optimizar la instalación, es preferible colocar una etapa de potencia para cada

pared lateral de la sala, es decir, necesitamos dos etapas de potencia que sean capaces de amplificar tres señales de audio. Para ello, como se ha mencionado previamente, se utiliza la etapa de potencia Crown DCi 8|600, mostrada en la Figura 69.



Figura 69. Etapa de potencia [50]

Las características técnicas de la etapa de potencia son las siguientes:

- Respuesta en frecuencia a una impedancia de 8 Ohms: 20Hz – 20kHz.
- SNR > 10dB.
- THD: 0,35%.
- Ganancia de voltaje 34dB.
- Máximo nivel de entrada antes de la compresión +20dBu.
- Impedancia local en el modo dual: 70Vrms.
- Impedancia local en el modo *bridge*: 140Vrms.

En la Tabla 2 se observa las potencias de salida que ofrece dependiendo del modo de trabajo y la impedancia de salida. En nuestro caso, trabaja en modo dual a 8 Ohms (impedancia de todo el sistema) para los altavoces JBL CBT 100LA-LS y en modo *bridge* también a 8 Ohms para el subwoofer.

Tabla 2. Potencia de salida de la etapa de potencia

Modo	Canales	2 Ohms	4 Ohms	8 Ohms	16 Ohms
Dual	8	300W	600W	600W	300W
Bridge	NA	600W	1200W	1200W	1200W

Por último, añadimos el *subwoofer* JBL JB ASB6112. Este requiere de mucha más potencia para funcionar, concretamente 1000W. Para lograr una entrada de 1000W se utiliza la etapa de potencia Crown DCi 8|600 en modo *bridge*. En la Figura 70 se puede observar cómo es este equipo.



Figura 70. Subwoofer [51]

Las especificaciones de este equipo son las siguientes:

- Rango de frecuencia (-10dB): 35Hz – 1KHz
- Rango de frecuencia (+-3dB): 43 Hz – 1KHz

- Impedancia nominal: 8 Ohms.
- Potencia de entrada: 1000W
- Máximo SLP: 40Hz – 300Hz

2.6.2.2.4 *Splitter* de prensa

Utilizaremos uno pasivo, en formato maletín de 12 salidas, como el que se muestra en la Figura 71:



Figura 71. Splitter de prensa [27]

Este *splitter*, por defecto, estará guardado en el cuarto técnico y, cuando se necesite, se podrá conectar a una de las tomas XLR de las cajas de conexión de las paredes del salón de actos, que se detallarán mas adelante. Como el *splitter* tiene formato de maletín, la prensa no tiene un lugar fijo.

Las especificaciones técnicas de este equipo se ilustran en la siguiente figura:

- Salidas aisladas por transformador.
- 12 salidas XLR.
- Transformador Lundahl.
- Emplazamiento portátil.
- Formato maletín.

2.6.2.3 Cuarto técnico

Igual que ocurría para el equipamiento de vídeo, en el cuarto técnico se ha incluido un sistema de monitorización para controlar lo que ocurre en el salón de actos y los sistemas de interconexión y procesado. Como ya se mencionó, la mesa de mezclas es audiovisual, por lo que cumple funciones para la sección de audio y vídeo, pero no se incluye en este punto puesto que ya se ha explicado previamente.

2.6.2.3.1 Sistema de monitorización

Para la monitorización se van a instalar dos altavoces autoamplificados, comercializados en formato de kit estéreo, modelo JBL C2PS como los mostrados en la Figura 72:



Figura 72. Kit de altavoces autoamplificados para la monitorización [52]

Las características técnicas de estos equipos son las siguientes:

- *Woofers* de 5,25".
- *Tweeters* de 0,75".
- Sensibilidad de entrada: +4 dBu XLR 1/4", 0 dBu RCA
- Salida auricular y Salida amplificada 35W para pareja estéreo por Jack mono 6,35mm.
- Máximo SPL (pareja) 115dB.
- Respuesta en frecuencia de 80 Hz a 20 KHz.
- Conexiones estéreo RCA y XLR combo Jack Neutrik.
- Control de volumen y ajuste de agudos.
- Dimensiones: 235x159x143 mm. Peso (pareja): 4,8 Kg. (P)

2.6.2.3.2 Matriz de audio

Se instalará una matriz de audio SOUNDWEB BSS BLU100 y añadimos, para aumentar las salidas, un expansor BSS BLU-BOB2, ambos en el rack del cuarto técnico. En caso de que en un futuro se desee aumentar el número de salidas es posible añadirlas mediante más expansores.

El expansor se añade debido a que se necesitan doce salidas de la matriz (explicadas a continuación) y esta solo dispone de ocho salidas. Además, aporta escalabilidad al sistema.

Las características técnicas del procesador de audio son las siguientes:

- 12 entradas analógicas (con 48v de energía fantasma por canal).
- 8 Salidas analógicas.
- 48 canales, baja latencia, bus de audio digital tolerante a fallos.
- Indicación clara del panel frontal LED.
- Funcionalidad de localización bidireccional.
- 12 entradas de control y 6 salidas lógicas para la integración de la GPIO.
- Kit de interfaz Soundweb London para la integración de sistemas de control de terceros (Documentación).
- Dispositivo HiQnet.
- Configuración, Control y Monitoreo de HiQnet London Architect.

En la Figura 73 puede verse el aspecto frontal de este equipo:



Figura 73. Procesador de audio BS BLU 100 [53]

Por otra parte, el expansor tiene las siguientes características:

- 8 salidas de audio analógicas
- Interruptores DIP para la selección del rango de canales
- 256 canales, baja latencia, bus de audio digital tolerante a fallos
- Indicación clara del panel frontal LED
- 12VDC de energía externa incluida
- Conectores del bloque de terminales para la conexión de energía
- Chasis de 19" 1RU

Y su aspecto frontal es como sigue:



Figura 74. Expansor de salidas de audio [53]

Igual que en el caso de la matriz de vídeo, para la matriz de audio se utilizan las siguientes entradas y salidas:

Entradas: central de conferencias (1), micrófonos inalámbricos (2 y 3), toma XRL pared del salón de actos (3 y 4), cable de audio del portátil (5 y 6), retro alimentación de la mesa de mezclas AV (6 y 7).

Salidas: *splitter* de prensa (1), etapa de potencia en modo dual para altavoces (2 y 3, 4 y 5), etapa de potencia para el *subwoofer* (8), mesa de mezclas AV (9 - 14).

En el anexo 3.2 se puede ver este conexionado de forma ilustrada con el resto de equipos.

2.6.3 Equipamiento de control

El equipamiento de control está formado por una controladora, un *switch*, cinco puntos de acceso y dos equipos que servirán de interfaces para el control (una *tablet* y un ordenador portátil).

En primer lugar, se instalará una unidad de control Crestron CP3 con *software* de control incluido para poder realizar las tareas de control de los equipos. Esta controladora se muestra en la Figura 75.



Figura 75. Crestron CP3 [54]

Esta controladora cuenta con un motor Crestron Serie 3 en tiempo real, con núcleos que permiten la realización de tareas en paralelo y un sistema de archivos FAT. A continuación, se enuncian el resto de características técnicas:

- Memoria SDRAM: 512 MB

- Memoria *flash*: 4GB
- *Memory Card*: soporta tarjetas SD y SDHC hasta 32 GB
- Almacenamiento externo: soporta almacenamiento USB de hasta 1TB.

Esta controladora se conecta a un *switch* TP-LINK TL-SG1048 de 48 puertos, al cual se conectan todos los equipos a controlar (es decir, altavoces, pantallas, proyectores, *subwoofers*, etc). Por último, cinco puertos se utilizan para conectar cinco puntos de acceso. El número final de puertos ocupados es de 42.

Estos puntos de acceso aportan cobertura para que la *tablet* pueda servir de interfaz de control y así puedan encenderse y apagarse los equipos desde cualquier punto de la instalación. El *switch* escogido se muestra en la Figura 76.



Figura 76. *Switch de control* [55]

Las características técnicas de este *switch* son las siguientes:

- Estándares y protocolos: IEEE 802.3i, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3x.
- Interfaz: 48 puertos RJ48 a 10/100/1000 Mbps.
- Medios de red: 10Base-T: UTP categoría 3, 4, 5.
- Fuente de alimentación: 100-2014V AC, 50/60Hz.
- Dimensiones: 440x360x44mm.
- Montaje en *rack*: sí.
- Consumo máximo de potencia: 32,9W.
- Capacidad de conmutación 96 Gbps.

Se suministran dos equipos que servirán como interfaces para el control, una *tablet* (por ello se requieren puntos de acceso wifi) y el ordenador del técnico, al que se conectará por un cable de LAN, mostrados en la Figura 77.



Figura 77. *Interfaces para el sistema de control* [37]

Estos dos equipos, una *tablet* Lenovo IDEAPAD D330 y el ordenador portátil HP 250 G6, son fundamentales para controlar el sistema. Las especificaciones técnicas de la *tablet* son las siguientes:

- Procesador
 - Intel® Pentium® Silver
- Sistema operativo
 - Windows 10 Home
- Memoria: DDR4L de 4 GB
- Tarjeta gráfica integrada Intel®
- Pantalla HD de 25,65 cm (10,1”) y resolución 1280 × 800, pantalla táctil
- Batería: Hasta 13 horas
- Dimensiones *tablet*: 249 mm x 178 mm x 9,5 mm
- Peso *tablet*: A partir de 594 g
- Conectividad:
 - 4G LTE con GPS
 - 802.11 a/c 2x2 y Bluetooth® 4.0
- Puertos
 - USB-C con función PD
 - USB 2.0 (en la estación de acoplamiento)
 - Micro SD (opcional)
 - Nano SIM (opcional)
 - Audio combinado

Por otra parte, las características del ordenador de control son las siguientes:

- Procesador Intel Corte i5
- Memoria RAM: 4 GB
- Disco duro SSD: 256 GB
- Grabadora DVD
- Monitor 15.6” HD
- Tarjeta gráfica Radeon R5 M430 /HD Graphics 620.
- Conexión Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac dual band

Para conectar la controladora con las interfaces de control es necesario instalar cinco puntos de acceso. Estos cinco puntos de acceso, colocados a lo largo y ancho del edificio, como se ve en el plano de equipamiento de control del capítulo 4, su marca y modelo es D-Link Wireless N300 y tiene las siguientes características:

- Tecnología N300
- Velocidad *ethernet* 10/100.
- Dispone de red de invitados: Sí
- Dimensiones: 147,5 x 113 x 31.5 mm.
- Banda: *single band*.

El punto de acceso puede observarse en la Figura 78:



Figura 78. Punto de acceso. [56]

2.6.4 Equipamiento auxiliar

En este apartado se explica el equipamiento auxiliar de la instalación: *rack* y cajas de conexiones.

2.6.4.1 Rack

Se instalará un *rack* de 32 unidades donde se colocan todos los equipos auxiliares y técnicos. En el anexo 3.2 se detalla el tamaño de cada uno de los elementos y los huecos y cajones.

A continuación, se enumeran los equipos colocados en cada fila del *rack*:

- Etapas de potencia, ocupando dos filas cada una, en las filas 1 y 2, 4 y 5, 7 y 8.
- Procesador de audio, situado en la fila 10.
- Extensor de salidas del procesador de audio situado en la parte izquierda de la fila 12.
- Controladora de la pantalla de led, parte derecha de la fila 12
- Dos cajones auxiliares para guardar el equipamiento móvil (petacas del sistema de traducción y micrófonos inalámbricos), de dos unidades de *rack* cada uno, situados entre las filas 14 y 17.
- *Switch* para el control de los elementos, en la fila 19.
- Controladora, fila 21 parte izquierda.
- Transmisores HDBaseT, en el resto de la fila 21 y la fila 23.
- Reproductor *blu-ray*, fila 24.
- Escaladora para la pantalla LED, fila 26.
- Central de conferencias, fila 28.
- Matriz de vídeo, fila 30.
- Controladora Crestron CP3, fila 32.

En la Figura 79 se observan los equipos colocados en el *rack*:



Figura 79. Vista frontal del rack

Como se puede observar, se ha decidido no dejar espacios entre los cajones, los cuales no requieren de ventilación, ni en la zona superior del *blu-ray*, ya que este equipo será de los menos utilizados. El resto, lleva un espacio de ventilación que además garantiza la escalabilidad del *rack*. Solamente es indispensable dejar una fila libre entre las etapas de potencia.

2.6.4.2 Cajas de conexiones

Para poder tener una mayor escalabilidad de los equipos y de las conexiones, se van a añadir cajas de conexiones a lo largo de la instalación, lo que garantiza la versatilidad y escalabilidad del sistema.

Se van a instalar una placa en cada sala de formación, dos placas de mesa en la mesa del salón de actos, dos de suelo en el suelo del escenario y dos de pared en las paredes laterales del salón de actos.

Como se explicó en el alcance, este proyecto no incluye la electricidad, pero por funcionalidad en estas placas se van a incluir las tomas de corriente para que no haya un exceso de placas de conexión y se conectarán a la red eléctrica.

Estas cajas de conexión se colocan encastradas en el mobiliario como se muestra en la Figura 80, en el suelo y en la pared. En la página web del fabricante se escoge qué conectores se desean añadir. A continuación se indica qué tomas se incluyen en el salón de actos y en las salas de formación.

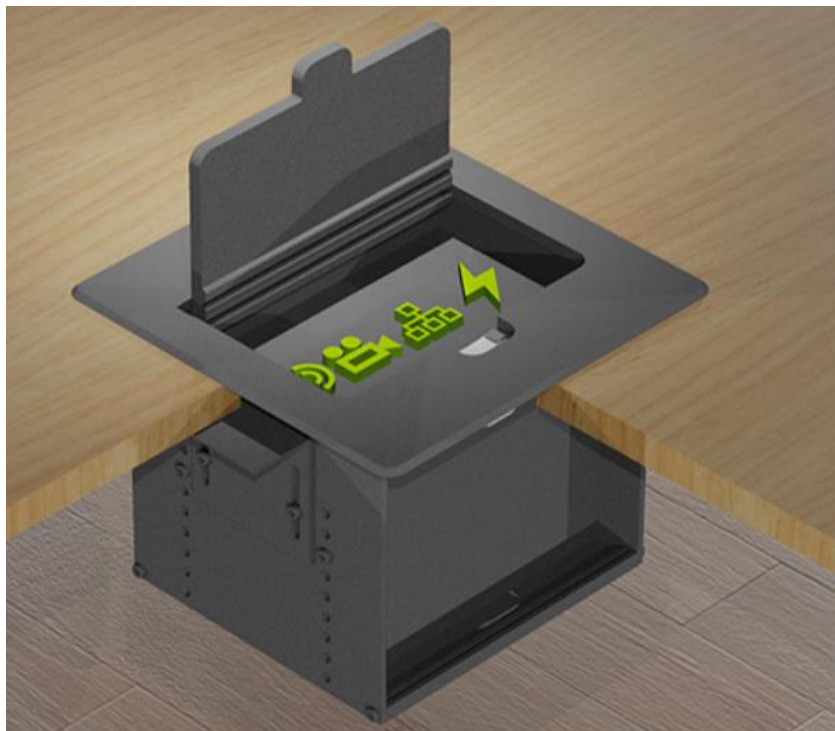


Figura 80. Cajas de conexión [57]

2.6.4.2.1 Salas de formación

En estas salas se coloca una caja de conexión en cada mesa del docente. Se incluye un HDMI, para que el docente pueda conectar su propio contenido audiovisual; un RJ45, para que tenga una conexión a internet (no es nuestro objetivo definir la red IP); usb de alimentación y una toma de corriente.

Para facilitar el conexionado de este tipo de salas, la toma HDMI de la placa se conecta directamente con el proyector, ya que hay menos de 10 metros de distancia entre ambas. En este caso, no es necesario que esta toma pase por la mesa de mezclas puesto que no se requiere de la elección de la fuente.

2.6.4.2.2 Salón de Actos

En primer lugar, será necesario añadir dos cajas de conexión en la mesa de conferencias que permita a los ponentes traer su propio material audiovisual en un PC o *tablet*. Estas cajas de conexión tienen las mismas características que las empleadas en las salas de formación. Dado que la mesa es móvil las cajas de conexiones deben duplicarse y colocarse en la mesa como en el suelo. La razón de no colocarlas directamente en el suelo es puramente estética.

En términos de audio, se colocarán dos tomas XLR hembra y macho a lo largo de la pared de la sala, junto con una toma de alimentación para conectar el *splitter* de prensa.

A modo de resumen, las cajas a instalar son:

- Dos cajas de conexión en la mesa de los ponentes, compuestas por:
 - HDMI.
 - RJ45.
 - USB de alimentación.
 - Toma de corriente.

- Dos cajas de conexión en el suelo del salón de actos, compuestas por:
 - HDMI.
 - RJ45.
 - USB de alimentación.
 - Toma de corriente.
- Dos cajas de conexión de pared en las paredes laterales del salón de actos, compuestas por:
 - XLR hembra.
 - XLR macho.
 - Toma de corriente.

2.6.5 Cableado

El cableado de la instalación se compone principalmente de los siguientes tipos de cables:

- Cable HDMI para transmitir el vídeo a distancias inferiores a 10 metros.
- Cable DVI: conectando la escaladora y la *sending box* de la pantalla LED.
- Cable HDMI – DVI: utilizado para transmitir el vídeo del *splitter* de vídeo HDMI a las pantallas de escritorio y del receptor HDBaseT a esta misma pantalla.
- Cable CAT5e: para transmitir el vídeo, el audio y el control. En el caso del audio se utiliza para la conexión del sistema de conferencias con los micrófonos alámbricos, el sistema de traducción y el transmisor IR.
- Cable de audio de tres hilos balanceado: para transmitir el audio de todo el sistema salvo el mencionado en el párrafo previo.

2.7 Planificación

En este apartado se define el proceso de materialización del proyecto. En esta sección se muestran los siguientes puntos:

- Estructura detallada del trabajo (EDT): técnica de descomposición funcional de las actividades y tareas del proyecto plasmada en un listado de tareas organizadas en forma de diagrama jerárquico en árbol. En ella se observan las partes fundamentales a realizar y cada una de las tareas que ellas conllevan.
- Método de diagramación por precedencia (PDM): usa nodos para representar actividades y las flechas que muestran las dependencias.
- Organización de Recursos Humanos: se establecen los trabajadores necesarios y las relaciones entre ellos.
- Estimación de tiempo y asignación de recursos: creado para determinar la duración de cada actividad y el personal necesario.
- Cronograma del proyecto: se realiza el diagrama de Gantt de la obra en el que se indican todas las fechas en las que se realizarán cada una de las actividades y su orden para efectuarlas.

2.7.1 Estructura detallada del trabajo

Los trabajos a realizar se esquematizan en la Figura 81.

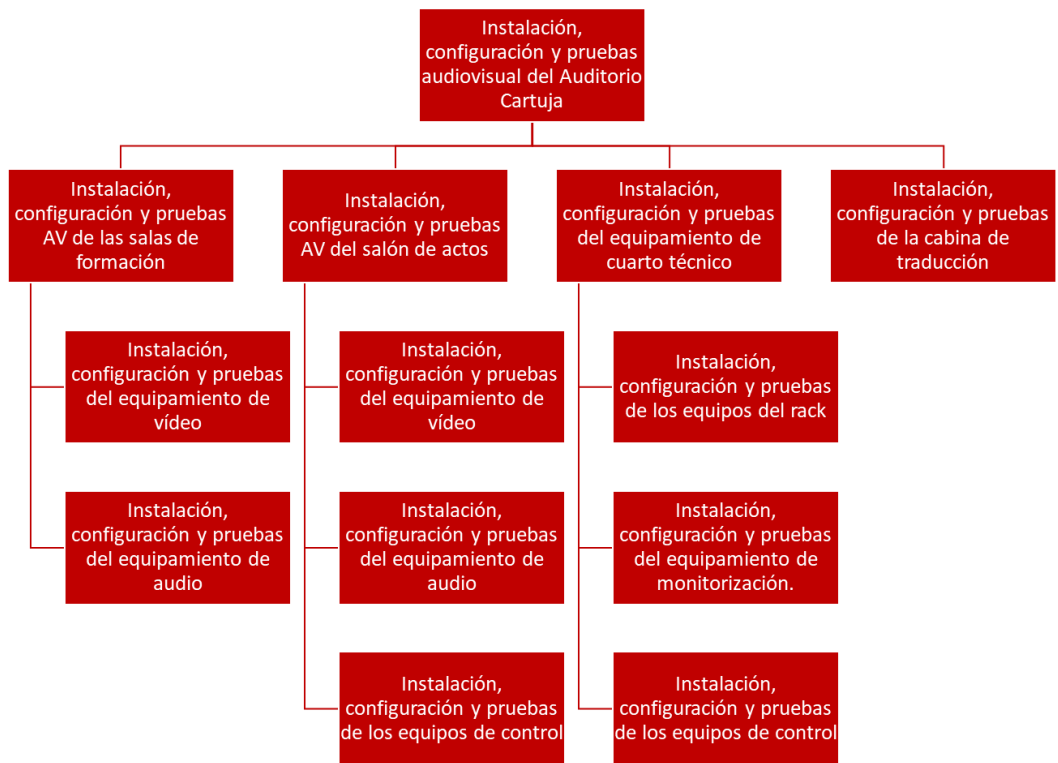


Figura 81. EDT

2.7.2 Método de diagramación por precedencia



Figura 82. MDP

2.7.3 Organización de Recursos Humanos

Tras representar la estructura del proyecto y el orden que tendrá, tenemos que identificar a los profesionales que las llevarán a cabo.

Como director de obra tendremos a un ingeniero de telecomunicaciones quien dirigirá el desarrollo de la obra en sus aspectos estéticos, técnicos y urbanísticos. Su función personal no será delegable y asumirá la responsabilidad de la ejecución del proyecto. Podrá introducir modificaciones, durante la ejecución, en el proyecto original.

El director de obra también realizará las labores de director de ejecución de la obra. Para la ejecución de la misma se contrata a una cuadrilla de técnicos.

2.7.4 Estimación de tiempo y asignación de recursos

En este apartado se especifica el tiempo necesario para cada tarea y la cantidad de trabajadores que se necesitan en ella.

Es importante tener en cuenta que la instalación y montaje de la pantalla de LED no se realiza por los trabajadores del proyecto, si no que van incluidos en el precio de la misma.

Tabla 3. Estimación de tiempo y recursos

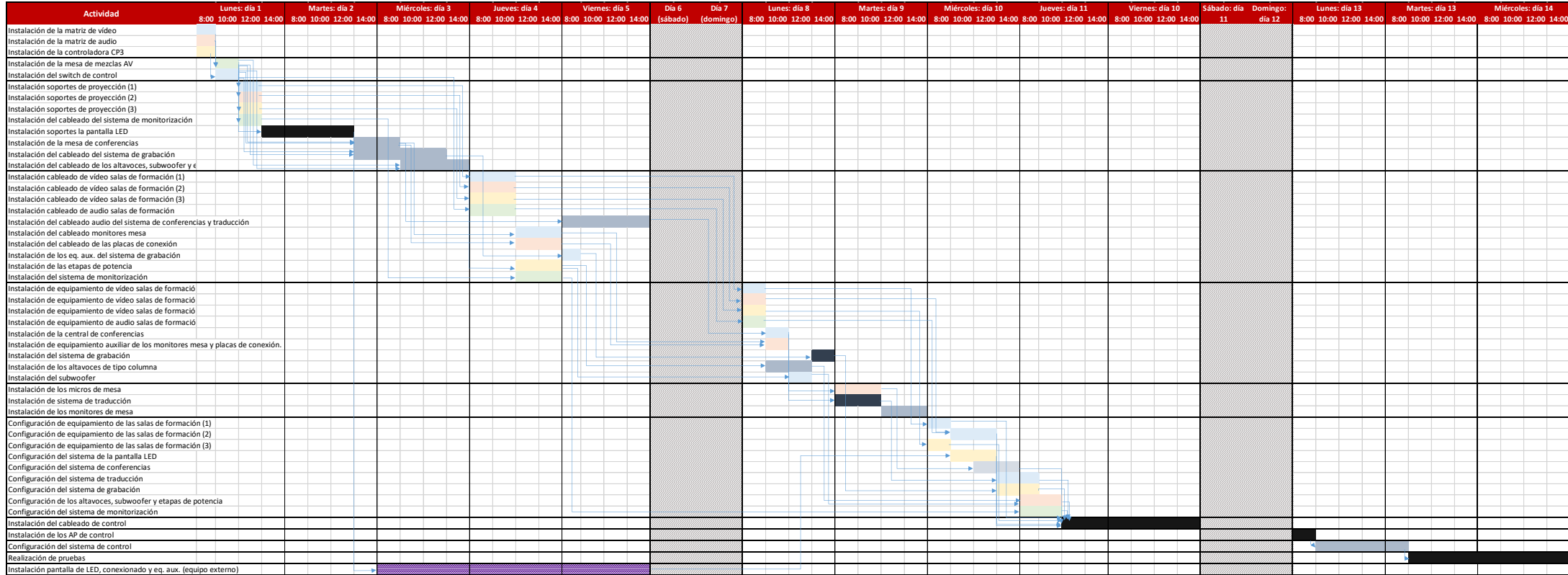
Actividad	Duración (horas)	Recursos
Instalación de la matriz de vídeo	2	1
Instalación de la matriz de audio	2	1
Instalación de la controladora CP3	2	1
Instalación de la mesa de mezclas AV	2	1
Instalación del <i>switch</i> de control	2	1
Instalación soportes de proyección (1)	2	1
Instalación soportes de proyección (2)	2	1
Instalación soportes de proyección (3)	2	1
Instalación del cableado del sistema de monitorización	2	1
Instalación soportes la pantalla LED	8	4
Instalación de la mesa de conferencias	4	2
Instalación del cableado del sistema de grabación	8	2
Instalación del cableado de los altavoces, subwoofer y etapas de potencia	8	2
Instalación cableado de vídeo salas de formación (1)	4	1
Instalación cableado de vídeo salas de formación (2)	4	1
Instalación cableado de vídeo salas de formación (3)	4	1
Instalación cableado de audio salas de formación	4	1
Instalación del cableado audio del sistema de conferencias y traducción	8	2
Instalación del cableado vídeo monitores mesa	4	2
Instalación de las placas de conexión	4	1
Instalación de los eq. aux. del sistema de grabación	2	1
Instalación de las etapas de potencia	4	1
Instalación del sistema de monitorización	4	1
Instalación de equipamiento de vídeo salas de formación (1)	2	1
Instalación de equipamiento de vídeo salas de formación (2)	2	1

Instalación de equipamiento de vídeo salas de formación (3)	2	1
Instalación de equipamiento de audio salas de formación	2	1
Instalación de la central de conferencias	2	1
Instalación de equipamiento auxiliar de los monitores mesa.	2	1
Instalación del sistema de grabación	2	3
Instalación de los altavoces de tipo columna	6	2
Instalación del subwoofer	2	1
Instalación de los micros de mesa	4	1
Instalación de sistema de traducción	4	3
Instalación de los monitores de mesa	4	2
Configuración de equipamiento de las salas de formación (1)	2	1
Configuración de equipamiento de las salas de formación (2)	4	1
Configuración de equipamiento de las salas de formación (3)	2	1
Configuración del sistema de la pantalla LED	4	1
Configuración del sistema de conferencias	8	1
Configuración del sistema de traducción	4	1
Configuración del sistema de grabación	4	1
Configuración de los altavoces, subwoofer y etapas de potencia	4	1
Configuración del sistema de monitorización	4	1
Instalación del cableado de control	12	4
Instalación de los AP de control	2	4
Configuración del sistema de control	8	2
Realización de pruebas	16	4

2.7.5 Cronograma del proyecto: Diagrama de Gantt

En la Tabla 4 se puede observar el diagrama de Gantt del proyecto. En él, los colores claros representan los trabajos ejecutados por un solo trabajador. Conforme los colores se oscurecen va aumentando el número de trabajadores implicados en la actividad hasta llegar al negro, que implica cuatro trabajadores. La instalación de la pantalla de LED la realiza un equipo externo.

Tabla 4. Diagrama de Gantt



En este anexo se recogen por un lado los cálculos realizados para poder diseñar de manera correcta la instalación audiovisual, y por otro, los diagramas con el conexionado de audio y vídeo.

3.1 Cálculos realizados

En este primer apartado del anexo se explican los cálculos realizados para escoger adecuadamente los equipos explicados previamente, basándonos en el apartado de estudio de soluciones.

3.1.1 Equipamiento de video

3.1.1.1 Proyección

En primer lugar, para escoger el proyector adecuado para las salas de formación es necesario calcular el tamaño de las pantallas y los parámetros del proyector, siguiendo las directrices explicadas en la sección Estudio de soluciones del capítulo 2.

Para calcular el tamaño de la pantalla de proyección, se parte de las medidas de la pared donde se colocará, que en este caso es 3'705x9'68m (estas medidas corresponden a la primera de las salas de formación, las otras dos son muy similares).

Por ello, se plantea que la pantalla de proyección sea de 2m de ancho y, utilizando la proporción típica de proyección profesional, 16:10, el alto será 1'25m. Este cálculo es teórico y se podría ajustar en caso de no encontrar una pantalla que se ajuste a los mismos. De aquí obtenemos que la pantalla es de 2'5m cuadrados.

Para amoldarnos a una solución más comercial, se escogieron pantallas de 2x2m, pero la superficie de proyección siempre será 2'5m cuadrados.

Para calcular el proyector adecuado, se han realizado los siguientes cálculos.

En primer lugar, para calcular los lúmenes necesarios suponemos que se trata de un ambiente de luminosidad media, que como hemos visto anteriormente son unos 450 lux:

$$\text{Lúmenes necesarios} = 450 * 2,5 = 1125 \text{ lúmenes}$$

Al tratarse de una instalación profesional, escogeremos la resolución WUXGA, que recordemos equivale a la resolución HD en la relación de aspecto 16:10.

Para la elección de la lente influirá dónde podemos colocar el proyector, pero como en este caso no conocemos la distancia (o, mejor dicho, podemos elegirla), haremos el ejercicio al revés: primero escogemos la lente y el proyector y luego vemos dónde colocarlo.

Conocida la lente, con un zoom 1.28-1.88:1, se utiliza una herramienta de simulación disponible en [58] para calcular el rango de la distancia de proyección.

En la Figura 83 se observa como para un área de proyección de 200cm x 125 cm la distancia de tiro para la lente adecuada es de mínimo 254cm y máximo 378cm. En base a estos resultados, se decide colocar a 3 metros.

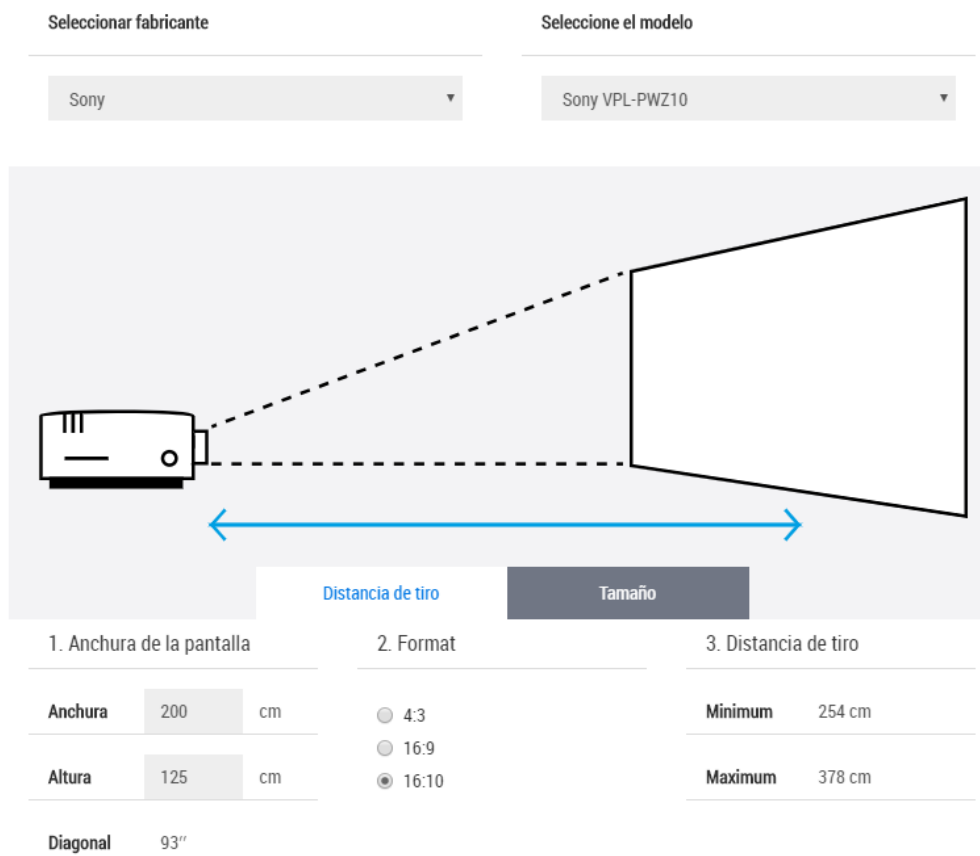


Figura 83. Calculador de la distancia de proyección

3.1.1.2 Pantalla de LED

Para el salón de actos es necesario realizar una serie de cálculos para escoger adecuadamente la pantalla de LED. Tal y como se explicó, se necesita una resolución similar a la de HD (1920 x 1080) y un brillo de 1200 nits.

En primer lugar, se calcula el tamaño de la pantalla, teniendo en cuenta que se desea una proporción aproximada de 16:9 y que los módulos miden 50x50cm, se hace un cálculo de los módulos que se necesitan para un largo de seis metros. Para comenzar, se calcula el alto ideal para una pantalla de seis metros de largo y una relación de aspecto de 16:9:

$$\text{Alto ideal de la pantalla} = \frac{6 \times 9}{16} = 3,375 \text{ m}$$

En segundo lugar, se calcula cuántos módulos de 50x50 se requieren para estas medidas:

$$6 \times 3,375 \text{ m} = 12 \times 7 \text{ módulos}$$

Como los módulos miden 50x50 el tamaño real de la pantalla es de 6 x 3,5m y su relación de aspecto es de 1:71.

Seguidamente se calcula la distancia entre los diodos de led o *pixel pitch*, que depende de la distancia de visionado (se toma como referencia la primera fila) y la resolución deseada:

$$\text{Distancia: } 3'71m \text{ con la primera fila} \rightarrow \text{pitch } 3'7mm \text{ (máximo)}$$

La resolución requerida es de 1920x1080, por tanto:

$$1920 = 6000 / \text{tampitch} \rightarrow \text{tampitch} = 3,125 \text{ mm máximo}$$

3.1.2 Equipamiento de audio

3.1.2.1 Número de altavoces

Para el equipamiento de audio se ha utilizado el simulador de JBL denominado CBT Calculator, explicado en la sección 2.5.2.1 para poder conocer, *grosso modo*, el comportamiento de los altavoces JBL CBT 100LA-LS, detallados en la sección Altavoces y etapas de potencia, en una sección vertical del auditorio.

Gracias a CBT Calculator, podemos determinar que necesitamos seis altavoces tipo columna, tres en cada lateral de la sala.

En las representaciones se observa como el color indica en dB el SPL (nivel de presión sonora) en cada espacio de la sala cuando los altavoces radian a su máxima potencia.

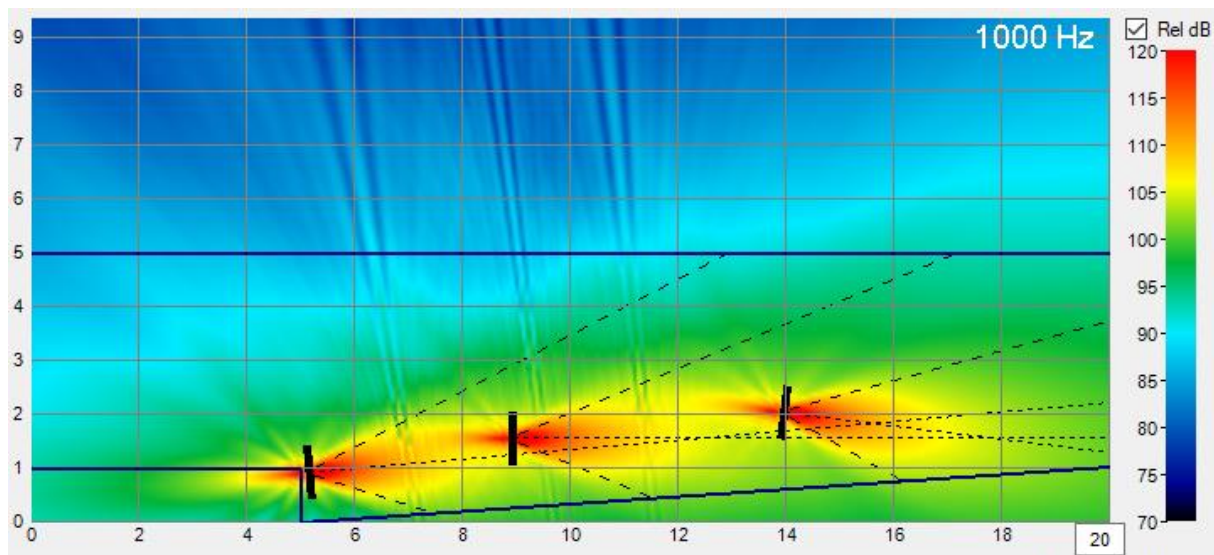


Figura 84. Comportamiento de los altavoces a 1000 Hz

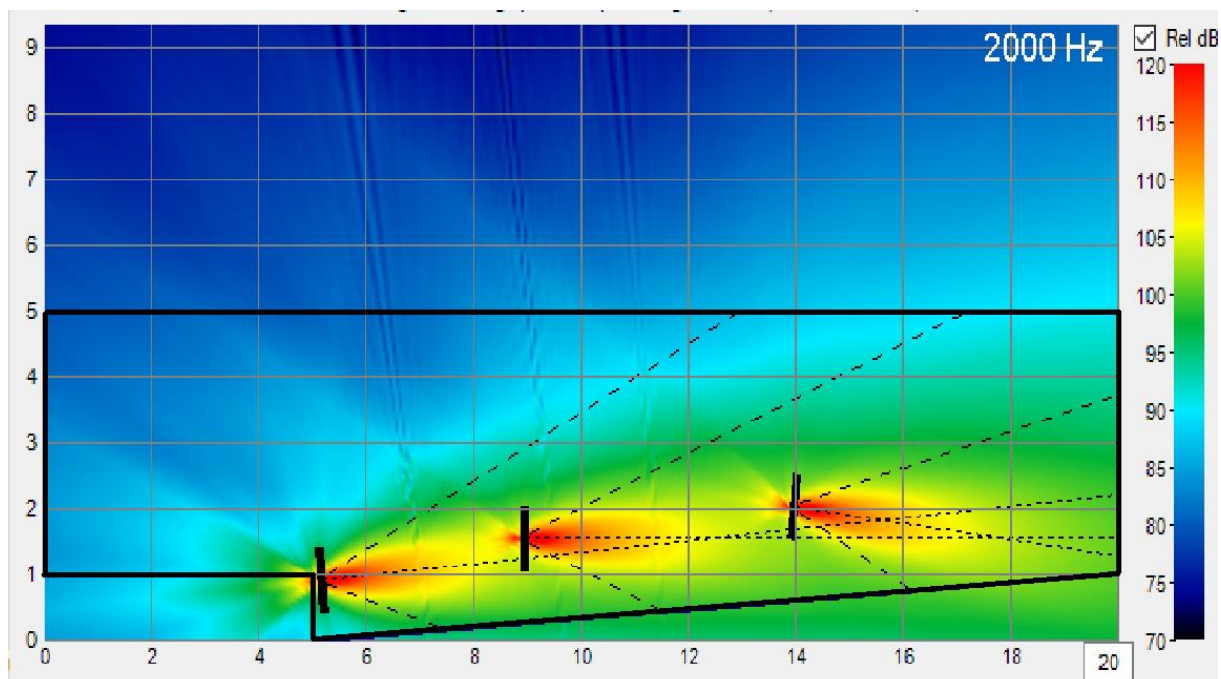


Figura 85. Comportamiento de los altavoces a 2000 Hz

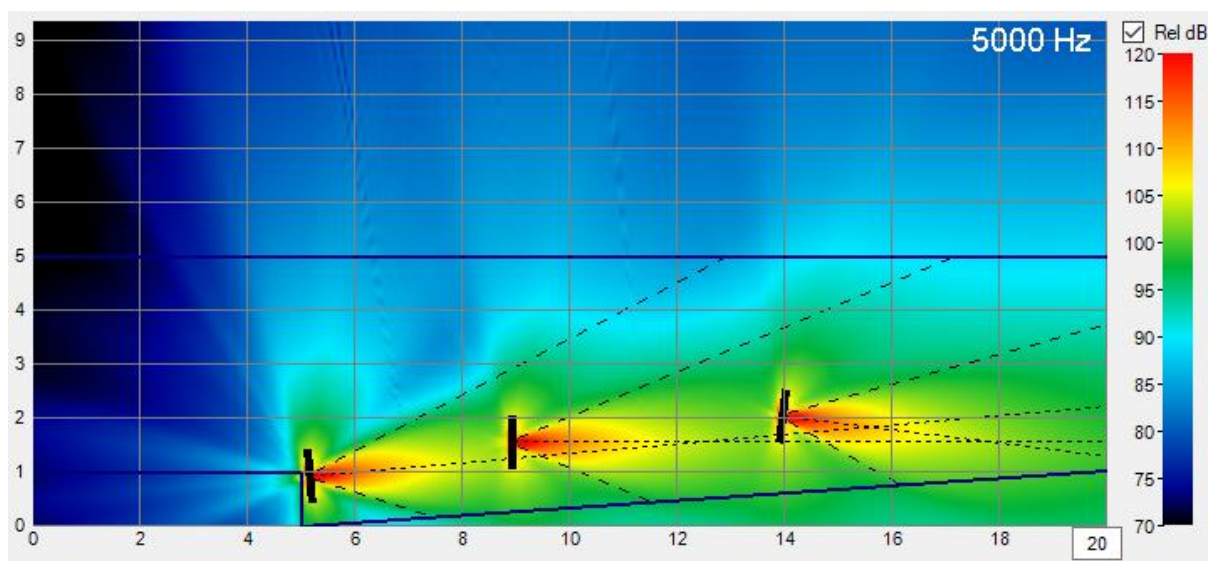


Figura 86. Comportamiento de los altavoces a 5000 Hz

En las figuras previas (Figura 84, Figura 85 y Figura 86) se ve cómo a medida que aumenta la frecuencia hasta llegar a los 5000 Hz se va disminuyendo el área de potencia radiada por los altavoces. En las zonas cercanas a los altavoces se ve que el nivel de potencia es mayor y conforme se va alejando este es cada vez menor.

De eliminarse el altavoz central, los oyentes situados entre los 9 y los 13 metros verían reducida la presión sonora recibida de forma notable, lo que provocaría que la potencia emitida por los altavoces tuviera que aumentarse (es decir, lo que llamamos subir el volumen). Sin embargo, los oyentes situados más cerca de los altavoces se verían molestados por esta subida.

Así pues, la disposición de tres altavoces por pared proporciona una distribución uniforme del sonido, optimizando la experiencia de usuario.

3.1.2.2 Etapas de potencia

Aquí observamos que son unos altavoces pasivos que requieren una potencia de 200W a una impedancia de 8 ohmios, es decir, necesitamos colocar varias etapas de potencia ya que el nivel de salida de la matriz de audio

es de +19dBu.

Para ahorrar espacio en el *rack* y optimizar la instalación, es preferible colocar una etapa de potencia para cada pared lateral de la sala, es decir, necesitamos una etapa de potencia que de 200W a tres salidas para cada pared lateral.

El *subwoofer* requiere una potencia de 1000W para funcionar. En este caso, se utiliza la etapa de potencia en modo *bridge* a la impedancia de 8 Ohms, como se vio en la Tabla 2. Potencia de salida de la etapa de potencia.

3.1.3 Equipamiento auxiliar

El tamaño necesario para el *rack* viene determinado por los elementos que en él se incluyen, los cuales se enumeran en la siguiente tabla, indicando el número de unidades de *rack* que ocupan:

Tabla 5. Tamaño de los equipos en unidades de rack

Equipo	Tamaño unitario	Total
Matriz HDMI	1U	1U
Procesador de Audio	1U	1U
Extensor de salidas del procesador de audio	1/2U	1/2U
5 Rx/Tx de Atlona	1/3U	1 + 2/3 U
Capturadora de vídeo	1/3U	1/3 U
<i>Blu-ray Player</i> + placa de montaje	1U	1U
Central de conferencias	2U	2U
Amplificador	2U	6U
Crestron CP3	1U	1U
Escaladora LED	1U	1U
Controladora LED	½ U	½ U
Cajón para micrófonos inalámbricos	2U	2U
Cajón para petacas de auriculares	2U	2U
<i>Switch</i> para el sistema de control	1U	1U
Total		20U

Como a estos equipos se deben sumar varios espacios en blanco para facilitar la ventilación, se decide colocar un rack de 32 unidades.

Estos equipos se colocan de la siguiente forma:

- Etapas de potencia, ocupando dos filas cada una, en las filas 1 y 2, 4 y 5, 7 y 8.
- Procesador de audio, situado en la fila 10.
- Extensor de salidas del procesador de audio situado en la parte izquierda de la fila 12.
- Controladora de la pantalla de led, parte derecha de la fila 12
- Dos cajones auxiliares para guardar el equipamiento móvil (petacas del sistema de traducción y micrófonos inalámbricos), de dos unidades de rack cada uno, situados entre las filas 14 y 17.

- *Switch* para el control de los elementos, en la fila 19.
- Controladora, fila 21 parte izquierda.
- Transmisores HDBaseT, en el resto de la fila 21 y la fila 23.
- Reproductor *blu-ray*, fila 24.
- Escaladora para la pantalla LED, fila 26.
- Central de conferencias, fila 28.
- Matriz de vídeo, fila 30.
- Controladora Crestron CP3, fila 32.

3.2 Diagramas de conexión

En este segundo apartado del anexo se incluyen esquemas para el conexionado de los equipos, de forma que las explicaciones previas puedan ser más visuales y puedan observarse los tipos de cables y conectores utilizados.

3.2.1 Diagrama de audio

En el diagrama mostrado en la Figura 87 se pueden observar los equipos situados tanto en el salón de actos (extremos de la representación), en el cuarto técnico (zona delimitada por las líneas discontinuas naranjas) y en la cabina de traducción (enmarcado en verde).

Los tipos de cableado utilizado son dos, el cable de audio de tres hilos balanceado, representado mediante flechas azules, y el cable de CAT5e, representado mediante una flecha gris.

Por otra parte, los puntos situados al final de estos cables representan los tipos de conexiones, por un lado, en color verde está la conexión clema, en color naranja se encuentra el mini Jack de 3.5 mm, en amarillo la conexión banana mono y en rojo/blanco, la conexión RCA.

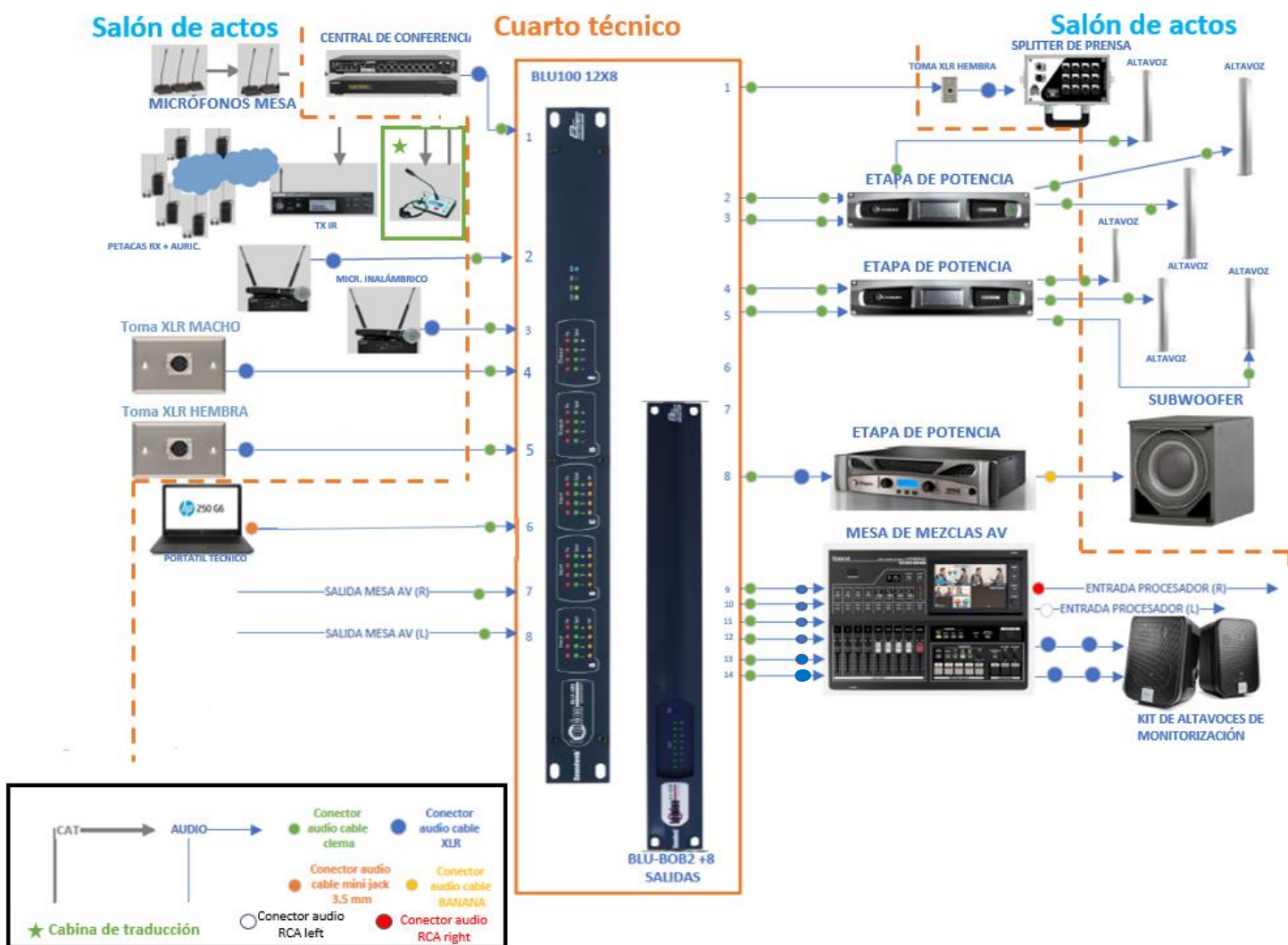


Figura 87. Diagrama de conexiones de audio

Mediante la Tabla 6 se detallan cada una de las entradas y salidas de la matriz de audio.

Tabla 6. Conexionado de la matriz de audio

Matriz de audio				
Entrada		Nº	Salida	
Ubicación	Procedencia		Dirección	Ubicación
Salón de actos	Central de conferencias	1	Toma XLR Splitter de prensa	Salón de actos
Salón de actos	Rx mic. Inalámbrico	2	Etapa de potencia 1	Rack
Salón de actos	Rx mic. Inalámbrico 2	3	Etapa de potencia 1	Rack
Salón de actos	Toma XLR	4	Etapa de potencia 2	Rack
Salón de actos	Toma XLR	5	Etapa de potencia 2	Rack
Cuarto técnico	PC técnico	6		
Cuarto técnico	Mesa de mezclas (R)	7		
Cuarto técnico	Mesa de mezclas (L)	8	Etapa de potencia subwoofe	Rack
		9	Mesa de mezclas	Cuarto técnico
		10	Mesa de mezclas	Cuarto técnico
		11	Mesa de mezclas	Cuarto técnico
		12	Mesa de mezclas	Cuarto técnico
		13	Mesa de mezclas	Cuarto técnico
		14	Mesa de mezclas	Cuarto técnico
		15		
		16		

Seguidamente, en la Tabla 7 se observa el conexionado de audio de la mesa de mezclas:

Tabla 7. Conexionado de audio de la mesa de mezclas AV

Mesa de mezclas audio						
Entrada			Nº	Salida		
Tipo de conector	Ubicación	Procedencia		Tipo de conector	Dirección	Ubicación
XLR	Cuarto técnico	Matriz de audio	1	Jack		
XLR	Cuarto técnico	Matriz de audio	2	Mini jack		
XLR	Cuarto técnico	Matriz de audio	3	XLR	Cuarto técnico	Matriz de audio
XLR	Cuarto técnico	Matriz de audio	4	XLR	Cuarto técnico	Matriz de audio
RCA	Cuarto técnico	Matriz de audio	5	XLR	Cuarto técnico	Altavoz monitorización
RCA	Cuarto técnico	Matriz de audio	6	XLR	Cuarto técnico	Altavoz monitorización
RCA			7	XLR		
RCA			8	XLR		
TRS			9	XLR		
TRS			10	XLR		
TRS			11	XLR		
TRS			12	XLR		
			13	XLR		
			14	XLR		
			15	XLR		
			16	XLR		
			17	XLR		
			18	XLR		
			19	XLR		
			20	XLR		
			21	XLR		
			22	XLR		
			23	XLR		
			24	XLR		
			25	XLR		
			26	XLR		
			27	XLR		
			28	XLR		
			29	XLR		
			30	XLR		
			31	XLR		
			32	XLR		

3.2.2 Diagrama de vídeo

En la Figura 88, se muestra el diagrama de vídeo. La parte central, delimitada por las líneas discontinuas naranjas, se sitúa en el cuarto técnico, mientras que lo situado en las zonas externas a estas líneas se encuentra en el salón de actos.

Tal y como se puede ver en la leyenda, el color de las flechas indica el tipo de cable utilizado. En naranja se representa el cable HDMI, En gris el cable CAT5e, en morado el cable HDMI to DVI y en azul el cable DVI.

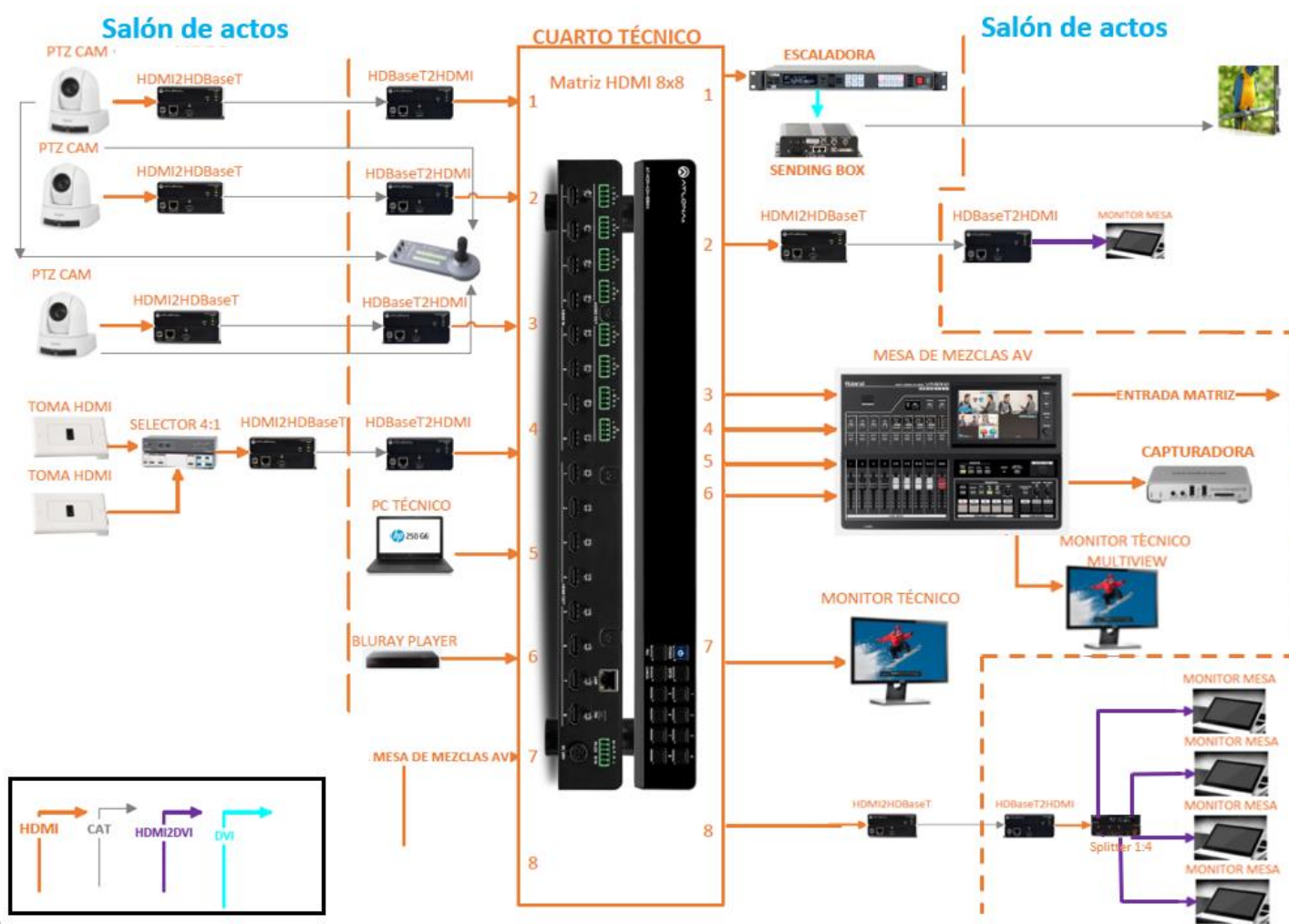


Figura 88. Diagrama de conexión de vídeo

Análogamente, se muestra en la Tabla 8 el conexionado de la matriz de vídeo:

Tabla 8. Conexionado de la matriz de vídeo

Matriz de vídeo				
Entrada		Nº	Salida	
Ubicación	Procedencia		Dirección	Ubicación
Salón de actos (techo)	PTZ CAM 1	1	PANTALLA LED	Salón de actos
Salón de actos (techo)	PTZ CAM 2	2	MONITOR MESA	Salón de actos
Salón de actos (techo)	PTZ CAM 3	3	MESA DE MEZCLAS	Cuarto técnico
Salón de actos (escenario)	SELECTOR TOMA HDMI MESA	4	MESA DE MEZCLAS	Cuarto técnico
Cuarto técnico	PC TÉCNICO	5	MESA DE MEZCLAS	Cuarto técnico
Rack	BLURAY PLAYER	6	MESA DE MEZCLAS	Cuarto técnico
Cuarto técnico	MESA DE MEZCLAS	7	MONITOR TÉCNICO	Cuarto técnico
		8	SPLITTER MONITOR MESA	Salón de actos

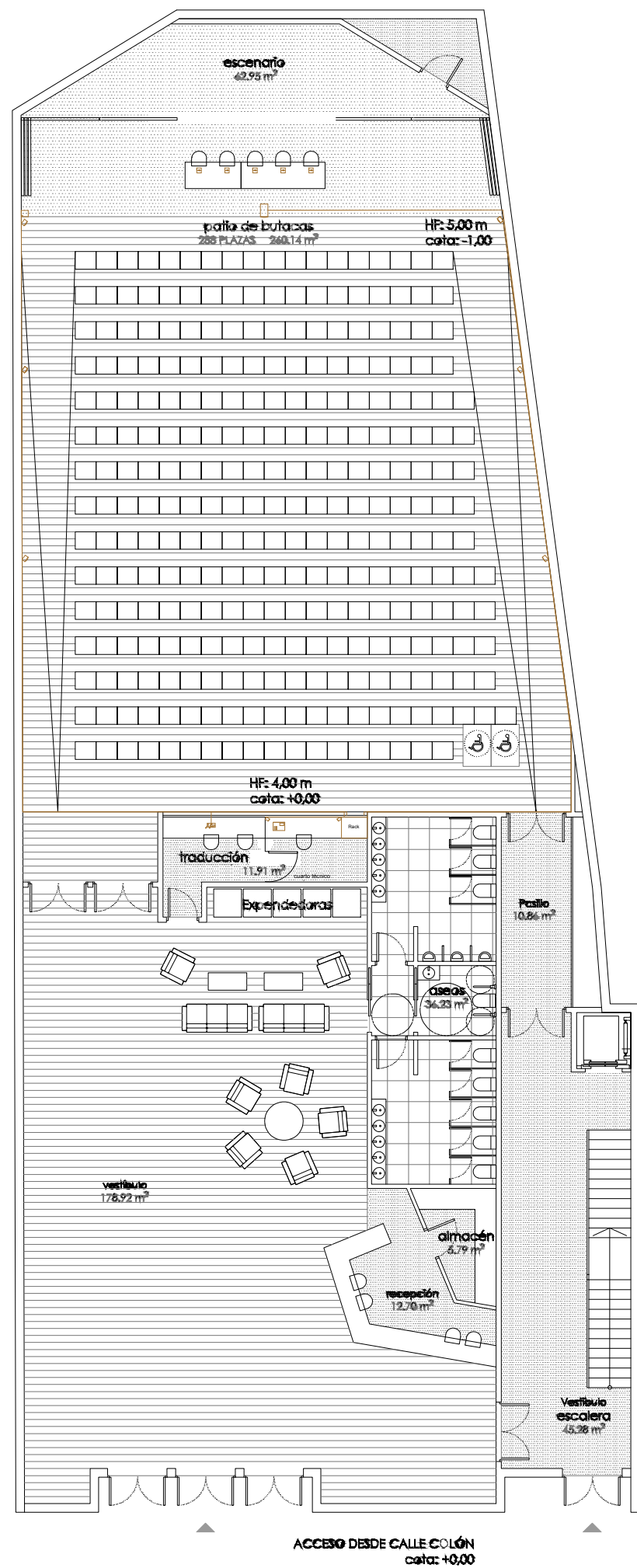
En la Tabla 9 se indican las entradas y salidas de vídeo de la mesa de mezclas AV:

Tabla 9. Conexiones de vídeo de la mesa AV

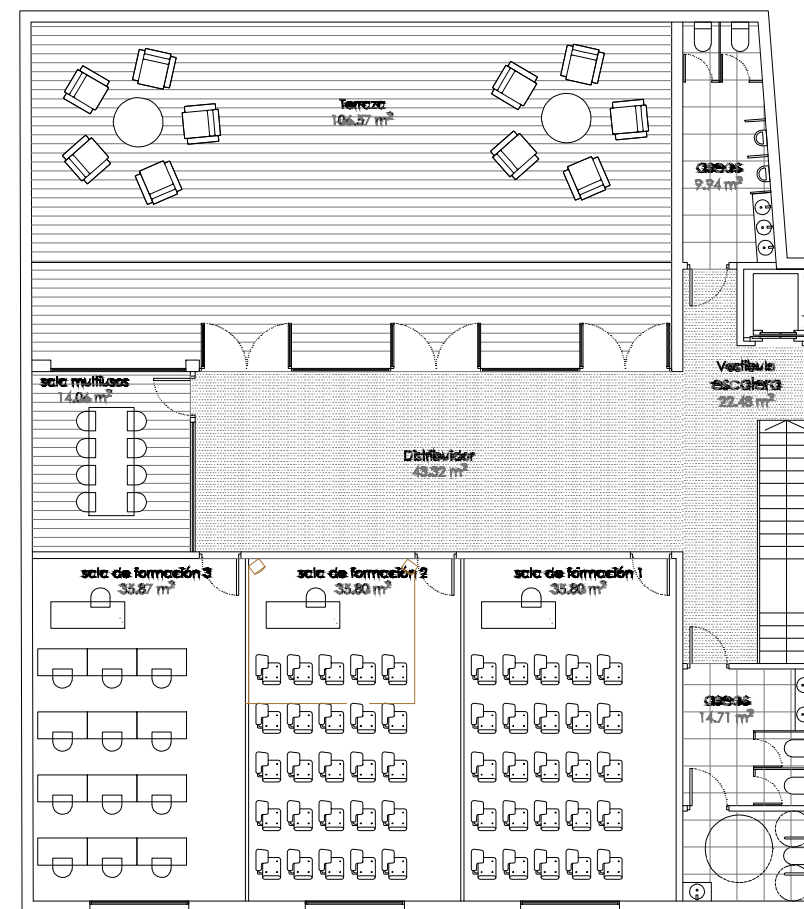
Mesa de mezclas vídeo						
Entrada			Nº	Salida		
Tipo de conector	Ubicación	Procedencia		Tipo de conector	Dirección	Ubicación
BNC			1	HDMI	Matriz de vídeo	Cuarto técnico
BNC			2	HDMI	Capturadora	Cuarto técnico
BNC			3	HDMI	Monitor multiview	Cuarto técnico
BNC			4	BNC		
HDMI	Cuarto técnico	Matriz de vídeo	5	BNC		
HDMI	Cuarto técnico	Matriz de vídeo	6			
HDMI	Cuarto técnico	Matriz de vídeo	7			
HDMI	Cuarto técnico	Matriz de vídeo	8			

4 PLANOS

En este apartado se muestran los planos de audio, vídeo y control de la instalación.



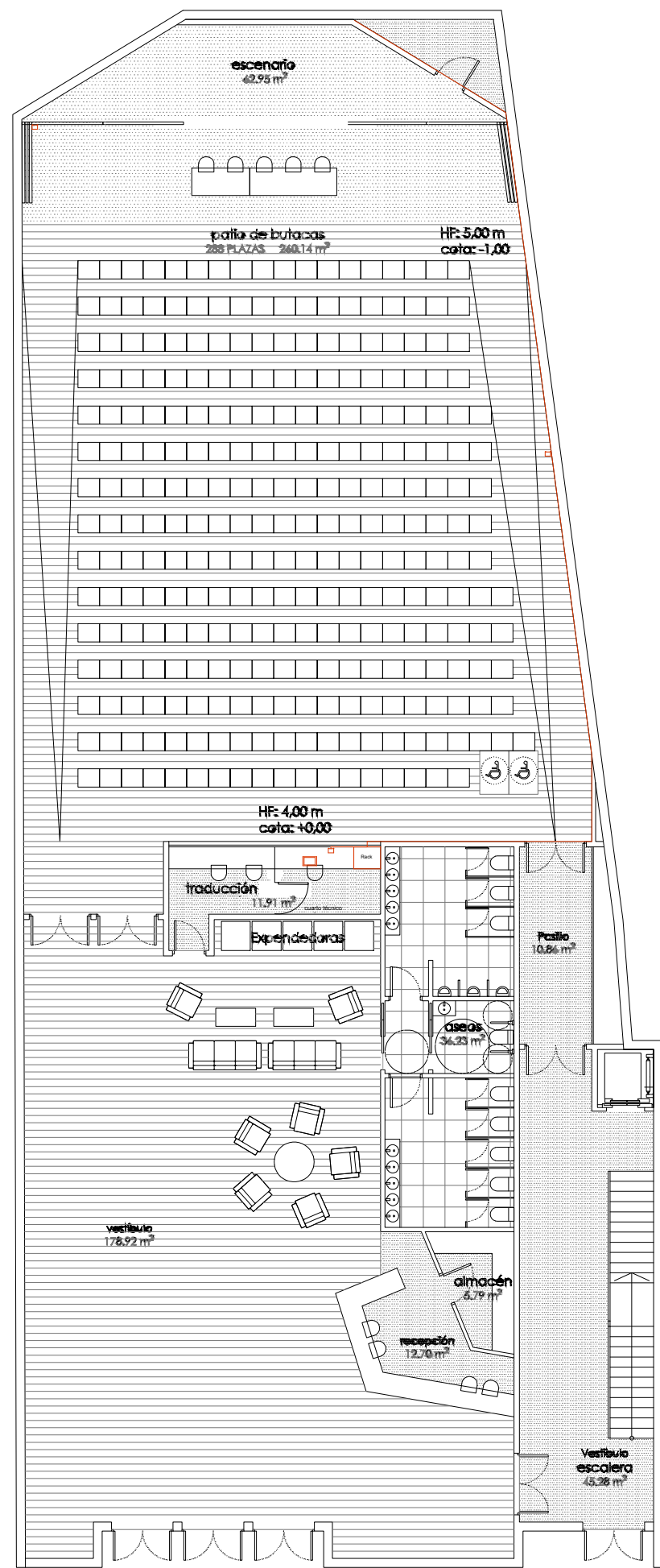
Leyenda	
	Base y micrófono de mesa
	Subwoofer
	Transmisor para auriculares
	Altavoces columna
	Sistema de traducción
	Kit de altavoces de monitorización
	Altavoces de la sala de formación
	Mesa de mezclas AV



PLANTA BAJA

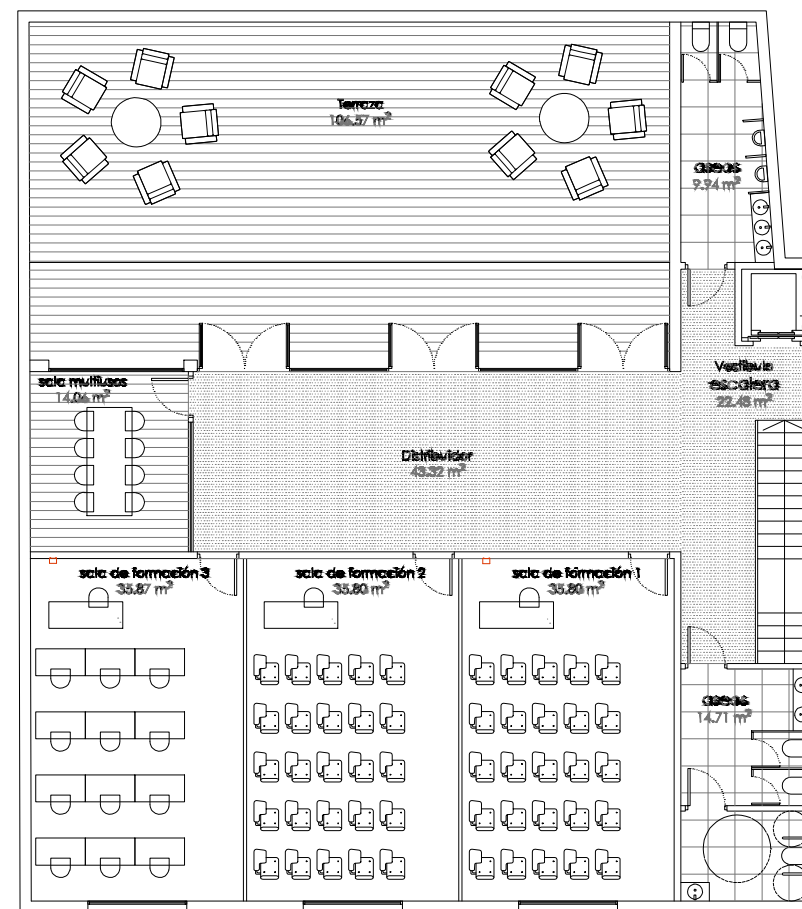
PLANTA PRIMERA

PROYECTO: Trabajo Fin de Máster			
SITUACIÓN: Isla de la Cartuja, Sevilla			
DENOMINACIÓN: Equipamiento AV		AUTOR: Rocío Cortés Dobrito	
LI	ACTUACIÓN	EFECTIVA	
PLANO	OBRA NUEVA		
ESTILO	ESQUEMA	ESCALA	1/17
FECHA	18/04/2017	PLANO	
MODIFICADO			
			E-01



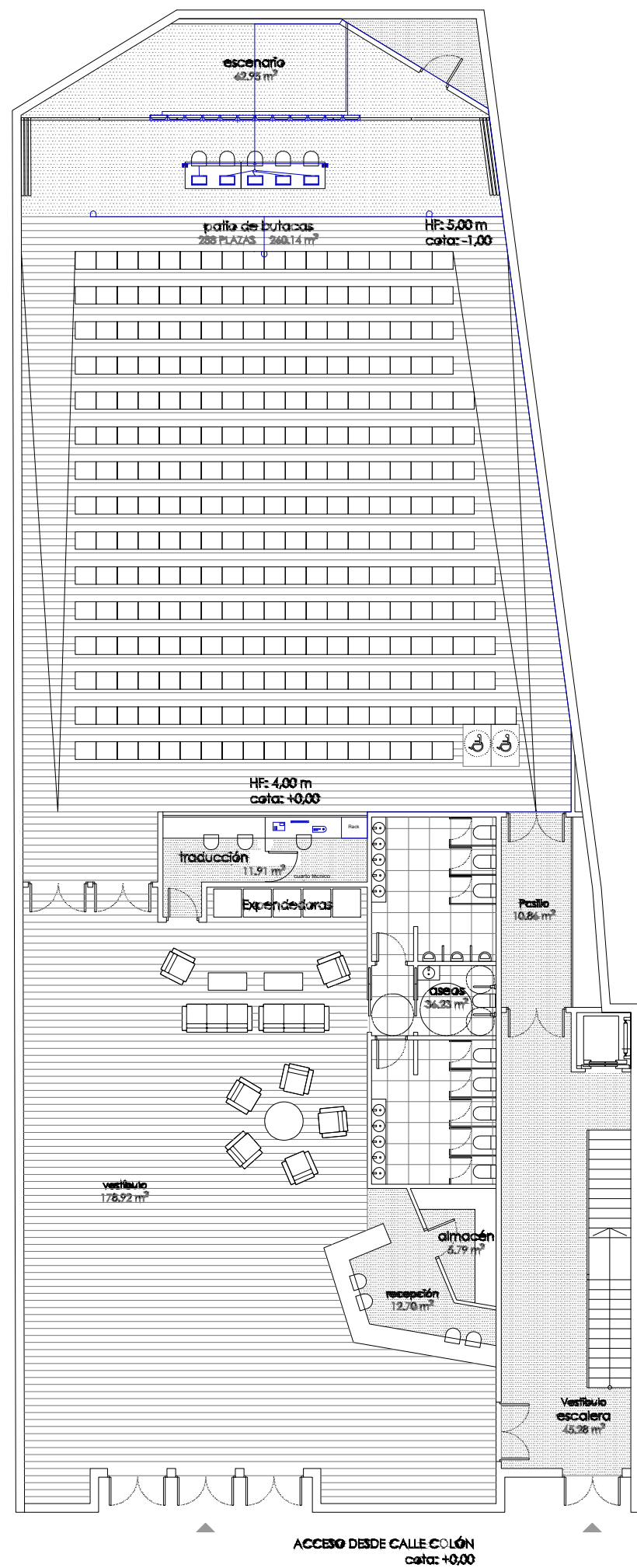
PLANTA BAJA

Leyenda	
	Pórtali de monitorización
	Punto de acceso



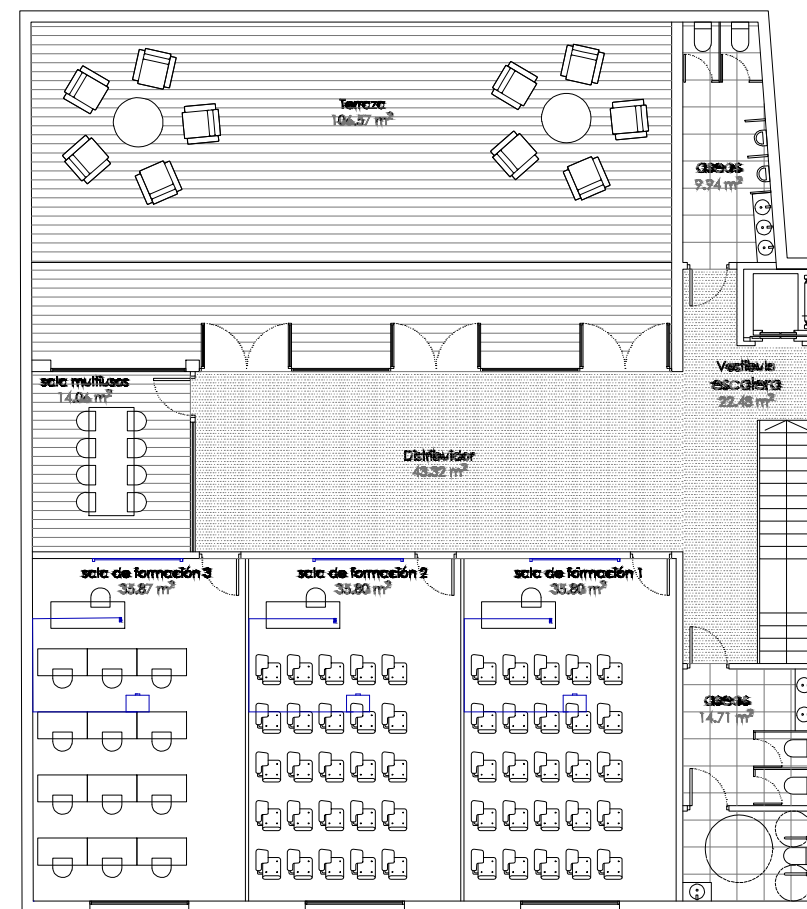
PLANTA PRIMERA

PROYECTO: Trabajo Fin de Máster			
SITUACIÓN: Isla de la Cartuja, Sevilla			
DENOMINACIÓN: Equipamiento AV		AUTOR: Rocío Cortés Dobrito	
LI	ACTUACIÓN	EFECTIVA	
PLANO	OBRA NUEVA		
ESTR.	ESTR.	ESCALA	1/17
FECHA	1.08.18	PLANO	
	MODIFICADO		
			E-01



PLANTA BAJA

Leyenda	
	Cámara PTZ
	Toma de mesa y suelo
	Pantalla de proyección
	Proyector
	Controladora cámara PTZ
	Mesa de mezclas AV
	Monitor 22"
	Monitor abatible monitorizado
	Splitter HDMI 1:2
	Splitter HDMI 2:1
	Pantalla de LED



PLANTA PRIMERA

PROYECTO: Trabajo Fin de Máster			
SITUACIÓN: Isla de la Cartuja, Sevilla			
DENOMINACIÓN: Equipamiento AV		AUTORIA: Rocío Cortés Dobrito	
LI:	ACTUACIÓN:	EFECTIVA:	
PLANO:	OBRA NUEVA:	REPLAZA:	
198.26 m ²	1.084.48 m ²	1.177 PLANO:	
FECHA:	MODIFICADO:		
14/05/2023			

5 PLIEGO DE CONDICIONES

Este apartado sirve de base para la redacción del contrato de ejecución de las obras, en el cual se describen con detalle los trabajos objeto del proyecto, las condiciones que deben reunir los materiales y la ejecución de las obra y las condiciones económicas en que pueden y deben realizarse las mismas.

5.1 Objeto del pliego de condiciones técnicas

Este Pliego de Condiciones Técnicas Generales tiene como objeto definir técnicamente las condiciones constructivas, de suministro y de montaje de los equipos audiovisuales y de las instalaciones asociadas necesarias para poder llevar a término las actividades culturales enumeradas en la definición de usos del Auditorio Cartuja de Sevilla.

También se describen las condiciones técnicas generales que rigen la adjudicación y posterior ejecución del contrato del cual es objeto este proyecto.

Este documento, conjuntamente con los otros documentos, (Memoria, Anexo Planos, Presupuesto y Mediciones), forman la documentación que define el alcance de los trabajos a contratar para la ejecución del proyecto.

5.2 Trabajos incluidos

Se consideran incluidos sin costo adicional para la Propiedad y por lo tanto serán exigidos al Contratista, todos aquellos trabajos no indicados específicamente en los planos o no enumerados en las especificaciones técnicas ni en las mediciones pero que razonablemente se consideren necesarios o como de buena práctica de construcción, de suministro y/o instalación, para el correcto funcionamiento de los equipos objeto de este proyecto. Excepto para lo anteriormente indicado, todos los trabajos serán realizados en estricto cumplimiento de los planos y de las especificaciones.

El Contratista será también responsable de los conceptos siguientes:

- Coordinación de los trabajos de este proyecto con los contratistas de otros suministros.
- Verificación de todas las medidas in situ.
- Inclusión de elementos no indicados en los planos ni recogidos por las especificaciones pero que pertenecen a los trabajos descritos o sean necesarios para la correcta finalización, operatividad e integración de los sistemas.
- La coordinación en materia de Seguridad y salud con otras empresas que pudieran coincidir ejecutando trabajos paralelos.

5.3 Condiciones del suministro

5.3.1 Relativas a los equipos, materiales y medios auxiliares

Los equipos y materiales a emplear para la ejecución del presente proyecto, serán nuevos y de primera calidad. Se respetarán escrupulosamente las calidades de los elementos previstos en el proyecto, para lo cual se definen los modelos de referencia adecuados.

En caso de sustitución de alguno de los equipos en el momento de la instalación este deberá justificarse apropiadamente y demostrar que no supone una degradación de la calidad de la instalación.

5.3.2 Relativas a la instalación eléctrica

Todas las instalaciones eléctricas asociadas a la ejecución del proyecto deberán de ser realizadas de acuerdo a las normas contenidas en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Todas las estructuras y bastidores estarán puestos al mismo potencial de tierra por conexión a la toma general de tierra eléctrica, para lo cual dispondrán de un terminal para conexión a la red citada.

Todo circuito estará protegido en el origen contra los efectos de las sobre intensidades, que debido a sobrecargas o a cortocircuitos, puedan presentarse en este.

5.3.3 Relativas a medidas de seguridad y protección

Se exigirá la conformidad en la aplicación de las normativas indicadas en el proyecto y en el pliego de condiciones y sus interpretaciones por parte de inspectores y autoridades legalmente reconocidas.

Los materiales o trabajos defectuosos o dañados deberán ser reemplazados con anterioridad a la recepción final sin ningún cargo para el Auditorio Cartuja de Sevilla.

5.3.4 Relativas a garantías y mantenimiento

El término de la garantía será, como mínimo de un año, para todos los equipos, materiales y elementos de instalación, suministrados por el contratista de la ejecución del presente proyecto, contado a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

Durante este tiempo, el adjudicatario deberá de reponer cuantos elementos (mecánicos, eléctricos y/o electrónicos), de todos y cada uno de los equipos, elementos y unidades de la contrata, por ellos suministrados y/o ejecutados que presenten irregularidades en su funcionamiento, operación o ejecución, imputables a defectos de fabricación o instalación.

Las operaciones efectuadas en garantía, sobre elementos e instalaciones suministradas, realizadas por el contratista o por los servicios técnicos que él indique, se entenderán totalmente libres de cargo, por cualquier concepto de materiales, mano de obra y desplazamiento del personal encargado de realizarlas.

5.3.5 Normativas de aplicación

Independientemente de las prescripciones expresadas en el resto de documentos del proyecto, se debe también cumplir con cualquier otra reglamentación que sea de obligado cumplimiento siempre que afecte de manera directa o indirecta a la instalación y a su puesta en marcha. Esto también incluye el cumplimiento de toda la normativa exigible en el montaje, funcionamiento o así como en el rendimiento del sistema instalado.

Para el diseño y ejecución de los trabajos se considerarán principalmente entre otras normativas de aplicación las siguientes:

- Real Decreto 1435/1992 y modificaciones posteriores que adapta la directiva 89/392/CEE y modificaciones posteriores, sobre maquinas en la legislación española.
- R.E.B.T., Decreto 842/2002 de 2 de agosto, tanto las normas de carácter general como las prescripciones complementarias.

- Directiva 2004/108/CE sobre la compatibilidad electromagnética transportada a la normativa española por el R.D. 1580/2006 de 22 de diciembre.
- Real Decreto 614/2001, de 5 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente de riesgo eléctrico.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, y modificaciones posteriores por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio y modificaciones posteriores por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Norma UNE 36-522-72 sobre las dimensiones y los términos de sección de los perfiles UPN.
- Norma UNE 36-526-73 sobre las dimensiones y los términos de sección de los perfiles IPE.
- Norma EN-1056-1-2 Sobre angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural.
- Norma BGV C 1 DIN 56950 sobre seguridad en escenarios.
- Norma UNE 13200 Instalaciones para espectadores.

5.4 Condiciones del suministro del equipamiento audiovisual

Todos los equipos audiovisuales se ajustarán escrupulosamente a los materiales definidos en la memoria descriptiva, a las mediciones y al pliego de condiciones técnicas particulares que acompaña este documento.

Los licitantes podrán proponer cambios en los equipos descritos sin que eso represente bajar la calidad de los mismos o sus prestaciones, no se admitirá cambios de equipos que represente una disminución de la calidad o de las prestaciones por razones económicas.

5.5 Alcance del equipamiento audiovisual

En esta sección se indican las prescripciones técnicas particulares que describen las condiciones constructivas específicas para la ejecución del suministro y montaje del equipamiento audiovisual del Auditorio Cartuja.

Estas prescripciones técnicas particulares corresponden a las partidas de:

- Equipamiento de vídeo.
- Equipamiento de audio.
- Equipos de control.

5.5.1 Equipamiento de video

5.5.1.1 Proyector

Marca y modelo: Sony VPL-PHZ10.

Características:

- Lente zoom: 1.28-1.88:1
- Luminosidad máxima: 5000lm
- Entradas: HDMI, VGA, DVI y HDBaseT
- *Chip*: 3LCD
- Peso: 8,7 kg

5.5.1.2 Pantalla LED

Marca y modelo: N/A.

Características:

- Tamaño: 6x3.5 m
- Pitch de 2.976 mm
- Relación de aspecto de 1.71:1.
- Resolución 2019x1176 p
- Brillo de 1200 *nits*
- Ratio de refresco 1920 Hz.
- Mantenimiento: frontal.

5.5.1.3 Cámaras PTZ

Marca y modelo: Sony SRG-300

Características:

- Sensor de imagen: CMOS
- SNR: 50 dB.
- Velocidad de obturador: 1/1 a 1/10.000s
- Control de la exposición: automático, manual, prioridad AE, compensación de exposición, luz.
- Balance de blancos: automático, interior, exterior, automático de pulsación, manual.
- Zoom óptico: 30x.
- Zoom digital: 12x.
- Sistema de enfoque: automático/manual.
- Ángulo de visión horizontal: 65 grados.
- Distancia focal $f=4.3$ mm a 129 mm.
- Ángulo pan: $\pm 170^\circ$.
- Ángulo *tilt*: $-90^\circ/+20^\circ$.

5.5.1.4 Controlador cámaras PTZ

Marca y modelo: Sony RM-IP10.

Características:

- Voltaje de entrada: 12V CC.
- Consumo de corriente: 0,3 A.
- Temperatura de funcionamiento: 0°C a 40°C.
- Dimensiones (An x Al x Prof): 391,3 mm x 165 mm x 145,9 mm.
- Peso: 950g.

5.5.1.5 Monitores de mesa

Marca y modelo: Arthur Holm Dynamic3Reverse.

Características:

- Tamaño: *Full HD* 18.5" TFT *Active Matrix*.
- Resolución: 1920x1080.
- Brillo: 400 cd/m²
- Contraste: 1500:1.
- Tiempo de respuesta: 35 ms.

5.5.1.6 Monitores del cuarto técnico

Marca y modelo: DELL SE2216H.

Características:

- Tamaño: 22".
- Tipo de panel: VA.
- Resolución nativa: *Full HD* (1080p) 1920 x 1080 a 60 Hz.
- Brillo: 250 cd/m².
- Resolución de contraste: 3000:1.
- Entrada: HDMI y VGA.

5.5.1.7 Matriz de vídeo

Marca y modelo: Atlona HDR-H2H-88MA

Características:

- 8×8 HDMI® *matrix switcher*
- 4K/UHD *capability @* 60 Hz with 4:4:4 chroma sampling, plus support for HDR formats
- HDCP 2.2 *compliant*
- Independent CEC display control to each output
- HDMI audio de-embedding for each input
- TCP/IP, RS-232, and IR control

5.5.1.8 Mesa de mezclas AV

Marca y modelo: Roland VR-50

Características:

- Conmutador multiformato con 12 entradas, 4 canales de vídeo más un canal fijo
- Admite entradas de vídeo 3G/HD/SD SDI, HDMI, RGB/componentes y compuesta hasta 1080p (3G SDI)
- Incrustación y desincrustación de audio con ajustes *Delay*
- Mezclador de audio digital de 12 canales con conectores XLR, TRS y RCA, además de audio desde las entradas SDI y HDMI
- Composición a 4 capas de: PinP, PinP/KEY y STILL
- Monitor táctil de vista previa integrado (7 pulgadas a color LCD; 800 x 480 puntos)
- Salida *Multiview* externa por HDMI

- Compatibilidad con HDCP
- Salida USB 3.0 de audio/vídeo para transmisión web y grabación hasta 1080p (sin compresión)

5.5.1.9 Escaladora

Marca y modelo: RGLINK X1 PRO.

Características:

- Soporte de entrada 4K en DP, HDMI y DVI.
- Formatos estándar de entrada 2K.
- Escala y cambia sin problemas entre las entradas de 2K y 4K.
- Salida a cualquier formato 2K o 4K.
- Gestión de EDID a bordo.
- Cumple con el HDCP 2.0.
- *DisplayPort* 1.1a con MST.
- Resolución de salida personalizada.
- Diseño modular.
- Opciones de expansión.

5.5.1.10 Controladora

Marca y modelo: NOVA MCTRL300

Características:

- Resolución de entrada: 1280 × 1024, 1024 × 1200, 1600 × 848, 1920 × 712 o 2048 × 668 (el ancho y la altura pueden ser personalizables)
- Capacidad: 1,3 millones de píxeles
- Voltaje de alimentación: ac-100-240v-50/60hz
- Método de control: interfaz USB.
- Interfaz de video: DVI.
- Interfaz de audio: 3.5mm
- Formato vídeo: RGB.
- Interfaz de salida: 2 puertos *ethernet*.

5.5.1.11 Kits Rx/Tx HDBaseT – HDMI

Marca y modelo: Atlona

Características:

- Capacidad 4K/UHD a 60 Hz con submuestreo cromático 4:2:0 conforme a HDCP 2.2
- Soporta 4K HDR10 a 24 Hz (submuestreo de croma 4:2:0, color de 10 bits)
- Kit de extensión HDBaseTTM para HDMI hasta 70 metros (230 pies)
- Audio multicanal compatible con todos los formatos PCM, Dolby y DTS.

5.5.1.12 Blu-ray

Marca y modelo: Sony BDP-S3700

Características:

- Interfaz: Salida HDMI 1 (posterior), salida de audio coaxial 1 (posterior), entrada USB 1 (frontal), conexión *Ethernet* 1 (posterior).
- Consumo de energía: 9,2W
- Red: WiFi 2,4 GHz
- Resolución de salida: 480i/480p/720p/1080i/1080p (60 Hz).

5.5.1.13 Capturadora

Marca y modelo: Matrox Monarch HD.

Características:

- Entradas de vídeo: 1920x1080, 1280x720, 1920x1080i
- Intervalos de tasas de *bits*:
 - Grabación 100kbps a 30 Mbps
 - *Streaming*: 100kbps a 20kbps
- Dos salidas USB 2.0
- Ranura para tarjeta SD y SDHC.

5.5.2 Equipamiento de audio

5.5.2.1 Altavoces de las salas de formación

Marca y modelo: JBL 306P MKII

Características:

- Altavoces autobiamplificado de dos vías
- 56W LF.
- 56W HF.
- *Woofers* 6.5".
- *Tweeter* 1".
- Cobertura 120x90.
- Respuesta en frecuencia 47 a 20kHz.
- SPL 110 dB.

5.5.2.2 Micrófono de mesa

Marca y modelo: SHURE GM5923.

Características:

- Patrón de recepción: cardiode.
- Respuesta en frecuencia: 30 Hz – 18 kHz.
- Sensibilidad: -52 +/-3 dB.
- SNR >60 dBA.

5.5.2.3 Peana para micrófono

Marca y modelo: SHURE DC 5980

Características:

- Respuesta en frecuencia para la salida de los auriculares: 65 Hz a 16kHz
- Respuesta del altavoz: 150 Hz a 15 Hz
- Consumo: 1,W
- SNR: 90dBA
- Entrada para micrófono: XLR
- Salida: 2x RJ45 hembra y *jack* 3,5mm hembra estéreo para auriculares.

5.5.2.4 Sistema de intérprete

Marca y modelo: SHURE IS 6132P

Características:

- Transmisión de audio totalmente digital.
- Topología de montaje en cascada con conexiones en bucle con la entrada, o topología de estrella usando cajas de conexión.
- Conexión a redes DCS-LAN mediante el uso de cable Cat5e (o superior) F/UTP o U/FTP.
- Máximo de 128 cabinas por sistema.
- Hasta 31 canales de idiomas.
- Dos canales de salida (A+B) con interbloqueo.
- Modo seleccionable de canal B (todos los canales, 1 canal, ningún canal).
- Cuatro idiomas *pivot* + el sonido de sala.
- Varios modos de interbloqueo (A interrumpe a A, A interrumpe a B, A interrumpe a A+B).
- Botón iluminado de encendido/apagado del micrófono.
- Modo de funcionamiento con pitidos para los intérpretes ciegos.
- Modo de funcionamiento para distribuir la señal de sala cuando no hay traducción.
- Controles de volumen y tono.
- Botón de “hablando demasiado rápido”.
- Pantalla LCD retroiluminada de 4 × 24.
- Indicación luminosa en los botones.
- Entrada XLR para micrófono de tipo flexo.
- Gran botón para cancelar el sonido, como al *toser*.
- Conexión para micrófono de diadema.
- Conexión para el altavoz.

5.5.2.5 Altavoz tipo columna

Marca y modelo: JBL CBT 100LA-LS

Características:

- Rango de frecuencia: 120 Hz – 20KHz
- Potencia a impedancia 8 ohm: 200W
- Cobertura:
 - Vertical:
 - *Narrow Mode*: 15° (2 kHz - 16 kHz) ($\pm 10^\circ$)
 - *Broad Mode*: 40° (1 kHz - 16 kHz) ($\pm 10^\circ$)
 - Horizontal: 150° (ave, 1 kHz – 4 kHz, $\pm 20^\circ$)
- 70V/100V *Transformer Taps*: 120W, 60W, 30W, (15W a 70V *only*)
- Percepción (2.83V@ 1m):
 - *Narrow*:
 - Discurso: 96 dB (2 kHz - 14 kHz).
 - Música: 93 dB (300 Hz - 18 kHz).
 - *Broad*:
 - Discurso 93 dB (2 kHz - 14 kHz).
 - Música 90 dB (300 Hz - 18 kHz).

5.5.2.6 Etapa de potencia

Marca y modelo: Crown DCi 8|600

Características:

- Respuesta en frecuencia a una impedancia de 8 Ohms: 20Hz – 20kHz.
- SNR > 10dB.
- THD: 0,35%.
- Ganancia de voltaje 34dB.
- Máximo nivel de entrada antes de la compresión +20dBu.
- Impedancia local en el modo dual: 70Vrms.
- Impedancia local en el modo *bridge*: 140Vrms.

5.5.2.7 Subwoofer

Marca y modelo: JBL JB ASB6112

Características:

- Rango de frecuencia (-10dB): 35Hz – 1KHz
- Rango de frecuencia (+-3dB): 43 Hz – 1KHz
- Impedancia nominal: 8 Ohms.
- Potencia de entrada: 1000W
- Máximo SLP: 40Hz – 300Hz

5.5.2.8 Splitter de prensa

Marca y modelo: Pinanson Splitter de prensa en formato maletín.

Características:

- Salidas aisladas por transformador.
- 12 salidas XLR.
- Transformador Lundahl.
- Emplazamiento portátil.
- Formato maletín.

5.5.2.9 Altavoces de monitorización

Marca y modelo: JBL C2PS

Características:

- *Woofers* de 5,25".
- *Tweeter* de 0,75".
- Potencia requerida: 35W.
- Salida auricular y Salida amplificada 35W para pareja estéreo por Jack mono 6,35mm.
- Máximo SPL (pareja) 115dB.
- Respuesta en frecuencia de 80 Hz a 20 KHz.
- Conexiones estéreo RCA y XLR combo Jack Neutrik.
- Control de volumen y ajuste de agudos.
- Dimensiones: 235x159x143 mm. Peso (pareja): 4,8 Kg. (P)

5.5.2.10 Matriz de audio

Marca y modelo: SOUNDWEB BSS BLU100.

Características:

- 12 entradas analógicas (con 48v de energía fantasma por canal).
- 8 Salidas analógicas.
- 48 canales, baja latencia, bus de audio digital tolerante a fallos.
- Indicación clara del panel frontal LED.
- Funcionalidad de localización bidireccional.
- 12 entradas de control y 6 salidas lógicas para la integración de la GPIO.
- Kit de interfaz Soundweb London para la integración de sistemas de control de terceros (Documentación).
- Dispositivo HiQnet.
- Configuración, Control y Monitoreo de HiQnet London Architect.

5.5.2.11 Expansor de las salidas de la matriz de audio

Marca y modelo: BSS BLU-BOB2.

Características:

- 8 salidas de audio analógicas
- Interruptores DIP para la selección del rango de canales
- 256 canales, baja latencia, bus de audio digital tolerante a fallos

- Indicación clara del panel frontal LED
- 12VDC de energía externa incluida
- Conectores del bloque de terminales para la conexión de energía
- Chasis de 19" 1RU

5.5.3 Equipamiento de control

5.5.3.1 Controladora

Marca y modelo: Crestron CP3

Características:

- Memoria SDRAM: 512 MB
- Memoria *flash*: 4GB
- *Memory Card*: soporta tarjetas SD y SDHC hasta 32 GB
- Almacenamiento externo: soporta almacenamiento USB de hasta 1TB.

5.5.3.2 Switch

Marca y modelo: TP-LINK TL-SG1048

Características:

- Estándares y protocolos: IEEE 802.3i, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3x.
- Interfaz: 48 puertos RJ48 a 10/100/1000 Mbps.
- Medios de red: 10Base-T: UTP categoría 3, 4, 5.
- Fuente de alimentación: 100-2014V AC, 50/60Hz.
- Dimensiones: 440x360x44mm.
- Montaje en *rack*: sí.
- Consumo máximo de potencia: 32,9W.
- Capacidad de conmutación 96 Gbps.

5.5.3.3 Tablet

Marca y modelo: Lenovo IDEAPAD D330.

Características:

- Procesador
 - Intel® Pentium® Silver
- Sistema operativo
 - Windows 10 Home
- Memoria: DDR4L de 4 GB
- Tarjeta gráfica integrada Intel®
- Pantalla HD de 25,65 cm (10,1”) y resolución 1280 × 800, pantalla táctil
- Batería: Hasta 13 horas
- Dimensiones *tablet*: 249 mm x 178 mm x 9,5 mm

- Peso *tablet*: A partir de 594 g
- Conectividad:
 - 4G LTE con GPS
 - 802.11 a/c 2x2 y Bluetooth® 4.0
- Puertos
 - USB-C con función PD
 - USB 2.0 (en la estación de acoplamiento)
 - Micro SD (opcional)
 - Nano SIM (opcional)
 - Audio combinado

5.5.3.4 Ordenador

Marca y modelo: HP 250 G6.

Características:

- Procesador Intel Corte i5
- Memoria RAM: 4 GB
- Disco duro SSD: 256 GB
- Grabadora DVD
- Monitor 15.6" HD
- Tarjeta gráfica Radeon R5 M430 /HD Graphics 620.
- Conexión Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac dual band

5.5.3.5 Puntos de acceso

Marca y modelo: D-Link Wireless N300.

Características:

- Tecnología N300
- Velocidad *ethernet* 10/100.
- Dispone de red de invitados: Sí
- Dimensiones: 147,5 x 113 x 31.5 mm.
- Banda: *single band*.

6 MEDICIONES

En este apartado se incluye un listado del equipamiento audiovisual del que consta el proyecto y una descripción técnica del mismo.

SALÓN DE ACTOS		UNIDADES
EQUIPAMIENTO DE VÍDEO		
1.1	PANTALLA LED 6x3.5m Pantalla de LED de dimensiones 6000x3500mm, relación de aspecto 1,71:1, resolución 2016x1176p, brillo: 1200nits, ratio de refresco 1920Hz. Mantenimiento frontal. Incluye controladora Novastar MTRLC300 y escaladora RGBLINK X1 PRO. Se realizará la configuración de estos equipos. La instalación y montaje va incluido en el precio.	1
1.2	MONITORES ESCRITORIO Monitor Dynamic3Reverse. Monitor profesional de 18,5" panorámico FULL HD, abatible eléctricamente, con un único mecanismo que ofrece posiciones de trabajo en vertical y horizontal. Su ángulo de inclinación se puede ajustaren cualquier punto, desde integrado horizontalmente en mesa hasta 90° y puede ser memorizado. La parte trasera puede ser forrada para que quede perfectamente integrada con el acabado de la mesa. Tiene entradas DVI-I y DVI-D con compatibilidad HDCP. Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.	5
1.3	DISTRIBUIDOR 1:4 AT-RON-444 4K HDR distribuidor HDMI con cuatro salidas. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	1
1.4	CÁMARA PTZ Cámara de escritorio PTZ en color con montaje de sobremesa o en techo para aplicaciones empresariales, educativas y de telemedicina con zoom óptico de 30x y alta frecuencia de cuadro de 60 fps. Sony SRG-300h. Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.	3
1.5	CONTROLADOR CÁMARA PTZ El panel de control remoto RM-IP10 permite manejar un total de 112 cámaras BRC a través de una red IP o 7 cámaras a través de una red tradicional con control VISCA. Hasta 5 paneles de control remoto pueden compartir el control del sistema. Se realizará el suministro y configuración de este equipo.	1
1.6	REPRODUCTOR BLU-RAY Reproductor de bluray Sony BDP-S3700. Reproduce DVD, Blu ray. Se realizará el suministro de este equipo.	1
1.7	MEZCLADORA AV MULTIFORMATO Roland VR50HD 4 Channel HD-SDI/HDMI AV Switcher w. USB3 streaming output. Procesador de vídeo 4:4:4 (RGB), 10-bit, 4:2:2 (Y/Pb/Pr), 10-bit.	1

Entradas de vídeo: 3G/HD/SD-SDI: BNC type x 4 (INPUT 1--4); analog RGB/HD-Component: Mini D- sub 15-pin type x 2 (INPUT 1--2); analog Video (SD): Composite (BNC type) x 2 (INPUT 1--2).

Salidas de vídeo: 3G/HD/SD-SDI: BNC type x 2 (PGM OUT, AUX OUT); Mini D-sub 15-pin type x 2 (PGM OUT, AUX OUT)

Procesador de audio: tasa de muestreo: 24-bit/48 kHz

Entradas de audio: AUDIO IN (1 to 4) jacks (XLR/TRS combo type); AUDIO IN (5 to 8) jacks (RCA phono type); AUDIO IN (9 to 12) jacks (TRS type)

Salidas de audio: AUDIO OUT L,R jacks (XLR-3-32 type); AUDIO OUT L,R jacks (RCA phono type); PHONES jack (Stereo 1/4-inch phone type) (headphones); PHONES jack (Stereo miniature type) (headphones).

Se realizará el suministro y configuración de este equipo.

- 1.8 **MATRIZ HDMI** 1
 Atlona 4K/UHD HDR 8x8 HDMI Matrix Switcher. Atlona HDR-H2H-88MA
 - 4K/UHD capability @ 60 Hz with 4:4:4 chroma sampling, plus support for HDR formats.
 - HDCP 2.2 compliant.
 - Independent CEC display control to each output.
 - HDMI audio de-embedding for each input.
 - TCP/IP, RS-232, and IR control.
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.
- 1.9 **KIT TX/RX HDMI to HDBASET** 6
 Kit transmisor y receptor serie HDR 4K/UHD @60 4:2:0, HDCP 2.2, HDR10, audio PCM, Dolby® y DTS®. HDBaseT de 70mts. Alimentación local en ambos transmisor y receptor. ATLONA AT-UHD-EX-70-2PS.
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.
- 1.10 **MONITOR CUARTO TÉCNICO** 2
 DELL SE2216H. Monitor LCD con retroiluminación LED - 22"
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.
- 1.11 **CAPTURADORA** 1
 Capturadora Matrox Monarch HD. Entrada de video HDMI progresiva 1920x1080; 1280x720 y entrelaza a 1920x1080i con detección automática.
 Salida de vídeo HDMI: transferencia de la señal de entrada de video. Retardo de 1 cuadro desde la entrada a la salida.
 Entrada de audio: procesa los dos primeros canales de audio integrado en la señal de entrada HDMI. Entrada de audio estéreo analógico no balanceado mediante un conector de 1/8" (3,5 mm); nivel de línea.
 Salida de audio: transferencia de todos los canales de audio integrado en la señal HDMI; salida de audio estéreo analógico no balanceado mediante un conector de 1/8" (3,5 mm)
 - transferencia de entrada; nivel de línea.
 Codificador de vídeo H.264/MPEG-4 Parte 10 (AVC) Codificador de audio MPEG-4 AAC.
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.
- 1.12 **CAJA DE CONEXIONES ESCENARIO** 4
 HDMI
 SCHUKO
 USB alimentación
 RJ45
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.
- 1.13 **CONMUTADOR 2:1 HDMI** 1

EXTRON SW2 HD 4K. Conmutador HDMI de dos entradas para un único dispositivo de salida. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.

EQUIPAMIENTO DE AUDIO

- 1.14 **MICRÓFONO DE CUELLO DE CISNE SHURE GM5923** 5
 Micrófono de flexo con anillo rojo de 40 cm de largo. Conexión XLR3. Color negro. Para unidades DC5980P con base XLR. Inmune RF.
 Se realizará el suministro y configuración de estos equipos.
- 1.15 **BASE DE CONFERENCIANTE DIS DC 5980 P** 5
 Unidad de Conferencias estándar configurable como Delegado, Presidente o Interprete. Altavoz integrado; 1 Salida de auricular audio Base o hasta 2 idiomas. Micrófono removible con conexión XLR con bloqueo de seguridad. Pulsadores para Silencio/Hablar, control de volumen, seleccion idioma. Conexión RJ45 Entrada/Salida CAT 5e o superior F/UTP o U/FTP.
 Se realizará el suministro y configuración de estos equipos.
- 1.16 **CENTRAL DE CONFERENCIAS DIS CCU-E** 1
 Unidad de control central digital para sistemas 5900 y 6000. En modo estándar DDS 5900, alimenta hasta hasta 60 micrófonos y soporta hasta 250 unidades. También soporta 2 idiomas y 32 interpretes. Con licencia FL6000,(opcional no incluida) puede ser utilizada con sistemas DCS 6000, soportando hasta 250 participantes y 4 idiomas. Con opciones adicionales, puede soportar hasta 3800 participantes, 200 interpretes y 31 idiomas. Dispone de 8 salidas analógicas (interprete o grupo) y 2 entradas de audio analógicas. Ampliación por licencia hasta 3800 unidades de conferencias, Votación y Vox. Conexión ethernet con navegador web integrado para ajustes y configuración del sistema. Gestión via SW 6000 y (AMX, Crestron etc.) 2U 19".
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.
- 1.17 **SISTEMA DE MICROFONÍA INALÁMBRICA DE MANO** 2
 Sistema compuesto de un receptor Single QLXD4E, más un transmisor de mano QLXD2 con cápsula BETA58. Banda de frecuencias: H51 534-598 MHz
 Se realizará el suministro y configuración de estos equipos.
- 1.18 **PROCESADOR DE AUDIO 12X16** 1
 Procesador Matriz SOUNDWEB BS BLU100 12X, con bus BLULink limitado a los canales 1 a 48 y 1 solo DSP. Configuración fija de 12 Entradas Micro/Línea y 8 Salidas de Línea control por Ethernet. Puertos RS-232. Posibilidad de Incluye expansor 8 salidas Blu-Link.
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.
- 1.19 **ALTAVOCES ARRAY PASIVOS** 6
 JBL CBT100LA-1 Columna de 100cm full range de 16 altavoces de 2" de cobertura Constante y protección SonicGuard. Rejilla de aluminio, tornillería acero inoxidable IP54 para instalación indoor/outdoor. Soporte con ajuste horizontal y vertical incluido y 18 puntos anclaje trasero M6.
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.
- 1.20 **CAJA DE GRAVES** 1
 JBL JB ASB6112 Caja de graves con 1 woofer 2263H Differential Drive de 12". Potencia 100 horas: 700W, a 8Ohm. Máximo SPL 132 dB. Respuesta en frecuencia de 35 Hz a 1 kHz. Con 16 puntos de anclaje de M10. Acabado en duraFlex Dimensiones: 406x369x483 mm. Peso: 16,3 kg. Color negro.
 Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.

1.21	ETAPA DE POTENCIA CROWN CW XT11002 Etapa de potencia con DSP de 2x275W a 8Ohm, 2x500W a 4Ohm, 2x700W a 2Ohm y 1000W Bridge a 8Ohm, 1400W Bridge a 4Ohm. Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.	3
1.22	SPLITTER DE PRENSA Splitter de prensa 12 salidas SPP I:1H/1M Maletín mini. Se realizará el suministro y configuración de estos equipos.	1
1.23	ALTAVOCES DE MONITORIZACIÓN JBL C2PS Kit estéreo de Monitor de referencia auto amplificado y caja pasiva de 2 vías, woofer de 5,25", tweeter de 0,75". Se realizará el suministro, montaje y configuración de estos equipos.	1
1.24	CAJA DE CONEXIONES CAJA DE PARED - XLR - SCHUKO Se realizará el suministro y montaje de estos equipos.	2

SISTEMA DE TRADUCCIÓN

1.25	KIT DE INTERPRETACIÓN Unidad portátil de intérprete que ofrece 4 idiomas pivot, 2 canales de salida, 32 canales de idioma, varios modos de interbloqueo. Topología en cadena con conexiones de salida en bucle con la entrada usando cajas de conexión y modo de funcionamiento con pitidos para los intérpretes ciegos. SHURE I S 6132P. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	1
1.26	KIT TRASMISOR + RX CON AURICULARES IN EAR Sistema de transmisión PSM300 con petaca receptora P3R Se realizará el suministro y configuración de este equipo.	1
1.27	PETACAS RECEPTORAS + AURICULARES IN EAR Receptor inalámbrico de petaca con la claridad de audio del procesado digital de 24 bits y un alcance de 90 metros. P3R para PSM@300 + auriculares SE112-GR. Se realizará el suministro y configuración de estos equipos.	9

SALAS DE FORMACIÓN

UNIDADES

SALA DE FORMACIÓN 1

2.1	PROYECTOR Proyector sony VPL-PHZ10. Resolución WUXGA, luminosidad 5000lm, entrada HDMI, HDBaseT. Lente 1.28-1.88:1. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	1
-----	---	---

- 2.2 **SOPORTE PROYECTOR** 1
 Soporte de proyector a techo VOGEL'S. Placa inclinable para techo PUC 1035 + Tubo 80 cm PUC 2108+ agarre de techo plata PPC 1500.
 Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- 2.3 **PANTALLA ELÉCTRICA ENROLLABLE** 1
 Pantalla de proyección eléctrica con una excelente relación calidad/ precio. Tamaño 2x2m. Su carcasa de acero pintada en blanco y tapas blancas, para instalar en techo o pared. Bordes negros laterales. CIMA screen CLIP200.
 Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- 2.4 **CAJA DE CONEXIÓN MESA** 1
 Caja de conexión:
 - HDMI
 - SCHUKO
 - USB alimentación
 - RJ45
 Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- SALA DE FORMACIÓN 2**
- 2.5 **PROYECTOR** 1
 Proyector sony VPL-PHZ10. Resolución WUXGA, luminosidad 5000lm, entrada HDMI, HDBaseT. Lente 1.28-1.88:1. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.
- 2.6 **SOPORTE PROYECTOR** 1
 Soporte de proyector a techo VOGEL'S. PUC 1035 Placa inclinable para techo + PUC 2108 Tubo 80 cm + PPC 1500 Proyector de techo plata.
 Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- 2.7 **PANTALLA ELÉCTRICA ENROLLABLE** 1
 Pantalla de proyección eléctrica con una excelente relación calidad/ precio. Tamaño 2x2m. Su carcasa de acero pintada en blanco y tapas blancas, para instalar en techo o pared. Bordes negros laterales. CIMA screen CLIP200.
 Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- 2.7 **CAJA DE CONEXIÓN MESA** 1
 Caja de conexión:
 - HDMI
 - SCHUKO
 - USB alimentación
 - RJ45
 Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- 2.8 **KIT ALTAVOCES SATÉLITE AUTOAMPLIFICADOS** 1
 Monitor de estudio auto-bi-amplificado de 2 vías de 56W LF, 56W HF, componentes blindados magnéticamente; woofer de 6.5" y tweeter de 1" con guía ondas con control de imagen mejorada. Cobertura 120 x 90. Respuesta en frecuencia 47 Hz a 20 kHz. Máximo SPL 110 dB. Entradas analógicas XLR y Jack. Conmutador de optimización de respuesta en graves @50Hz y optimización de respuesta en agudos de 3 posiciones. Dimensiones: 361x224x282 mm. Peso 6.1Kgr. JBL 306K MKII.
 Se realizará el suministro y montaje de este equipo.

SALA DE FORMACIÓN 3

- 2.9 **PROYECTOR** 1
Proyector sony VPL-PHZ10. Resolución WUXGA, luminosidad 5000lm, entrada HDMI, HDBaseT. Lente 1.28-1.88:1.
Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.
- 2.10 **SOPORTE PROYECTOR** 1
Soporte de proyector a techo VOGEL'S. PUC 1035 Placa inclinable para techo + PUC 2108 Tubo 80 cm + PPC 1500 Proyector de techo plata.
Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- 2.11 **PANTALLA ELÉCTRICA ENROLLABLE** 1
Pantalla de proyección eléctrica con una excelente relación calidad/ precio. Tamaño 2x2m. Su carcasa de acero pintada en blanco y tapas blancas, para instalar en techo o pared. Bordes negros laterales. CIMA screen CLIP200.
Se realizará el suministro y montaje de este equipo.
- 2.12 **CAJA DE CONEXIÓN MESA** 1
Caja de conexión:
- HDMI
- SCHUKO
- USB alimentación
- RJ45
Se realizará el suministro y montaje de este equipo.

SISTEMA DE CONTROL		UNIDADES
SISTEMA DE CONTROL		
3.1	CRESTRON CP3 Procesador de control CRESTRON CP3. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	1
3.2	SWITCH PARA CONTROL 48 PUERTOS TP-LINK TL-SG1048 Switch con 48 Puertos Gigabit. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	1
3.3	TABLET LENOVO IDEAPAD D330 Tablet LENOVO IDEAPAD D330, Sistema operativo : Windows 10, RAM : 4 GB, Almacenamiento : 64 GB. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	1
3.4	ORDENADOR PORTÁTIL HP 250 G6 Procesador Intel Core i5 7200U/2.5 GHz. 4 GB RAM. 256 GB SSD. Grabadora de DVD. Monitor 15.6" TN 1366 x 768 (HD). Tarjeta gráfica Radeon R5 M430 / HD Graphics 620. Wi-Fi y Bluetooth. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	1
3.5	PUNTO DE ACCESO WIFI D-Link Wireless N300 Access point. Se realizará el suministro, montaje y configuración de este equipo.	5
3.6	RACK 32 U + ACCESORIOS Armarío Rack puerta delantera de cristal y trasera metálica + set de bandejas + 2 cajones de 2U. Se realizará el suministro y montaje de este equipo.	1
INSTALACIÓN Y EQUIPAMIENTO AUXILIAR		
3.7	CABLEADO DE LA INSTALACIÓN Cableado HDMI + cableado de audio balanceado + cable CAT5e	1
3.8	MESA DE CONFERENCIAS Mesa de conferencias de cinco puestos. Se realizará el suministro y montaje de este equipo.	1

7 PRESUPUESTO

En este capítulo se incluye el presupuesto por capítulos del proyecto, así como el presupuesto desglosado por cada uno de los ítems a instalar. El margen industrial establecido es del 15%.

Tabla 10. Resumen del presupuesto

Trabajo fin de Máster
Rocío Cortés Dobrito
Instalación Audiovisual: presupuesto



1 SALÓN DE ACTOS	126.279,20€
SALÓN DE ACTOS + IVA	152.797,83 €
2 SALAS DE FORMACIÓN	11.017,00€
SALAS DE FORMACIÓN + IVA	3.330,57 €
3 SISTEMA DE CONTROL	3.919,83 €
SISTEMA DE CONTROL + IVA	4.743,00 €
4 INSTALACIÓN Y EQUIPAMIENTO AUXILIAR	12.226,20 €
INSTALACIÓN + IVA	14.842,10 €
<hr/>	
TOTAL	153.482,23 €
21% IVA	32.231,27 €
TOTAL + IVA	185.713,50 €

Margen industrial 15%

EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	Precio
SALÓN DE ACTOS				126.279,20 €
SALÓN DE ACTOS + IVA				152.797,83 €
EQUIPAMIENTO DE VÍDEO				
1.1 PANTALLA LED 6x3.5m Pantalla de LED de dimensiones 6000x3500mm, relación de aspecto 1,71:1, resolución 2016x1176p, brillo: 1200nits, ratio de refresco 1920Hz. Mantenimiento frontal. Incluye controladora Novastar MTRLC300 y escaladora RGBLINK X1 PRO.	1	45.425,00 €	45.425,00 €	
1.2 MONITORES ESCRITORIO Monitor Dynamic3Reverse. Monitor profesional de 18,5" panorámico FULL HD, abatible eléctricamente, con un único mecanismo que ofrece posiciones de trabajo en vertical y horizontal. Su ángulo de inclinación se puede ajustar en cualquier punto, desde integrado horizontalmente en mesa hasta 90° y puede ser memorizado. La parte trasera puede ser forrada para que quede perfectamente integrada con el acabado de la mesa. Tiene entradas DVI-I y DVI-D con compatibilidad HDCP.	5	5.175,00 €	25.875,00 €	
1.3 DISTRIBUIDOR 1:4 Atlona 1:4 AT-RON-444 4K HDR distribuidor HDMI con cuatro salidas	1	458,85 €	458,85 €	
1.4 CÁMARA PTZ Cámara de escritorio PTZ en color con montaje de sobremesa o en techo para aplicaciones empresariales, educativas y de telemedicina con zoom óptico de 30x y alta frecuencia de cuadro de 60 fps. Sony SRG-300h	3	2.645,00 €	7.935,00 €	
1.5 CONTROLADOR CÁMARA PTZ El panel de control remoto RM-IP10 permite manejar un total de 112 cámaras BRC a través de una red IP o 7 cámaras a través de una red tradicional con control VISCA. Hasta 5 paneles de control remoto pueden compartir el control del sistema.	1	1.828,50 €	1.828,50 €	
1.6 REPRODUCTOR BLU-RAY Reproductor de bluray Sony BDP-S3700. Reproduce DVD, Blue ray.	1	86,25 €	86,25 €	
1.7 MEZCLADORA AV MULTIFORMATO Roland R50HD 4 Channel HD-SDI/HDMI AV Switcher w. USB3 streaming output	1	6.898,85 €	6.898,85 €	
1.8 MATRIZ HDMI Atlona 4K/UHD HDR 8x8 HDMI Matrix Switcher. Atlona HDR-H2H-88MA	1	4.381,50 €	4.381,50 €	
1.9 KIT TX/RX HDMI to HDBASET Kit transmisor y receptor serie HDR 4K/UHD @60 4:2:0, HDCP 2.2, HDR10, audio PCM, Dolby® y DTS®. HDBaseT de 70mts. Alimentación local en ambos transmisor y receptor. ATLONA AT-UHD-EX-70-2PS	6	327,75 €	1.966,50 €	
1.10 MONITOR CUARTO TÉCNICO DELL SE2216H. Monitor LCD con retroiluminación LED - 22"	2	86,25 €	172,50 €	
1.11 CAPTURADORA Capturadora Matrox Monarch HD	1	879,75 €	879,75 €	

1.12	CAJA DE CONEXIONES ESCENARIO HDMI SCHUKO USB alimentación RJ45	2	345,00 €	690,00 €
1.13	CONMUTADOR 2:1 HDMI EXTRON SW2 HD 4K. Conmutador HDMI de dos entradas para un único dispositivo de salida.	1	253,00 €	253,00 €
EQUIPAMIENTO DE AUDIO				
1.14	MICRÓFONO DE CUELLO DE CISNE SHURE GM5923 Micrófono de flexo con anillo rojo de 40 cm de largo. Conexión XLR3. Color negro. Para unidades DC5980P con base XLR. Inmune RF	5	123,22 €	616,11 €
1.15	BASE DE CONFERENCIANTE DIS DC 5980 P Unidad de Conferencias estandar configurable como Delegado, Presidente o Interprete. Altavoz integrado; 1 Salida de auricular audio Base o hasta 2 idiomas. Micrófono removible con conexión XLR con bloqueo de seguridad. Pulsadores para Silencio/Hablar, control de volumen, seleccion idioma. Conexión RJ45 Entrada/Salida CAT 5e o superior F/UTP o U/FTP. (Requiere micrófono)	5	273,87 €	1.369,36 €
1.16	CENTRAL DE CONFERENCIAS DIS CCU-E Unidad de control central digital para sistemas 5900 y 6000. En modo estandar DDS 5900, alimenta hasta hasta 60 micrófonos y soporta hasta 250 unidades. Tambien soporta 2 idiomas y 32 interpretes. Con licencia FL6000,(opcional no incluida) puede ser utilizada con sistemas DCS 6000, soportando hasta 250 participantes y 4 idiomas. Con opciones adicionales, puede soportar hasta 3800 participantes, 200 interpretes y 31 idiomas. Dispone de 8 salidas analógicas (interprete o grupo) y 2 entradas de audio analógicas. Ampliación por licencia hasta 3800 unidades de conferencias, Votación y Vox. Conexión ethernet con navegador web integrado para ajustes y configuración del sistema. Gestión via SW 6000 y (AMX, Crestron etc.) 2U 19".	1	1.726,32 €	1.726,32 €
1.17	SISTEMA DE MICROFONÍA INALÁMBRICA DE MANO Sistema compuesto de un receptor Single QLXD4E, más un transmisor de mano QLXD2 con cápsula BETA58. Banda de frecuencias: H51 534-598 MHz	2	1.518,12 €	3.036,23 €
1.18	PROCESADOR DE AUDIO 12X16 Procesador Matriz SOUNDWEB BS BLU100 12X, con bus BLULink limitado a los canales 1 a 48 y 1 solo DSP. Configuración fija de 12 Entradas Micro/Línea y 8 Salidas de Línea control por Ethernet. Puertos RS-232 . Posibilidad de Incluye expansor 8 salidas Blu-Link.	1	2.875,00 €	2.875,00 €
1.19	ALTAVOCES ARRAY PASIVOS JBL CBT100LA-1 Columna de 100cm full range de 16 altavoces de 2" de cobertura Constante y protección SonicGuard. Rejilla de aluminio, tornillería acero inoxidable IP54 para instalación indoor/outdoor. Soporte con ajuste horizontal y vertical incluido y 18 puntos anclaje trasero M6.	6	1.357,00 €	8.142,00 €
1.20	CAJA DE GRAVES JBL JB ASB6112 Caja de graves con 1 woofer 2263H Differential Drive de 12". Potencia 100 horas: 700W, a 8Ohm. Máximo SPL 132 dB. Respuesta en frecuencia de 35 Hz a 1 kHz. Con 16 puntos de anclaje de M10. Acabado en duraFlex Dimensiones: 406x369x483 mm. Peso: 16,3 kg. Color negro.	1	2.012,50 €	2.012,50 €
1.21	ETAPA DE POTENCIA CROWN CW XT11002 Etapa de potencia con DSP de 2x275W a 8Ohm, 2x500W a 4Ohm, 2x700W a 2Ohm y 1000W Bridge a 8Ohm, 1400W Bridge a 4Ohm.	3	632,50 €	1.897,50 €
1.22	SPLITTER DE PRENSA Splitter de prensa 12 salidas SPP I:1H/1M Maletín mini.	1	770,50 €	770,50 €
1.23	ALTAVOCES DE MONITORIZACIÓN JBL C2PS Kit estéreo de Monitor de referencia auto amplificado y caja pasiva de 2 vías, woofer de 5,25", tweeter de 0,75"	1	271,40 €	271,40 €

1.24	CAJA DE CONEXIONES CAJA DE PARED - XLR - SCHUKO	2	310,50 €	621,00 €
------	---	---	----------	----------

SISTEMA DE TRADUCCIÓN

1.25	KIT DE INTERPRETACIÓN Unidad portátil de intérprete que ofrece 4 idiomas pivot, 2 canales de salida, 32 canales de idioma, varios modos de interbloqueo. Topología en cadena con conexiones de salida en bucle con la entrada usando cajas de conexión y modo de funcionamiento con pitidos para los intérpretes ciegos. SHURE I S 6132P	1	1.518,17 €	1.518,17 €
1.26	KIT TRASMISOR + RX CON AURICULARES IN EAR Sistema de transmisión PSM300 con petaca receptora P3R	1	856,75 €	856,75 €
1.27	PETACAS RECEPTORAS + AURICULARES IN EAR Receptor inalámbrico de petaca con la claridad de audio del procesado digital de 24 bits y un alcance de 90 metros. P3R para PSM@300 + auriculares SE112-GR	9	412,85 €	3.715,65 €

SALAS DE FORMACIÓN

SALAS DE FORMACIÓN + IVA

11.017,00 €

13.330,57 €

SALA DE FORMACIÓN 1

2.1	PROYECTOR Proyector sony VPL-PHZ10. Resolución WUXGA, luminosidad 5000lm, entrada HDMI, HDBaseT. Lente 1.28-1.88:1	1	3.013,00 €	3.013,00 €
2.2	SOPORTE PROYECTOR Soporte de proyector a techo VOGEL'S. Placa inclinable para techo PUC 1035 + Tubo 80 cm PUC 2108+ agarre de techo plata PPC 1500	1	115,00 €	115,00 €
2.3	PANTALLA ELÉCTRICA ENROLLABLE Pantalla de proyección eléctrica con una excelente relación calidad/ precio. Tamaño 2x2m. Su carcasa de acero pintada en blanco y tapas blancas, para instalar en techo o pared. Bordes negros laterales. CIMA screen CLIP200	1	103,50 €	103,50 €
2.4	CAJA DE CONEXIÓN MESA Caja de conexión: - HDMI - SCHUKO - USB alimentación - RJ45	1	345,00 €	345,00 €

SALA DE FORMACIÓN 2

2.5	PROYECTOR Proyector sony VPL-PHZ10. Resolución WUXGA, luminosidad 5000lm, entrada HDMI, HDBaseT. Lente 1.28-1.88:1	1	3.013,00 €	3.013,00 €
2.6	SOPORTE PROYECTOR Soporte de proyector a techo VOGEL'S. PUC 1035 Placa inclinable para techo + PUC 2108 Tubo 80 cm + PPC 1500 Proyector de techo plata.	1	115,00 €	115,00 €
2.7	PANTALLA ELÉCTRICA ENROLLABLE Pantalla de proyección eléctrica con una excelente relación calidad/ precio. Tamaño 2x2m. Su carcasa de acero pintada en blanco y tapas blancas, para instalar en techo o pared. Bordes negros laterales. CIMA screen CLIP200	1	103,50 €	103,50 €
2.7	CAJA DE CONEXIÓN MESA Caja de conexión: - HDMI - SCHUKO - USB alimentación - RJ45	1	345,00 €	345,00 €

2.8	KIT ALTAVOCES SATÉLITE AUTOAMPLIFICADOS Monitor de estudio auto-biamplicado de 2 vías de 56W LF, 56W HF, componentes blindados magnéticamente; woofer de 6.5" y tweeter de 1" con guía ondas con control de imagen mejorada. Cobertura 120 x 90. Respuesta en frecuencia 47 Hz a 20 kHz. Máximo SPL 110 dB. Entradas analógicas XLR y Jack. Conmutador de optimización de respuesta en graves @50Hz y optimización de respuesta en agudos de 3 posiciones. Dimensiones: 361x224x282 mm. Peso 6.1Kgr. JBL 306K MKII	1	287,50 €	287,50 €
-----	--	---	----------	----------

SALA DE FORMACIÓN 3

2.9	PROYECTOR Proyector sony VPL-PHZ10. Resolución WUXGA, luminosidad 5000lm, entrada HDMI, HDBaseT. Lente 1.28-1.88:1	1	3.013,00 €	3.013,00 €
2.10	SOPORTE PROYECTOR Soporte de proyector a techo VOGEL'S. PUC 1035 Placa inclinable para techo + PUC 2108 Tubo 80 cm + PPC 1500 Proyector de techo plata.	1	115,00 €	115,00 €
2.11	PANTALLA ELÉCTRICA ENROLLABLE Pantalla de proyección eléctrica con una excelente relación calidad/ precio. Tamaño 2x2m. Su carcasa de acero pintada en blanco y tapas blancas, para instalar en techo o pared. Bordes negros laterales. CIMA screen CLIP200	1	103,50 €	103,50 €
2.12	CAJA DE CONEXIÓN MESA Caja de conexión: - HDMI - SCHUKO - USB alimentación - RJ45	1	345,00 €	345,00 €

SISTEMA DE CONTROL SISTEMA DE CONTROL + IVA

3.919,83 €
4.743,00 €

SISTEMA DE CONTROL

3.1	CRESTRON CP3 Procesador de control CRESTRON CP3	1	1.955,00 €	1.955,00 €
3.2	SWITCH PARA CONTROL 48 PUERTOS TP-LINK TL-SG1048 Switch con 48 Puertos Gigabit	1	199,58 €	199,58 €
3.3	TABLET LENOVO IDEAPAD D330 Tablet LENOVO IDEAPAD D330, Sistema operativo : Windows 10, RAM : 4 GB, Almacenamiento : 64 GB	1	310,50 €	310,50 €
3.4	ORDENADOR PORTÁTIL HP 250 G6 Procesador Intel Core i5 7200U/2.5 GHz. 4 GB RAM. 256 GB SSD. Grabadora de DVD. Monitor 15.6" TN 1366 x 768 (HD). Tarjeta gráfica Radeon R5 M430 / HD Graphics 620. Wi-Fi y Bluetooth.	1	575,00 €	575,00 €
3.5	PUNTO DE ACCESO WIFI D-Link Wireless N300 Access point	5	34,50 €	172,50 €
3.6	RACK 32 U + ACCESORIOS Armarío Rack puerta delantera de cristal y trasera metálica + set de bandejas + 2 cajones de 2U	1	707,25 €	707,25 €

INSTALACIÓN Y EQUIPAMIENTO AUXILIAR

12.266,20 €

3.7	CABLEADO DE LA INSTALACIÓN Cableado HDMI + cableado de audio balanceado + cable CAT5e	1	1.554,80 €	1.554,80 €
3.8	MESA DE CONFERENCIAS Mesa de conferencias de cinco puestos	1	1.559,40 €	1.559,40 €
3.9	INSTALACIÓN Mano de obra para la instalación: 4 técnicos (22 €/hora), 13 días.	1	9.152,00 €	9.152,00 €

TOTAL	153.482,23 €
21% IVA	32.231,27 €
TOTAL + IVA	185.713,50 €

REFERENCIAS

- [1] K. V. BELLE, «Explaining laser-phosphor illumination in projectors (white paper),» 18 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://www.barco.com/es/news/2016-03-18-explaining-laser-phosphor-illumination-in-projectors>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [2] Proyectores LED, «Cómo Funcionan los Proyectores | LCD vs DLP vs LCoS,» [En línea]. Available: <https://www.proyectoresled.net/como-funcionan-los-proyectores-lcd-dlp-lcos/>. [Último acceso: 07 06 2020].
- [3] «3LCD los proyectores ubicuos entre los contractors,» 2015 febrero 1. [En línea]. Available: <https://installmagazine.com.mx/3lcd-los-proyectores-ubicuos-entre-los-contractors/>. [Último acceso: agosto 2019].
- [4] «Tipos de proyectores: LCD vs DLP vs LED vs LCOS vs LASER,» [En línea]. Available: <https://www.proyectagato.com/lcd-vs-dlp-vs-led-vs-lcos-vs-laser/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [5] Todo Proyector, «¿Qué es el formato -o relación de aspecto- de un proyector?,» [En línea]. Available: <https://todoproyectores.com/glosario/formato-proyector/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [6] IEEE Standards Coordinating Committee 14, *IEEE Standard Definitions for Selected Quantities, Units, and Related Terms, with Special Attention to the International System of Units (SI)*, New York, 2006.
- [7] Casio, «Los beneficios de la Ultra Corta Distancia vs Corta Distancia,» 18 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.ecoprojectorescasio.com/actualidad/beneficios-ultra-corta-distancia-vs-corta-distancia/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [8] Proyectores Índigo, «Consejos para comprar un proyector,» 5 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://www.proyectoresindigo.com/consejos-para-comprar-un-proyector/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [9] A. Robinson, «Panamorph FVX200J Anamorphic Lens System Reviewed,» 12 Octubre 2010. [En línea]. Available: <https://hometheaterreview.com/panamorph-fvx200j-anamorphic-lens-system-reviewed>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [10] Raduga Desing, «Audi A1 Car projection mapping,» 2011 Mayo 2011. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=x4sVTUAdoLg>. [Último acceso: 4 Agosto 2019].
- [11] S. Wang, «GeoBox curved screen Edge Blending tutorial video,» 19 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=7GmhLbrN4bg>. [Último acceso: 2019 Septiembre 2019].
- [12] Nec Solutions, «Soluciones de videowall para instalaciones espectaculares,» [En línea]. Available: <https://nec-display-solutions.com/p/es/es/solutions/videowall.xhtml>. [Último acceso: 9 Agosto 2019].
- [13] «LG aggiorna la sua piattaforma di segnaletica intelligente webOS con la versione 4.0,» LG, [En línea]. Available: <https://www.digitalavmagazine.com/it/2018/12/12/lg-actualiza-su-plataforma-de-senalizacion-inteligente-webos-con-la-version-4-0/>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].

- [14] Screen-led, «5 things you need to know about LED screens,» 30 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://screen-led.com/en/blog/2019/04/5-things-you-need-to-know-about-led-screens/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [15] MyDDisplay, «Triangle LED Display,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.myddisplay.com/product/detail/triangle-led-display.html>. [Último acceso: 07 06 2020].
- [16] «Diferencia entre SMD y DIP,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.kineled.com/tutoriales/diferencia-entre-smd-y-dip> . [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [17] Kineled Displays, «Diferencia entre sdm y dip,» [En línea]. Available: <http://www.kineled.com/tutoriales/diferencia-entre-smd-y-dip>. [Último acceso: 2020 Mayo 6].
- [18] «Pantalla Led Interior 2.9mm,» [En línea]. Available: <https://www.panoramaonline.es/productos/product/4-pantalla-led-interior> . [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [19] ONETONE, «PANTALLAS LED PUBLICIDAD. ¿CÓMO ELEGIR UNA?,» 20 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.promopantallas.com/pantallas-led/como-elegir-tu-pantalla-publicitaria/> . [Último acceso: 2020 Mayo 06].
- [20] Sony, «Cámara PTZ Full HD operada de forma remota,» [En línea]. Available: https://pro.sony/es_ES/products/ptz-network-cameras/srg-300h#ProductSpecificationsBlock-srg-300h. [Último acceso: Agosto 2019].
- [21] «HDMI SPECIFICATIONS AND PROGRAMS,» [En línea]. Available: <https://www.hdmi.org/spec/index>. [Último acceso: 9 Agosto 2019].
- [22] construyasuvideorockola.com, «Construya un divisor de frecuencias,» [En línea]. Available: <http://www.videorockola.com/tutoriales/sonido/construya-un-divisor-de-frecuencias-crossover/>. [Último acceso: 2020 Mayo 16].
- [23] J. M. M. Esteller, Instalaciones de megafonía y sonorización, Paraninfo, 2012.
- [24] Harman, «CBT Calculator,» [En línea]. Available: <https://www.jblpro.com/www/product-support/installed/cbt-calculator>. [Último acceso: 22 Septiembre 2019].
- [25] «Soluciones Shure para conferencias: Cuándo elegir un sistema digital para conferencias,» 29 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://installmagazine.com.mx/shure-conferencias/>. [Último acceso: 15 Septiembre 2019].
- [26] M. Á. G. López, «Micrófonos y Altavoces,» 2002. [En línea]. Available: http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_02_03/micros_altavoces/. [Último acceso: 15 Septiembre 2019].
- [27] «Pinanson,» [En línea]. Available: <https://pinanson.eu/glossary/splitter-de-prensaaudio-press-splitter/>.
- [28] M. Mckay, «¿Qué es un conector XLR?,» [En línea]. Available: <https://techlandia.com/cable-conector->

- xlr-info_316253/. [Último acceso: 16 Mayo 2020].
- [29] «How to wire a plug,» [En línea]. Available: <http://plugwiring.co.uk/how-to-wire-an-xlr-cannon-audio-plug/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [30] «Conector Banana,» [En línea]. Available: https://es.aliexpress.com/item/33001747324.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=494-037-6276&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Gpoogle_7_shopping&aff_atform=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcpr=8698529884&albag=87458843957&trgt=7436. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [31] «Pantalla Eléctrica Traulux Cima Eco,» [En línea]. Available: https://www.maxvisual.es/epages/62028366.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62028366/Products/%22Pantalla%20El%C3%A9ctrica%20Traulux%20Cima%20%2C40x%20%2C40%22. [Último acceso: 2020 Mayo 17].
- [32] Sony, [En línea]. Available: https://pro.sony.es_ES/products/ptz-network-cameras/srg-300h#ProductSpecificationsBlock-srg-300h. [Último acceso: 29 Abril 2020].
- [33] Vogels, «Pro-AV Mount Advisor,» [En línea]. Available: <https://www.vogels.com/es-es/p/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [34] «Pantallas de led desmontables,» [En línea]. Available: <https://www.paladareventos.com/pantallas-proyectores-y-ipads/pantallas-de-leds-313.html>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [35] Sony, «RM-IP10,» [En línea]. Available: https://pro.sony.es_ES/products/robotic-cameras/rm-ip10. [Último acceso: Agosto 2019].
- [36] Arthur Holm, «Dynamic3,» [En línea]. Available: https://www.arthurholm.com/wp-content/uploads/2019/01/AH19D3HDGA_Data-Sheet-1-1-1.pdf. [Último acceso: Agosto 2019].
- [37] DELL, [En línea]. Available: <https://www.dell.com/es-es/shop/monitor-dell-22-se2216h/apd/210-afzr/monitores-y-accesorios>. [Último acceso: 2019 Agosto].
- [38] Roland, «VR-50HD,» [En línea]. Available: <https://proav.roland.com/es/products/vr-50hd/> . [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [39] Charmex, «X1 PRO EXT ESCALADOR 4K & SELECTOR (CON MODULO EXT),» [En línea]. Available: <https://charmex.net/rgbblink-x1-pro-ext--110-0001-12-0>. [Último acceso: 21 Mayo 2020].
- [40] «MCTRL300,» [En línea]. Available: <http://www.alfalite.com/productos/mctrl300/>. [Último acceso: 21 Mayo 2020].
- [41] Atlona, «4K/UHD HDMI Over HDBaseT TX/RX Kit,» [En línea]. Available: <https://atlon.com/product/at-uhd-ex-70-2ps/>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [42] «Reproductor de Blu-ray Disc™ con Wi-Fi® integrado,» [En línea]. Available: <https://www.sony.es/electronics/reproductores-blu-ray-disc/bdp-s3700>. [Último acceso: 21 Mayo 2020].

- [43] «Matrox Monarch HD Tarjeta de streaming y grabación,» [En línea]. Available: <https://www.avacab-online.com/Matrox-Monarch-HD-Tarjeta-de-streaming-y-grabacion/es>. [Último acceso: 21 Mayo 2020].
- [44] JBL, «Model C2PS,» [En línea]. Available: <https://jblpro.com/en/products/c2ps>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [45] «Sistemas de conferencia y debate,» [En línea]. Available: <https://www.shure.es/productos/conferencia-debate>. [Último acceso: 2020 Mayo 06].
- [46] Shure, «Shure micrófonos inalámbricos,» [En línea]. Available: <https://www.shure.es/productos/sistemas-inalambricos>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [47] Shure, «IS 6132 P UNIDAD PORTÁTIL DE INTÉRPRETE,» [En línea]. Available: <https://www.shure.es/productos/accesorios/conferencia-debate-accesorios/is6132p>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [48] Shure, «P3T transmisor inalámbrico,» [En línea]. Available: <https://www.shure.es/productos/monitorizacion-personal/psm300/p3t>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [49] Shure, «PSM 300 CONJUNTO DE MONITORIZACIÓN IN-EAR INALÁMBRICO CON AUDÍFONOS SE112,» [En línea]. Available: https://www.shure.es/productos/monitorizacion-personal/psm300/p3tr112gr_in_ear_monitoring_set. [Último acceso: Agosto 2019].
- [50] Crown, «DCi 8|600,» [En línea]. Available: <https://www.crownaudio.com/en/products/dci-8-600>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [51] JBL, «Compact High Power Single 12" Subwoofer,» [En línea]. Available: <https://jblpro.com/en/products/asb6112>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [52] JBL Pro, «306P MkII,» 29 2019 Abril. [En línea]. Available: <https://www.jblpro.com/www/products/recording-broadcast/3-series-mkii/306p-mkii#Features>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [53] Dextra, «PROCESADOR DE AUDIO BSS,» [En línea]. Available: <https://dextra.com.mx/producto?categoria=dbx-bss-procesamiento-audio&producto=BLU-100&idproducto=2972>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [54] Crestron, «CP3 3-Series Control System,» [En línea]. Available: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Hardware/Control-Systems/CP3>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [55] Carrefour, «Tp-link Tl-sg1048 Switch 48 Puertos Gigabit,» [En línea]. Available: <https://www.carrefour.es/tp-link-tl-sg1048-switch-48-puertos-gigabit/6935364020637/p>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [56] [En línea]. Available: <https://innovainformatica.com/puntos-acceso/pto-acceso-d-link-wireless-n300-dap-2310.html>. [Último acceso: 06 06 2020].

- [57] Pinanson, «Cajas AV Mesa,» [En línea]. Available: <https://pinanson.eu/shop/cajas-audiovisuales/cajas-av-mesa/caja-mesa-tb/>. [Último acceso: 16 Mayo 2020].
- [58] Proyector 24, «Calcular distancia de proyección,» [En línea]. Available: <https://www.proyector24.es/es/calcula-distancia-de-proyeccion>. [Último acceso: 10 08 2019].
- [59] O. Autor, «Otra cita distinta,» *revista*, p. 12, 2001.
- [60] S. G. Gago, «Radios Libres,» 30 08 2014. [En línea]. Available: <https://radioslibres.net/34-como-funcionan-los-microfonos/>. [Último acceso: 15 09 2019].
- [61] T. A. Edison, «Speaking Telegraph». United States of America Patente 474.230, 1892 Mayo 3.
- [62] «Equipo digital,» 2015 Noviembre 2011. [En línea]. Available: <https://equipodigital.wordpress.com/2011/11/15/%C2%BFcual-es-el-origen-del-microfono/>. [Último acceso: 15 Septiembre 2019].
- [63] S. García Gago, «Radios Libres. Tipos de micrófonos,» 2014 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://radioslibres.net/35-que-clases-de-microfonos-existen/>. [Último acceso: 15 Septiembre 2019].
- [64] GA, «Altavoces, curso de acústica,» [En línea]. Available: <http://www.ehu.eus/acustica/espanol/electricidad/altaves/altaves.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2019].
- [65] Soundweb London, «Lindrommet,» [En línea]. Available: <https://www.lydrommet.dk/files/lydrommetdk/Documents/Import/BLU100-Install-Guide.pdf>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [66] «Alexnld.com,» [En línea]. Available: <https://alexnld.com/product/1-pair-55mm-nickel-plated-free-solder-banana-jack-plug-audio-connector/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [67] [En línea]. Available: <http://20.ifte.deckruede-akito.de/ajw/xlr-audio-cable-wiring.html>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [68] P. Fernández-Cid, «Hispasonic,» [En línea]. Available: <https://www.hispasonic.com/tutoriales/como-conectar-bien-entradas-salidas-balanceadas-no-balanceadas/43541>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [69] ins-digital, «Ins-digital,» 4 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.ins-digital.com/pantallas-gigantes-exterior/>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [70] «Litestar LED,» [En línea]. Available: <http://www.litestar.org/indoor-fixed-led-display-screes/indoor-front-fixed-serving-led-display-screen/p3-91-p4-81-p6-25-indoor-light-weight-front.html>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [71] «MR. Led,» [En línea]. Available: <http://www.mrled.cn/m/Solution/767.html>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [72] «Reason Why,» [En línea]. Available: <https://www.reasonwhy.es/actualidad/pantallas-digitales-callao->

- city-lights-2019. [Último acceso: Septiembre 2019].
- [73] «LG Business Solution,» [En línea]. Available: <https://www.lg.com/global/business/information-display/digital-signage/lg-55VH7B>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [74] «Resolución de un proyector,» [En línea]. Available: <https://www.proyectagato.com/caracteristicas-proyector/tipos-de-resolucion/>. [Último acceso: 2019 Agosto].
- [75] View Sonic, «What to Look for in a DLP Projector,» 28 July 2019. [En línea]. Available: <https://www.viewsonic.com/library/entertainment/what-look-for-dlp-projector>. [Último acceso: Agosto 2019].
- [76] HARMAN, «Control 2P,» [En línea]. Available: <http://www.jblpro.com/www/products/recording-broadcast/control-2p#.XVGY0egzaUk>. [Último acceso: 2019 Agosto].
- [77] UGREEN, «Digital Adaptador,» [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/UGREEN-Digital-Adaptador-Raspberry-Reproductor/dp/B00OZJU0XO>. [Último acceso: 2019 Septiembre].
- [78] Promúsica, «SHURE QLXD24E/B58 H51,» [En línea]. Available: <https://www.promusica.es/microfonos-inalambricos/57244-shure-qlxd24e-b58-h51-42406342780.html>. [Último acceso: 2019 Agosto].
- [79] «IS 6132 P Unidad portátil de interprete,» [En línea]. Available: <https://www.shure.es/productos/accesorios/conferencia-debate-accesorios/is6132p>. [Último acceso: 2019 Agosto].
- [80] JBL, «Line Array Column Loudspeaker with with Sixteen 50 mm (2 in) Drivers and EN54:24 Certification,» [En línea]. Available: <https://jblpro.com/en/products/cbt-100la-ls>. [Último acceso: 01 Mayo 2020].
- [81] Lenovo, «IdeaPad D330,» [En línea]. Available: <https://www.lenovo.com/es/es/laptops/ideapad/d-series/IdeaPad-D330/p/88IPMX31047>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [82] Charmex, «X1 PRO E ESCALADOR 4K & SELECTOR CON EXT3,» [En línea]. Available: <https://charmex.net/rgblick-x1pro-e--110-0001-21-0>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [83] A. Robinson, «Panamorph FVX200J Anamorphic Lens System Reviewed,» 12 Octubre 2010. [En línea]. Available: <https://hometheaterreview.com/panamorph-fvx200j-anamorphic-lens-system-reviewed/>. [Último acceso: 9 Agosto 2019].

